AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE

ANR

Intelligence Artificielle et Robotique

« Confluences de l'Homme et des STIC »

Les cahiers de l'ANR - n° 4

mars 2012

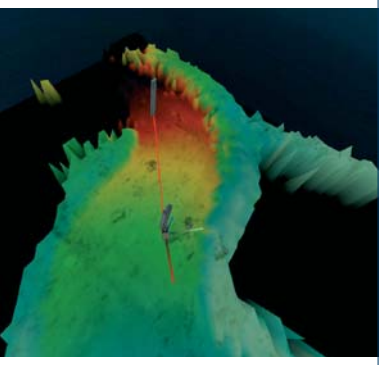


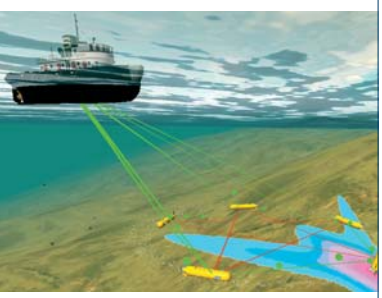
Les cahiers de l'ANR traitent de questions thématiques transverses aux différents appels à projets de l'ANR. Cette collection met en perspective les recherches, les innovations et les avancées technologiques en cours dans un domaine spécifique. Quels sont les enjeux technologiques, sociétaux, économiques, prospectifs ? Quelles sont les actions de l'ANR ?

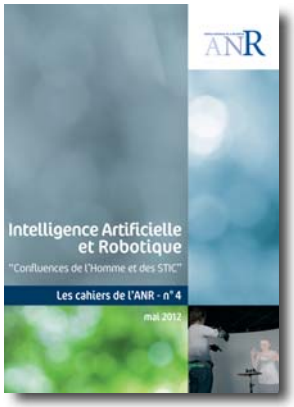
Sans prétention d'exhaustivité, l'objectif est d'expliciter les grandes problématiques. Il est fait référence à différents projets de recherche financés par l'ANR. Une présentation synthétique des projets est proposée.

Chaque cahier permet donc d'approfondir la connaissance scientifique du domaine choisi. Il est utile pour les chercheurs, les décideurs mais aussi pour un large public. L'importance et la diversité des projets de recherche et des équipes scientifiques sont ainsi mises en lumière.

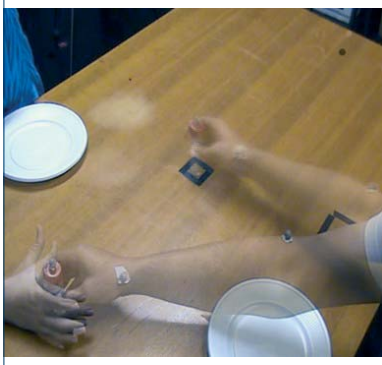
Une version en ligne est également disponible : www.agence-nationale-recherche.fr

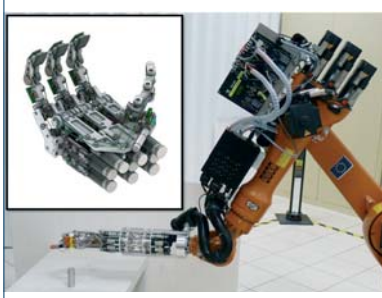






Nous remercions l'ensemble des contributeurs, Bertrand Braunschweig, ainsi qu'Aline Tournier et Aladji Kamagate de l'ANR.





Photos couverture : SignCom, 2RT-3D, CONNECT, INTERACTS, ABILIS.

avant-propos

L'ANR met en perspective les avancées scientifiques et les résultats obtenus par les projets de grande qualité qu'elle soutient.

Ce cahier présente un ensemble de 115 projets sur les thématiques de l'intelligence artificielle et de la robotique, des sujets au cœur des sciences et technologies de l'information, où la recherche fondamentale sur les algorithmes, les modèles, les méthodes, côtoie les applications dans de nombreux secteurs tels que la santé, les transports, le Web, ou les processus industriels. Intelligence artificielle et robotique sont également des sujets sur lesquels l'imagination est très riche. Il est important que l'ANR contribue à démystifier la recherche sur le sujet et mette en avant le riche contenu scientifique qu'elle représente.

Parmi les scénarios, il y avait notamment celui du remplacement de l'homme par des systèmes artificiels. Si la théorie de la Singularité évoque bien une telle éventualité, l'objectif des recherches poursuivies est de fournir une assistance aux utilisateurs humains, pour les dégager des tâches pénibles, dangereuses, ou répétitives, afin de se consacrer aux activités les plus intéressantes et enrichissantes.

La pluridisciplinarité de la recherche en intelligence artificielle et en robotique se retrouve non seulement dans la diversité des applications présentées, qui rassemblent naturellement des chercheurs en STIC et des spécialistes des secteurs concernés, mais aussi dans les thématiques abordées, par exemple : robotique bio-inspirée, pour laquelle automaticiens et informaticiens collaborent avec mécaniciens, biologistes, chercheurs en sciences du comportement ; traitement automatique de la langue, qui mobilise linguistes, spécialistes de l'interaction, et chercheurs en algorithmique probabiliste ; Web sémantique, pour lequel les chercheurs en représentation des connaissances travaillent avec des sociologues pour les aspects réseaux sociaux et folksonomies, et des philosophes pour la mise au point des ontologies. Cette pluridisciplinarité est une grande richesse, porteuse de ruptures scientifiques et technologiques, et donc de valeur ajoutée pour la société et l'économie.

Je me réjouis de la publication de ce cahier, qui poursuit la collection entamée début 2009 par l'agence. Il constituera très certainement une référence essentielle pour les chercheurs et les décideurs intéressés au développement et aux applications de l'intelligence artificielle et de la robotique.

Jean-Yves Berthou
Responsable du département STIC de l'ANR

résumé

L'idée d'Intelligence Artificielle suscite enthousiasme, espoirs, intérêt, aussi bien que méfiance, incrédulité ou oppositions farouches dans les milieux scientifiques et professionnels et dans le grand public. Elle a été popularisée par des quantités d'ouvrages et films de science-fiction, de robots, et de jeux vidéo. Tout jeu de simulation a un personnage « IA » qui pilote les opposants artificiels aux joueurs humains. Des films tels que A.I. (Spielberg) ou I, Robot (Proyas, inspiré des écrits d'Isaac Asimov), ont présenté des robots humanoïdes dotés d'intelligence et de sensibilité égales à celles des humains, et capables de les affronter.

Tout ceci relève du mythe. Le test établi en 1950 par le mathématicien Alan Turing, qui met un humain en confrontation verbale avec un autre opérateur dont on doit déterminer s'il est humain ou ordinateur, n'a jamais été passé avec succès par une machine. On serait actuellement bien incapable d'implémenter dans un robot les fameuses trois lois de la robotique d'Asimov, qui demandent des capacités d'analyse, de compréhension, de raisonnement très supérieures aux possibilités actuelles des ordinateurs les plus puissants, qui se situent numériquement à l'ordre de grandeur du cerveau d'une mouche.

Les recherches sur l'intelligence artificielle et la robotique ont cependant permis des avancées dans de nombreux domaines : diagnostic de défauts, configuration automatique, vision artificielle et reconnaissance de formes, compréhension de la parole et de la langue, supervision de systèmes industriels de production, planification automatique de missions spatiales, jeux (échecs, dames…). Elles ont aussi été à l'origine de l'idée du Web sémantique, attendu comme la prochaine génération du Web permettant des traitements de l'information bien plus riches que ce qu'il est possible de faire avec les technologies actuelles.

Les défis de recherche en IA sont nombreux : fournir les technologies du Web sémantique ; extraire des connaissances des grandes masses de données ; réaliser des systèmes artificiels qui s'adaptent à un environnement changeant ; réaliser des systèmes où l'intelligence est distribuée entre de nombreux agents artificiels qui interagissent ; être capable de raisonner sur le temps et l'espace ; développer des robots autonomes ou capables d'assister l'humain dans ses tâches, seuls ou opérant en collectivité ; et surtout, passer à l'échelle, se confronter aux problèmes réels, aux données arrivant en continu et en quantité. Pour ce faire, spécialistes d'intelligence artificielle et de robotique auront besoin non seulement de pousser plus loin leurs recherches spécifiques, mais aussi de collaborer avec des praticiens d'autres disciplines scientifiques voisines, qui pourront enrichir les approches.

Au travers des plus de cent fiches de projets financés par l'ANR, accompagnées d'introductions présentant les enjeux scientifiques des grands domaines scientifiques et technologiques abordés, ce cahier se veut une contribution à l'information des chercheurs, des décideurs et du public sur ce domaine fascinant mais ardu, loin des fantasmes médiatiques et des promesses dithyrambiques qui ont pu être faites dans un passé pas si éloigné que cela. ■

Partie 1 : L'intelligence artificielle et ses enjeux

Partie 2 : 115 projets financés par l'ANR

Est présentée ici une liste non exhaustive de 115 projets financés par l'ANR sur la période 2006-2010

Ces projets sont issus de 19 appels à projets thématiques ou non-thématiques

sommaire

Avant propos 1
Résumé 2
Introduction 5

Partie 1 : L'intelligence artificielle (IA) et ses enjeux 9

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, MYTHE OU RÉALITÉ ? 9

LA SINGULARITÉ TECHNOLOGIQUE 10

LES NOMBREUSES FACETTES DE L'IA 11

LES TENDANCES ET DÉFIS 13

LES LIENS ENTRE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, LA ROBOTIQUE ET D'AUTRES DISCIPLINES 17

PASSER À L'ÉCHELLE, SE CONFRONTER À LA RÉALITÉ 18

L'ACTION DE L'ANR 19

Partie 2 : 115 projets de l'ANR 21

1. ALGORITHMIQUE ET APPRENTISSAGE 21

2. LA ROBOTIQUE, LA CONFRONTATION AU MONDE REEL ET LA BIO-INSPIRATION 42

3. RECONNAISSANCE DE FORMES, FOUILLE ET RECHERCHE D'IMAGES 80

4. TRAITEMENT AUTOMATIQUE DE LA LANGUE ET DE LA PAROLE 107

5. CONNAISSANCES, WEB, WEB SEMANTIQUE 126

6. LES APPLICATIONS DE L'IA 142

Introduction

ENREGISTRE, ... 220 M.C. ! RATTRAPE-LE ET DÉTRUIS-LE ! VA !



Ces instructions données par le professeur Sató au robot Samuraï, destinées à détruire le malfaisant Olrik[1], sont une bonne illustration de quelques défis de l'intelligence artificielle. L'intelligence artificielle du robot se construit en permanence en interaction avec l'environnement extérieur (on la dit située). Le robot perçoit par ses capteurs (ici, semble-t-il, deux yeux artificiels et un canal auditif), dont les variations vont induire une réaction de sa part, par exemple se retourner lorsqu'on l'appelle, ou modifier ses actions pour prendre en compte de nouveaux éléments. Le robot Samuraï doit comprendre la parole, interpréter les commandes de son maître ; un objectif lui est donné, il va donc devoir bâtir un plan d'actions pour atteindre son but. Puis, pour pouvoir l'accomplir en contrôlant le bon déroulement de son exécution, le robot Samuraï devra interpréter les scènes auxquelles il sera confronté, reconnaître automatiquement des formes, des personnes, des objets dans les séries d'images captées. Enfin, et c'est une spécificité de la robotique, il agira directement sur son environnement, ici en tentant de détruire Olrik grâce aux armes dont il dispose.

Ce cahier de l'ANR consacré aux systèmes intelligents et à la robotique, dans ses dimensions perceptives et cognitives, constitue une illustration des progrès récents effectués vers l'objectif ambitieux de réaliser des machines intelligentes capables d'assister ou de remplacer des opérateurs humains dans des tâches complexes. Les 115 projets qui y sont rassemblées abordent de nombreux défis dont ceux que le robot Samuraï doit relever.

[1] *Les 3 Formules du Professeur Sató,* E.P. Jacobs & Bob de Moor, Editions Blake & Mortimer

TRAITEMENT AUTOMATIQUE DE LA PAROLE

Pour comprendre la parole du Professeur Satō, le Samuraï doit transformer le signal audio capté par ses oreilles artificielles en une série d'instructions exprimées dans un langage formel qu'il pourra manipuler pour y conduire des raisonnements. D'abord, l'environnement perceptif du professeur est probablement rempli de bruits provenant d'autres sources qu'il faut savoir distinguer. S'il s'agit de son, une étape de traitement du signal audio est nécessaire afin de le nettoyer, pour qu'il ne reste que le texte prononcé par Satō. Il faudra ensuite séparer le signal audio en phonèmes, sans doute en référence à une bibliothèque de sons préenregistrés, que ce soit par le locuteur lui-même (le professeur), ou par un ensemble de locuteurs représentant la diversité de prononciations possibles du japonais. Il faudra assembler ensuite ces phonèmes en mots, ici aussi probablement en se référant à un dictionnaire et à des règles de grammaire. Les mots doivent être ensuite réunis dans des phrases, ce qui fait appel à des connaissances de syntaxe et de grammaire. Finalement, et ce n'est pas le moindre défi, il s'agira de donner un sens aux phrases, de passer d'une représentation syntaxique, grammaticale, à la représentation sémantique sur laquelle le robot Samuraï pourra conduire des raisonnements. Le traitement de la langue naturelle, écrite ou parlée, est un sujet de recherche important en IA.

REPRÉSENTATION, RAISONNEMENTS, ÉLABORATION DE PLANS

A partir de la représentation sémantique de l'objectif à atteindre, le robot va conduire des raisonnements afin de définir son plan d'actions. Il aura besoin pour cela de raisonner sur lui-même, sur son état, sur les armes et moyens de déplacement dont il dispose ; il devra également établir que pour détruire Olrik, le plus efficace est certainement de s'en rapprocher pour que l'ennemi soit à sa portée. Il aura sans doute besoin de raisonner pour décider dans quelle direction partir. Enfin, une fois le raisonnement effectué, le robot se construira un plan permettant d'atteindre l'objectif en une série d'étapes élémentaires, on pourrait noter par exemple :

<Samuraï><localiser><Olrik>[2] *;*

<Samuraï><se_déplacer_vers><localisation_Olrik>;

<Samuraï><détruire><Olrik><avec><canon_laser> ;

<Samuraï><se_déplacer_vers><Satō>.

Tout ceci demande de disposer en interne d'une représentation du monde sous forme exploitable par un système de raisonnement automatique : moteur d'inférence capable d'effectuer des déductions à partir de faits ou d'hypothèses, système logique de preuve, etc. La représentation des connaissances, leur manipulation formelle, la production de systèmes logiques de raisonnement sur ses connaissances, ont été et sont encore des grands défis de l'intelligence artificielle.

LOCALISATION, CARTOGRAPHIE, RECONNAISSANCE DE FORMES

Localiser Orlik, en admettant que le robot le fasse par son canal visuel, demande des capacités poussées d'analyse d'image et de scènes. Il ne s'agit pas que de repérer la forme Olrik dans une image fixe même si cette seule tâche pose déjà des problèmes de recherche importants. Il s'agira aussi, probablement, de cartographier l'espace dans lequel évoluent les personnages, se localiser dans cet espace, repérer des objets ou des lieux

[2] Les notations utilisées ici sont des illustrations, elles ne sont pas exprimées dans un langage formel



Corebots, le robot "SLAM" vainqueur des deux premières éditions du défi robotique ANR-DGA

particuliers. Si le traitement d'images 2D fixes est une tâche ardue, il en est de même pour des séries d'images prises par une caméra ; en l'occurrence le robot Samuraï dispose de deux yeux, on peut donc imaginer que ses deux caméras lui fournissent la stéréoscopie, une information de profondeur peut être utilisée pour évaluer les distances aux points de repère. Quoi qu'il en soit, des algorithmes de traitement d'image et de reconnaissance de formes seront exploités afin de fournir au Samuraï les informations dont il a besoin pour atteindre son objectif. On peut imaginer que le robot dispose d'un algorithme de SLAM[3], la norme actuelle en la matière. Toutes ces tâches, reconnaissance de formes, localisation et cartographie automatique, sont des sujets de recherche actuels importants, notamment pour la robotique.

COMPLÉMENT CONTEMPORAIN : LE WEB SÉMANTIQUE

Le Web n'existait pas en 1971-1972, lorsqu'Edgar P. Jacobs créait cette aventure de Blake et Mortimer ; en 2011, l'auteur aurait sans doute donné à son robot la capacité de se connecter à la toile et d'y faire des recherches (par exemple pour aider à la cartographie en temps réel des lieux traversés) pour mieux analyser les points de repères, objets rencontrés sur le chemin. Disposant d'énergie électrique limitée, le Samuraï serait intéressé à connaître la localisation de terminaux de chargement sur son parcours. Une simple recherche sur le Web ne suffit pas à fournir l'information désirée (par exemple, une photographie intitulée « ceci n'est pas un terminal de chargement » serait sélectionnée de manière erronée par la plupart des moteurs de recherche actuels, qui ne se fondent que sur la présence des mots dans la page). Pour obtenir une information fiable, il est préférable d'effectuer une requête dans une base de données où les informations sont correctement identifiées et indexées ; le but des recherches sur le Web sémantique est de permettre aux machines d'interroger le Web comme s'il s'agissait d'une immense base de données, où les pages sont annotées par des informations de catégories (des informations sémantiques). L'exploitation automatique du Web et l'avènement de ce Web sémantique constituent également des domaines très importants et très actifs de l'intelligence artificielle d'aujourd'hui. ■

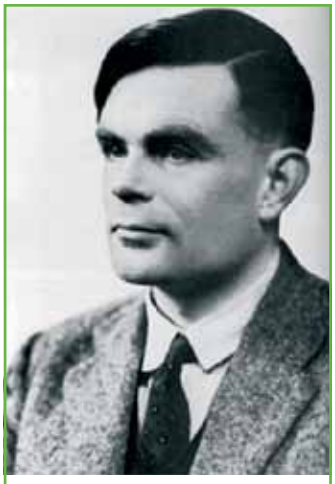
[3] *Simultaneous Localisation And Mapping*, cartographie et localisation simultanées

Partie 1
L'intelligence artificielle (IA) et ses enjeux

L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, MYTHE OU RÉALITÉ ?

L'IA, cinquante-cinq ans après sa création en 1956 au *Dartmouth College*, continue à susciter enthousiasme, espoirs, intérêt, aussi bien que méfiance, incrédulité ou oppositions farouches dans les milieux scientifiques et professionnels et dans le grand public. L'idée d'intelligence artificielle a été popularisée par des quantités d'ouvrages et films de science-fiction, de robots, et de jeux vidéo. Tout jeu de simulation a un personnage « IA » qui pilote les opposants artificiels aux joueurs humains. Des films tels que A.I. (Spielberg) ou I, Robot (Proyas, inspiré des écrits d'Isaac Asimov), ont présenté des robots humanoïdes dotés d'intelligence et de sensibilité égales à celles des humains, et capables de les affronter.

Tout ceci relève du mythe, loin de la réalité. Le test établi en 1950 par le mathématicien Alan Turing, qui met un humain en confrontation verbale avec un autre opérateur dont on doit déterminer s'il est humain ou ordinateur, n'a jamais été passé avec succès par une machine. On serait actuellement bien incapable d'implémenter dans un robot les fameuses *trois lois de la robotique* d'Asimov, qui demandent des capacités d'analyse, de compréhension, de raisonnement très supérieures aux possibilités actuelles des ordinateurs les plus puissants, qui se situent numériquement à l'ordre de grandeur du cerveau d'une mouche. Quant à la loi zéro d'Asimov, *« Un robot ne peut pas faire de mal à l'humanité, ni, par son inaction, permettre que l'humanité soit blessée »*, elle demande des capacités de jugement de l'intérêt collectif de l'humanité largement au-delà de ce que sait faire notre intelligence naturelle…



Le mathématicien britannique Alan Turing

Mais les recherches sur l'intelligence artificielle et la robotique ont cependant permis des avancées dans de nombreux domaines. En informatique, la programmation objet hérite des recherches des années 60-70 sur la représentation des connaissances. Dans les années 80, les systèmes experts ont permis de découvrir des gisements pétroliers, de superviser des procédés chimiques, de configurer automatiquement des ordinateurs personnels, de diagnostiquer des maladies. Les systèmes de vision artificiels de robots d'aujourd'hui s'appuient sur des dizaines d'années de recherche en reconnaissance de formes et vision par ordinateur. Le niveau de performance actuel en compréhension de la parole permet de réaliser des serveurs vocaux d'une très grande adaptabilité au locuteur, avec une bonne fiabilité des réponses. Les moteurs de recherche sur le Web peuvent classer automatiquement leurs résultats dans des catégories prédéfinies. C'est dès 1994 que le champion du monde



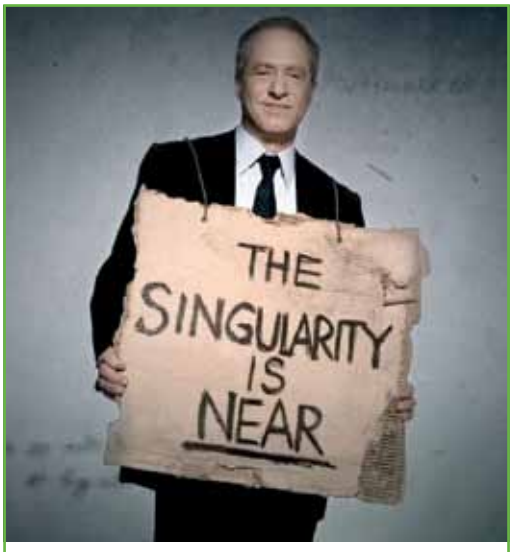
La machine Deep Blue d'IBM

du jeu de dames a été battu par un ordinateur, *Shinook*, qui par la suite a complètement résolu le jeu (l'ordinateur est certain de gagner dès l'entame). En 1997, le champion du monde d'échecs Gary Kasparov, a été battu par la machine *Deep Blue*, qui disposait d'une capacité de calcul impressionnante pour l'époque. Les capacités d'apprentissage des réseaux neuronaux artificiels permettent à des systèmes industriels de production de détecter en temps réel des défauts sur des produits, des matériaux, sans nécessiter d'intervention humaine. Les algorithmes d'évolution artificielle (ou algorithmes génétiques) produisent des solutions à des problèmes complexes d'optimisation que les méthodes numériques traditionnelles ne peuvent pas aborder. La PME française BA Systèmes commercialise des robots de manutention capables de se déplacer de manière autonome dans des entrepôts pour y rechercher des produits à expédier. Le « Human Brain Project » proposé par Henry Markram, de l'Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, envisage de réaliser d'ici à dix ans la simulation complète d'un cerveau humain, et à terme d'en implémenter des copies dans des robots domestiques.

Si l'intelligence artificielle n'est pas une réalité, les retombées des recherches sont déjà significatives, à tel point que certains penseurs ont développé la théorie de la singularité technologique.

LA SINGULARITÉ TECHNOLOGIQUE

Selon Wikipédia, « La Singularité technologique est un concept selon lequel, à partir d'un point hypothétique de son évolution technologique, la civilisation humaine connaîtra une croissance technologique d'un ordre supérieur. Pour beaucoup, il est question d'intelligence artificielle quelle que soit la méthode pour la créer. Au-delà de ce point, le progrès ne serait plus l'œuvre que d'Intelligences artificielles, elles-mêmes en constante progression. Il induit des changements tels sur la société humaine que l'individu humain d'avant la Singularité ne peut ni les appréhender ni les prédire de manière fiable. Le risque étant la perte de pouvoir humain, politique, sur son destin ». La paternité de l'idée est attribuée à John Von Neumann, elle a été reprise notamment par l'auteur de science-fiction Vernor Vinge et par le pen-



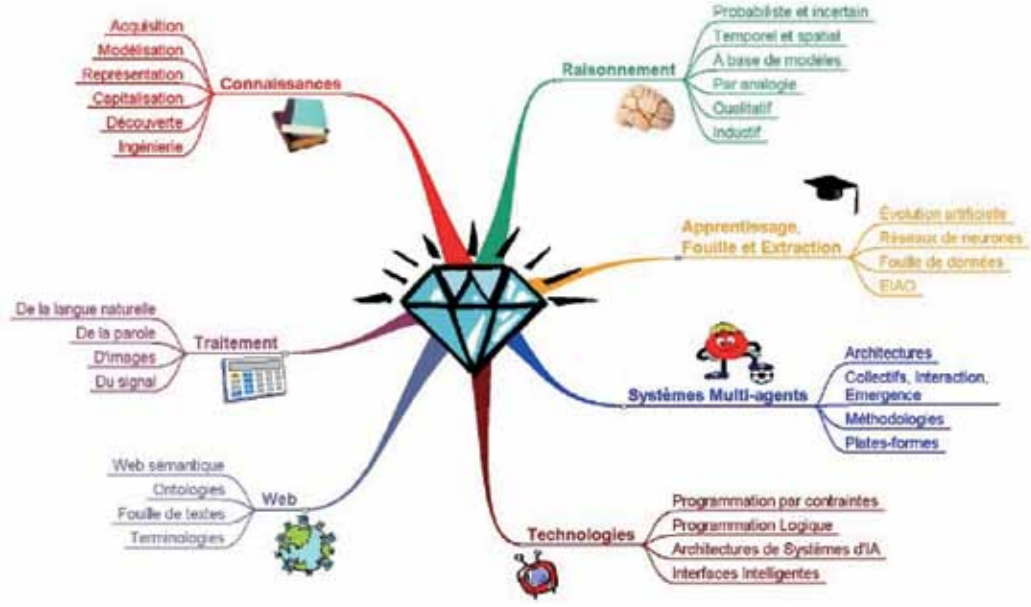
Ray Kurzweil et la Singularité

seur Ray Kurzweil. Selon ces auteurs, la Singularité est attendue pour la troisième décennie de ce siècle, au moment où la capacité des supercalculateurs les plus puissants aura atteint ou dépassé celle du cerveau humain – l'exaflops, soit 10^{18} opérations par seconde, étant attendu pour 2020. Une fois le point de singularité atteint, il serait impossible de prédire l'évolution de la société puisqu'elle serait désormais gouvernée par des entités de nature différente. C'est également ce que craignait l'auteur français Jean-Michel Truong-Ngoc dans son ouvrage « Totalement Inhumaine », lorsqu'il imaginait le Successeur, entité composée d'innombrables agents logiciels communiquant sur les réseaux, s'auto-améliorant par apprentissage et évolution, constituant une intelligence supérieure mettant l'homme à sa merci. Heureusement, comme l'écrivait en 2002 l'un des éditeurs de ce cahier, alors président de l'Association Française d'Intelligence Artificielle : *« Cette vision est fascinante parce qu'elle développe encore plus loin les prévisions les plus optimistes sur les capacités de l'IA, elle est aussi inquiétante de par la place laissée à l'homme dans ce schéma. On peut contester l'idée en soi, mais plus concrètement les technologies actuelles d'apprentissage numérique et symbolique, d'évolution artificielle, d'agents intelligents, sont loin de pouvoir relever un tel défi à moyen terme. »*

LES NOMBREUSES FACETTES DE L'IA

Au travers des exemples précédents, on aura vu que l'intelligence artificielle possède de multiples facettes, repose sur nombre de théories et technologies, et vise une grande diversité d'applications.

Ainsi, cette année la principale conférence mondiale de recherche en Intelligence Artificielle, « IJCAI 2011[4] », regroupait les domaines suivants : traitement du langage naturel ; représentation des connaissances ; Web ; recherche (au sens de la recherche de solutions à des problèmes dans des graphes) ; traitement de l'incertain ; planification automatique ; robotique et vision ;



Ramifications de l'intelligence artificielle, vues par l'AFIA

[4] *International Joint Conference on Artificial Intelligence,* Barcelone, Juillet 2011

apprentissage automatique ; programmation par contraintes ; systèmes multi-agents ; approches pluridisciplinaires ; intelligence intégrée et embarquée ; chaque domaine faisait l'objet de plusieurs sessions traitant de sous-domaines.

La présentation de l'intelligence artificielle sur le site de l'Association Française d'Intelligence Artificielle fait apparaître les thématiques suivantes : connaissances (acquisition, représentation, découverte, ingénierie) ; traitement de la langue naturelle, de la parole, de l'image, du signal ; Web : Web sémantique, ontologies, fouille ; raisonnement (probabiliste et incertain, temporel et spatial, à base de modèles, par analogie, qualitatif, inductif ; apprentissage, fouille de données, réseaux de neurones, évolution artificielle ; systèmes multi-agents : architectures, méthodologies, plates-formes, collectifs, interaction, émergence ; enfin toutes les technologies sous-jacentes : programmation logique, par contrainte, architectures de systèmes d'IA. On notera l'absence de la robotique dans cette liste, plutôt vue comme domaine d'application que comme domaine de recherche.

Pour ce cahier, nous avons adopté une organisation en six domaines principaux, de tailles plus importantes, et qui regroupent les thématiques exposées ci-dessus :

◆ **Algorithmique et apprentissage** : tout ce qui concerne les développements algorithmiques de base nécessaire à la réalisation de systèmes intelligents : raisonnement logique, causal, temporel, spatial, théorie de la satisfaisabilité, exploration de graphes, programmation par contraintes, apprentissage numérique, symbolique, probabiliste, etc.

◆ **La robotique, la confrontation au monde réel et la bio-inspiration** : toutes les recherches et développements spécifiques en robotique, en intelligence artificielle située en interaction avec le monde environnant ; avec de plus une focalisation particulière pour les systèmes s'inspirant du vivant. Rappelons ici que l'on ne s'intéresse qu'à la partie « cognition, perception, collaboration » de la robotique, les aspects mécaniques ou technologiques de base – notamment contrôle-commande - n'étant pas au cœur de ce cahier.

◆ **Reconnaissance de formes, fouille et indexation** : tout ce qui concerne la recherche de formes dans les grandes masses d'informations, qu'elles soient textuelles, faites de données structurées, ou bien signal, image, vidéo, son, etc.

◆ **Traitement automatique de la langue et de la parole** : en raison du nombre important de projets dans ce domaine, le secteur du traitement de la langue naturelle, et par extension de la parole, a été isolé dans une section indépendante. On y trouve également la traduction automatique, un des grands challenges de l'IA.

◆ **Connaissances, Web, Web sémantique** : toutes les recherches qui s'intéressent à la représentation formelle et à la manipulation des connaissances, notamment au moyen d'ontologies ; et, par continuité, les développements autour du Web sémantique, le Web « pour les machines », dont les ontologies sont le socle.

◆ **Les applications de l'IA** : regroupe des projets où les recherches en IA visent directement des résultats applicatifs par exemple dans les domaines de la santé, des systèmes industriels, etc.

En complément, trois sections spéciales sont consacrées à des groupes de projets homogènes :

◆ Quatre projets développant des recherches sur les interfaces cerveau-machine (*Brain Computer Interface* en anglais), qui ne sont pas à proprement parler des projets d'intelligence artificielle, mais les techniques et modèles manipulés sont très similaires ;

◆ Les cinq projets qui participent au défi robotique CAROTTE (CArtographie par RObot de Territoire), co-organisé par l'ANR et la Direction Générale de l'Armement.

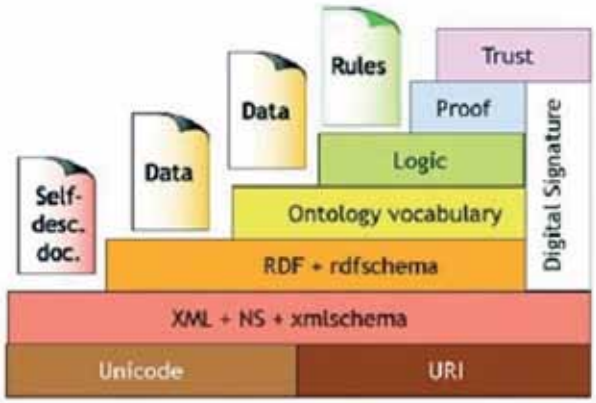
◆ Les trois projets qui participent au défi multimedia REPERE (Reconnaissance de PERsonnes dans des Emissions audiovisuelles), également co-organisé par l'ANR et la Direction Générale de l'Armement.

LES TENDANCES ET DÉFIS

Que sont aujourd'hui les grands défis des systèmes intelligents et de la robotique ? Ils sont évidemment très nombreux, chaque projet présenté dans ce cahier traite d'un ou plusieurs défis, les très nombreuses conférences du domaine donnent une bonne illustration des tendances et grands challenges pour les prochaines années. Par ailleurs, on le verra ci-dessous, l'unité « Technologies Futures et Emergentes » de la Commission Européenne s'apprête à financer deux très ambitieux projets de ruptures technologiques dans le domaine des sciences de l'information et de la communication, et parmi les sujets potentiels figurent en bonne place des grands défis de l'IA et de la robotique. La courte section qui suit est donc consacrée à présenter une liste, évidemment non limitative, de quelques-uns de ces grands défis pour la ou les prochaines décennies.

Le Web et son évolution sémantique

Le domaine d'intérêt des recherches en IA a évolué avec le développement du Web. Toutes les technologies de raisonnement symbolique, de modélisation, de fouille de données, de représentation des connaissances, de langage naturel, etc., ont enfin trouvé un domaine d'application privilégié, visible par tous, utilisé au quotidien, et dont les enjeux économiques sont énormes : le Web. Si les applications industrielles, techniques ou non, sont encore présentes, le Web a généré une explosion de nouvelles applications de l'IA : modélisation des préférences de l'utilisateur, classement de documents au fil de l'eau, systèmes de recommandation, composition dynamique de pages, développement d'ontologies, agents de recherche intelligents, par exemple.



La pile de technologies du Web sémantique, telle que proposée par Tim Berners-Lee

Par ailleurs, comme indiqué ci-dessus, l'évolution attendue vers le Web sémantique comporte de nombreux défis de représentation de l'information et des connaissances, de langages pour exprimer ces connaissances et les traitements à effectuer, de manipulation et de visualisation de réseaux liant les concepts sémantiques ; et de développement des ontologies, modèles partagés de représentation d'un domaine.

Le « Bigdata » et la fouille des réseaux sociaux

La quantité d'information sur l'internet ne cesse de croître avec la diffusion massive de systèmes d'acquisition numérique utilisés par les internautes pour mettre en ligne

des images, des fichiers audio, des vidéos, ou provenant de réseaux de capteurs sans fil, ou de tags RFID. C'est en 2010 que la barre du zettaoctets a été franchie (10^{21} octets, ou mille milliards de milliards), et un quasi doublement de taille est prévu pour fin 2011. L'exploitation de ces données pose des problèmes de performance et de passage à l'échelle des outils et méthodes, de prise en compte de structures et formats spécifiques, d'hétérogénéité des contenus, d'absence de référentiel commun, de répartition sur des serveurs distants. Un des challenges qui suscite le plus d'intérêt notamment économique est la fouille de réseaux sociaux. Les solutions fournies par l'approche Web sémantique, à savoir l'annotation des données au moyen d'ontologies, ne feront pas tout. Il faut concevoir des algorithmes d'apprentissage, de fouille de données, capables de travailler sur des données non structurées et non homogènes, parfois erronées voire incomplètes, des données arrivant sous forme de flux temporels, des données multimedia comme son, parole, vidéo. De grands acteurs comme Google ou Amazon prennent ce défi très au sérieux. Au niveau national, les acteurs importants que sont Exalead/Dassault Systèmes, notamment dans le programme Quaero, ou KXEN, sont impliqués fortement sur ces sujets.

L'adaptation à l'environnement et au contexte, l'apprentissage

L'idée de réaliser des systèmes intelligents contenant toute la connaissance nécessaire à leur exécution sur une longue durée de vie a été abandonnée, tant il est difficile de prévoir à l'avance toutes les situations auxquelles ces systèmes devront faire face. L'environnement évolue, les systèmes sont dynamiques, les utilisations elles-mêmes peuvent également varier dans des proportions importantes. C'est pourquoi il est devenu essentiel de concevoir des systèmes capables d'être adaptés, ou, mieux, de **s'auto-adapter**, à des conditions changeantes. Il est également connu que les systèmes techniques évoluent au cours de leur cycle de vie, depuis une configuration initiale figée vers une configuration « dynamisée » pouvant opérer dans des environnements divers.

Dans le domaine des technologies de l'information et de la communication, cette faculté d'adaptation est souvent obtenue au moyen de techniques d'apprentissage automatique, soit à partir d'un ensemble de données représentatif des situations possibles que connaîtra le système, soit dynamiquement à partir de données captées lors de son fonctionnement. Très schématiquement, l'apprentissage peut être symbolique - il s'agit alors en général d'apprendre des règles de fonctionnement, numérique – dans ce cas ce sont plutôt des fonctions numériques qu'il s'agit d'apprendre – ou hybride, mêlant les deux. Il peut être supervisé (un oracle extérieur fournit les sorties désirées avec la base de données d'entrées), non supervisé (le système construit lui-même les sorties à partir des données d'entrées), ou semi-supervisé (mêlant les deux approches).

Les techniques d'apprentissage sont nombreuses et certaines sont illustrées dans la section correspondante de ce cahier ; retenons simplement ici que l'apprentissage automatique va devenir un élément crucial de fonctionnement des futurs systèmes intelligents.

La distribution de l'intelligence, les systèmes multi-agents[5]

Autre abandon, l'idée des systèmes intelligents centralisés, monolithiques. L'intel-

[5] Un agent est un programme autonome qui peut communiquer et coopérer avec d'autres agents; il se situe dans un environnement, il a une identité, un comportement individuel et social. Un système multi-agents est composé de plusieurs agents en relation.

A-T-ON BESOIN D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ?

L'intelligence machinique est-elle souhaitable ? Dangereuse ?

L'Intelligence Artificielle a compté depuis longtemps parmi les craintes technologiques développées par un certain nombre d'acteurs.

Que les machines fassent peur, cela n'est pas nouveau. Les débuts de la révolution industrielle ont été marqués par le luddisme, un mouvement de révolte du début du XIX^e^ siècle consistant à briser les métiers à tisser, perçus comme la cause d'une dégradation de la condition de travail et de vie. Il est vrai que l'industrialisation a d'abord conduit à concentrer l'intelligence chez les ingénieurs qui conçoivent les machines, en niant à l'inverse l'intelligence des opérateurs asservis à ces machines, les ouvriers. La compétence de l'artisan liant le concevoir et le faire était rejetée dans le passé.

Une intelligence était en outre petit à petit incorporée à la machine elle-même, depuis les premières boucles de rétroaction mécaniques ayant permis l'automatisation complète du cycle d'une machine à vapeur, dont un ouvrier devait auparavant s'occuper. L'intelligence machinique commençait donc à libérer l'humain asservi à la machine.

A-t-on besoin de plus d'intelligence ?

Mais après ces mouvements initiaux, on a considéré que les machines pouvaient apporter un développement et un bien-être si elles étaient correctement utilisées, et que le problème se situait ailleurs. Les utilisations guerrières ou de pure destruction des machines étaient dues à des hommes.

D'un autre côté, on s'est aperçu que le monde pouvait se porter mieux s'il disposait de plus d'intelligence, à la fois humaine et progressivement dans les machines. Bien sûr l'intelligence humaine a cru en proportion, avec le développement formidable de l'enseignement et l'éradication progressive de l'analphabétisme. Et cela contribue puissamment à dominer l'utilisation des machines et des groupes humains qui les contrôlent.

Aller vers l'intelligence artificielle

Depuis, le développement formidable des technologies de l'information a poursuivi et accentué ce mouvement. Nous sommes entourés d'un réseau de plus en plus dense et permanent de machines aujourd'hui faiblement intelligentes avec lesquelles nous interagissons. De plus en plus d'autonomie leur est donnée en s'inspirant des multiples aspects de l'intelligence humaine, mais aussi de celle des animaux ou des êtres biologiques : en sus des dimensions de temps et de l'espace, leur capacité d'intelligence est approfondie.

Ce faisant, cela aide à nous comprendre nous-mêmes, des sciences de la nature aux sciences humaines, psychologie, sociologie, histoire. Si de nouvelles craintes apparaissent, par exemple sur la vie privée, avec la possible émergence de nouveaux luddismes, la technologie bien employée peut permettre de surmonter ces difficultés.

Le mouvement de la singularité a pris le total contrepied du luddisme, pour voir un développement exponentiel des technologies utilisant notamment l'intelligence artificielle et aboutissant à changer l'homme. Si la technologie modifie incontestablement l'homme depuis la révolution néolithique, l'homme arrive tant bien que mal à rester en contrôle, et les multiples problèmes qui assaillent son présent et son avenir relèvent de la difficulté de ce contrôle.

La quête scientifique et technologique de l'intelligence artificielle offre à l'être humain la possibilité de poursuivre cette histoire, et participe, prise de cette façon, à cette facette de l'humanisme moderne.

Jean-Luc Dormoy
Vice-Président du Comité d'Évaluation Émergence

ligence artificielle distribuée, dont l'aboutissement se trouve dans la notion de système multi-agents, répond à cette préoccupation. A l'heure du Web, des réseaux sociaux, des réseaux de capteurs, de l'internet des objets, de l'informatique en nuage, la répartition des fonctions et des connaissances sur un ensemble de systèmes mis en réseau peut fournir une réponse adaptée aux défis de complexité et de taille des applications. Ceci est également vrai pour les robots, mobilisables en flottes plutôt qu'individuellement, par exemple dans le cadre de l'exploration et de la cartographie de lieux inconnus comme l'illustre le défi CAROTTE (voir ci-dessus). Les défis des systèmes intelligents distribués, multi-agents, sont nombreux : définition du rôle de chaque sous-système et structuration en sous-groupes ; répartition des connaissances (spécialisation des agents), optimisation des communications (communiquer peut coûter cher ou être difficile dans certains environnements, par exemple en robotique sous-marine), définition des vocabulaires et langages utilisés pour la communication, planification et synchronisation des actions communes, prise en compte des plans et intentions des autres agents, etc. L'ingénierie et la mise au point de plates-formes d'exécution de ces systèmes distribués posent également des défis méthodologiques et pratiques importants.

Le raisonnement spatial et temporel, et son passage à l'échelle

Les systèmes experts des années 80 conduisaient généralement des raisonnements sur des objets sans dimension, ou dont les dimensions n'étaient pas explicitement prises en compte. Les systèmes intelligents d'aujourd'hui se doivent d'être capables de raisonner dans le temps et dans l'espace. Le raisonnement temporel est indispensable notamment en planification et ordonnancement (une action doit précéder ou être faite simultanément avec une autre), en supervision de systèmes dynamiques (pour comprendre l'évolution temporelle des différentes grandeurs supervisées afin de produire un diagnostic), en interprétation de scènes dans des flux vidéo, voire même pour les systèmes « créatifs » comme ceux qui composent automatiquement de la musique, où la notion du temps est centrale. De même, le raisonnement spatial est indispensable aux agents situés, qui doivent maîtriser la connaissance de l'espace au sein duquel ils évoluent ; il est nécessaire pour les applications dans le domaine de la cartographie, ou en conception, pour le placement optimal d'objets dans un environnement contraint.

Des formalismes de représentation du temps et de l'espace ont été établis par les chercheurs en intelligence artificielle, on peut sans doute dire que la question des représentations, qu'elles soient numériques ou qualitatives, est relativement réglée. Par contre le défi consiste à être capable de raisonner efficacement sur ces représentations, la problématique du raisonnement étant évidemment bien plus complexe que pour des grandeurs scalaires ou symboliques, en raison du caractère dynamique et distribué spatialement de l'information.

L'intelligence artificielle située, la robotique et la bioinspiration.

Un autre facteur de changement a ses sources dans la prise de conscience du besoin de confronter les systèmes IA au monde physique, de ne pas se contenter de fabriquer de beaux modèles théoriques déconnectés de la réalité. Le programme japonais "Real World Computing" en était une manifesta-

tion. Depuis des années, c'est Robocup (www.robocup.org) qui est devenu le point focal de cette approche. Robocup est une compétition annuelle internationale de robots, dont une des parties les plus visibles est la compétition de robots footballeurs. Robocup oblige les équipes à concevoir des nouveaux modèles de communication et de raisonnement, et surtout d'acquérir des informations en temps réel, de les traiter, et d'agir en conséquence. Cela pousse les recherches en IA sur de nombreux sujets, et les résultats commencent à venir.

Les défis proposés par les « FET Flagships »

Le programme « Future Emergent Technologies » du domaine « INFSO[6]» de la Commission Européenne a pris l'initiative de financer des projets qualifiés de « phares », des projets extrêmement ambitieux, grands défis scientifiques à impact sociétal et économique majeur. Les deux premiers *flagships* sélectionnés se verront doter d'un financement de 100 millions d'euros par an pendant dix ans. Après une première étape de présélection, six candidats bénéficient d'un soutien financier qui leur permet de préparer un dossier complet sur une période d'un an de mai 2011 à avril 2012. S'il n'est pas encore possible de dire quels seront les deux lauréats sélectionnés mi-2012, il est intéressant de constater que trois des six candidats portent sur des grands défis du domaine de l'intelligence artificielle et de la robotique : ce sont les projets *HumanBrain Project*, *CA-Robocom* et *FuturICT*.

◆ HumanBrain Project[7], piloté par Henry Markram de l'EPFL, a pour objectif de réaliser la simulation complète du cerveau humain. Ce défi a de nombreuses ramifications dans les domaines des neurosciences, de la cognition, de la complexité, de la simulation et du calcul haute performance, de la robotique, et des interfaces cerveau-machine.

◆ CA-Robocom[8], aussi appelé « *Robot Companions for Citizens* », coordonné par Paolo Dario du BioRobotics Institute, propose de développer des robots bio-inspirés capables d'assister les personnes dans les tâches de la vie courante. Ces robots seraient flexibles « dans leur corps et dans leur âme » car dotés de structures molles et de mécanismes cognitifs. Les défis correspondants sont nombreux : cognition, émotion, perception, proprioception, implémentation physique notamment.

◆ FuturICT[9], dont le coordinateur scientifique est Dirk Helbing, de l'ETH Zürich, a comme ambition de réaliser une « *Living Earth Platform* », un système qui collecte les données de fonctionnement de notre société et de notre environnement, afin de détecter à l'avance des situations de crises (sociales, économiques, financières, techniques, environnementales), d'en simuler les conséquences, et de prendre des décisions. Le projet associe sciences de la complexité, sciences sociales, et technologies de l'information avec un gros volet simulation mais aussi des volets très importants en fouille de données et en sémantique.

LES LIENS ENTRE INTELLIGENCE ARTIFICIELLE, LA ROBOTIQUE ET D'AUTRES DISCIPLINES

S'il est très difficile de donner une définition de l'intelligence artificielle ou de ce qu'est un système intelligent, il l'est autant de placer des frontières entre ce qui relève de ces domaines et ce qui n'en relève pas. La plupart des grands sous-domaines scientifiques et technologiques de l'IA et de la robotique

[6] Société de l'information et médias
[7] http://www.humanbrainproject.eu/
[8] http://www.robotcompanions.eu/
[9] http://www.futurict.ethz.ch/FuturICT

sont très proches de grands domaines thématiques qui n'emploient pas la même terminologie. Il faut voir ces interactions comme une richesse en non comme un problème de partage de territoire, car les recherches en IA bénéficient des avancées de ces autres domaines, et réciproquement. Quelques exemples :

◆ La représentation des connaissances, le Web sémantique, le développement d'ontologies, sont en interaction avec les modèles conçus dans le cadre de l'ingénierie dirigée par les modèles (IDM), dont le but est d'automatiser des parties du processus de développement logiciel par une montée en abstraction.

◆ L'apprentissage automatique, qu'il soit symbolique ou numérique, bénéficie des avancées sur les systèmes stochastiques ; la fouille de données, qui repose sur des techniques d'apprentissage, les combine avec d'autres approches comme la visualisation de graphes ou de données complexes.

◆ En robotique, les interactions sont fortes entre les niveaux perceptifs et cognitifs des robots, pour lesquels les technologies issues de l'IA tiennent une place importante, et les niveaux de contrôle-commande, de régulation, les capteurs et actionneurs, qui font appel à de la physique, de la mécanique, de l'automatique.

◆ Les aspects de communication des systèmes multi-agents (langages, protocoles) sont comparables aux architectures de services Web, puisque dans les deux cas, il s'agit essentiellement d'échanger des informations sur les fonctionnalités assurées, voire d'en lancer l'exécution distante. Il y a eu d'ailleurs des rapprochements forts en matière de standards pour les systèmes multi-agents et les Web services sémantiques.

◆ L'évolution artificielle, basée sur les principes de l'évolution naturelle, manipule des populations composées d'« individus » représentant des solutions à un problème posé ; elle effectue sur cette population des opérations inspirées des processus génétiques (sélection, croisement, mutation) afin d'obtenir une distribution optimale par rapport au problème posé ; en ce sens elle peut être vue à la fois comme méthode d'apprentissage et d'optimisation ; elle entre donc en relation avec l'ensemble des méthodes « conventionnelles » d'optimisation numérique, voire peut y faire appel en interne pour optimiser localement un individu.

◆ Etc.

PASSER À L'ÉCHELLE, SE CONFRONTER À LA RÉALITÉ

Les recherches en intelligence artificielle et en robotique aboutissent souvent à des démonstrateurs, des prototypes, qui fonctionnent dans des situations contrôlées en laboratoire et de taille limitée. Une fois la preuve de concept faite, il est important de franchir le cap du passage à l'échelle et de la mise en situation réelle : très grand volume de données en apprentissage ou en reconnaissance de formes, annotations sémantiques en quantité, espaces inconnus pour des robots explorateurs, millions d'agents artificiels en interaction, etc. Si un système prototype réalise 99 % de bons classements de données et 1 % d'erreurs, ce peut être considéré comme un résultat scientifique satisfaisant ; mais, confronté à des données arrivant en temps réel, à la seconde, ce système fera 36 erreurs par heure, erreurs qu'un opérateur humain devra corriger, ce qui n'est peut-être pas admissible. Si un expert humain peut annoter quelques documents de taille raisonnable au moyen d'une ontologie, l'annota-

tion de corpus de centaines de milliers de documents nécessite de passer en automatique ou en semi-automatique avec le minimum d'intervention humaine. Si un robot humanoïde peut se déplacer sans problèmes dans les couloirs d'une université, affronter la réalité d'un environnement réel sera peut-être un challenge impossible à relever : il est indispensable de faire les efforts nécessaires pour que les beaux prototypes de laboratoire puissent passer au stade de l'application opérationnelle. Ce cahier comporte une section consacrée aux applications de l'IA et de la robotique : nombre de ces applications comportent des exigences critiques de fiabilité et de sécurité, particulièrement difficiles à satisfaire. Voici un des défis les plus importants pour l'IA et la robotique dans les années à venir, et qui demandera des ressources considérables.

L'ACTION DE L'ANR

L'ANR soutient les recherches en intelligence artificielle et robotique par le financement de projets aussi bien dans les programmes thématiques que dans le secteur des recherches exploratoires et émergentes (programme blanc et programme Jeunes Chercheuses Jeunes Chercheurs). Les 115 fiches qui constituent l'essentiel de ce cahier correspondent à des projets relevant de ces deux secteurs ; par ailleurs, si la majorité des projets présentés ici sont financés dans des programmes thématiques du département STIC, on note avec intérêt la présence de projets relevant d'autres départements : Biologie-Santé (notamment pour les aspects robotiques en technologie pour la santé) ; Ingénierie, Procédés et Sécurité (dans le programme Sécurité Globale, pour le traitement d'images et de flux vidéo) ; Sciences Humaines et Sociales (CORPUS).

Au total, on peut estimer raisonnablement l'aide de l'ANR sur le sujet, depuis sa création en 2005, à plus de 100 M€, ce qui correspond à un volume de recherche de l'ordre de 250 M€. Cette action sous la forme de projets de recherche est complétée par d'autres dispositifs comme le financement des instituts Carnot, les actions envers les pôles de compétitivité, et bien entendu, depuis 2010, dans le cadre des investissements d'avenir en particulier Labex, Equipex et IRT. ■

Partie 2
115 Projets de l'ANR

1 ALGORITHMIQUE ET APPRENTISSAGE

Cette section est consacrée à la conception des algorithmes de base pour la réalisation de systèmes intelligents. Au cœur de tous ces systèmes, les algorithmes jouent évidemment un rôle essentiel. De la qualité des algorithmes vont dépendre les performances, aussi bien sur le plan de l'efficacité (obtenir une réponse dans un temps déterminé, et le plus court possible), que sur celui de la justesse des résultats (mesurée par exemple par le nombre d'erreurs en classement, ou le nombre de non détection et de faux positifs en traitement d'alarmes).

Les algorithmes dont nous avons besoin sont très nombreux ; les systèmes conduisant des raisonnements effectuent des recherches dans des arbres ou des graphes, l'exploration de ces structures demande la mise au point d'algorithmes et d'heuristiques (méthodes empiriques de résolution de problèmes) adaptés, cela a été un souci majeur et un apport important de la recherche en intelligence artificielle depuis ses origines il y a plus de cinquante ans ; de nombreux problèmes de décision, d'allocation de ressources, d'exploration d'espaces complexes, de résolution de contraintes, sont *NP-complets (non déterministes polynomiaux)*, c'est-à-dire que le temps nécessaire à leur résolution croît très rapidement en fonction de la taille du problème, ce qui rend quasiment impossible la résolution complète de problèmes de grande dimension, même avec les supercalculateurs les plus puissants : il est important de concevoir des algorithmes capables de donner une solution de bonne qualité, approchée de la solution idéale, en un temps restreint. On peut aussi s'intéresser à des algorithmes dits « *anytime* » capables de fournir une solution approchée ou partielle à tout moment de leur application, si des contraintes de temps s'imposent au problème. Dans le domaine du NP-complet, le problème de SAT, qui s'intéresse à la satisfiabilité de formules booléennes, est très étudié car étant au cœur de nombreuses applications, par exemple en vérification formelle ou en planification.

L'algorithmique joue également un très grand rôle pour les problèmes d'apprentissage automatique. Cette discipline scientifique est concernée, selon Wikipedia, « par le développement, l'analyse et l'implémentation de méthodes automatisables qui permettent à une machine (au sens large) d'évoluer grâce à un processus d'apprentissage, et ainsi de remplir des tâches qu'il est difficile ou impossible de remplir par des moyens algorithmiques plus classiques ». Il s'agit de concevoir des algorithmes d'apprentissage performants (passant à l'échelle de milliers voire de millions de données), fiables, peu sensibles au bruit dans les données et capables de généraliser. D'importants résultats théoriques sur la complexité de la tâche d'apprentissage, sur les limites et capacités des algorithmes, avec des retombées

pratiques sur la manière de réaliser les systèmes, ont été obtenus depuis une vingtaine d'années, comme par exemple le théorème de Vapnik-Chervonenkis sur les conditions limites de l'apprentissage numérique, mais le sujet reste un domaine de recherche très important.

Beaucoup de problèmes peuvent être exprimés comme des problèmes d'optimisation qu'elle soit numérique, symbolique ou hybride. L'algorithmique de l'optimisation est très variée, conditionnée par le fameux théorème du *No Free Lunch* qui indique qu'aucune méthode d'optimisation ne peut être meilleure sur l'ensemble des problèmes : une méthode ne peut être meilleure que pour une classe de problèmes donnée. La classe des algorithmes d'optimisation comporte des approches purement numériques en général à base de gradient, des méthodes d'exploration de graphes, des méthodes stochastiques comme le recuit simulé, des méthodes basées sur l'évolution comme les algorithmes génétiques, et bien d'autres encore.

L'algorithmique du traitement de signal est un vaste domaine crucial pour les systèmes devant effectuer des reconnaissances de forme, de la classification ou du classement, ou de l'analyse de tendances. En traitement de l'écriture manuscrite ou du signal audio, notamment pour la parole, les Modèles de Markov Cachés *(Hidden Markov Models, HMM)* et leurs variations sont largement employés pour identifier phonèmes et mots prononcés. Dans le domaine de l'image, qu'elle soit 2D ou 3D, la richesse des algorithmes de traitement est telle que le lecteur intéressé se référera plutôt au site Web du Groupement de Recherche ISIS (Information, Signal, Image, Vision)[10].

Enfin, il est important de s'intéresser à l'algorithmique de la collaboration entre agents artificiels : en particulier dans les systèmes multi-agents, le fait que des entités artificielles d'origines différentes doivent communiquer et réaliser des tâches ensemble a conduit la communauté à développer des formalismes et des méthodes adaptés : par exemple pour les questions de confiance entre systèmes « étrangers », ou de négociation entre entités avec des objectifs différents ou opposés.

Pour aller plus loin que cette courte introduction sur l'algorithmique, un excellent point de départ est la page « cours » du site Web de l'Association Française d'Intelligence Artificielle qui rassemble une trentaine de pointeurs vers des cours données par des membres de la communauté, dont le très bon livret réalisé en 2001 par l'IRIT « L'intelligence Artificielle, mais enfin de quoi s'agit-il ? ».

ALGORITHMIQUE DE L'APPRENTISSAGE

Les quelques projets présentés dans cette partie traitent des algorithmes de base pour l'apprentissage automatique.

Le projet ASAP aborde le problème de la meilleure représentation possible pour rendre l'apprentissage plus efficace, et ce en adoptant une démarche qualifiée de « profonde » qui consiste à construire la représentation comme un assemblage de briques élémentaires. Les résultats attendus sont des nouvelles méthodes automatiques d'extraction de caractéristiques. LAMPADA s'intéresse aux questions de passage à l'échelle pour les méthodes d'apprentissage automatique pour le cas des données structurées telles que biologie ou Web 2.0. Il travaille à la fois sur la problématique de la représentation des données, et sur l'amélioration des méthodes statistiques incrémentales (qui incrémentent un modèle appris selon l'arrivée de nouvelles données). Le projet Jeune Chercheur INSTAR

[10] http://gdr-isis.fr

se situe également dans le domaine de l'apprentissage statistique, en ciblant les problèmes de traduction automatique : l'apprentissage fournit une table probabiliste de traductions à partir d'un ensemble de textes bilingues ; la table est ensuite pour produire la traduction la plus vraisemblable d'un nouveau texte. Les résultats obtenus sont d'excellente qualité comme en témoignent les nombreuses références et publications obtenues.

Deux projets se consacrent à la classification, c'est-à-dire à la détermination par apprentissage de systèmes de classements à partir d'exemples, et au rangement des exemples dans les classes ainsi identifiées. CLASSEL aborde la classification croisée, qui consiste à obtenir simultanément un classement des données selon deux dimensions, celle des exemples et celle des variables. Le projet mobilise des chercheurs de différentes communautés STIC (statistiques, analyse de données, apprentissage et informatique), avec une entreprise intéressée à exploiter les résultats sur des données de la grande distribution.

Enfin, Le projet MGA poursuit les avancées théoriques sur les modèles graphiques probabilistes, autrement appelés réseaux bayésiens, des modèles largement utilisés dans le domaine de la prise de décision, avec de nouveaux résultats sur l'apprentissage de modèles, sur l'estimation, et l'inférence avec les réseaux bayésiens, et des applications sur des tâches qui vont du traitement de texte à la bioinformatique.

DEFIS DE L'APPRENTISSAGE

Les projets de la partie précédente mettent l'algorithmique de l'apprentissage au cœur de leurs préoccupations. Dans cette partie, nous rassemblons quatre projets qui contribuent à améliorer les technologies d'apprentissage en visant un cadre applicatif spécifique et original, considéré comme porteur de nouveaux défis.

Ainsi, le projet blanc LARDONS se pose le problème très générique de l'apprentissage combiné avec raisonnement et prise de décision pour un agent artificiel comme un robot, qui capte des informations logiques, numériques et symboliques de son environnement, et le tout en prenant en compte les notions d'incertitude sur les données. Le projet COGNILEGO combine de manière originale de l'apprentissage supervisé et des cartes topologiques auto-organisatrices (un système non supervisé), pour la reconnaissance d'écriture manuscrite, ce qui constitue une alternative possible aux modèles HMM gaussiens mentionnés plus haut.

Dans un domaine très différent, SUMACC travaille sur l'apprentissage supervisé en développant des techniques de type apprentissage actif (le système d'apprentissage cherche à obtenir des données complémentaires pour améliorer ses performances) pour le problème de détection de concepts multimedia sur le Web pour la veille technologique. Le projet COSINUS SIMINOLE (Simulation, Inference, Optimization, Learning) utilise l'apprentissage pour contribuer à améliorer les systèmes de simulation numérique exigeant des infrastructures de calcul intensif, en visant à terme la réduction du nombre de simulations nécessaires à l'identification d'un processus physique, en l'occurrence en physique des particules.

SYSTEMES MULTI-AGENTS

Les trois projets sur l'algorithmique des systèmes multi-agents (SMA) portent sur des aspects très complémentaires, qui ne représentent bien entendu qu'une partie de la problématique des SMA en général.

Le reste de ce cahier comporte d'ailleurs d'autres approches utilisant les SMA, mais de manière moins fondamentale ou pas dans le but de développer des algorithmes génériques.

Les SMA sont des systèmes distribués : le projet FACOMA avait pour objet de fiabiliser un SMA par un mécanisme de réplication des agents, c'est-à-dire la production de copie des agents sur plusieurs machines, ce grâce à une couche spécifique d'intergiciel assurant une réplication optimale de manière dynamique. La question de la confiance entre agents a été traitée par le projet FORTRUST, dont le but était de produire une formalisation complète des notions de confiance et de réputation, dans un cadre logique, pour permettre à des agents artificiels de raisonner sur leurs croyances réciproques, avec un exemple d'utilisation pour l'encyclopédie Wikipédia.

La problématique traitée par le projet Jeune Chercheur COCA est celle de la compétition entre plusieurs agents pour l'utilisation d'une ressource commune : il s'agit d'un problème classique de théorie des jeux, qui est ici abordé au moyen de méthodes d'optimisation combinatoire, pouvant mettre en évidence des solutions globales plus efficaces que de laisser chaque agent chercher son optimum local indépendamment des autres.

COMPLEXITE, LOGIQUE

Cette partie touche au plus profond de l'algorithmique, avec des projets à caractère très générique qui abordent des points théoriques essentiels sur lesquels il est important de continuer à progresser. Nous ne sommes cependant jamais loin des applications, car les retombées potentielles d'une avancée sur ces questions de bases sont très grandes. Ainsi, le projet NAFIT du programme DEFIS 2008, collaboration entre le LIF de Marseille et le laboratoire Poncelet de Moscou, travaille sur des questions fondamentales en théorie de l'information, en systèmes aléatoires, ergodiques, en complexité de Kolmogoroff. Les résultats théoriques obtenus pourraient trouver un jour leur application dans de nouveaux systèmes de cryptographie, ou dans des nouveaux algorithmes pour les moteurs de recherche de très grande taille comme Google. Le projet IOMCA, qui réunit des partenaires français et taiwanais, s'intéresse à l'amélioration des techniques de Monte Carlo TreeSearch, utilisées dans les problèmes de planification ou dans les jeux, et à la prise en compte de l'incertain.

Deux projets du cahier sont sur la thématique SAT (satisfiabilité) : le projet Jeune Chercheur PSI combine une approche SAT avec une approche de décomposition de problèmes pour générer automatiquement des preuves de programmes ; en particulier il a réalisé l'interface entre l'environnement de preuves Coq, largement utilisé dans le domaine de la vérification de codes, et un solveur SAT. Le projet UNLOC a remporté plusieurs récompenses dans les compétitions SAT récentes, en travaillant sur l'efficacité de résolution et en cherchant à produire les preuves les plus courtes possibles, avec des nouvelles mesures qui sont largement reprises par la communauté internationale.

En marge de cette section, le projet LOCI s'intéresse aux fondements de la logique, plus précisément dans sa déclinaison appelée « ludique », basée sur la notion de jeu ; il la confronte aux terrains d'observation que sont la langue des signes et les échanges sur Web, afin de concevoir de nouveaux modèles logiques de l'interaction. ■

Programme Domaines Emergents, édition 2009

Projet ASAP

Apprentissage Statistique par une Architecture Profonde

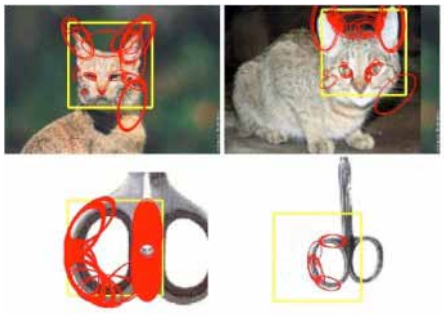
Apprendre les caractéristiques permettant de reconnaître automatiquement un objet

Actuellement, une tâche de reconnaissance automatique de forme se résout typiquement en apprenant une relation de dépendance entre des caractéristiques extraites et des labels associés. Pour ce faire, ces données sont présentées sous la forme de couples exemples-variables puis transformées de manière ad-hoc pour obtenir des caractéristiques pertinentes pour la tâche de reconnaissance. Cette approche présente une faiblesse puisque les caractéristiques extraites des systèmes d'apprentissage sont a priori inexploitables en dehors des tâches qui leur ont été assignées et un éventuel changement de contexte les met en défaut.

Dans le cadre du projet ASAP, nous nous intéressons à limiter l'intervention humaine dans la création de caractéristiques pertinentes et proposons de créer automatiquement de telles caractéristiques à partir d'exemples. Pour ce faire, nous abordons ce problème difficile d'une manière globale, c'est-à-dire que nous considérons la question de l'extraction des caractéristiques et celle de l'apprentissage d'une règle de décision comme un problème unique et indissociable.

Extraire des caractéristiques pertinentes de plus en plus complexes

Les objectifs scientifiques de ce projet concernent à la fois des aspects théoriques, algorithmiques et pratiques de la théorie statistique de l'apprentissage. Au niveau fondamental, il s'agit de comprendre la nature du problème de représentation : qu'est-ce qu'une représentation utile pour une tâche d'apprentissage donnée. Du point de vue algorithmique, il s'agit de savoir comment construire automatiquement une telle représentation. L'angle d'attaque que nous avons choisi est celui des architectures profondes. Nous ne cherchons pas à sélectionner une représentation pertinente parmi un ensemble de possibilités pré-établies, mais plutôt à faire émerger une telle représentation à travers une suite de calculs hiérarchisés mis en oeuvre par l'agencement de briques élémentaires constituant ce qu'il est convenu d'appeler une architecture profonde. Ainsi, notre approche se place en rupture par rapport aux méthodes d'apprentissage actuelles qui voient plutôt le problème de représentation comme un problème d'extraction et de sélection de caractéristiques, avec tous les efforts d'ingénierie que cela implique.



Exemples de caractéristiques multi-échelles pertinentes extraites par une architecture profonde pour reconnaître un chat ou une paire de ciseaux.

ASAP est un projet de recherche fondamentale, coordonné par Alain Rakotomamonjy du LITIS, Université de Rouen, avec : Université Pierre et Marie Curie, INRIA Tao, ENSI Caen, Université d'Aix-Marseille. Ce projet a démarré en Novembre 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 655 k€ pour un budget total de 2,28 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les deux résultats marquants sont à ce stade du projet ; le développement d'une nouvelle stratégie d'extraction automatique de caractéristiques multi-échelles dans les images et le très bon résultat obtenu sur la compétition de « transfert d'apprentissage », suite à une collaboration avec une équipe de Montréal, démontrant la capacité des caractéristiques extraites à l'aide d'une architecture profonde à être adaptatif aux tâches de reconnaissance. La majeure partie des résultats du projet sera mis sous forme de paquets logiciels ré-utilisables par la communauté scientifique.

Production scientifique et brevets

Plusieurs articles ont été publiés dans des conférences de premier plan tel que ICIP, ECML et des journaux tels que Pattern Recognition. Ces articles décrivent de nouvelles méthodologies d'extraction automatique de caractéristiques pertinentes dans le cadre d'architecture simple et architecture profonde.

Contact : Alain Rakotomamonjy, alain.rakoto@insa-rouen.fr, http://sites.google.com/site/anrasap/

Programme Domaines Emergents, édition 2009

Projet LAMPADA

Des modèles statistiques pour comprendre les données structurées

Apprentissage automatique dans des masses de données aux caractéristiques complexes

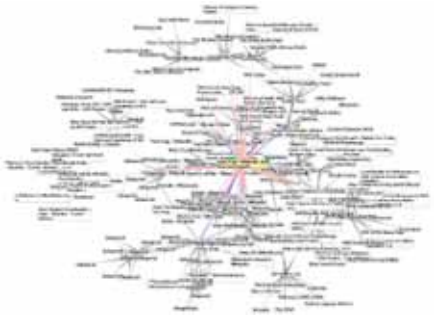
LAMPADA est un projet de recherche fondamentale qui traite du passage à l'échelle des méthodes d'apprentissage automatique dans le contexte du traitement des données structurées. Il vise à étudier et développer des algorithmes pour trois grands défis qui sont les grandes dimensions, les masses de données et la prise en compte de la dynamique des données. Les données structurées apparaissent dans de nombreux domaines comme la biologie, le multimédia, la vidéo, le web, les applications web 2.0, etc. Elles associent des éléments de contenu suivant différentes relations. Elles peuvent prendre des formes complexes et être composées d'objets structurés. C'est le cas par exemple avec les grands graphes du web, les réseaux sociaux, ou de très nombreuses applications en biologie. Ces données sont souvent produites de façon extrêmement massive et peuvent constituer des bases ou corpus de plusieurs téraoctets. Le premier axe de recherche concerne la modélisation efficace des données complexes. Le volume important des données sous-entend qu'il est impossible de les utiliser en totalité pour entraîner des algorithmes d'apprentissage. Il est donc nécessaire de pouvoir échantillonner, de naviguer activement, ou bien de n'utiliser qu'un résumé des données. Le deuxième axe de recherche est celui des algorithmes d'apprentissage. Pour cela, nous travaillerons sur une reformulation d'algorithmes dans un cadre statistique et sur la définition de méthodes d'apprentissage incrémentales.

Similarité et estimation, incrémentalité et exploration

Le projet se focalise sur deux familles de problèmes fondamentaux liés à l'exploitation de masses de données structurées. Il s'agit de : 1) la représentation et la modélisation de données, insistant notamment sur des représentations parcimonieuses, 2) les algorithmes pour le traitement de données structurées, incluant : l'incrémentalité des processus d'apprentissage et d'inférence ; l'apprentissage de mesures de similarités dans les grands espaces.

Les méthodes algorithmiques pour données structurées se concentrent sur :

- la reformulation d'algorithmes pour utiliser des méthodes statistiques efficaces,
- l'exploration de très grands espaces de solutions pour l'apprentissage et l'inférence,
- l'utilisation de méthodes incrémentales et d'apprentissage par renforcement,
- l'apprentissage sur les flux de données structurées,
- l'apprentissage de distribution sur des données structurées,
- l'apprentissage de similarité par distances d'édition sur des données structurées.



Représentation de données volumineuses et complexes : le graphe des documents de Wikipédia.

LAMPADA est un projet de recherche fondamentale coordonné par Inria Lille Nord Europe. Il associe le LIP6 Paris, le LIF Marseille, le Laboratoire Hubert Curien (St-Etienne). Ce projet a démarré en Novembre 2009 pour une durée de 4 ans. Il bénéficie d'une aide ANR de 877 k€ pour un budget total de 4,36 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Un résultat marquant de cette première étape du projet a été obtenu dans l'article [bellet et al. 2011], publié conjointement entre le LaHC et le LIF à ECML. Un modèle d'apprentissage de similarités $(\varepsilon,\gamma,\tau)$-good y est proposé permettant d'optimiser les coûts d'une distance d'édition. La nature linéaire de la fonction optimisée permet de résoudre efficacement ce problème, même face à de très grandes quantités de données, tout en assurant des garanties théoriques de généralisation. Un second résultat marquant de cette première étape du projet a été obtenu dans l'article [Dulac et al. 2011], publié conjointement entre le LIP'6 et l'INRIA/Lille à ECML. Nous y introduisons la notion de représentation parcimonieuse à l'échelle de la donnée, celle-ci étant jusqu'alors définie au niveau d'un jeu de données complet. Nous montrons comment cette représentation peut être apprise par un processus d'apprentissage par renforcement et exhibons des résultats expérimentaux sur des jeux de données standards.

Production scientifique et brevets

10 publications dans des revues et conférences internationales de haut niveau dans le domaine (JMLR, ICML, NIPS, ECML, ...).

Contact : Marc Tommasi, marc.tommasi@inria.fr, http://lampada.gforge.inria.fr

Programme Jeunes Chercheuses - Jeunes Chercheurs, édition 2006

Projet INSTAR

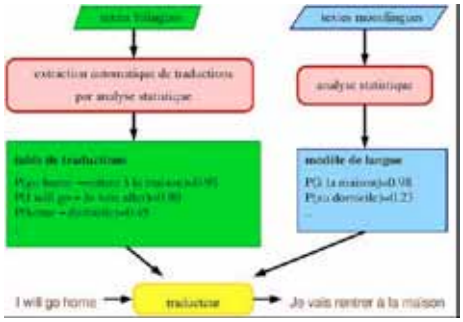
Algorithmes d'apprentissage innovateurs pour la traduction automatique par approches statistiques

La traduction automatique statistique en France

Les recherches dans le domaine de la traduction automatique ont commencé dans les années 50 lors de la guerre froide, dans le but de traduire automatiquement des textes du russe en anglais. Depuis, différentes approches ont été proposées. Plusieurs indicateurs suggèrent que l'approche statistique à la traduction automatique est actuellement la plus prometteuse. De nombreux centres de recherche mondialement reconnus plébiscitent cette approche, comme par exemple des universités en Allemagne, Angleterre, Italie, Espagne, États-Unis et de grandes entreprises (IBM, Google, Microsoft,...). Par ailleurs, il semblerait que la traduction automatique était en 2006 l'objet de très peu de centres de recherche français. A notre connaissance, aucun de ces groupes n'avait développé un système de traduction utilisant des méthodes statistiques au moment du démarrage du projet. Le but de ce projet « jeune chercheur » était donc d'intensifier significativement les recherches en France dans le domaine de la traduction automatique par approche statistique et d'initier la création d'un centre de recherche dans ce domaine.

Des techniques de l'apprentissage par machine pour la traduction automatique

Le développement d'un système de traduction automatique statistique nécessite des exemples de traductions (phrases en langue source et leur traduction) et des textes monolingues en langue cible. Ensuite des algorithmes d'apprentissage sont appliquées et toutes les connaissances sont automatiquement extraites et représentées dans des modèles probabilistes. Nous avons travaillé sur plusieurs techniques pour améliorer cette modélisation statistique. On peut par exemple citer la modélisation linguistique dans un espace continu. Ceci a permis de mieux traiter des séquences de mots inconnus. Nous avons également mis au point de nouveaux algorithmes pour détecter et extraire des phrases et leur traductions dans des textes comparables (des collections de textes qui traitent du même sujet en plusieurs langues, mais qui ne sont pas forcément des traductions réciproques. Un exemple typique est Wikipédia ou les dépêches des agences de presse internationales). Finalement, nous avons proposé des méthodes pour adapter le modèle de traduction par apprentissage non-supervisé, c'est -à-dire avec des textes monolingues uniquement.



Principe de la traduction automatique statistique.

Le projet INSTAR est un projet jeune chercheur coordonné par Holger Schwenk. Il a démarré en novembre 2006 au LIMSI-CNRS. Suite à une promotion du porteur du projet, il a été transféré au Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine (LIUM) en septembre 2007. Il a bénéficié d'une aide de l'ANR de 144 k€ pour un coût total de l'ordre de 460 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

L'équipe en traduction automatique de l'Université du Maine est aujourd'hui internationalement reconnue pour ses activités de recherche. Nous avons développé des systèmes très performants pour la traduction de l'anglais, de l'arabe et du chinois qui ont obtenu des résultats excellents lors de plusieurs évaluations internationales, en particulier NIST qui est la référence dans le domaine. Nous collaborons avec l'entreprise SYSTRAN et de nombreux laboratoires au niveau international. Aujourd'hui le LIUM participe dans de nombreux projets : le projet ANR Cosmat, deux projets européens et deux projets industriels dont un avec IBM aux États-Unis.

Production scientifique et brevets

Un nombre important de publications ont été faites : 2 articles dans un journal international, 15 articles dans des conférences internationales et 2 publications dans une conférence nationale. Nos publications sont fréquemment citées et nos techniques sont reprises par d'autres chercheurs pour améliorer leurs systèmes. H. Schwenk a donné plusieurs exposés invités, notamment à la conférence internationale ASRU à Merano. Le logiciel CSLM est distribué sous licence libre.

Contact : Holger Schwenk, Holger.Schwenk@lium.univ-lemans.fr

Programme Blanc, édition 2010

Projet LARDONS

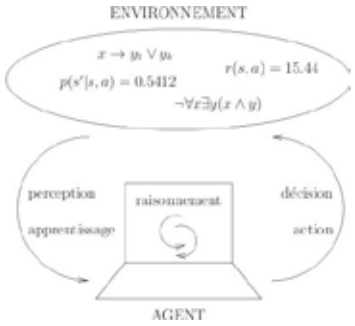
Rendre un agent artificiel capable d'apprendre et d'agir par lui-même

Apprendre, raisonner, décider avec la logique et les nombres

Les agents artificiels (robots, assistants logiciels intelligents...) ont besoin de nombreuses capacités pour s'adapter à leur environnement et accomplir les tâches qui leur sont confiées. Ils doivent apprendre leur environnement (par exemple une carte de la zone, les habitudes d'un utilisateur humain...), raisonner avec les connaissances acquises (par exemple pour expliquer des phénomènes), et décider, c'est-à-dire choisir à tout moment quelle action effectuer. Ils disposent pour cela d'informations et de connaissances qui peuvent être de nature logique (par exemple, « s'il y a de la fumée, alors il y a du feu ») et numérique (par exemple, « la probabilité qu'il pleuve demain est de 90 % »).La communauté scientifique a élaboré des modèles précis, pour l'apprentissage de probabilité ou pour le raisonnement en logique par exemple, et des applications concrètes ont été mises en oeuvre. Le projet LARDONS vise à dépasser le cadre d'une tâche précise, pour considérer dans leur ensemble les tâches d'apprentissage, de raisonnement, et de décision avec des informations à la fois logiques et numériques, comme le réclament des applications d'envergure, telles que la réalisation de robots domestiques multitâches.

Modèles formels et algorithmes efficaces

Le projet LARDONS est un projet de recherche fondamentale, mené avec des outils de l'informatique théorique et de l'intelligence artificielle formelle. Le but premier est la proposition de modèles théoriques prenant en compte toutes les dimensions des problèmes applicatifs, et de solutions efficaces aux problèmes identifiés dans ces modèles. Par exemple, les perceptions physiques d'un robot sont modélisées par des nombres, ou des signaux logiques, correspondant aux signaux transmis par ses capteurs physiques. Ces nombres et signaux sont représentés de façon générique par des variables mathématiques, que les programmes informatiques peuvent lire et manipuler. On cherche alors des algorithmes, c'est-à-dire des programmes génériques, permettant au robot de mener à bien ses missions en fonction de ce que lui indiquent ses capteurs. Les algorithmes recherchés doivent être efficaces, notamment peu gourmands en mémoire et rapides, de façon à pouvoir tourner sur des robots qui interagissent en temps réel avec leur environnement. Apprendre, raisonner, décider avec la logique et les nombres.



Un agent apprend des perceptions de son environnement, raisonne avec ses connaissances, et décide de ses actions. Ses actions impactent son environnement.

Le projet LARDONS est un projet de recherche fondamentale coordonné par le laboratoire GREYC (Université de Caen Basse-Normandie, CNRS, ENSICAEN). Il associe le LIP6 (Université Pierre et Marie Curie, CNRS), le LAMSADE (Université Paris Dauphine, CNRS) et l'UBIA (INRA Toulouse). Le projet a démarré en décembre 2010 et dure 4 ans : il bénéficie d'une aide ANR de 300 k€ pour un coût global de l'ordre de 1,3 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

L'un des problèmes abordés dans le cadre du projet est soulevé par le fait que les utilisateurs humains sont typiquement à l'aise pour dire qu'ils préfèrent telle situation à telle autre (simple comparaison), tandis que nombre de techniques pour la prise de décision d'agents artificiels attendent des nombres (par exemple, une valeur pour chaque situation, plus grande pour les situations préférées). Nous avons proposé des cadres théoriques permettant de prendre tout de même en compte les préférences humaines, ce qui permet une interaction naturelle et sans effort pour l'utilisateur.

Production scientifique et brevets

Pendant les six premiers mois du projet, deux articles ont été publiés et présentés à la conférence internationale ICAPS 2011, et un article à la conférence nationale JFPDA 2011.

Contact : Bruno Zanuttini, bruno.zanuttini@unicaen.fr, http://zanutti.perso.info.unicaen.fr/lardons

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2010

Projet COGNILEGO

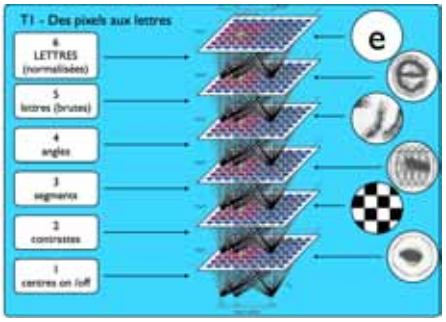
Reconnaissance automatique d'écriture manuscrite : des Pixels au Sens

Indexation par intégration cognitive de la reconnaissance automatique d'écriture manuscrite

Le cortex ne traite pas l'information, il la mémorise. Cette mémorisation respecte la topologie et la densité de probabilité d'apparition des données qui lui sont soumises. Chaque étage de mémorisation constitue un niveau hiérarchique et fonctionnel. Nous estimons, de même que S. Dehaene (2007), que le nombre d'étages nécessaires pour passer d'une image pixels à une suite de mots à 10. Le but de ce présent projet est de développer et tester ce modèle de traitement pour la reconnaissance des mots, modèle que nous avons baptisé Cognilego. Nos propositions orientées cognitions sont originales et à l'état de l'art en la matière. Après 5 ans de recherche dans un ACI TCAN puis l'ANR blanche ANCL, nous proposons de les interfacer avec les modèles de reconnaissance manuscrite. Notre approche modulaire permet de compléter l'approche statistique de notre partenaire industriel A2iA, sans la supplanter. Ainsi, nous espérons un gain de performance et un prototype industrialisable en fin de projet.

Reconnaissance automatique de l'écriture manuscrite non contrainte par modélisation auto-organisée

Ce projet propose une approche nouvelle (cognitive) pour la reconnaissance automatique de l'écriture manuscrite. Les images seront préalablement restaurées par une étape de binarisation. Dans le domaine de la reconnaissance de l'écriture, les modèles offrant les meilleures performances actuellement sont basés sur des technologies très différentes. Dans les dernières compétitions internationales, on rencontre parmi les participants des modèles à segmentation explicite en graphème et des modèles à fenêtre glissante, des classifieurs gaussiens ou des réseaux de neurones, des modèles à base de modèles de Markov cachés (HMM) ou des réseaux récurrents. Aucun modèle n'a définitivement pris le dessus sur les autres, contrairement à ce qui s'est passé par exemple en reconnaissance de la parole où les modèles HMM gaussiens à fenêtre glissante ont acquis une suprématie incontesté. Le problème de la reconnaissance de l'écriture manuscrite est donc peut-être intrinsèquement différent de la reconnaissance de la parole, si bien que les meilleurs modèles de reconnaissance ne sont pas nécessairement les mêmes. Ces trois aspects de la recherche actuelle en reconnaissance automatique d'écriture (faiblesse des performances dans un environnement non contraint, stimulation par des compétitions internationales et diversité des modèles) confèrent à ce domaine de recherche des caractéristiques idéales pour l'expérimentation et le développement de modèles basés sur de nouveaux paradigmes.



Figuration du traitement multi-échelle cortical de la lecture (ici l'étage des caractères). Plusieurs étages de ce type s'empilent, jusqu'à une strate sémantique.

COGNILEGO est un projet de recherche fondamentale coordonné par le LSIS & IUF. Il associe les patenaires, A2I SA et le LNIA. Ce projet a démarré début 2011 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 327 k€ pour un budget total de 595 K€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Ce projet a pour objectif de modéliser le traitement multi-échelle cortical de la lecture, tout en intégrant l'état de l'art en rehaussement pixélique de caractères et modèle de langage. Les premières réalisations ont conduit à une plateforme commune entre partenaire sous Ocropus-Google pour l'échange des modèles graphiques. Nos recherches actuelles portent sur la fusion de réseaux neuronaux profonds et codages parcimonieux.

Production scientifique et brevets

Deux rapports sont parus : R. Marchand et al. "Transducteur Ocropus pour Cognilego" RRLSIS 05.2011 et "Un prototype de réseau de SOM pour la reconnaissance de caractères" RRLSIS 06.2011. Ainsi que ces articles : T. Lelore et al. "Super-resolved binarization of text based on the FAIR algorithm" in Int. Conf. on Document Analysis and Recognition ICDAR2011 ; F. Menasri et al. "The A2iA French handwriting recognition system at the Rimes-ICDAR2011 competition" in ICDAR 2011 ; J. Louradour "Machines de Boltzmann Restreintes pour la classification de documents" Jour. GRCE Modèles Graphiques Juin 2011.

Contact : Hervé Glotin, glotin@univ-tln.fr, http://cognilego.univ-tln.fr/

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2010

Projet SUMACC

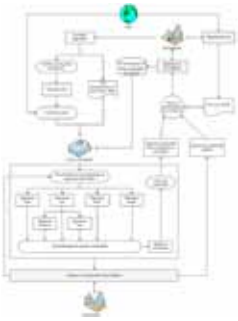
Détections de concepts multimédias sur l'internet

Un cadre unifié pour l'estimation et la combinaison de signatures multimédias

Les recherches sur Internet peuvent cibler des objets très variables à la fois par leur nature, plus ou moins abstraite (une personnalité, un événement, une idée polémique) et par la façon dont ils se projettent sur les différents médias texte, vidéo, audio... La conception de systèmes capables de caractériser une telle variété de concepts doit reposer sur un modèle générique capable d'intégrer cette variabilité et sur des scénarii de mise au point des systèmes économiquement et techniquement réalistes. Le projet SUMACC étudie conjointement ces deux aspects en se concentrant sur les opportunités et les difficultés particulières liées au contexte multimédia du WEB. Nous développons notamment des modèles basés sur des patrons d'identifications, qui représentent des schémas de combinaisons de signatures mono-média, et sur des techniques d'apprentissage coopératif et semi-supervisées pour l'estimation de ces signatures et des patrons qui les combinent. Le projet devrait conduire à des propositions concrètes, intégrables dans des moteurs de recherche intelligents en mesure de traiter les aspects multimédias de l'internet. Il devrait aussi offrir une méthodologie unifiée pour l'élaboration de systèmes de veille sur le WEB ou dans les flux audiovisuels.

Apprentissage semi-supervisé pour la modélisation et l'identification de concepts multimédias

L'approche explorée dans Sumacc repose sur des patrons d'identification. Un patron d'identification est un modèle de combinaison inter-médias ; il représente la façon dont un ou plusieurs concepts se projettent sur l'ensemble des médias. En reprenant l'exemple des objets technologiques, on peut considérer qu'une vidéo générée par l'utilisateur, sans métadonnées, devra être identifiée par la reconnaissance de l'objet dans l'image et par l'analyse de la transcription automatique du canal audio ; c'est cette stratégie globale d'identification qui est modélisé par le patron d'identification multimédia. L'utilisation des patrons offrira un cadre unifié dans lequel différentes règles de combinaison pourront être formulées. Dans ce contexte, des approches faiblement supervisées seront proposées pour l'estimation de la signature du concept sur chacun des médias. Nous développerons les techniques d'apprentissage actif et de co-apprentissage inter-média, avec pour objectif une diminution considérable de l'effort de supervision de l'apprentissage. Les techniques proposées seront évaluées dans le cadre du portail Wikio, qui offre des possibilités de structuration initiale des données et d'évaluation en conditions réelles.



Architecture du système d'acquisition des signatures multimédias par apprentissage coopératif : collecte des données sur le WEB, interactions opérateur/système et stratégies de combinaison multimédia.

SUMACC est un projet de recherche fondamentale coordonné par le LIA (Université d'Avignon et des Payes de Vaucluse) et qui associe l'institut Eurecom et les sociétés Syllabs et Wikio. Le projet a commencé en Janvier 2011 pour une durée de 36 mois. Son coût global est d'environ 1,7 M€ avec une aide allouée de 840 k€ par l'ANR. Par ailleurs, le projet a été labellisé par les pôles de compétitivité SCS et Cap Digital.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet en est encore à ses débuts mais les premiers travaux réalisés nous ont permis de fixer l'environnement expérimental et de définir les protocoles qui sont au coeur des travaux qui restent à réaliser. Par ailleurs, ces premières études ont mis en évidence les liens entre contenus et structures sous-jacentes sur le Web, ouvrant des pistes de recherche qui nous semblent très intéressantes. Le projet devrait conduire à la maquette d'un outil de veille et/ou de recherche sur le Web, ou sur un de ses sous-ensembles, qui permettra de mettre en évidence l'intérêt des résultats obtenus.

Production scientifique et brevets

Un article a été soumis à la conférence ASRU 2011 (Automatic Speech Recognition and Understanding, IEEE), sur le tagging automatique de vidéos.

Contact : Georges Linarès, georges.linares@univ-avignon.fr, http://sumacc.univ-avignon.fr/

Programme Conception et Simulation, édition 2010

Projet SIMINOLE

Vers une simulation intelligente

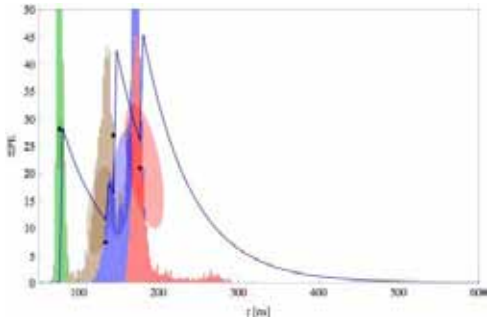
Simuler efficacement avec des ressources limitées

La simulation constitue dorénavant un enjeu majeur dans la plupart des expériences scientifiques de grande échelle. Avec le développement des techniques et des moyens de calcul, la simulation est véritablement devenue le troisième pilier des découvertes scientifiques actuelles, à côté des deux piliers historiques que sont la modélisation et l'expérimentation.

D' un autre côté, on constate que la simulation est également souvent un facteur limitant dans beaucoup d'applications où la question de l'efficacité numérique de la simulation constitue un verrou fondamental. Les approches les plus classiques consistent alors soit à rechercher des modifications internes des principes de simulation de façon à accroître leur efficacité, soit à tabler sur une implémentation sur du matériel à haute performance pour rendre la simulation viable. Dans ce projet, nous travaillons dans une optique différente dans laquelle les méthodes de simulations sont, partiellement, vues comme des « boîtes noires », éventuellement paramétrées, que l'on cherche à utiliser le plus efficacement possible (notamment à travers l'ajustement adaptatif de paramètres de simulation) pour effectuer une tâche donnée.

La simulation intelligente pour l'optimisation, l'inférence et l'apprentissage

Dans le cadre du projet, nous avons identifié trois scénarios spécifiques d'utilisation des méthodes de simulation. Dans le premier (l'inférence statistique bayésienne), l'outil principal considéré est celui des méthodes de Monte Carlo par chaîne de Markov (MCMC) qui constituent une alternative efficace à l'exploration exhaustive sur une grille. Dans le second scénario (optimisation stochastique), le but est d'explorer efficacement l'espace des paramètres de façon à maximiser une fonction d'utilité. Enfin, dans le dernier scénario (apprentissage artificiel), le but de la simulation est de permettre la découverte de caractéristiques pertinentes des données, comme des observables qui prédisent bien certains paramètres d'intérêt du système. Les scénarios considérés dans le cadre de ce projet sont directement liés aux tâches d'inférence et de conception suscitées par deux expériences majeures dans le domaine de la physique des astroparticules : les expériences Pierre Auger et JEM-EUSO. Bien que les développements méthodologiques évoqués ci-dessus soient motivés par ces deux applications concrètes, les techniques développées ont également pour but d'être directement utilisables dans d'autres applications nécessitant des simulations intensives.



Inférence par simulation dans l'expérience Pierre Auger.

Le projet SIMINOLE est coordonné par le Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire (Université Paris-Sud), il associe le Laboratoire de Recherche en Informatique (Université Paris-Sud) et le Laboratoire Traitement et Communication de l'Information de Télécom ParisTech. Ce projet a débuté en octobre 2010 pour une durée de 4 ans. Il bénéficie d'une aide ANR de 1,04 M€ pour un budget total de 4,57 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Du fait des liens existant entre les équipes, le démarrage des travaux a été rapide sur la plupart des tâches.

Concernant Auger : nous avons poursuivi le développement d'un modèle probabiliste bayésien génératif pour le signal SD de l'expérience Auger. Ce modèle permettra notamment de développer un algorithme d'inférence MCMC pour réaliser l'analyse statistique des résultats de cette même expérience.

Concernant l'apprentissage artificiel : nous avons obtenu des résultats prometteurs en utilisant des techniques développées pour les processus de décision markoviens afin de construire automatiquement des classifieurs hiérarchiques.

Le site http://multiboost.org, dédié à la publication (sous forme de logiciel libre) du code développé dans cette partie du projet, est dorénavant pleinement fonctionnel.

Production scientifique et brevets

Un article ECML11 accepté, deux articles NIPS11 soumis, trois rapports internes.

Contact : Kégl, Balázs, balazs.kegl@gmail.com, http://siminole.lal.in2p3.fr/

Programme Sécurité et Informatique, édition 2007

Projet FACOMA

Pour des systèmes répartis fiables : répliquer les agents et gérer les exceptions

Améliorer la fiabilité des systèmes multi-agents

Les systèmes répartis à base d'agents (*systèmes multi-agents* ou *SMA*) ont des caractéristiques qui demandent qu'on adapte à leur usage les techniques traditionnelles destinées à rendre fiables les systèmes répartis (en l'occurrence, la *réplication*, consistant à multiplier les copies des processus de calcul sur différentes machines pour diminuer les risques de défaut).

La politique de réplication dépend de la structure du système. Or, dans les systèmes multi-agents, celle-ci évolue rapidement, ce qui exige une politique *dynamique* et *adaptable*.

D'autre part, la notion d'*exception* qui figure dans tous les langages de programmation modernes constitue un grand progrès vers la mise au point de programmes plus sûrs. Sa transposition dans l'univers des multi-agents est récente, et la présence d'un mécanisme de réplication pose des problèmes nouveaux.

Le but du projet est d'étudier le mariage de la réplication dynamique et de la gestion d'exceptions pour des systèmes multi-agents.

Un des résultats du projet est un prototype d'intergiciel pour construire de tels systèmes, écrit en Java et expérimenté sur un exemple d'école (une agence de voyage électronique).

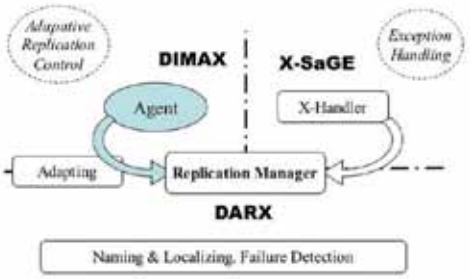
Une combinaison de trois mécanismes

Notre logiciel prototype repose sur un intergiciel (middleware) qui gère la réplication adaptative. Cette "couche basse", appelée DARX, est développée dans l'équipe REGAL (INRIA-LIP6). Elle associe à chaque agent un groupe de copies (répliques), géré par un gestionnaire ad hoc et dont un des éléments joue le rôle distingué de *leader*.

Le second sous-système est une adaptation à DARX du Framework de conception de systèmes multi-agents DIMA, développé au LIP6 (UPMC-CNRS). DIMAX est en mesure de prescrire à DARX sa politique de réplication selon deux axes:

1. En favorisant la réplication des agents importants (ou critiques). Par sa connaissance de la structure du SMA, il peut estimer dynamiquement le niveau de criticalité des différents agents et transmettre à DARX les consignes correspondantes.
2. En cherchant à optimiser la répartition des répliques en fonction des caractéristiques des machines-hôtes pour maximiser la fiabilité de l'ensemble du SMA.

Le troisième sous-système X-SaGE est dédié à la gestion des exceptions. C'est un descendant direct du système SaGE développé au LIRMM (U. Montpellier2-CNRS) et au LGI2P (École des Mines d'Alès). L'idée est de distinguer deux sortes d'exceptions, celles qui sont propres à une réplique particulière et celles qui affectent un groupe de répliques tout entier.



Les trois sous-systèmes qui composent le prototype.

Le projet FACOMA est un projet universitaire coordonné par le LIP6. Il associe l'INRIA (Paris), le LIRMM (Montpellier) et le LGI2P (Nîmes). Il a commencé en janvier 2008, pour une durée de 3 ans. Il a bénéficié d'une aide ANR de 124 k€ pour un budget total de 2,4 M€.

IMPACT

Résultats majeurs

Voir résultats ci-dessous.

Production scientifique et brevets

15 publications, dont 1 revue internationale et 9 conférences internationales. 8 rapports livrables, plus 11 rapports techniques additionnels. 1 logiciel prototype. 3 thèses de doctorat, 7 stages de master 2 et 2 stages de master 1 développés dans le cadre du projet.

Contact : Jean-Pierre Briot, Jean-Pierre.Briot@lip6.fr, http://facoma.lip6.fr/

Programme Sécurité et Informatique, édition 2007

Projet FORTRUST

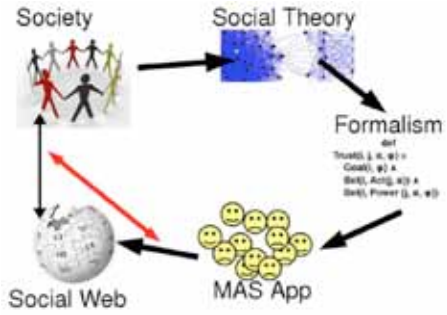
Comment puis-je faire confiance à un site web ? (et inversement)

Une analyse formelle de la confiance et de la réputation

« Est-ce que l'information de ce site web est correcte ? » ; « Dois-je prendre au sérieux ce courrier ? » ; « Est-ce que ce service web vendra mes données sans mon consentement ? » Toutes ces questions portent sur la confiance qu'un agent peut avoir en un autre agent, soit-il humain ou artificiel. Cette question se pose d'autant plus dans des systèmes ouverts et décentralisés comme Internet où l'information est souvent incomplète, voire erronée, où l'identité des agents est incertaine et où la réputation joue un rôle clé. Dans ces systèmes les mécanismes de sécurité avec des autorités centrales sont en général inapplicables ; pire, même si un système a été démontré sûr, il ne sera pas utilisé par des agents humains s'ils n'ont pas confiance en son bon fonctionnement. C'est pour cette raison que la couche supérieure du modèle du web sémantique est celle de la confiance. De nombreux modèles de la confiance et de la réputation existent, pourtant, il n'y a pas de consensus sur les propriétés souhaitables des concepts sous-jacents.

Comment utiliser du raisonnement formel pour prévenir le vandalisme sur les pages Wikipédia

La décision de faire confiance ou non est le résultat d'un processus de raisonnement de l'agent qui fait confiance à partir des informations dont il dispose, elle dépend donc de ses buts et de ses croyances. ForTrust vise à établir les principes de raisonnement auquel obéit l'inférence de la confiance et de la réputation. Il s'agissait de développer une analyse formelle des concepts de confiance et de réputation dans un cadre logique. Ce raisonnement doit pouvoir être effectué par des machines moyennant des procédures de déduction automatique. La démarche est classique : une analyse des concepts suivie d'une formalisation dans une logique de type non classique permettant de raisonner sur les croyances et buts des agents ainsi que sur le temps et les actions des agents. Afin de raisonner sur la réputation d'un agent cible, ce cadre logique doit comporter une notion de croyance de groupe : un agent a la réputation d'être un mauvais payeur si un certain groupe de référence croit cela. Une difficulté qui surgit est qu'en informatique, tous les concepts habituels de la croyance de groupe impliquent la croyance individuelle, forçant ainsi chaque agent à adopter la croyance de groupe. Nous avons développé un concept qui n'a pas cette propriété. Le cadre logique que nous avons posé a permis d'implanter des mécanismes de raisonnement dans des agents artificiels leur permettant par exemple d'être appliqué au contrôle des modifications sur Wikipédia, où il est fréquent que des agents dits vandales modifient le contenu d'une page. A partir de ses croyances l'agent patrouilleur peut ainsi inférer des informations de confiance et de réputation des agents modifieurs de pages.



Le cycle analyse-formalisation-implantation.

Le projet ForTrust est un projet de recherche fondamental coordonné par l'IRIT (Toulouse) et associant l'EMSE (St. Etienne) et l'ISTC-CNR (Rome). Le projet a commencé en janvier 2007 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide de l'ANR de 360 k€ pour un coût global de 1 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Un premier résultat marquant a été la définition d'un cadre logique unifié permettant de raisonner sur confiance et réputation à partir des buts et croyances d'un agent et qui généralise et formalise la théorie de Castelfranchi et Falcone. Cette logique a été élaborée dans une série de publications, dont la version finale a été publiée dans le *Logic Journal of the IGPL*. Un second résultat marquant a été l'implantation d'un démonstrateur qui utilise cette logique et a été testé dans la prévention du vandalisme sur les pages de Wikipédia.

Production scientifique et brevets

De nombreux articles ont été présentés dans des conférences et ateliers internationaux prestigieux tels que *NorMas 2008*, *DEON 2008*, *Trust 2008*, *IAT 2011*, *KRAMAS 2008*, *ESAW 2009*, *FAST 2008*, etc., ainsi que dans la revue *AI & Society*. Les travaux seront poursuivis dans le cadre de l'action coordonnée européenne « European Network for Social Intelligence » qui démarre en 2011 ainsi que dans le cadre du projet industriel ANR VERSO « PIMI » qui a démarré en 2010.

Contact : Andreas Herzig, herzig@irit.fr, http://www.irit.fr/ForTrust

Programme Jeunes Chercheuses - Jeunes Chercheurs, édition 2009

Projet COCA

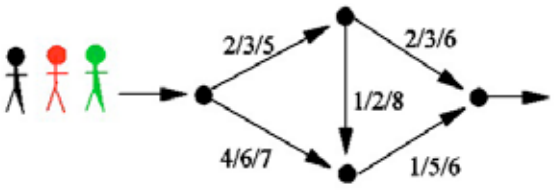
Optimisation combinatoire pour agents en situation de compétition : comment faire collaborer des égoïstes ?

Quantifier le prix de l'anarchie et le réduire

En optimisation combinatoire, on cherche à modéliser et résoudre efficacement des problèmes tels que la recherche d'un plus court chemin entre deux points d'un réseau. Cependant, les cas abordés supposent souvent un unique acteur manipulant des données figées. Ceci ne permet pas l'analyse d'un réseau à travers lequel plusieurs agents souhaiteraient trouver leur propre plus court chemin. Les décisions individuelles d'un agent pouvant agir sur les intérêts des autres (effet de congestion dans un réseau), les données du système deviennent dynamiques. Le projet traite le cas où plusieurs agents sont en situation de compétition pour l'utilisation de ressources communes. La théorie des jeux stratégiques est un formalisme qui permet d'analyser, notamment à travers les équilibres, les issues ou solutions probables. Un constat rapide est que les agents, en optimisant leurs intérêts propres, peuvent grandement nuire à l'intérêt collectif. Cette détérioration globale due aux comportements égoïstes, rapportée à la situation où tous les acteurs agiraient ensemble pour le bien commun, est appelée *prix de l'anarchie*. Le projet vise à quantifier ce prix, et si possible trouver des solutions algorithmiques pour le réduire.

Entre nouvelles règles du jeu et coercition

Le projet s'appuie sur des problèmes d'optimisation combinatoire connus et leur étude dans un contexte d'interaction entre plusieurs agents. La détermination du prix de l'anarchie d'un jeu repose sur une analyse mathématique de type pire cas. Le projet propose d'améliorer le prix de l'anarchie d'un jeu en modifiant ses règles. Par exemple, l'installation de péages dans un réseau routier, de tarifs dépendants de l'horaire dans un cinéma ou de caisses dédiées à une clientèle ciblée dans une grande surface sont des exemples concrets de modifications des règles du jeu qui visent à améliorer le bien commun (fluidification du trafic, répartition du public, etc.) sans en modifier sa nature décentralisée. La modification des règles du jeu doit cependant garantir l'existence d'un équilibre, et si possible la convergence rapide vers une telle solution. Une seconde approche consiste à identifier un sous groupe d'agents et leur imposer une décision, laissant les autres libres de leur choix. Le but étant de forcer un nombre minimum d'agents, la difficulté consiste à identifier ceux qui ont un rôle prépondérant.



Trois personnes souhaitent traverser le réseau le plus rapidement possible et trois chemins sont possibles. Chaque arc du réseau comprend trois valeurs représentant le temps de traversée lorsqu'une, deux ou trois personnes utilisent l'arc. Ceci définit un jeu stratégique où les joueurs se placent dans un état qui n'est pas forcément celui qui minimise la durée de traversée moyenne.

COCA est un projet jeune chercheur porté par Laurent Gourvès du LAMSADE (Université Paris Dauphine) et le LIP6 (UPMC). Ce projet a démarré en janvier 2009 pour une durée de 48 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 198 k€ pour un budget global de l'ordre de 903 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les résultats obtenus couvrent l'analyse du prix de l'anarchie pour des problèmes d'optimisation combinatoire fondamentaux comme la couverture par ensembles, la coloration propre d'un graphe, la coupe maximum d'un graphe et un problème d'ordonnancement. Pour la couverture par ensembles, des modifications du jeu ont permis d'améliorer le prix de l'anarchie. Un travail en cours d'évaluation se concentre sur un jeu de couplage où un nombre minimum de joueurs doit être forcé. La complexité du problème a été établie et des algorithmes d'approximation ont été proposés.

Production scientifique et brevets

Sept articles ont été publiés dans les conférences internationales WINE 2009, WINE 2010, SIROCCO 2010, TAMC2010, ADT2011 et CIAC 2010. Certains sont cités dans des articles à paraître. D'autres articles produits par les membres du projet sont en cours de préparation ou d'évaluation.

Contact : Laurent Gourvès laurent.gourves@lamsade.dauphine.fr, http://coca.lip6.fr/

Programme DEFIS, édition 2008

Projet NAFIT

Nouveaux paradigmes de la théorie algorithmique de l'information : complexité et aléatoire

De la régularité dans l'information observée

Pour identifier les lois de la Nature les scientifiques cherchent à identifier des régularités dans son comportement. Comment trouver les meilleures explications pour les régularités observées ? Les philosophes citent le principe du "rasoir d'Occam" qui consiste à choisir pour toute régularité son explication la plus simple. Mais en pratique, il n'est pas facile de trouver cette explication et c'est un des objectifs fondamentaux des statistiques comme des études en fouille de données.

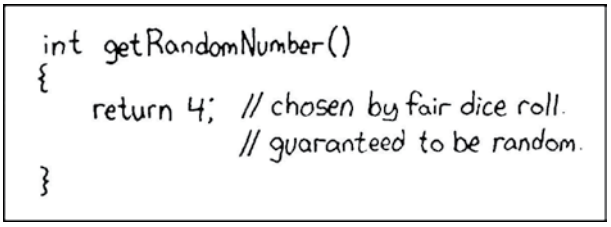
Supposons que l'on observe des régularités dans le résultat d'une expérience, par exemple, jouer à pile ou face : les bits de pile/face coïncident avec le développement binaire de π. Devons-nous conclure que les données ont été altérées/faussées ? Probablement oui (en supposant avoir assez de données). Mais qu'en est-il si les bits coïncident avec le développement binaire d'un autre nombre réel ? Est-ce aussi suspect ?

D'une façon plus générale : supposons que nous soyons observateurs d'une expérience et que nous cherchions à trouver des hypothèses statistiques qui "expliquent" le résultat de l'expérience. Que cela signifie-t-il vraiment ? Quel type d'hypothèses peut constituer une bonne "explication" ?

La théorie algorithmique de l'information et ses outils dérivés : les notions de complexité et d'aléatoire

La théorie algorithmique de l'information définie la "quantité d'information" d'un objet fini (message, mot) comme étant la longueur du plus petit programme le produisant. Cette idée simple (énoncée par Solomonoff, Kolmogorov et Chaitin dans les années soixante) est à l'origine d'une théorie mathématique fructueuse. En particulier, la notion d'aléatoire peut être décrite par "avoir la plus grande complexité possible", ou dit autrement, "être incompressible".

Un des buts de ce projet est d'étendre ces notions classiques pour les adapter à des cas plus généraux. Par exemple, si les bits n'apparaissent pas indépendamment mais en faisant partie d'un contexte plus général identifié. Dans ce cas, les notions classiques d'aléatoire et de complexité ne sont plus adaptées. Un autre exemple nécessitant une généralisation est la vérification de l'adéquation de données observées avec une collection d'hypothèses statistiques (paramétriques ou non-paramétriques.) Ces notions constituent les sujets principaux d'étude de ce projet.



La question de la nature de l'aléatoire (que ce soit d'un processus ou d'un objet) est non seulement commentée par les scientifiques ou les philosophes, mais également par des auteurs de bande dessinée. (http://xkcd.com/221, sous licence Creative Common Attribution-NonCommercial 2.5 licence)

Le projet NAFIT « New Algorithmic Forms of Information Theory » est un projet de recherche fondamentale coordonné par le Laboratoire Informatique Fondamentale de Marseille, équipe ESCAPE et a pour partenaire le Laboratoire Poncelet (UMI CNRS), Moscou. Ce projet a débuté en janvier 2009 pour une durée de 48 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 320 k€ pour un coût global de l'ordre de 1,78 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Nous avons entrepris l'étude de la notion algorithmique d'aléatoire vis-à-vis de mesures non-calculables et de classes de mesures. Un lien entre cette notion et d'autre notions d'informatique théorique (telles la rareté, l'aléatoire en ligne ou aveugle) a été établi. D'autres questions périphériques ont été poursuivies : le partage de secret d'un point de vue algorithmique, des questions en cryptographie, la théorie algorithmique de l'information multi-source, les pavages complexes.

Production scientifique et brevets

Différents exposés en conférence (et articles dans les actes) : RP'09, CSR'09, CSR'10, CSR'11, AMS Annual conference 2009,TAMC'09, CiE'2009. ICALP'2009, JAC'10, STACS'11. Une étude détaillée de la théorie algorithmique de l'information (plus de 70 pages) a été acceptée pour publication (chez Springer, 2011). Divers articles ont également été publiés dans Theory of Computing Systems, JCSS, et Journal of Statistical Science.

Contact : Alexander Shen, sasha.shen@gmail.com, www.lif.univ-mrs.fr/~ashen/nafit/nafit.html

Programme Blanc International, édition 2009

Projet IOMCA

Prise de décision séquentielle dans l'incertain, application à l'énergie

Les techniques de Monte-Carlo Tree Search

Le Monte-Carlo Tree Search a révolutionné les jeux et s'installe durablement dans le domaine du planning difficile (http://www.lri.fr/~teytaud/mogobo.pdf pour de jolies illustrations grand public). Ses forces sont la robustesse face à la grande dimension, l'absence de besoin de convexité des valeurs de Bellman, l'absence de besoin d'une fonction d'évaluation. Ses faiblesses sont l'adaptation aux domaines continus, l'adaptation aux grands nombres de pas de temps, l'utilisation d'une fonction d'évaluation approchée lorsqu'une telle fonction est disponible. L'équipe est très en pointe de ce sujet avec un grand nombre de premières mondiales sur ce domaine.

Application à l'énergie

L'énergie est un domaine critique écologiquement et économiquement. Sa production met en jeu des problèmes de planification incertains, de grande taille, à grand nombre de pas de temps. Le projet s'est d'abord focalisé sur la création de bons cas tests et l'extension au continu et à des aléas difficiles. Cette tâche est bien avancée et la priorité est en train d'évoluer vers l'extension au grand nombre de pas de temps.



Dispositif expérimental.

Le projet IOMCA (projet blanc International avec Taiwan) est coordonné par l'INRIA Saclay (équipe TAO). Il associe la PME Artelys et le NUTN (Université Taiwanaise). Ce projet a démarré en janvier 2010 pour une durée de 3 ans. Il bénéficie d'une aide ANR 264 k€ pour un budget total de 828 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les principaux résultats du projet à ce jour sont :

- la spécification et l'expérimentation du MCTS sur des domaines continus,
- la spécification et l'expérimentation de variantes du MCTS sur des domaines où la programmation dynamique est l'approche standard,
- les spécifications et expérimentations du MCTS sur des problèmes à grand nombre de pas de temps,
- et des expérimentations sur des problèmes de gestion d'énergie.

Production scientifique et brevets

Deux publications dans LION (UCT dans le continu) et Roadef (application énergie). Une soumission à EWRL (double-PW).

Contact : olivier.teytaud, olivier.teytaud@inria.fr, www.lri.fr/~teytaud/iomca.html

Programme Jeunes Chercheuses - Jeunes Chercheurs, édition 2009

Projet PSI

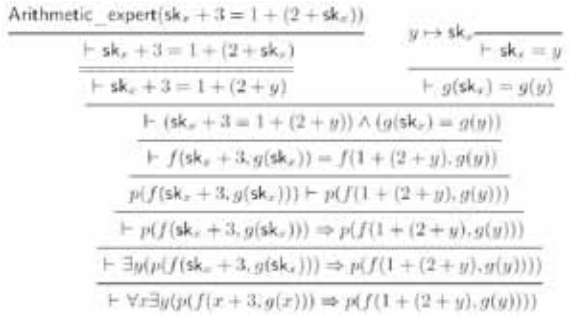
L'ordinateur peut-il allier raisonnement logique et techniques calculatoires ?

De l'intérêt de savoir produire des démonstrations mathématiques

Savoir démontrer des propriétés mathématiques est une compétence forte utile pour garantir par exemple qu'un programme informatique n'a pas de bugs. Lorsque l'enjeu est grand (vies humaines, etc...), quelqu'un qui voudrait s'en assurer ne doit pas se contenter d'une réponse de type « oui ou non » à la question « mon programme est-il correct ? » : encore faut-il qu'on lui en fournisse la « preuve », pour qu'il puisse en avoir le coeur net. Par ailleurs, les outils utilisés en programmation étant très divers (tableaux, opérations arithmétiques, etc...), prouver les propriétés d'un programme (et a fortiori prouver des propriétés mathématiques quelconques) devient rapidement un problème à multiples facettes. Enfin, l'ampleur de la tâche dépasse rapidement les capacités intellectuelles d'un humain. Maîtriser le raisonnement automatique ou assisté par ordinateur devient alors essentiel. Le projet PSI s'inscrit ainsi dans le large défi de la production automatique ou semi-automatique de démonstrations mathématiques pour des propriétés revêtant des aspects très diversifiés ou pluridisciplinaires.

Polyvalence et expertise

Lorsqu'un chef d'équipe fait face à un défi pluridisciplinaire, il peut soit mettre en oeuvre des méthodes polyvalentes qui peuvent prendre en compte l'ensemble du problème (mais sans être nécessairement très efficaces), soit découper son problème en différentes parties qu'il pourra déléguer à différents experts (mais dont il faudra ensuite recombiner les travaux). Lorsqu'un ordinateur raisonne, il fait face au même dilemme : il peut exécuter soit des algorithmes de raisonnement logique polyvalents, soit des algorithmes calculatoires très efficaces sur des problèmes très spécifiques. La bonne approche est de trouver le juste équilibre : savoir découper son problème en problèmes plus petits, savoir quand ceux-ci tombent dans le champ de compétence d'un expert, savoir bien lui communiquer la tâche à effectuer, savoir interpréter ses résultats, et les réintégrer dans une réponse générale et cohérente. Ceci n'est trivial ni pour le chef d'équipe ni pour l'ordinateur. Le projet PSI vise à définir une méthodologie systématique pour l'ordinateur. Celle-ci tourne autour de la décomposition de problèmes, du déclanchement d'un appel à un algorithme expert, et des formats de communication entre l'algorithme principal et l'algorithme expert.



Preuve d'un énoncé mathématique (tout en bas), produite en combinant une technique de raisonnement polyvalent appelée unification (en haut à droite) qui trouve une valeur pour la variable y, et un appel à un algorithme expert pour l'arithmétique (en haut à gauche).

Le projet PSI est coordonné par le Laboratoire d'Informatique de l'X (CNRS - INRIA - Ecole Polytechnique). Il a démarré en septembre 2009 pour une durée de 4 ans. Le budget du projet est de 192 k€ et est entièrement financé par l'ANR.

IMPACTS

Résultats majeurs

Nos résultats tournent pour l'instant autour de l'intégration des technologies SAT-modulo-Theories (SMT), qui sont très efficaces pour résoudre certains types de problèmes : ainsi, un environnement de développement de preuves très polyvalent (appelé Coq) est maintenant capable de faire appel à un solveur SMT, comprendre sa réponse et reconstituer une preuve de cette réponse. Nous avons par ailleurs mis au point un calcul des séquents (une technologie polyvalente de recherche de preuve) qui puisse interagir avec une procédure de décision. Ce calcul ne fait pas appel à un solveur SMT existant mais en simule le fonctionnement dans un cadre plus général.

Production scientifique et brevets

Ce projet nous a permis de jeter de nombreux ponts entre différentes communautés et de commencer des collaborations avec les développeurs de solveurs SMT ou de solveurs du 1er ordre. Nos premiers résultats vont être présentés au Workshop « Proof-Search in Axiomatic Theories and Type Theories » lors du 23ème congrès CADE sur la Déduction Automatique à Wroclaw, Pologne. Ils sont par ailleurs soumis à une conférence prestigieuse.

Contact : Stéphane Lengrand, lengrand@lix.polytechnique.fr, www.lix.polytechnique.fr/~lengrand/PSI/

Programme Blanc, édition 2008

Projet UNLOC

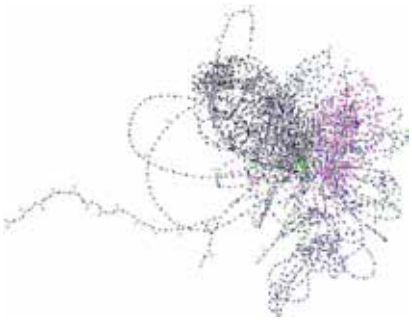
Recherche locale pour le test d'insatisfiabilité : perdre en complétude pour gagner en efficacité

Vers une meilleure compréhension des démonstrateurs SAT

La recherche autour de SAT est réellement passionnante. Ce problème d'apparence simple repose entièrement sur la logique propositionnelle, l'un des plus anciens formalismes de raisonnement formel. Il capture toute la complexité des problèmes NP-Complets, et représente ainsi l'une des briques de bases de la théorie de la complexité. Si on y a tout d'abord vu la caractérisation des premiers problèmes « Intraitables », les progrès pratiques de ces dernières années pourraient plutôt laisser supposer qu'il s'agisse au contraire des derniers problèmes « traitables ». Les progrès pratiques tranchent en effet avec les limites théoriques pourtant fortes et, aujourd'hui, SAT est au coeur de nombreuses techniques d'importance industrielle dans de nombreux domaines (Vérification formelle de circuit, vérification statique de code, attaque de codes de cryptographie, ...). Ces progrès reposent sur un grand nombre de nouveautés régulièrement introduites au cours de ces 10 dernières années. Dans ce projet, nous avons cherché à perdre de la complétude pour gagner en efficacité, en cherchant notamment à comprendre le rôle de l'apprentissage dans les progrès des solveurs dit « modernes ». Nous avons également cherché à introduire de puissants mécanismes de raisonnement (la « résolution étendue ») pour augmenter considérablement, au moins en théorie, la puissance des démonstrateurs sous-jacents.

Deux axes de recherche : comprendre l'importance des clauses apprises et garantir des preuves courtes

L'existence de preuve courte, en général, fait l'objet d'une intense recherche, autant du point de vue théorique que pratique. Cette question est en effet étroitement liée à l'une des plus importantes questions de l'informatique théorique, c'est à dire P=NP ? L'une des idées que nous avons cherché à développer dans ce projet a été d'introduire la résolution étendue au cours de la construction de la preuve. Cette technique, simple et élégante, est connue depuis longtemps et consiste, intuitivement, à introduire des lemmes exprimés à l'aide de nouvelles variables propositionnelles. Grâce à cela, il est possible de « compresser » la preuve à la volée, ce qui, en général, permet de conserver des preuves relativement courtes (glucosER). Nous avons aussi pu introduire une technique mesurant la qualité des clauses apprises (lors de l'analyse du conflit, voir dessin) qui a permis à l'un des solveurs développés dans UNLOC, glucose, de gagner un premier prix lors des deux dernières compétitions SAT (2009 et 2011) dans la catégorie « Applications ». Les mesures introduites dans l'un de nos solveurs, « glucose » sont aujourd'hui reprises par toute la communauté SAT.



Un exemple de « graphe d'implication », représentant des dépendances entre variables conduisant à un conflit. L'analyse de ce graphe d'implication, exécuté plusieurs milliers de fois par seconde, est l'un des éléments clés de la puissance des solveurs SAT dit « modernes ».

UNLOC est un projet coordonné par l'Université Orsay Paris 11 (LRI et LPTMS) et associe l'université d'Artois (CRIL), l'université de Picardie Jules Verne (LaRIA) et l'université Saint Jérôme (LSIS). Ce projet a débuté en janvier 2009, pour une durée de 3 ans. L'aide allouée par l'ANR est de 284 k€ pour un coût global de l'ordre de 1,29 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Solveurs SAT Glucose (v1-2009/ v2-2011, Solveur cherchant les clauses « glues »), GlucosER (Solveur utilisant la règle de résolution étendue), Minsatz (Solveur cherchant à minimiser le nombre de clauses satisfaites), CDLS (Recherche locale pour UNSAT), Sathys (Solveur SAT Hybride, entre recherche locale et apprentissage), MinisatPsmDyn (SAT solveur gelant les clauses avant de les oublier).

Production scientifique et brevets

- Glucose (v1) Meilleur Solveur SAT catégorie Applications (UNSAT), SAT compétition 2009.
- Glucose (v2) Meilleur Solveur SAT catégorie Applications (SAT+UNSAT), SAT compétition 2011 (la compétition a lieu tous les deux ans).
- « on Freezing and Reactivating Learnt Clauses » de G. Audemard, J-M Lagniez, B. Mazure, L. Saïs, Best Paper Award à SAT 2011.

Contact : Laurent Simon, simon@lri.fr, www.lri.fr/~simon/unloc

Programme Blanc, édition 2010

Projet LOCI

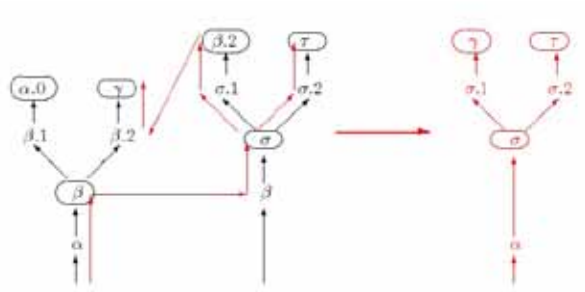
Réseaux, langage : définir le concept d'interaction à partir de la logique mathématique

Un cadre ludique pour penser l'interaction

A notre époque de réseaux interconnectés s'étendant au niveau planétaire, nous avons besoin, plus que jamais, de faire reposer nos algorithmes et nos échanges sur une notion claire d'interaction. L'unité d'échange semble aujourd'hui reposer plus sur l'interaction minimale que sur l'information proprement dite. L'information est un contenu déjà là, alors que l'interaction contribue à la créer. Cette évidence actuelle nous aide de plus à jeter un regard rétrospectif sur le passé : les langues, parlées ou signées, ne sont-elles pas elles aussi le produit d'interactions, comme l'a souligné en particulier le cogniticien Steven Pinker ? Les structures élémentaires de l'interaction ne sont-elles pas codées dans le langage humain ? Nous cherchons, dans ce projet, à développer des outils provenant de la logique mathématique pour formaliser cet aspect fondamental de la communication. Jusqu'ici, la logique a été utilisée pour vérifier la cohérence des discours mais lorsque nous parlons, nous ne visons que très peu à fournir des comptes rendus ou des descriptions. Dans les actes de langage, nous créons ou modifions une réalité, celle de nos relations institutionnelles, de nos systèmes de droits et d'obligations. La description des actions accomplies dans le langage est un enjeu théorique et jusqu'à récemment, aucune théorie logique ne permettait d'en avoir une vision formelle claire. Le développement de cadres de pensée basés sur la notion de jeu, comme la ludique, de J-Y. Girard, remplit cette lacune.

Appliquer les modèles formels de l'interaction aux langues des signes et à la structure du web

D'un point de vue applicatif, le projet vise à expérimenter le cadre formel suggéré par les travaux en ludique en le mettant à l'épreuve de plusieurs terrains d'observations, notamment l'apprentissage d'une langue des signes et la structure des données sur le web. On reconnaît le rôle moteur de l'interaction dans l'apprentissage, qui dépasse en efficacité celui du seul exemple. Les langues des signes ont ceci de particulier qu'au-delà de leurs différences tangibles, elles se rapprochent par leur statut iconique et le rôle créatif joué par le mime, permettant assez facilement de faire dialoguer deux locuteurs d'origines distinctes. L'étude concrète de leurs interactions peut alors donner lieu à l'instanciation d'un modèle largement inspiré de la ludique. Cette perspective de la modélisation rejoint le darwinisme neuronal de J. P. Changeux tout en étendant son champ d'application à d'autres formes de réseaux que ceux constitués par les neurones. De tels réseaux englobent d'ailleurs la structure des données sur le web. Les évolutions actuelles de l'Internet, notamment sur la question du Web 2.0 et de la communication client-serveur, font de la ludique un paradigme prometteur de modélisation et d'étude (description des types des sites et services web, ontologies..).



Les stratégies ressemblent à des preuves formelles. Elles peuvent interagir pour donner des résultats.

Le projet LOCI est coordonné par Paris 8 « Structures Formelles du Langage » et associe le LIPN - Paris 13, INRIA Futurs (équipe SIGNES), l'Institut de Mathématiques de Luminy - Aix-Marseille 2, Queen Mary University of London, et « Résurgences ». Ce projet a démarré en novembre 2010, pour une durée de quatre ans. Il bénéficie d'un financement ANR de 435 k€ pour un coût global du même ordre.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet étant essentiellement lié à la recherche fondamentale, il n'a pas encore de retombée concrète. Au plan théorique, il a déjà conduit à renouveler l'approche pragmatique et sémantique du langage, se rapprochant de conceptions dialogiques et polyphoniques (comme celles défendues par O. Ducrot). Philosophiquement, la réflexion a abouti à établir un lien avec les courants les plus modernes du pragmatisme contemporain, comme la philosophie de Robert Brandom. Le cadre formel développé contribue à étayer l'idée selon laquelle l'activité langagière est principalement *un jeu d'offre et de demande de raisons*.

Production scientifique et brevets

Nombreuses publications et interventions à des colloques internationaux (Congrès de Logique, de Méthodologie et de Philosophie des Sciences, Nancy, juillet 2011, livre publié chez Imperial College Press : « Meaning, Logic and Ludics » par A. Lecomte, Actes de PRELUDE, chez Springer, série LNCS-LNAI-Folli, n°6505, article dans la revue « Mathématiques et Sciences Humaines », n°189, 2010).

Contact : Alain Lecomte, alain.lecomte@univ-paris8.fr, www.anr-loci.fr

Programme DEFIS, édition 2008

Projet CLASSEL

La transformation de données individus-variables en connaissances

Au croisement de la classification et de la sélection de modèle

Ce projet de recherche académique vise à développer des méthodes de transformation de données en connaissances. Les données en question se présentant sous la forme d'une matrice individus-variables, nous cherchons à produire de la connaissance sous la forme de groupes homogènes de données associant conjointement les individus et les variables. C'est le problème de classification croisée. Une caractéristique essentielle dans nos objectifs est la prise en compte de données de grande taille, une attention particulière étant mise sur le problème, fondamental, du choix du nombre de groupes. C'est la question de la sélection de modèle. Nous nous proposons aussi de mettre en oeuvre nos solutions sur des exemples concrets, comme le challenge Netflix sur les systèmes de recommandation, et de traiter des applications en analyse automatique de texte et en marketing.

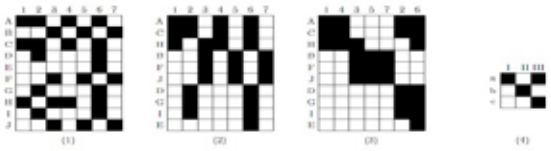
Une approche multidisciplinaire

Ce problème est abordé formellement à travers une modélisation probabiliste. À cette fin, nous nous plaçons dans un cadre statistique nouveau et particulièrement bien adapté. Notre stratégie scientifique consiste à attaquer de front les questions de fond de la modélisation en apprentissage et de la sélection de modèle pour trouver des solutions en rupture avec l'existant. Pour atteindre cet objectif, nous proposons de mettre en oeuvre une approche décloisonnée mobilisant des chercheurs de différentes communautés STIC (statistiques, analyse de données, apprentissage et informatique) sur des applications concrètes liées à de grandes masses de données.

IMPACTS

Résultats majeurs

En sélection de modèle, une approche statistique de type décisionnelle, fondée sur une problématique d'estimation de coût, a permis d'élaborer une nouvelle procédure de sélection de variables dans le modèle de régression linéaire. Cette procédure peut être appliquée dans un contexte distributionnel plus général que le modèle gaussien : le cadre des lois à symétrie sphérique, autorisant la dépendance entre les composantes du vecteur d'erreur et une robustesse théorique, que n'ont pas la plupart des méthodes classiques. En classification croisée, des modèles de mélange croisés ont été proposés. Pour l'estimation des paramètres, des algorithmes de type EM ont été développés, alors que des stratégies d'initialisation et de recherche de nombres de blocs ont été adoptées. Les applications, ainsi que les comparaisons avec des méthodes classiques sur des données synthétiques et réelles, sont encourageantes. D'autres approches de type ensemble et de factorisation s'avèrent aussi intéressantes.



Classification simple et croisée sur un tableau binaire. (1) tableau binaire de taille 10x7, (2) tableau réorganisé suivant une classification simple, (3) tableau réorganisé suivant une classification croisée, (4) résumé du tableau de taille 3x3.

Le projet CLASSEL est coordonné par le LITIS (Université et INSA de Rouen) et associe HEUDYASIS (CNRS, Université de Compiègne) et le LIPADE (Université Paris Descartes). Ce projet a démarré en mars 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'un financement ANR de 319 k€ pour un budget total de 1,35 M€.

Production scientifique et brevets

2 papiers sur la sélection de modèle : dans Statistical Science et à la conférence SFC 2011. Des papiers relatifs croisée dans Neurocomputing, ICMLA'10, ECML'10, ICONIP'11 et SFC'11.

Contact : Dominique Fourdrinier, dominique.fourdrinier@univ-rouen.fr, www.hds.utc.fr/classel/

Programme Blanc, édition 2007

Projet MGA

Modélisation probabiliste pour l'apprentissage statistique

Modèles graphiques probabilistes

Les modèles graphiques probabilistes constituent un cadre puissant et flexible pour exprimer des dépendances statistiques pour les données complexes multivariées. Ils permettent de construire des modèles globaux de phénomènes complexes à partir de modèles locaux simples. A travers son développement rapide depuis les années 1990, la recherche sur les modèles graphiques a toujours été conduite très proche de ses domaines d'application, fournissant de nouveaux outils, théories et algorithmes aux chercheurs de différents domaines, comme le traitement du signal, le traitement du texte, le traitement de l'image et la bioinformatique. Les modèles graphiques représentent maintenant un langage commun à tous ces domaines, permettant à un domaine de profiter rapidement des avancées algorithmiques d'un autre domaine et d'identifier clairement les verrous méthodologiques communs.

Méthodologie et applications interdisciplinaires

L'objectif de ce projet est de faire avancer l'état de l'art méthodologique de la recherche en modélisation probabiliste, tout en appliquant ces avancées à différents domaines d'application. La composition de l'équipe du projet tient compte de ce double objectif : une forte composante méthodologique, ainsi que des experts dans chacun des domaines (traitement du texte, vision artificielle et bioinformatique) qui motivent et bénéficient immédiatement des avancées théoriques et algorithmiques.



Exemple de reconnaissance d'un objet déformable.

Le projet MGA est coordonné par l'INRIA, il associe le Laboratoire Traitement et Communication de l'Information (LTCI) de Télécom ParisTech, le centre de Bioinformatique de l'Ecole des Mines de Paris et le laboratoire IMAGINE de l'École des Ponts ParisTech. Le projet a commencé en mai 2008 pour une durée de 36 mois : il bénéficie d'une aide ANR de 200 k€ pour un coût global de l'ordre de 800 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Nous avons obtenu de nouveaux résultats méthodologiques (apprentissage « multi-tâche », inférence dans les modèles graphiques, estimation en ligne dans les modèles graphiques, méthodes parcimonieuses structurées) ainsi que des avancées dans plusieurs domaines : traitement du texte (développement d'une approche de sélection de caractéristiques pour le traitement automatique des langues), vision artificielle (méthodes parcimonieuses pour la vision artificielle, reconstruction 3D, appariement de graphes d'ordre supérieur à 2) et bioinformatique (classification de données de puces à ADN, comparaison de réseaux).

Production scientifique et brevets

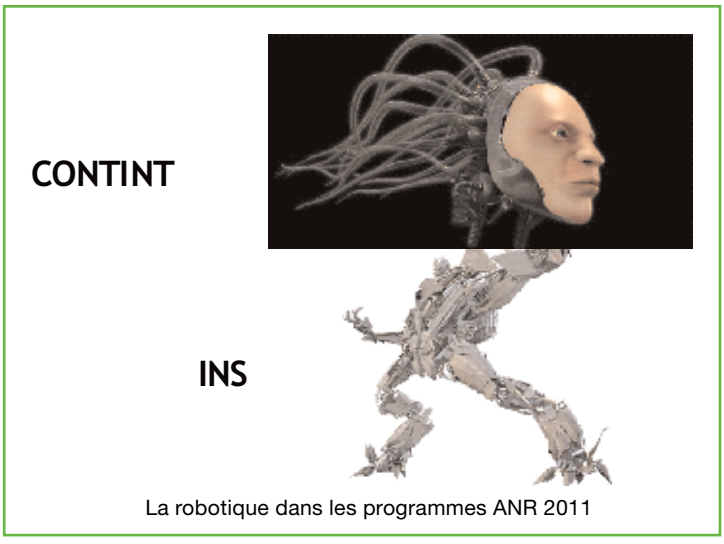
Grâce au financement de l'ANR et notamment l'embauche de 4 post-doctorants, le projet a donné lieu à plus de 25 publications dans des conférences et journaux internationaux.

Contact : Francis Bach, francis.bach@ens.fr, www.di.ens.fr/~fbach/

2 LA ROBOTIQUE, LA CONFRONTATION AU MONDE RÉEL ET LA BIO-INSPIRATION

Le domaine de la robotique possède de nombreuses dimensions et couvre un très vaste champ scientifique et technologique. Cette discipline associe non seulement la mécanique et mécatronique, l'électronique (capteurs tels que systèmes de perception, de vision, actionneurs), le contrôle-commande, l'architecture, l'ingénierie système, mais aussi la communication tant entre les robots qu'avec les humains en intégrant la cognition, l'analyse et l'expression de comportements et d'émotions. La collaboration entre entités artificielles ou avec des opérateurs humains (la cobotique) est un champ de recherches très important dans lequel les problèmes de sécurité sont primordiaux. C'est, entre autres, un des domaines des STIC où la bio-inspiration a pris une place importante, nombre d'équipes cherchent à « imiter la vie » pour concevoir des robots plus souples, plus adaptatifs, dotés de fonctionnalités particulières (ramper, nager, voler…).

[1] http://www.gdr-robotique.org/



La robotique dans les programmes ANR 2011

Enfin, il s'agit d'un domaine où les applications jouent un très grand rôle tant du point de vue économique – par exemple avec le vaste marché de la robotique industrielle, ou avec celui naissant de l'assistance à la personne – que du point de vue des orientations de recherche, car toute nouvelle science ou technologie robotique développée se voit rapidement confrontée à la réalité, les robots étant situés dans le monde réel et en interaction avec lui. Ce retour immédiat de la réalité génère inévitablement de nouveaux défis de recherche.

Le Groupement de Recherche Robotique du CNRS est organisé selon les principaux sous-domaines de la robotique :

- La robotique médicale
- Les véhicules autonomes (terrestres et aériens)
- La manipulation robotisée à différentes échelles
- Les architectures de commande avancée de systèmes robotiques
- Les interactions entre les systèmes robotiques et les utilisateurs
- La conception d'architectures mécaniques et mécatroniques innovantes
- Les robots humanoïdes
- La neuro-robotique

Comme il a été précisé en introduction, dans ce cahier nous ne nous intéressons qu'à la partie « cognition, perception, collaboration » de la robotique ; les aspects mécaniques ou technologiques du système de base – notamment mécanique, contrôle-commande, capteurs, actionneurs, architectures et plates-formes logicielles « couches basses » - en étant écartés car trop distants du sujet principal que sont les systèmes intelligents. Les sous-domaines concernés sont ceux soulignés ci-dessus, sachant que seulement

une partie la robotique médicale est présente dans les projets qui suivent.

L'action de l'ANR sur la robotique a été fortement visible à partir de 2006 avec la création du programme PSIROB (Programme Systèmes Interactifs et Robotiques), qui a financé une petite trentaine de projets sur ses deux années d'existence. Par la suite, à partir de 2008, plusieurs programmes STIC ont soutenu des recherches en robotique : ARPEGE (Systèmes Embarqués et Grandes Infrastructures) pour les couches mécatroniques, système, contrôle-commande, CONTINT (Contenus et Interactions) pour les couches de perception, cognition, collaboration, interaction avec l'humain. Quelques projets de robotique plus en rupture ont été soutenus par le programme DEFIS (Domaines Emergents) entre 2008 et 2009, ainsi que dans les programmes non thématiques. Cette répartition de la robotique entre deux grands programmes a été conservée dans la programmation 2011, comme illustré de manière très caricaturale ci-dessus, entre CONTINT (Contenus Numériques et Interactions) pour la tête des robots, et INS (Ingénierie Numérique et Sécurité), pour leurs jambes.

Sur toute la période, le programme TECSAN (Technologies pour la Santé) a soutenu des recherches en robotique pour les besoins de ce grand domaine d'application qu'est la santé et notamment l'assistance à la personne et l'assistance au geste opératoire. Quelques autres projets sur la coopération homme-robot ont été financés dans les programmes de Sciences Humaines et Sociales.

LES ROBOTS EXPLORATEURS

Une des applications phares de la robotique est l'exploration d'espaces difficiles d'accès ou dangereux pour l'homme notamment pour des applications de cartographie, de sécurité voire d'intervention ou de sauvetage. L'espace peut être intérieur (dans un immeuble, dans une usine ou une centrale), extérieur (dans une exploitation agricole, sur une planète distante, sur un théâtre d'opérations), aquatique (robots sous-marins), voire même dans des environnements contraints comme l'intérieur d'un tunnel ou d'un accélérateur de particules. Dans la plupart des cas, le robot devra effectuer une cartographie de l'espace s'il n'est pas précisément connu, s'y repérer en localisant et se référant à des points singuliers – appelés *amers* – et éventuellement se coordonner avec d'autres robots dans le cas d'une flotte de robots explorateurs qui se répartissent des régions de l'espace. La technologie largement utilisée pour la cartographie et la localisation est le SLAM (Simultaneous Localisation And Mapping), exploitant le plus souvent des données 3D fournies par des nappes capteurs laser, et appliquant un algorithme numérique itératif convergeant vers une carte exacte et une localisation précise au sein de la carte. Bien entendu des données provenant de systèmes d'information géographiques peuvent être exploitées lorsqu'on en dispose, ce qui n'est pas toujours le cas.

Les projets du défi CAROTTE portent sur l'exploration d'environnements intérieurs inconnus. Deux projets présentés dans ce cahier traitent de l'exploration de zones en environnement extérieur, avec des facettes sensiblement différentes : 2RT-3D a travaillé sur l'amélioration d'un imageur laser pour robot mobile permettant de reconstruire en 3D un environnement inconnu, et ce avec une portée de l'ordre de 80 m, ce qui est nettement supérieur à ce qu'il était possible de faire auparavant. Le projet IMPALA a développé pour l'IRSTEA un radar pano-

LE DÉFI ANR-DGA CAROTTE

Que ce soit en milieu naturel ou urbain, il est fréquent que l'environnement dans lequel évoluent les robots soit mal connu ou/et évolutif. Cette incertitude est préjudiciable à la réalisation des missions, notamment celles concernant l'exploration de zones dangereuses.

Dans ce contexte, de petits engins terrestres non habités (UGVs) peuvent être utilisés pour suppléer l'homme grâce à leurs capacités de reconnaissance. Une des facultés clé de ces systèmes robotisés est leur capacité à collecter de l'information sur leur environnement, et à l'analyser afin de fournir des informations sur la configuration des lieux (cartographie) et la reconnaissance et localisation d'objets d'intérêt. L'autonomie maximale des robots doit aller de pair avec la robustesse du système vis-à-vis par exemple des interruptions de communication.

Pour améliorer les capacités de localisation, de cartographie de bâtiments et d'analyse de terrain en milieu urbain, la DGA et l'ANR ont initié un défi intitulé CAROTTE (CArtographie par RObot d'un TErritoire). Cinq consortia composés d'équipes académiques et de partenaires privés sont en compétition sur trois ans, avec une semaine d'épreuves chaque année à la suite desquelles le jury composé de spécialistes de robotique proclame le vainqueur de l'édition annuelle.

Objectifs du défi :

- Faire progresser l'innovation et l'état de l'art en robotique dans le domaine perception – cognition pour des applications duales (défense et sécurité, protection civile, assistance à domicile, robot compagnon) ;
- Susciter des rapprochements entre chercheurs et industriels issus de la robotique et de domaines connexes (réalité augmentée, jeu, analyse image, indexation, sémantique…).

Ce défi permet de vérifier la capacité des petits robots terrestres pour des missions de reconnaissance en milieu fermé non totalement structuré. Des innovations sont apportées dans le domaine de l'intelligence artificielle embarquée (perception, reconnaissance, fusion de donnée, cartographie sémantique, localisation en intérieur, architecture de contrôle et autonomie) avec des possibilités d'avancées dans d'autres domaines (mobilité, planification de mission et supervision, interfaces homme - machine…).

ramique effectuant une rotation complète de 360°, qui donne une image de nature très différente des faisceaux laser puisque capable de distinguer en un seul passage des objets au même angle de visée mais à des profondeurs différentes.

Le projet R-DISCOVER combine une exploration aérienne par un drone fourni par Thalès, avec une flotte de dix robots terrestres, pour explorer une zone inconnue à des fins de sauvetage. Le drone fournit une vision aérienne globale qui est complétée par la vision partielle de chaque robot terrestre. La validation finale du système complet est prévue sur le site expérimental Pavin de l'Université Blaise Pascal à Clermont-Ferrand.

Deux projets de robotique sous-marine complètent cette partie : CONNECT a développé des méthodes et algorithmes permettant à une flottille de cinq robots sous-marins de se coordonner pour rechercher des sources de polluants ou d'eau douce à des fins de dépollution. Comme pour le projet C_FLAM, dont le but est d'explorer des fonds sous-marins, la communication entre robots sous-marins est un élément critique puisque extrêmement limitée en environnement aquatique : de l'ordre de 100 bits/s. Les

deux projets ont développé et utilisé un simulateur, en raison du coût important des essais en situation réelle. C_FLAM met également en œuvre une approche multi-agents, basée sur le paradigme agents/groupes/rôles proposé par Jacques Ferber au LIRMM.

LES ROBOTS AU TRAVAIL

Cette partie couvre le domaine des robots « intelligents » en contexte industriel ou opérationnel ; si les robots préprogrammés sont les plus nombreux en service à l'heure actuelle, l'évolution conduit à doter les robots industriels de capacités avancées de perception, d'interprétation de scène et donc d'adaptation à des contextes changeants. Parmi ces contextes, la présence d'opérateurs humains à proximité du robot conduit à prendre des mesures particulières de sécurité, mais peut également conduire à réfléchir de manière plus profonde à la collaboration entre humains et robots au travail, soit pour éviter des interactions non désirées (chocs), soit au contraire pour réaliser certaines tâches de manière coordonnée. Il est également possible, et cela devient une pratique, de faire apprendre un geste technique à un robot en lui faisant imiter le geste de l'humain, qu'il soit appris à partir d'un système de vision ou grâce à un système de réalité virtuelle ou d'un bras à retour d'effort.

Les projets présentés dans cette partie disposent donc tous de capteurs, souvent visuels mais aussi faisant appel à d'autres modalités, afin de percevoir leur environnement. Des algorithmes de traitement d'image et de signal sont indispensables à la conversion des informations en données exploitables pour exécuter les actions désirées réalisées au moyen d'actionneurs spécifiques à la tâche.

C'est ainsi que le ROBM@RKET, plusieurs fois primé, travaille dans le cadre des entrepôts de la grande distribution, pour la préparation de commande ; le robot chariot manutentionnaire développé se déplace de manière autonome pour atteindre un rayonnage particulier pour saisir et transporter un objet désiré avec son bras articulé. La PME rennaise BA Systèmes a pu construire une nouvelle offre commerciale à la suite de ce projet, le premier projet de sa jeune histoire dans lequel elle collaborait avec des organismes de recherche.

Le projet ARMS applique des technologies de capteurs intelligents et de perception active à un domaine jusqu'ici peu abordé par la robotique, celui de l'industrie agroalimentaire. Plus précisément, il s'agit de concevoir un système multi-bras pour découper de la viande de bœuf, ce qui implique d'être capable de prendre en compte les différentes matières rencontrées : os, muscle, articulations. De la viande au safran, la transition est un peu en queue de poisson : le robot du projet ASAROME est un voilier autonome, capable de naviguer en mer sans équipage. Disposant de multiples capteurs embarqués, et s'appuyant sur une modélisation complète de son comportement, le voilier pourra exécuter des missions de recueil de données sur les océans.

Les deux derniers projets de cette partie travaillent sur la coopération homme-robot. R-Blink vise à améliorer les mouvements du grand robot HRP-2 d'origine japonaise dont un exemplaire est disponible au CNRS/LAAS, afin de lui permettre de se déplacer dans les environnements peuplés d'humains sans risquer de collisions indésirables. Enfin, le projet ICARO a pour objectif le développement d'outils pour améliorer et simplifier l'interaction des robots industriels avec les hommes

et avec leur environnement. Il travaille sur des cas d'application dans deux secteurs stratégiques pour la France : l'automobile et l'aéronautique.

LES ROBOTS BIO- ET NEURO-INSPIRÉS

La bio-inspiration et la neuro-inspiration ont pris une place de choix dans l'univers de la recherche en robotique. Le colloque sur la robotique bio-inspirée qui s'est tenu à Nantes en avril 2011 présentait les motivations pour concevoir des robots inspirés du vivant : « ramper comme les serpents, nager comme les poissons, voir comme les mouches, voler comme les insectes, exploiter les énergies disponibles, réaliser l'intégration sensori-motrice avec un système nerveux… »[(2)]. Les thématiques mobilisées sont nombreuses lorsque l'on cherche à développer des robots bio-inspirés : biologie et sciences du vivant ; neurosciences ; sciences de l'environnement, de l'énergie ; étude du mouvement (mécanique des fluides, aérodynamique, mécanique) ; technologies de l'information ; sciences humaines et sociales notamment pour les systèmes multi-agents. Cette pluridisciplinarité indispensable constitue une richesse mais aussi un défi pour des spécialistes de communautés très différentes qui doivent se rapprocher et collaborer.

Réunir dans le même projet un biologiste marin spécialiste de l'anguille, un traiteur de signal qui raisonne en temps-fréquence, un mécanicien capable d'assembler une rotule artificielle, et un informaticien qui conçoit des logiciels embarqués sur microcircuits, est un véritable exploit réussi par le projet RAAMO, robot anguille qui s'oriente sous l'eau en émettant des ondes électromagnétiques, percevant son environnement proche grâce aux réflexions captées par une écaille artificielle. Le projet franco-chilien KEOPS se situe dans la problématique spécifique de l'amélioration de notre compréhension du fonctionnement de la rétine, afin de concevoir des nouvelles méthodes de vision artificielle utilisant des opérateurs innovants de détection d'événements : pour cela il fait appel à une modélisation physique et informatique, conjointement avec un ensemble d'expérimentations conduit par des biologistes sur des cellules de rétines animales.

Plusieurs projets sont au carrefour de la robotique, des neurosciences et de la biologie. Le projet ABILIS met en synergie neurosciences et biomécanique pour concevoir une main robotique à quatre doigts dont les capacités de préhension seraient supérieures à l'existant. LOCANTHROPE, un projet qui utilise le robot HRP-2 du LAAS cité plus haut, concerne l'analyse de la locomotion humaine afin de rendre plus réalistes les déplacements de robots humanoïdes. EVONEURO a pour but d'optimiser des réseaux de neurones au moyen d'algorithmes d'évolution artificielle, afin de concevoir des modèles de cerveau donnant aux robots des comportements cognitifs. Il se base également sur des expérimentations animales pour acquérir des données représentatives. Enfin, le projet blanc NEUROBOT vise à réaliser des systèmes de contrôle robustes et adaptatifs, en comprenant et en reproduisant de façon efficace la façon dont le cerveau mémorise et organise l'information à différentes échelles de temps, puis à en implémenter un modèle dans un robot mobile. Aussi, le projet INTERACT vise à proposer une nouvelle manière d'envisager la robotique interactive pour des robots devant apprendre, de manière autonome, de nouvelles compétences en interaction avec des humains.

« AGENTS CONVERSATIONNELS ANIMÉS, ÉMOTIONS »

Les agents conversationnels animés (ACA), autrement appelés avatars, sont entre autres les personnages virtuels rencontrés dans les jeux, dans les logiciels, et sur certains sites internet pour conseiller sur la démarche à suivre dans l'utilisation du site ; ils ont été popularisés par le compagnon « Trombine », le trombone animé de Microsoft Office ; ils doivent non seulement connaître parfaitement la structure et le fonctionnement du site, afin d'apporter des réponses pertinentes aux questions des utilisateurs, mais aussi comprendre les intentions de ces derniers, afin de pouvoir éventuellement prendre des initiatives ; enfin, une valeur ajoutée peut consister à exprimer des émotions ce qui permet de créer un certain niveau d'empathie entre machine et utilisateur.

Les recherches sur les ACA entrent dans le cadre de l'intelligence artificielle et de la robotique : un ACA, comme un robot, doit interpréter des demandes de l'utilisateur, qu'elles soient saisies en langage naturel, parlées, ou exprimées sous forme de gestes ; il doit conduire des raisonnements sur le parcours à suivre dans le site ; il doit communiquer ce parcours et si possible exprimer des émotions sous forme intelligible par l'homme. Il s'agit généralement d'un travail pluridisciplinaire demandant la participation d'informaticiens, de chercheurs en sciences humaines et sociales (ergonomie, psychologie, cognition…), voire de spécialistes de santé ou de handicap. L'ANR soutient donc ces recherches dans des programmes de ces diverses disciplines et dans des programmes transverses.

Le projet « Audiovisuel et Multimedia 2007 » SIGNCOM portait sur un avatar capable de dialoguer en langage des signes avec un utilisateur malentendant : l'avatar devait non seulement s'exprimer sous forme de signes, ce qui nécessite la mise au point d'une synthèse gestuelle adaptée, mais également reconnaître les signes effectués par l'utilisateur, et ce au moyen d'un apprentissage sur une grande base de gestes enregistrés. Le projet DYNEMO du programme CORPUS en Sciences Humaines et Sociales a constitué un corpus annoté de plus de 300 vidéos de personnes exprimant des émotions, diffusé gratuitement, qui constitue ainsi une base intéressante pour des applications de reconnaissance faciales d'émotions dans les applications. Le projet « Technologies Logicielles » Affective Avatars portait sur le pilotage d'avatars par la voix, en analysant le timbre de la voix de l'utilisateur, puis en modifiant en temps réel la voix et la gestuelle de l'avatar pour mieux entrer en synergie avec l'humain, avec des applications potentielles dans les domaines des jeux vidéo et du e-learning. Enfin, le projet « Contenus et Interactions » CECIL s'intéresse au rendu d'émotions complexes par un avatar. Pour cela il fait appel à plusieurs technologies citées plus haut : modélisation par un langage dédié, raisonnement sur les émotions, rendu 3D en temps réel.

LES ROBOTS AIDANTS ET EMPATHIQUES

La conception de robots d'assistance à la personne pose de nouvelles exigences à la communauté robotique ; non seulement ces robots doivent être capables de réaliser des tâches multiples de manière efficace, mais il est également important qu'ils puissent comprendre les demandes de l'humain, produire un feedback démontrant que la demande a été comprise ; mieux, il est envisagé que les robots puissent interpréter l'état émotif de leur utilisateur, et expriment eux-mêmes des émotions que ce soit par des expressions faciales, ou par un changement de ton de leur voix. En complément de cela, il est évidemment crucial que le robot puisse opérer en toute sécurité, ne soit jamais en situation de faire du

[2] http://www.emn.fr/z-dre/bionic-robots-workshop/index.php?page=bio-inspired-robots

mal à son propriétaire, respectant ainsi la première loi d'Asimov.

Les projets de robots aidants et empathiques s'intéressent donc à tous ces aspects, et ce avec des robots de taille et d'apparence diverses, humanoïde, animal, ou non. Le projet TECSAN ARMEN conçoit un robot d'assistance pour le maintien à domicile des personnes en perte d'autonomie. Le robot est basé sur la plate-forme mobile ROBULAB-10 de Robosoft, complétée par un bras manipulateur ; il utilise également un personnage virtuel pour exprimer des émotions. Les projets SCAD et RobAutiSTIC sont destinés à des personnes souffrant de troubles du comportement ; SCAD se concentre sur les difficultés d'interaction sociale entre patient et robot, interprète les mouvements des agents humains et artificiels, afin d'améliorer les coordinations motrices ; RobAutiSTIC propose de réaliser un robot mobile jouant avec un enfant autiste, qui constitue une sorte d'interface ludique entre l'enfant et l'adulte thérapeute. Enfin, EMOTIROB est un ours en peluche expressif, qui détecte l'état émotionnel de l'enfant, conduit des raisonnements à son sujet, et communique en retour son émotion par des expressions de son visage.

LA PLATE-FORME PROTEUS

Cette section robotique se termine avec le projet PROTEUS, plate-forme communautaire pour la recherche en robotique. Initiée par le club des partenaires industriels du GDR Robotique, PROTEUS a pour but « de créer un portail pour la communauté robotique française afin de faciliter les transferts de connaissances et de problématiques en son sein. Le portail est constitué de plusieurs parties dont un point clé est l'outillage logiciel capable de traiter les considérations 'domaine métier' et les considérations orientées logicielles. Des challenges sont organisés afin de valider la plate-forme et diffuser son existence aussi bien auprès de la communauté robotique que des étudiants. La plate-forme passera sous la responsabilité du GDR Robotique et plus particulièrement du groupe de travail en charge des aspects outillages à la fin du projet afin d'assurer sa pérennité. »

Il est très important que la communauté nationale de robotique se mobilise autour d'un projet de cette envergure, et que sa pérennité soit effectivement assurée afin que la dynamique ne soit pas perdue à la fin du financement accordé par l'ANR. ■

Programme Systèmes Interactifs et Robotique, édition 2006

Projet 2RT-3D

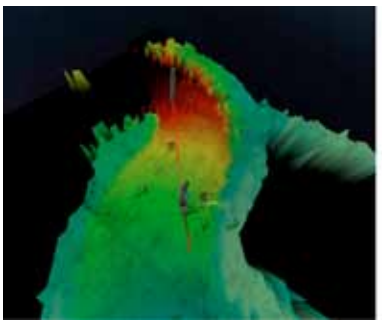
Reconstruction de l'environnement en 3D pour la navigation autonome de robots mobiles terrestres

Amélioration des capacités de navigation autonome des robots mobiles intervenant en milieux extérieurs ouverts

Le projet 2RT-3D est motivé par la nécessité de disposer de méthodes pour la reconstruction de l'environnement en 3D et pour l'analyse de scène, méthodes qui soient suffisamment performantes et robustes pour pouvoir être embarquées à bord d'un robot mobile se déplaçant dans un environnement extérieur ouvert, en tout terrain. Pour être utilisables en conditions réelles, ces méthodes doivent être en mesure d'apporter aux couches algorithmiques chargées de la navigation autonome de ce robot, une description de l'environnement suffisamment précise et fiable, et rafraîchie à une cadence suffisamment rapide, pour que ces couches soient en mesure d'assurer la planification de l'itinéraire et le contrôle de la trajectoire du robot, y compris le contournement d'obstacles.

Exploitation de mesures de distances acquises par le biais d'un imageur laser à balayage 3D

La plupart des travaux actuels se contentent de fonctionner dans des environnements intérieurs, à des portées maximales d'environ 10 à 20 m. Le projet 2RT-3D traite d'environnements extérieurs réels, avec des portées supérieures à 80 m, autorisant ainsi à terme la navigation à vitesse importante. Du fait de la technologie employée (divergence du faisceau laser), les mesures obtenues sont d'autant moins précises que la distance augmente. Les méthodes mises en oeuvre en tiennent compte, par exemple à travers l'élaboration de cartes d'élévation présentant des mailles de taille variable. L'analyse des mesures télémétriques permet aussi de reconnaître certaines classes d'objets telles que surfaces, structures linéaires, structures éparpillées... pour aider à la navigation des robots. Elle permet en outre l'identification d'amers dans la scène qui peuvent être utilisés pour de la localisation et du recalage.



Modèle Numérique de Terrain reconstruit par le robot au fil de son déplacement (la couleur de chaque maille est fonction de l'altitude).

2RT-3D est un projet de recherche industrielle, coordonné par la PME Robosoft Pges en partenariat avec THALES Optronique et le LAAS-CNRS. Ce projet a débuté en juin 2007 pour une durée de 41 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 445 k€ pour un budget total de 783 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet a permis le test et la qualification approfondie d'un imageur laser 3D performant. De nouvelles méthodes de calibrage ont été conçues pour améliorer la précision de ce capteur. Des campagnes expérimentales ont été menées pour enregistrer des données capteurs dans des environnements extérieurs variés. Ces données ont ensuite été compilées et mises à disposition de la communauté scientifique sur le site web du projet. Des algorithmes de reconstruction de l'environnement, d'estimation de la traversabilité du terrain et de guidage du robot ont été développés et testés : en simulation, en rejouant des données réelles enregistrées, et en embarqué. Ils ont permis de valider l'intérêt du capteur utilisé pour la navigation en environnement extérieur ouvert.

Production scientifique et brevets

Les travaux de calibrage de l'imageur laser (modèle Velodyne HDL-64E) ont donné lieu à un article présenté lors de la conférence internationale IROS'2010 à Taipei (Taiwan) : *"Calibration of a rotating multi-beam Lidar"* (Muhammad, Lacroix). Les rapports produits par les partenaires du projet sont disponibles sur la page « Publications » du site web 2RT-3D.

Contact : Aubert Carrel, aubert.carrel@robosoft.fr, www.pges.fr/2rt3d

Programme Systèmes Interactifs et Robotique, édition 2006

Projet IMPALA

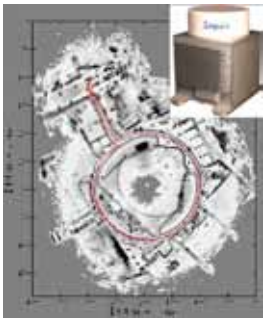
L'imagerie radar pour améliorer la localisation des robots mobiles en environnement extérieur

Accroitre l'autonomie et la sécurité des moyens d'intervention

Alors que la robotique destinée aux milieux intérieurs a atteint un niveau de maturité permettant d'envisager un développement industriel rapide, l'expansion de la robotique d'extérieur nécessite encore la levée de quelques verrous. Les études montrent que les secteurs comme la sécurité civile, qui sont demandeurs de nouveaux moyens d'action robotisés, sont appelés à intervenir dans des scénarii de catastrophes naturelles ou d'accidents industriels, où la fiabilité des systèmes est un paramètre essentiel. L'emploi de la technologie radar comme système de perception apparaît très prometteuse pour étendre les performances et la robustesse des systèmes robotisés, avec un fonctionnement par tous les temps, de nuit comme de jour, et la possibilité de détecter simultanément des obstacles fixes ou mobiles. L'utilisation combinée du radar et des techniques de «localisation et de cartographie simultanées » constitue une alternative aux systèmes de localisation précis mais coûteux tels que le GPS cinématique qui, de surcroit peuvent être perturbés par des masquages dus aux bâtiments ou à la végétation. La capacité à construire une carte locale de l'environnement au fur et à mesure du déplacement est un atout supplémentaire offert aux robots et aux engins d'intervention appelés à évoluer dans des environnements inconnus.

Le Radar, un système de perception original

Basé sur l'émission d'une onde électromagnétique dans les radiofréquences, le radar est capable de détecter des obstacles en fournissant leur distance et leur vitesse. A la différence du laser, son large faisceau de balayage lui permet de distinguer en un seul passage plusieurs obstacles situés dans le même angle de visée. Lorsque l'antenne tourne dans le plan horizontal, une image radar « panoramique » se forme, où apparaissent les échos provenant des obstacles fixes et mobiles de l'environnement. Si le radar est embarqué sur un véhicule qui se déplace dans un espace inconnu, on obtient au fur et à mesure du déplacement une succession d'images panoramiques. A partir de ces informations, des algorithmes spécifiques basés sur les techniques de SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) ont été développés pour construire simultanément la trajectoire du véhicule et la carte locale de sa zone d'évolution. L'ensemble a été implémenté sur le véhicule démonstrateur R-Trooper de THALES et testé en conditions climatiques variées dans des environnements représentatifs des situations rencontrées sur le terrain.



Associé à des algorithmes de SLAM, le Radar permet à un véhicule de se localiser tout en construisant au cours du déplacement une carte de son environnement.

Le projet IMPALA est un projet de recherche industrielle coordonné par le CEMAGREF. Il associe le Laboratoire des Sciences et Matériaux pour l'Electronique et d'Automatique de Clermont-Ferrand, ainsi que THALES Optronique S.A. Le projet a débuté en juin 2007 et s'est terminé en juin 2011. Il a bénéficié d'une aide ANR de 436 k€ pour un coût global de 1,5 M€. Il a été labellisé par le pôle de compétitivité ViaMéca.

IMPACTS

Résultats majeurs

Un des résultats marquants du projet a été de montrer l'intérêt d'associer un radar hyperfréquence à des techniques de localisation et de cartographie simultanées, association qui doit permettre de répondre aux besoins et aux contraintes de fonctionnement particulièrement exigeantes rencontrées en robotique mobile d'extérieur. Le projet se tourne aujourd'hui vers des applications de cartographie environnementale, notamment le suivi de cours d'eau, avec le démarrage d'un projet Emergence de l'ANR et le soutien du pôle de compétitivité ViaMéca qui l'accompagne dans sa valorisation industrielle.

Production scientifique et brevets

Une quinzaine de communications ont été présentées dans des conférences internationales et nationales : IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems, IEEE International Conference on Robotics and Automation, IEEE International Conference on Radar Systems... Ces publications positionnent des travaux originaux qui associent le SLAM et les données radar. Les premières applications environnementales de cartographie radar ont aussi fait l'objet de communications dans des congrès tels que IEEE European Conference on Ocean and Coastal Observations.

Contact : Marie-Odile Monod, marie-odile.monod@cemagref.fr, https://impala.cemagref.fr/

Programme Contenus et Interactions, édition 2008

Projet R-DISCOVER

Des robots coopératifs et auto-organisés au service de l'exploration et le sauvetage

Coopération entre un drone et des robots mobiles terrestres pour l'exploration

Un challenge important en robotique est de déployer un réseau de robots mobiles pour optimiser la couverture de zones soumises à un désastre naturel ou humain, et aider dans la recherche et des tâches de secours. Dans ce type de situations, les actions de sauvetage sont souvent limitées par l'incapacité à atteindre certaines zones, le manque d'information, d'observabilité et de localisation des objectifs. Les robots peuvent fournir une aide précieuse à cette recherche. Le projet R-Discover ouvre des perspectives nouvelles pour l'exploitation de systèmes robotiques autonomes dans des situations de sauvetage. Il vise à déployer un réseau décentralisé avec coordination entre un drone et une flotte de robots terrestres pour l'exploration et la couverture visuelle des zones à explorer, et ceci sans aucune connaissance a priori du terrain.

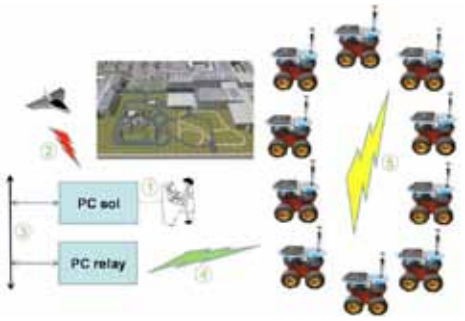
Coordination décentralisée et couverture visuelle optimisée des espaces explorés

La démarche utilisée dans R-Discover s'appuie sur la coordination entre une vision globale aérienne du site à explorer, fournie par un drone, et des visions multiples locales des robots terrestres. La perception globale permet d'initialiser la mission des robots au sol et de préciser les objectifs globaux. Les perceptions locales des robots terrestres sont issues de capteurs de vision omnidirectionnelle couvrant un champ visuel de 360° et permettant aux robots de naviguer et d'explorer leur milieu local.

Le projet aborde deux aspects et champs de recherche importants :

- la répartition spatiale des robots, sans coordination centrale, mais en fonction des objectifs globaux et des interactions des robots et de leurs perceptions locales,
- la vision omnidirectionnelle et des traitements adaptés pour l'extraction d'information pertinente de la scène, l'exploration et la navigation des robots vers les objectifs sur un terrain inconnu et dynamique.

Ces aspects sont développés du point de vue théorique, mais sont aussi confrontés du point de vue pratique via l'expérimentation avec des robots dans des conditions réelles sur le site expérimental Pavin.



Architecture du projet R-Discover avec un drone et une flotte de robots terrestres.

R-Discover est un projet de recherche fondamentale coordonné par le laboratoire MIS (Modélisation, Information, Systèmes) de l'université de Picardie Jules Verne. Il associe Thalès, ainsi que le LASMEA de l'université Blaise Pascal, le GREYC de l'université de Caen, et LIP6 de l'université Paris 6. Le projet a commencé en décembre 2008 pour une durée de 48 mois : il bénéficie d'une aide ANR de 850 k€ pour un coût global de 2,7 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les résultats marquants à ce niveau d'avancement du projet concernent :

- la répartition spatiale décentralisée et auto-organisée des robots terrestres sur la base de la carte globale initiale fournie par le drone,
- ainsi que les traitements de vision au sol pour l'extraction de l'espace libre, la navigation des robots et la construction de mémoire visuelle des espaces explorés. Ces résultats ont été démontrés sur des robots réels, lors des expérimentations des premiers scénarii du projet sur le site expérimental Pavin.

Production scientifique et brevets

Plusieurs publications dans des conférences internationales et revues ont été réalisées dans le cadre du projet. Les principales publications couvrent la perception par vision omnidirectionnelle (dont ICIP'10, ICRA'11, ICIP'11), la répartition spatiale des robots par un modèle décisionnel markovien décentralisé (PAAMS'11, JFSMA'11, MAG'11), la coordination multirobots pour le rassemblement, l'exploration et le maintien de formations (dont SSS'09, Opodis'10, Sirocco'09, IPL'10, TCS'10, IROS'10.

Contact : Ouiddad Labbani-Igbida, ouiddad.labbani@u-picardie.fr, http://mis.u-picardie.fr/R-Discover/

Programme Systèmes Interactifs et Robotique, édition 2006

Projet CONNECT

Recherche et localisation coopérative par une flotte d'engins sous-marins autonomes

Recherche d'une source d'eau douce par la coopération de 5 agents autonomes

Ces dernières années, nous avons pu remarquer la dégradation de l'état des mers et océans causée par de multiples pollutions. Un scénario d'étude élaboré avec l'Ifremer vise à localiser les sources de ces polluants, suite à un naufrage ou bien, à l'inverse, des sources d'eau douce pour les exploiter.

Nous sommes partis d'une configuration simple où une flottille de 5 sous-marins autonomes du type AsterX équipés de capteurs de salinité devra localiser, sans intervention humaine, une source d'eau douce.

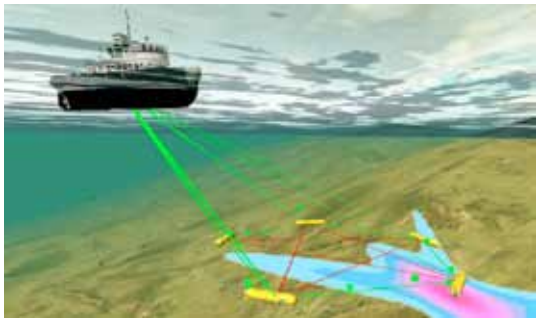
Nous avons choisi des stratégies de coopération avec la mise en commun des informations de chaque véhicule afin d'exploiter au maximum ces véhicules et de réduire le temps de l'exploration. En effet, une telle journée d'exploration mobilise un bateau côtier de l'Ifremer et 5 AsterX, et coûte près de 16 000 €.

Premier défi à relever : la difficulté à établir une communication fiable en milieu sous-marin. Or ceci est un point clé pour obtenir une coopération efficace. En effet, en communication acoustique sous-marine, nous ne pouvons envoyer plus de quelques dizaines de données numériques par seconde, les données envoyées subissent un retard de l'ordre de la seconde et environ 10 % des envois sont perdus.

Une stratégie de coopération robuste aux pertes de communication

Le second défi concerne le contrôle de formation. Dans une première phase de prospection des véhicules se déplaçant en forme de V. Dès qu'un agent détecte une variation significative de la salinité, la flottille se regroupe alors en une forme circulaire. Ce type de formation permet des déplacements moins rapides que la formation précédente mais offre une plus grande flexibilité pour se déplacer dans toutes les directions. Pour obtenir et maintenir cette formation, les sous-marins doivent s'échanger des messages correspondant à leur position relatives. Dans les nouveaux algorithmes proposés, seules les données des plus proches voisins sont réellement nécessaires ce qui permet d'être robuste aux contraintes de portées, de débit limité et aux pertes de données. Concernant l'objectif de localisation de sources, nous avons développé un algorithme de recherche coordonnée également basé sur des échanges de données entre voisins pour garantir la même robustesse par rapport aux contraintes de communications.

Nous pouvons imaginer étendre ce type d'algorithmes à des applications similaires comme la recherche de contours pour délimiter l'étendue et l'évolution d'une zone polluée (hydrocarbures, algues vertes...).



Simulation d'une flottille d'engins sous-marins autonomes en communication acoustique avec un navire de supervision.

Le projet ANR CONNECT a débuté au mois de mai 2007 et s'est terminé en février 2011. Les partenaires sont l'Ifremer pour la partie « hardware in the loop », Prolexia et Robosoft pour la conception du simulateur et l'équipe NeCS pour la partie recherche et la coordination du projet. Le projet bénéficie d'une aide ANR de 589 k€, pour un coût total d'environ 2,04 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les résultats concernent : - l'optimisation de la communication acoustique sous-marine par des techniques d'émission/réception basées sur l'OFDM, - l'amélioration de la commande d'un sous-marin autonome par des techniques de commande robuste aux perturbations de l'environnement, - la conception de techniques de contrôle coordonné d'une flottille de sous-marins et de recherche de source robuste aux pertes de communication, - le développement d'un simulateur permettant de tester des scénarii mettant en scène plusieurs types d'engins et leurs instrumentations embarquées en simulant différents niveaux de contraintes de communication. Cette activité se poursuit actuellement dans le cadre du projet de recherche européen Feednetback.

Production scientifique et brevets

12 publications à des conférences internationales tels qu'American Control Conference (ACC'10) ou IEEE International Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP'10). Les articles traitent de la communication acoustique sous-marine, de la commande robuste d'un véhicule sous-marin autonome, du contrôle d'une flottille en présence de contraintes de communication et de la recherche coordonnée de source.

Contact : carlos.canudas-de-wit@gipsa-lab.grenoble-inp.fr, http://necs.inrialpes.fr/

Programme Systèmes Interactifs et Robotique, édition 2007

Projet C_FLAM

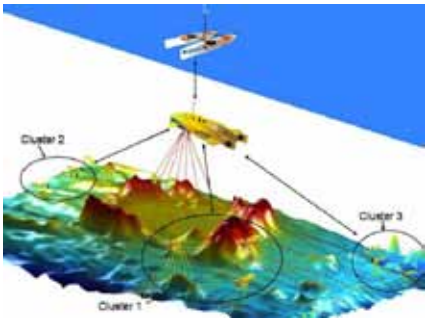
Des meutes de véhicules autonomes sous-marins pour l'exploration des fonds marins

Construire simultanément la carte et se situer

La cartographie d'un environnement inconnu repose sur deux challenges : déterminer avec précision la position absolue des capteurs donc des véhicules, et construire la carte de l'environnement. Les deux opérations sont réalisées simultanément. Aussi, les erreurs de positionnement influent directement sur la qualité de la carte et réciproquement, la qualité de la carte détermine la précision du positionnement.
Le projet se situe dans le contexte spécifique du monde sous-marin pour lequel on ne dispose pas de système de positionnement absolu et dont l'immensité implique la mise en oeuvre de plusieurs véhicules dans un environnement de communication très contraint. Il s'agit dans ce projet, d'aller au-delà des hypothèses des premières approches mettant en oeuvre un seul véhicule et qui font l'hypothèse forte de découplage des erreurs. La complexité des solutions explorées doit permettre un calcul en ligne et le déploiement d'une flottille implique la capacité de partager les cartes de chaque véhicule. La connaissance précise des fonds sous-marins aura un impact direct dans de nombreuses applications autant industrielles, militaires et scientifiques. La capacité d'un véhicule à réaliser une mission quelconque reposant sur ses capacités à se situer dans un environnement inconnu.

Des solutions basées sur une approche pluridisciplinaire

La problématique abordée avec ses spécificités nécessitait une approche pluridisciplinaire entre roboticiens, traiteurs du signal, informaticiens des systèmes multi-agents et des spécialistes de l'optimisation informationnelle. La problématique de fond concerne les algorithmes de filtrage particulaire pour lesquels nous avons abandonné les hypothèses classiques de linéarité des relations et de bruits gaussiens. La mise en oeuvre sur des véhicules implique une approche strictement récursive permettant une implantation en ligne de tout algorithme. La complexité des tâches et les spécificités du milieu, ne permettant pas de réaliser une coordination autonome, nous nous sommes appuyés sur l'approche « agent » communiquant de façon opportuniste avec la contrainte nouvelle de communications à ultra faibles débits (100 bauds). L'hypothèse nécessaire de modèle markovien implique l'oubli du passé et donc de savoir avec qui un véhicule a déjà effectué des échanges d'informations. Le renouvellement de cet échange peut introduire un biais ceci est connu sous le nom de "rumeurs" qu'il est nécessaire d'éliminer.



Scénario à l'étude : coordination à trois niveaux : chaque cluster constitué de plusieurs AUV, cartographie une zone, un coordinateur sous-marin naviguant en sub-surface effectue le lien entre les clusters de fond et un véhicule de surface permettant d'effectuer une localisation absolue.

Le projet C_FLAM est un projet de recherche fondamentale coordonné par le LIRMM. Il associe : I3S de Sophia Antipolis, LTCI de Sup-Telecom à Paris, l'équipe de robotique et l'équipe système multi-agent du LIRMM, il associe aussi l'entreprise ECA de Toulon, principal industriel du domaine en France. Le projet bénéficie d'une aide de l'ANR de 426 k€ pour un coût global de 1,3 M€ pour une durée de 48 mois depuis avril 2008.

IMPACTS

Résultats majeurs

Plusieurs résultats partiels ont été obtenus à ce jour :
- Modèle de coordination par une approche AGR.
- Modèle de chaines de Markov cachées non linéaires et non gaussiens.
- Algorithme EM par blocs avec preuve de convergence.
- Elimination des rumeurs dans le cadre d'une représentation discrète des statistiques.

Production scientifique et brevets

De nombreux articles ont été acceptés des conférences internationales : Statistical Signal Processing, Applied Stochastic Models and Data Analysis, Valuetools 2011, EUSIPCO 2011, ICASSP 2011, MBBPTS'11, MFI'10.
Des communications ont été faites dans des colloques francophones : GRETSI, JJCR, JFSMA'11.
Des papiers sont en soumission à IROS'11, IEEE Trans. on Information Theory, asmda 2011.

Contact : Bruno Jouvencel, Bruno.jouvencel@lirmm.fr, www.lirmm.fr/cflam

Programme Systèmes Interactifs et Robotique, édition 2007

Projet ROBM@RKET

Robot mobile intégrant un bras robotisé pour des applications en zone hostile

Amélioration des conditions de travail humaines en zone hostile

Le projet ROBMARKET avait pour objectif de répondre à des besoins industriels d'amélioration des conditions de travail en milieux difficiles ou hostiles dans les domaines de la manipulation d'objets. Cet objectif a été accompli grâce à l'industrialisation de technologies maîtrisées en laboratoire et par la combinaison de technologies existantes. Cette opération de transfert de connaissances et de savoir-faire a été réalisée par une PME technologique du secteur de la Robotique. En combinant la robotique mobile industrielle et standard, nous avons développé un prototype robot de démonstration opérationnel. Après la réalisation de tâches de spécifications, de développement logiciel, de conception et de fabrication mécatronique ainsi que d'intégration, le démonstrateur a été testé sur le terrain. La finalité du projet étant de fabriquer un produit commercialisable à partir de la simple réalisation du démonstrateur. Le projet ROBMARKET, en plus de s'être concrétisé avec l'aide de grands comptes industriels, a par ailleurs fait l'objet de recherches en Sciences de Gestion. Notamment, sur l'innovation ouverte en PME technologique dans un cadre collaboratif.

Asservissement visuel, commande hybride et cobotique

Le projet ROBMARKET a permis d'intégrer de nombreuses technologies :

- asservissement visuel pour la manipulation d'objets ordonnés,
- commande hybride position/effort pour la manipulation d'objets en vrac,
- asservissement reposant sur des points d'intérêts pour le suivi et la préhension,
- la cobotique (fonctionnement collaboratif homme-robot),
- la sémantique de l'image (détection, localisation et apprentissage d'objets).

Ces technologies reposaient sur des principes novateurs en automatique et en informatique. Par exemple, pour le guidage du robot mobile et la gestion de sa sécurité, une technologie intégrant des scrutateurs laser a été déployée. Les asservissements ont été mis en oeuvre sur la machine avec des actionneurs électrique, hydraulique et pneumatique. De plus, un système d'énergie embarquée avec une conversion d'énergie pour la commande du bras robotisé a été développé puis testé sur le démonstrateur. Cette technologie permet une intervention du robot sans aucun apport extérieur d'énergie. Un superviseur et une commande sur dalle tactile sans fil permettent la commande du robot et enfin une fonction de retour d'image autorise à suivre les actions automatiques du robot en opération.



Démonstrateur ROBMARKET opérationnel.

ROBMARKET est un projet de recherche industrielle coordonné par BA Systèmes qui associe le CEA LIST, l'INRIA Ouest et l'Université de Caen. Ce projet a démarré en juin 2007 pour une durée de 3 ans. Il bénéficie d'une aide ANR de 550 k€ pour un budget total de 1,62 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Génération de chiffre d'affaires un an après la fin de projet de 500 k€ par la vente de machines robotiques issus du démonstrateur (par BA Systèmes) ; quatre projets commerciaux supplémentaires en cours ; roposition de nouveaux usages et d'innovations dans le domaine du nucléaire civil, de la construction (réduction des TMS : troubles musculo-squelettiques) et de l'usinage de pièces de grandes longueurs ; intégration de connaissances nouvelles au sein de BA Systèmes permettant le développement d'une cellule d'innovation en robotique et une création de valeur ajoutée (PIB) grâce au transfert de connaissances issues de la recherche.

Production scientifique et brevets

- Brevet sur le concept robotique associant un robot mobile et un bras robotisé muni d'un système énergétique novateur.
- Brevet sur le système de préhension innovant avec un préhenseur hybride mécanique et pneumatique.
- Utilisation du concept Robm@rket comme base d'un cours scientifique en mécatronique dispensé dans sept écoles d'ingénieurs et universités françaises.

Contact : Guy Caverot, guy.caverot@basystemes.fr, www.robmarket.com

Programme Systèmes Embarqués et Grandes Infrastructures, édition 2010

Projet ARMS

La robotique au service de la filière viande

Robotisation de l'extraction de muscle dans une épaule de boeuf

De nos jours, l'industrie des viandes, qui est le plus gros employeur de l'industrie agro-alimentaire, doit faire face à d'importants problèmes relatifs à la pénurie de main d'oeuvre qualifiée, due aux conditions de travail dangereuses et difficiles (importants taux de maladies musculosquelettales et de maladie du travail, impliquant de forts taux d'absentéisme comparés aux autres industries), et une compétition rude avec les autres pays producteur et transformateur de viande, ayant des plus faibles coûts de main d'oeuvre. En conséquence, la mécanisation/robotisation des opérations de transformation des viandes est devenue un enjeu crucial qui permettra d'accroitre la compétitivité des entreprises de la filière. Le projet ARMS se propose d'étudier la robotisation de la séparation des muscles de pièces d'une cuisse de boeuf.

Un système robotique multi-bras intelligent doté de capacité de perception

Un système robotique innovant multi-bras sera utilisé, combinant des méthodes et algorithmes de commande adaptés aux multi-bras, pour permettre de réaliser et contrôler simultanément quatre principales actions mécaniques identifiées (préhension, traction, poussée, et/ou coupe) et appliquées sur trois différents types d'objets de viande : rigides (os), rigides/articulés (articulation du genou de la cuisse) et déformables (muscles de viande). Des technologies de pointe, comme les capteurs intelligents et la perception active devront être intégrées pour extraire des informations pertinentes. Des algorithmes de suivi d'objets déformables devront renvoyer les données appropriées à l'unité centrale de commande du système. Les systèmes de préhension et de manipulation seront conçus et validés en utilisant la plateforme existante de l'ADIV.



ARMS : Un système multi-bras pour extraire des muscles.

Le projet ARMS est un projet ANR-ARPEGE. Il regroupe 3 laboratoires universitaires (LASMEA, LAMI et IRCCYN), un centre technique (ADIV) et une entreprise (CLEMESSY). Le projet a démarré en octobre 2010 pour une durée de 4 ans. Son montant total s'élève à 1,99 M€ avec une aide ANR de 848 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les 6 premiers mois du projet se traduisent essentiellement par trois points principaux :

- sélection et caractérisation de deux scénarii d'extraction de muscle,
- analyse bibliographique sur la commande des systèmes redondants multi-bras, les algorithmes de reconstruction visuelle 3D, la modélisation des corps déformables,
- recherche de systèmes robotiques multi-bras.

Le projet ARMS a été labélisé par les pôles de compétitivité VIAMECA et INNOVIANDE.

Production scientifique et brevets

A ce jour aucune publication relative au projet n'est disponible.

contact : Philippe Martinet, Philippe.Martinet@lasmea.univ-bpclermont.fr

Programme Systèmes Interactifs et Robotique, édition 2007

Projet ASAROME

Navigation autonome en milieu marin

Développement d'un robot voilier capable de naviguer en mer sans équipage

Le projet ASAROME vise à étudier les apports de la robotique dans diverses applications liées au milieu marin :
- La mesure : analyse et recueil de données sur les océans, bathymétrie côtière ou fluviale,
- L'exploitation : examen ponctuel sur l'exploitation des océans (faune, flore), opérations de surveillance (pollution...),
- Le transport maritime : navigation assistée, sécurité, détection d'obstacles, réduction de la taille des équipages.

Des solutions robotisées pourraient à terme se substituer à / ou compléter les moyens existants. Par exemple dans le domaine de la mesure, les navires océanographiques (large étendue de couverture, mission courte, délai de programmation long, coût), les bouées ancrées (position fixe et coût d'installation et entretien), et les bouées dérivantes (coût faible, position non contrôlée). Des robots apporteraient disponibilité (programmation, durée) et échantillonnage spatial (maitrise de la mobilité).

Défis techniques de la navigation autonome en mer

Trois problèmes majeurs sont à résoudre :
- La navigation contrôlée tenant compte des vents, des courants et de l'état de la mer,
- La perception et l'évitement des obstacles de surface,
- La perception de l'état de la mer.

Pour avancer dans la résolution de ces problèmes, le projet ASAROME a permis notamment de réaliser une modélisation aéro-hydrodynamique du comportement du voilier. D'autres recherches ont porté sur la commande du voilier et la perception du milieu, ce qui inclut :
- La commande des voiles et du safran,
- La détermination du cap désiré,
- La détection d'évènements et d'obstacles,
- L'estimation de l'assiette du navire,
- La détection de l'horizon au moyen d'une camera panoramique,
- L'estimation de l'état de la mer (prédiction des vagues).



Plate-forme expérimentale « robuBoat » développée à partir d'une coque de voilier Mini-J.

ASAROME est un projet de recherche industrielle coordonné par la PME Robosoft, en partenariat avec les laboratoires ISIR/UPMC, LMF/ECN et IJLRA/UPMC. Ce projet a démarré en janvier 2008 pour une durée de 42 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 726 k€ pour un budget total de 1,168 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les principaux résultats du projet ASAROME sont : un simulateur réaliste de la dynamique du voilier en environnement marin pour faciliter le développement des lois de commande ; un démonstrateur de robot voilier permettant de valider les points durs de la navigation autonome et de la perception (essais sur lac et sur rivière) ; la définition d'un cahier des charges de futur robot marin opérationnel en prenant en compte l'analyse des contraintes réglementaires d'exploitation et de construction, et la définition de protocoles nécessaires à ces missions (capteurs embarqués et charges utiles).

Production scientifique et brevets

Underwater Transient and Non Transient Signals Classi?cation Using Predictive Neural Networks, Guo & Gas (IROS2009). *Omni-Directional Camera and Fuzzy Logic Path Planner for Autonomous Sailboat Navigation*, Romero Ramirez, *et al.* (Research in Computing Science, Vol 52, 2011). *Reactive path planning for autonomous sailboat*, Petres, *et al.* (ICAR 2011). *Navigation with obstacle avoidance of an autonomous sailboat*, Petres, *et al.* (Clawar 2011). *Modeling and reactive navigation of an autonomous sailboat*, Romero Ramirez, *et al.*

Contact : Aubert Carrel, aubert.carrel@robosoft.fr, http://tinyurl.com/projet-asarome

Programme Jeunes Chercheuses - Jeunes Chercheurs, édition 2008

Projet R-BLINK

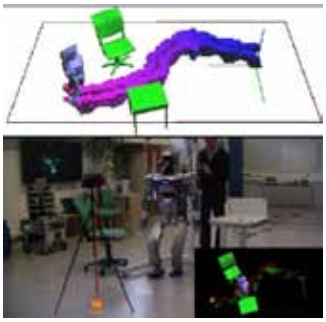
Prise de décision rapide pour la génération de mouvements appliquée au robot humanoïde

Rendre les robots capables d'interagir rapidement

Afin de pouvoir sortir les robots des usines et de les introduire dans les environnements humains, il leur faut être capable de gérer des situations complexes et changeantes. Les robots humanoïdes de par leurs formes et leur polyvalence sont parmi les meilleurs candidats pour être les compagnons robotiques de demain. Cependant leur complexité nécessite de développer des nouvelles approches afin de pouvoir les faire évoluer dans des environnements humains. Le but de R-Blink est de développer de telles techniques. Elles permettront de déployer les robots humanoïdes dans des environnements sinistrés et encore instables, évitant ainsi aux êtres humains de prendre des risques inutiles. Une application possible de ces techniques est la réalisation de travail collaboratif entre les robots et les êtres humains. Les premières investigations ont été faites en ce sens.

Dépasser les limites courantes du contrôle des robots humanoïdes et mémoriser les mouvements déjà explorés

L'approche développée dans le cadre de ce projet consiste à développer de nouveaux algorithmes de contrôle plus fonctionnels. En effet, du à la complexité des robots humanoïdes, il est souvent difficile de savoir si un mouvement est faisable ou non. En s'assurant que les algorithmes de contrôle sont capables de prendre en compte un grand nombre des contraintes de faisabilité, il est alors possible de fournir à l'utilisateur des algorithmes très puissants où il suffit d'indiquer simplement la direction de déplacement au robot toutes les 100 millisecondes. Une autre composante importante du projet consiste à explorer au préalable un sous-ensemble des mouvements possibles suffisamment représentatifs. Une représentation compacte de ces mouvements permet ensuite d'explorer les chemins possibles sur des espaces à faible dimension (3 ou 6 ou lieu de 36).



HRP-2 planifie en temps réel le volume balayé par sa trajectoire. Elle est adaptée en temps-réel lorsque le système de capture de mouvement indique que les obstacles ont été déplacés.

Le projet « R-Blink » est coordonné par le laboratoire CNRS AIST. Il associe l'INRIA (BIBOP) et le LAAS. Le projet a commencé en janvier 2009 pour une durée 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 323 k€ pour un coût global de 1,1 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Dans le cadre de ce projet, un nouveau générateur de marche permettant de « marcher sans y penser » a été proposé. En espace ouvert, il est ainsi possible de générer des pas faisables en temps réel en indiquant simplement une direction de déplacement. Cela a été rendu possible en intégrant le travail sur la planification rapide de pas construit sur la couche de contrôle. Enfin un nouveau contrôleur permettant de prendre explicitement en compte les contraintes et les priorités entre les tâches a été proposé.

Production scientifique et brevets

Deux journaux ont été publiés (IEEE Transactions on Robotics 1, Advanced Robotics 1) portant sur le contrôle du robot et sur la génération de marche. Un papier à IEEE Transactions on Robotics a été conditionnellement accepté sur la planification temps réel. Et 10 publications dans des conférences internationales avec comité de lecture (IEEE) ont été publiées.

Contact : Olivier Stasse, olivier.stasse@gmail.com, http://staff.aist.go.jp/olivier.stasse/

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2010

Projet ICARO

Les robots collaboratifs assistant les hommes dans les tâches répétitives, pénibles ou inintelligentes

Permettre aux robots et aux hommes de travailler à proximité

Les robots industriels évoluent à l'intérieur d'une zone sécurisée par des grilles de protection ou des barrières immatérielles et interdite aux humains pendant la production. La suppression de ces séparations dans les usines permettrait des gains significatifs en surface au sol, en complexité des solutions, en flexibilité de production et en temps de cycle. Le projet ICARO vise à étudier des solutions technologiques permettant d'une part de préserver l'ergonomie et la sécurité des hommes et d'autre part de rendre l'interaction entre robots et opérateurs intuitive et efficace. Cela nécessite pour le robot une perception accrue de l'environnement et des activités humaines et pour les hommes une interprétation plus fiable des actions du robot en cours et à venir.



ICARO développe des solutions pour rendre le travail coopératif entre hommes et robots industriels sûr et intuitif.

Assister les hommes avec des robots qui exécutent la partie du travail la plus pénible

Les gammes de production comportent d'une part des tâches lourdes, répétitives ou inintelligentes pouvant être automatisée avantageusement et d'autre part des tâches complexes, faisant appel à l'intelligence, la dextérité et l'adaptabilité des hommes. Au lieu de remplacer les hommes par des robots, le projet ICARO étudie des systèmes de production hybrides. En profitant du partage de l'espace, les hommes peuvent garder pour eux les tâches complexes et intéressantes pendant que les robots réalisent des actions répétitives ou éreintantes.

IMPACTS

Résultats majeurs

Afin de rendre la proximité homme-robot sûre et rassurante, ICARO produira des outils permettant la perception des gestes des opérateurs, l'inférence de leurs intentions et la replanification dynamique de trajectoires plaisantes. L'ensemble de technologies développées seront intégrés dans un middleware commun facilitant leur interaction et leur future distribution. Les aspects humains seront traités par une équipe spécialisée dans l'ergonomie. La majeure partie des résultats du projet sera démontrée sur des scenarii opérationnels réalistes.

Ce projet de recherche industrielle coordonnée par EADS associe un deuxième industriel PSA, trois laboratoires de recherche LIRMM, LAAS et CRTD et deux PMEs KINEO et FATRONIK. Le projet a commencé en avril 2011 pour une durée de 42 mois : il bénéficie d'une aide ANR de 744 k€ pour un coût global de l'ordre de 2,7 M€.

Production scientifique et brevets

Le projet ICARO comporte une sous-tâche spécifique dédiée à la valorisation et à la dissémination des résultats obtenus, aussi bien vers la communauté scientifique que vers les industriels et PMEs intéressés par l'introduction des robots coopératifs.

Contact : Adolfo Suarez Roos, adolfo.suarez@eads.net

Programme Systèmes Interactifs et Robotique, édition 2006

Projet RAAMO

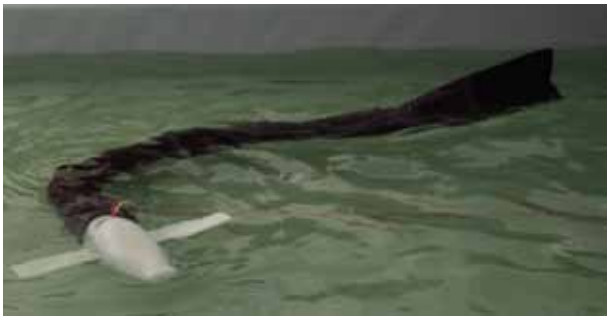
Un robot anguille capable de naviguer en eau trouble grâce à un sens inspiré des poissons : le sens électrique

Développement d'un sens nouveau pour la robotique : le sens électrique

Aujourd'hui aucun robot sous marin n'est capable de naviguer dans des espaces confinés baignées par des eaux troubles. En effet, si la vision ne peut évidement pas opérer dans de telles situations, le sonar échoue également en raison des échos multiples renvoyés par les obstacles ainsi que le brouillage des signaux par les particules présentes dans ces eaux sales. Et pourtant, que ce soit pour l'intervention dans des situations extrêmes de type post-catastrophique ou pour la maintenance des égouts domestiques ou industriels, la navigation sous-marine dans ces milieux est un problème pertinent pour la robotique sous-marine. Le projet RAAMO a pour but de proposer une solution à ce problème. La solution proposée est basée sur l'approche bio-inspirée en robotique. Elle consiste ici à comprendre et reproduire par nos technologies actuelles un sens découvert dans les années 50 : le sens électrique. Partant de l'expertise de nos biologistes, nous avons développé de nouveaux capteurs, modèles et algorithmes. En parallèle, un robot nageur bio-inspiré de l'anguille a vu le jour. Aujourd'hui ces deux résultats sont arrivés à leur terme et sont en passe d'être associés sur le premier robot nageur électrique.

Développement de technologies pour un capteur bio-inspiré des poissons électriques

Dans son principe le sens électrique tel que pratiqué par les poissons africains par exemple est basé sur l'émission d'un champ électrique dans l'environnement proche du poisson par polarisation d'un organe électrique situé prés de sa queue par rapport au reste de son corps. Une fois émis, le poisson perçoit les distorsions de ce champ induites par les objets au travers d'une multitude d'électro-récepteurs cutanés. Partant de ce principe, nous avons conçu et réalisé toute une série de capteurs électriques consistant en un jeu d'électrodes fixées à un corps mobile isolant, que l'on met sous tension les unes par rapport aux autres et au travers desquelles on mesure les courants. Ces capteurs sont aujourd'hui pilotés en mouvement via un robot cartésien fixé à un aquarium dans lequel on place des objets plus ou moins connus. Dans ces conditions, nous avons développé une approche de modélisation innovante pour le sens électrique, basée sur la méthode dite des réflexions. Sur la base de ces modèles, plusieurs algorithmes de navigation sont aujourd'hui développés. Les uns exploitent explicitement les modèles, via des filtres non-linéaires, les autres, sont de simples commandes référencées capteurs ne réclamant aucune connaissance a priori. Ces derniers algorithmes ont été mis au point avec l'aide des biologistes en observant le comportement des poissons in vivo.



Robot RAAMO en action durant le workshop Bio-inspired robot 2011, Nantes 6-8 Avril 2011.

RAAMO est un projet de recherche fondamentale et technologique exploratoire coordonné par l'IRCcYN. Il associe également les laboratoires SUBATECH, GIPSA, L3S de Grenoble, Alfred Fessard de Gif sur Yvette ainsi que le Laboratoire de mécanique des fluides de Nantes. Le projet a débuté en 2007 pour une durée de 4 ans. Il a bénéficié d'une aide ANR de 800 k€ pour un coût global de 1,9 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le premier résultat majeur est la réalisation d'un capteur innovant bio-inspiré du sens électrique des poissons, de modèles et algorithmes associés pour son exploitation en robotique sous-marine dans des milieux extrêmes. Le projet a également développé un robot anguille piloté en 3D et couvert d'une peau artificielle déformable.

Production scientifique et brevets

Un brevet sur le capteur a été déposé. Plusieurs articles sur la nage ont été publiés en revue (IEEE TRO, JNLS, Journal of Fluid Mechanics..). Cinq articles sur le sens électrique sont actuellement en préparation (dont un conditionnellement accepté dans IEEE TRO). De nombreuses conférences ont été publiées.

Contact : Frédéric Boyer, frederic.boyer@emn.fr, http://raamo.irccyn.ec-nantes.fr/

Programme Blanc International, édition 2010

Projet KEOPS

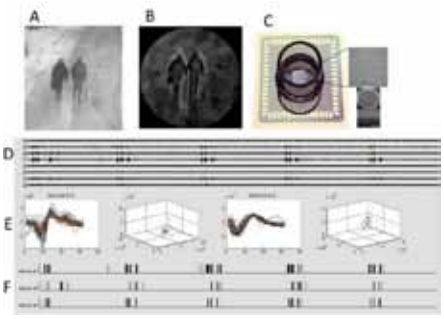
De la vision naturelle aux applications numériques : une nouvelle vision de notre rétine

Une rétine au comportement non-standard en vision naturelle

Tandis que le comportement des cellules ganglionnaires de la rétine semble bien cerné lors de la présentation de stimuli artificiels (un modèle comportant un filtre spatial et temporel, doublé d'une non-linéarité statique paraît suffisant), dès que la rétine se retrouve en condition naturelle, son comportement brise ces standards : activité parcimonieuse très différente, mécanismes sophistiqués de détection d'événements spatio-temporels, compression pertinente de l'information tenant compte de la statistique des images naturelles : de nouveaux verrous scientifiques sont à attaquer. Concrètement, ce projet va fournir de nouveaux faits expérimentaux sur le comportement des cellules non-standards de la rétine dans le cas de scénarios naturels, l'application de méthodes et d'outils statistiques de haut niveau à la conception d'opérateurs visuels innovants, un logiciel ouvert pour la mise en oeuvre numérique des concepts précédents et une plateforme d'expérimentation pour évaluer les résultats obtenus. Cette proposition a la chance de s'inscrire parmi ces belles collaborations scientifiques et technologiques pluriannuelles, entre la France et le Chili.

Un chemin en cinq étapes de la biologie à la robotique

On peut donc s'attendre à un résultat concret, à haut niveau de conception et de mise en oeuvre, pour le traitement de séquences d'images comme le montre la figure ci-contre : A) montre le type d'entrée visuelle dégradée que l'on considère au niveau applicatif, B) montre la détection de contraste obtenue avec des séquences visuelles d'images réalistes, fournies à des opérateurs non-linéaires bio-inspirés, C) un capteur biologique matriciel MEA de 64 x 64 électrodes, utilisé par notre groupe, qui permet d'étudier l'activité neuronale au niveau du réseau et pas seulement d'une cellule, D) parcelle de données brutes mesurées sur les électrodes où l'on voit une activité parcimonieuse des cellules, E) deux modèles permettant de détecter la forme des potentiels d'action et F) montre les trains d'impulsions qui forment le signal neuronal à analyser : leur synchronisation apporte une information complémentaire à la donnée des simples fréquences de décharge. Voici les grandes lignes du projet : 1) Dynamique du comportement non-standard des cellules de la rétine en présence de séquences d'images naturelles. 2) Identification des opérateurs non linéaires modélisant ces capteurs non-standard de traitement des images naturelles. 3) Analyse statistique de la réponse et du codage neuronal dans la rétine des vertébrés, dans le cadre de la physique statistique. 4) Conception informatique et développement numérique d'un système de vision précoce non standard. 5) Intégration de ses modules sensoriels dans une architecture sensorielle expérimentale dans le cas de sources visuelles dégradées.



Les comportements non standards des rétines biologiques : A) type d'entrée visuelle dégradée, B) détection de contraste obtenue avec des séquences visuelles d'images réalistes, C) capteur biologique matriciel MEA de 64 x 64 électrodes, D) parcelle de données brutes mesurées sur les électrodes, E) modèles permettant de détecter la forme des potentiels d'action et F) trains d'impulsions qui forment le signal neuronal à analyser.

KEOPS est un projet coordonné par le Centro Interdisciplinario de Neurociencia de Valparaiso, Universidad de Valparaiso. Il associe l'Universidad de Chile, l'Universidad Tecnica Federico Santa Maria et l'INRIA (Equipes-Projets NEUROMATHCOMP et CORTEX). Ce projet a démarré en janvier 2011 pour une durée de 3 ans. Il bénéficie d'une aide ANR de 297 k€ (France) et 202 k€ (Chili) pour un budget total de 1,42 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

En ce début de projet, nous forgeons les outils méthodologiques et techniques dont nous avons besoin pour analyser les trains de spikes [4], modéliser les ingrédients biologiques spécifiques de la rétine [3], sans oublier les mécanismes asynchrones dans un tel système complexe [1], et le besoin de rassembler les connaissances inter-disciplinaires que nous partageons en biologie [2] et sciences du numérique. En parallèle, les biologistes ont monté le poste expérimental permettant d'étudier l'influence d'une séquence d'images naturelle sur les réponses ganglionnaires multiples, outils logiciels compris. Une 1ère base d'images de ces stimuli est en place.

Production scientifique et brevets

[1] «No clock to rule them all», Wahiba Taouali, et al., in review for J.Physiol Paris, 2011. [2] «Spike train statistics from empirical facts to theory: the case of the retina», B. Cessac and A. Palacios, In Mathematical Problems in Computational Biology and Biomedicine. [3] « How do gap junctions shape collective spike trains statistics : rigorous results ». R. Cofre, B. Cessac. In preparation. [4] « Gibbs distribution analysis of temporal correlation structure on multicell spike trains from retina ganglion cells », J.C. Vasquez, et a!., J. Physiol. Paris submitted.

Contact : Thierry Viéville, Thierry.Vieville@inria.fr, http://www.loria.fr/~vthierry

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2008

Projet ABILIS

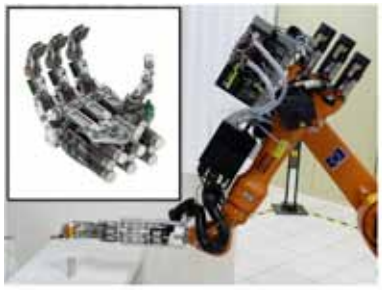
Des mains artificielles plus performantes pour demain

Amélioration des capacités manipulatoires des mains artificielles et développement d'une main de nouvelle génération

Malgré les recherches conduites depuis une trentaine d'années en préhension robotique, les mains artificielles existantes n'offrent pas aujourd'hui les résultats que l'on est en droit d'attendre pour la préhension d'objets variés et la réalisation de tâches de manipulation dextre. Sur ces bases, le projet ABILIS se propose d'une part, de développer et valider des méthodes de pilotage issues de la fusion entre des approches extraites du domaine des neurosciences et du champ de la robotique, et d'autre part, de concevoir et réaliser une main artificielle capable de dépasser les limitations actuelles. Cette main a été conçue en se basant sur des résultats issus de démarches bio-inspirées et de modélisation biomécanique, et sur l'intégration de nouvelles technologies. Ce nouveau prototype de main sera prochainement évalué et devra permettre de valider et explorer des modes de contrôle et des expérimentations en préhension et en manipulation pour lesquelles aujourd'hui, les préhenseurs et mains actuelles sont inadaptés. Une adaptation et une exploitation plus large pourront alors être envisagées, pour répondre aux exigences de secteurs d'activités ciblés (packaging, robotique de service, ...).

Approches bio-inspirées et technologies mécaniques innovantes

La plateforme dédiée à la préhension robotique mise en oeuvre dans le cadre du projet ABILIS, a permis de valider une approche globale pour la synthèse de prise. Cette méthode, à l'aide d'un schéma mixte neurosciences-robotique, résout le problème de la configuration bras+main pour effectuer la saisie d'un objet quelconque pour une tâche de manipulation cible. Une stratégie est alors mise en oeuvre pour réaliser la manipulation de l'objet saisi. Cette approche met en oeuvre des techniques et des schémas développés par les partenaires de façon à résoudre la problématique globale liée à la manipulation dextre : synthèse de prise optimale, repositionnement de l'objet en cours de manipulation pour des mouvements de grande amplitude; stabilité de la prise, intégration de l'expertise humaine. Suite à la définition du cahier des charges intégrant les aspects cinématiques et biomécaniques, plusieurs technologies innovantes ont été évaluées et ont permis de proposer et mettre en oeuvre une technologie d'actionneurs réversibles à très haut rendement mécanique.



Plateforme robotique dédiée à la manipulation dextre et modèle CAO de la main ABILIS.

Le projet ABILIS est de type recherche fondamentale. Il est coordonné par l'Institut PPRIMME (ex LMS) de l'Université de Poitiers/ENSMA et associe Fatronik France, le CEA LIST ainsi que l'ISIR UPMC Paris VI, le CESEM UPD Paris V et le LISV UVSQ. Ce projet a débuté en décembre 2008 pour une durée de 42 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 823 k€ pour un coût global de l'ordre de 2,2M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Un schéma mixte neurosciences-robotique pour la synthèse de prise a été développé et validé sur la plateforme robotique dédiée à la manipulation dextre de l'Institut PPRIME. Une main robotique à 4 doigts de nouvelle génération est conçue et un prototype est en cours de réalisation.

Production scientifique et brevets

Plusieurs articles ont été publiés dans la revue internationale « Robotics and Autonomous Systems » et plusieurs communications ont été présentées lors des congrès internationaux ICRA'09, IROS'09, IROS'2010. Ces documents traitent d'une manière générale de la synthèse de prise dans le cadre de la manipulation dextre. Un Workshop a été organisé lors du congrès IROS'10 à Taiwan sur le thème de la planification de prise et l'apprentissage par imitation. Plusieurs articles vont paraître dans le « Special Issue : Autonomous Grasping » de la revue « Robotics and Autonomous Systems ».

Contact : Saïd Zeghloul, said.zeghloul@univ-poitiers.fr, http://abilis.lms.sp2mi.univ-poitiers.fr/

Programme Systèmes Interactifs et Robotique, édition 2007

Projet LOCANTHROPE

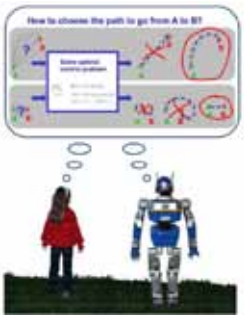
Explorer les fondements calculatoires de la locomotion humaine

Comprendre la locomotion humaine pour mieux simuler les humains virtuels et améliorer la locomotion des robots humanoïdes

Comment un robot factotum peut-il comprendre l'intention d'une personne qu'il s'apprête à croiser dans un couloir ? Si la personne réduit le pas, peut-être veut-elle établir un contact avec lui. Si la personne ne ralentit pas, cela signifie certainement qu'elle n'a rien à faire de la présence du robot. Quelles sont les légères variations dans la dynamique du comportement de la personne qui vont pouvoir être interprétées pour rendre compte de son intention ? Quelle est l'influence d'un événement non prévu sur le comportement d'une personne marchant dans le couloir d'un immeuble ? Si quelqu'un surgit une dizaine de mètres devant lui, la trajectoire sera seulement légèrement modifiée pour permettre aux deux personnes de se croiser. Si au contraire une personne surgit de la porte ouverte d'un bureau situé trois mètres en face, l'évitement va conduire à une déformation de trajectoire beaucoup plus brusque. Dans les deux cas quelles sont les lois qui préludent à ces déformations ?

Les états cognitifs internes d'un sujet qui marche peuvent être observés à partir de la forme la trajectoire locomotrice

Le corps humain est un système mécanique complexe composés de nombreux segments corporels. Le projet a pris une approche dite « top-down ». Le but était de caractériser les paramètres qui rendent comptent de la forme des trajectoires locomotrices naturelles pour des sujets marchant en présence ou non d'obstacles, et observés à l'aide de techniques de capture de mouvements. L'approche résolument pluridisciplinaire a combiné robotique, neuroscience, biomécanique et animation graphique. Le projet a été organisé autour de deux tâches principales. La première a porté sur l'élaboration de modèles de locomotion. Il s'agit là de rendre compte de différentes modalités de marche (espace libre versus espace encombrés, environnement statiques versus dynamiques, influence de l'état cognitif du sujet). Les recherches ont porté sur la définition de protocoles expérimentaux, des campagnes d'acquisition de données par capture de mouvement (les quatre sites en sont équipés) et l'identification des modèles. La deuxième tâche a concerné les algorithmes pour la robotique humanoïde et l'animation graphique. Plusieurs modèles de comportement ont été transférés sur le robot HRP2 du LAAS. Tandis que l'IRISA a appliqué les modèles d'interaction à la simulation d'interactions.



Comprendre comment l'homme marche permet de doter le robot humanoïde d'un comportement naturel. La trajectoire de l'homme optimise un certain critère qui, une fois identifié, est utilisé pour calculer les trajectoires locomotrices du robot.

LOCANTHROPE est un projet de recherche fondamentale. Il a été coordonné par le LAAS-CNRS (J.P. Laumond) avec le LPPA (A. Berthoz), l'INRIA-IRISA (J. Pettré) et le M2S (A. Crétual) comme partenaires. Le projet a débuté en 2007 pour une durée de 36 mois. Il a bénéficié d'un soutien de 700 k€ de l'ANR pour un coût total de 1.8 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Trois résultats principaux ont été dégagés : 1- L'homme marche avec la tête ! Cette hypothèse, issue des travaux du LPPA, a pu être confirmée par des travaux portant sur le rôle du regard dans l'élaboration des trajectoires locomotrices. Elle a par ailleurs pu être mise en oeuvre sur le robot humanoïde HRP2. 2- Un nouveau paradigme a été introduit pour caractériser le coût optimal qu'un système dynamique suit à partir des observations de son comportement. Il a permis de mettre en évidence les critères d'optimisation expliquant la forme des trajectoires locomotrices humaines. 3- En faisant interagir plusieurs piétons partageant le même espace suivant plusieurs protocoles, nous avons mis en place des principes généraux d'interaction qui sont maintenant utilisés en simulation grande échelle.

Production scientifique et brevets

Le projet a donné lieu à 11 publications en journaux, 23 publications en conférences et 7 thèses. La diversité des journaux témoigne du caractère pluridisciplinaire du projet : Autonomous Robots, ACM Trans. on Graphics, Computer Animation and Virtual World, European Journal on Neuroscience, Experimental Brain Research, Advanced Robotics, ...

Contact : Jean-Paul Laumond, jpl@laas.fr

Programme Domaines Emergents, édition 2009

Projet EVONEURO

Evolution artificielle & neurosciences : mieux comprendre le cerveau et concevoir des agents artificiels cognitifs

Modélisation du cerveau et commande de robots cognitifs

La conception de modèles informatiques simulant le fonctionnement de régions du cerveau se base sur de nombreuses données acquises expérimentalement (anatomie des connexions neuronales, mesure de l'activité des neurones, etc.). Cependant, de nombreux choix additionnels relativement arbitraires doivent ensuite être effectués par le modélisateur pour obtenir des modèles complets et fonctionnels. La première partie du projet EvoNeuro s'intéresse au développement d'une méthode de modélisation partiellement automatisée afin de s'affranchir de ces limitations en s'appuyant sur des algorithmes issus du domaine de l'intelligence artificielle. La synthèse du comportement de robots cognitifs est une question encore largement ouverte. Même si certaines capacités cognitives isolées ont pu être reproduites sur un robot, aucune méthode ne permet d'atteindre aujourd'hui un degré d'autonomie similaire à celui des vertébrés. La seconde partie du projet consiste à utiliser la méthode de synthèse automatique dans un cadre autre que celui de la modélisation du cerveau : celui de la synthèse du comportement de robots afin d'augmenter leurs capacités cognitives.

Synthèse de réseaux de neurones par algorithmes évolutionnistes multi-objectif

L'originalité de la méthode adoptée dans ce projet est de combiner deux approches : d'une part la conception de modèles de réseaux de neurones simulant la structure et le fonctionnement du cerveau, et d'autre part la génération automatique de réseaux de neurones par évolution artificielle. L'ajustement de modèles du cerveau existants, mais aussi la conception de la structure même de nouveaux modèles sera testée dans deux cadres d'études des neurosciences : les processus de sélection de l'action permettant aux animaux de choisir à chaque instant quoi faire, et la manière dont ils explorent leur environnement lorsqu'ils sont placés dans un lieu qu'ils ne connaissent pas.

La seconde partie du projet vise à développer des méthodes de synthèse automatique de réseaux de neurones artificiels s'inspirant des neurosciences computationnelles et reposant sur le principe de variation et tri par sélection inspiré de la sélection naturelle. Des méthodes similaires ont déjà permis de générer des comportements simples, notamment d'évitement d'obstacles. L'objectif du projet est de tendre vers des comportements plus cognitifs, incluant une capacité de mémoire par exemple, et cela en prenant en compte les particularités des modèles du cerveau.

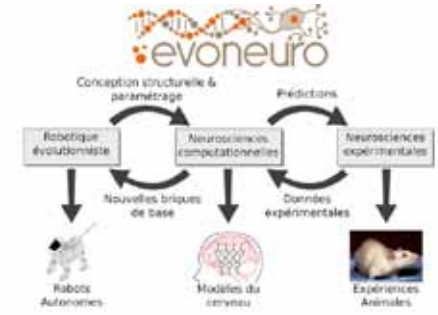


Schéma illustratif du système EVONEURO.

EvoNeuro est un projet de recherche fondamentale, coordonné par l'Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique et auquel est associé le laboratoire de Neurobiologie des Processus Adaptatifs, tous deux affiliés à l'Université Pierre & Marie Curie et au CNRS. Il a débuté en décembre 2009 pour une durée de trois ans, il bénéficie d'une aide de l'ANR de 583 k€ pour un budget total de 1,8 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Côté neuroscience, l'approche proposée a permis de proposer de nouveaux modèles des ganglions de la base, une région du cerveau fondamentale pour les processus de décision, permettant de mieux comprendre le rôle de certaines connexions neuronales mal connues. Une nouvelle hypothèse a aussi été validée concernant l'interaction fonctionnelle entre cervelet et formation hippocampique lors de la mise en oeuvre de stratégies d'exploration spatiale. Cette interaction semble jouer un rôle fondamental dans la balance entre sélection d'actions à caractère exploratoire et exploitation des connaissances déjà apprises pour naviguer vers des positions cibles. Côté évolution artificielle, une nouvelle méthode de codage des réseaux de neurones a été proposée, permettant l'obtention de premières capacités cognitives (sélection, mémoire de travail, apprentissage), inaccessibles avec les approches traditionnelles.

Production scientifique et brevets

Le projet a donné lieu à un article dans *Brain Research*, et 7 publications dans des conférences nationales et internationales (SAB'10, GECCO'10 et '11, IEEE-SSCI'11). Deux articles ont été soumis à des journaux scientifiques internationaux.

Contact : Benoît Girard, benoit.girard@isir.upmc.fr, http://isir.fr/evoneuro

Programme Blanc, édition 2010

Projet NEUROBOTS

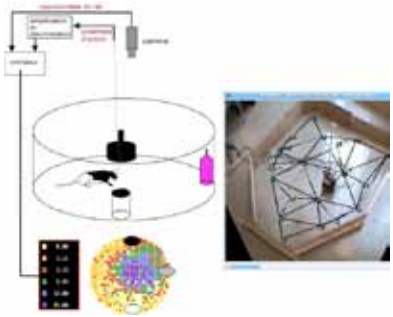
Neurobiologie et robotique : expériences croisées pour la compréhension des mécanismes cognitifs

Des modèles robotiques issus de l'étude du cerveau

Le suivi, la mémorisation et le rappel d'événements et de séquences réels sont un problème majeur pour les neurosciences computationnelles. Le facteur majeur est le temps : les mécanismes sous-jacents sont trop rapides. Aussi il faut trouver des solutions pour passer à l'échelle de temps de comportements de robots autonomes ou d'animaux (secondes, minutes, heures). De plus, le déroulement optimal de ces différentes échelles de temps nécessite une hiérarchie de systèmes bouclés pour permettre l'expression d'un comportement adaptatif à l'échelle la plus haute. Nous étudions ici la nature de ces bouclages et le système permettant une communication optimale entre ces niveaux. Pour des systèmes de contrôle bioinspirés, nous devons d'abord comprendre les mécanismes neuronaux sous-tendant les fonctions cognitives. Pour cela, nous enregistrons l'activité cérébrale de rats qui effectuent des tâches d'apprentissage, de mémoire et de décision. Pour démontrer si ces mécanismes sont nécessaires et suffisants pour permettre des comportements élaborés, nous reproduisons les principes neuronaux dans des systèmes artificiels à travers des modèles computationnels, et nous confirmons la viabilité de l'implémentation dans des robots mobiles. Cela nous permet de distinguer les processus qui sont essentiels à la fonction cognitive de ceux qui ne servent qu'à en faciliter l'implémentation dans le tissu nerveux. Nous créons ainsi des robots comprenant des systèmes de contrôle robustes et adaptatifs grâce à leur inspiration biologique.

Expériences conjointes sur le rat et des robots

Un des buts est de mieux comprendre et de reproduire de façon efficace comment le cerveau mémorise et organise l'information à différentes échelles de temps, et comment les aires du cerveau se coordonnent pour cela. Les régimes sur lesquels nous nous focaliserons sont : le lien entre des événements immédiatement passés avec des choix comportementaux imminents pour former une représentation d'une série d'événements (1-10s), le lien entre des séries d'événements pour en faire une séquence (10s-minutes), la décision prise à partir de l'expérience de plusieurs séquences (plusieurs heures, sélection de l'action et stratégie de sélection). Des modèles de ces trois régimes ont été identifiés dans le système cérébral hippocampe-cortex préfrontal-striatum (Hpc-Pfc-Str) : activité prospective et rétrospective dans Hpc ; activité prédictive dans Pfc et Str, activité dépendant des séquences et de la mémoire dans le Pf, synchronisation d'oscillations à travers ces aires du cerveau pour distinguer les chemins fonctionnellement actifs (et donc les choix comportementaux). Les équipes participeront de façon interactive à l'étude de ces trois régimes, de manière à mieux comprendre les liens entre eux.



A gauche enregistrement de l'activité d'une cellule de lieu chez le rat (activité forte et localisée en bleu). A droite : arène similaire dans laquelle se déplace un robot. Il crée des cellules de lieu (en bleu) ainsi qu'une carte liant ces lieux (traits noirs).

NEUROBOTS est un projet de recherche fondamentale qui associe les laboratoires suivants : ETIS (ENSEA-UCP-CNRS) à Cergy-Pontoise, le LPPA (Collège de France) à Paris, le LNC (CNRS) à Marseille et le GNT (ENS) à Paris. Il a démarré en 2010 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide ANR d'un montant de 800 k€ pour un coût global de l'ordre de 3,56 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet est dans sa première année. Nous avons déjà un système robotique capable de naviguer en environnement inconnu et planifier ses déplacements pour rejoindre un but particulier. Il faudra confronter ce modèle aux expériences en cours dans les laboratoires de neurobiologie.

Production scientifique et brevets

Antoine de Rengervé Julien Hirel, Pierre Andry, Mathias Quoy and Philippe Gaussier Continuous On-Line Learning and Planning in a Pick-and-Place Task Demonstrated Through Body Manipulation. ICDL/Epirob 2011 Humphries, M. D. (2011) Spike-train communities: finding groups of similar spike trains. J Neurosci, 31, 2321--2336. Catanese J., Cerasti E., Zugaro M., Viggiano A., Wiener S.I. Dynamics of decision-related activity in prospective hippocampal place cells (Communication soumise pour le congrès de neurosciences américain, Washington, D. C., 2011) Wiener S. Neural correlates of learning and memory consolidation, Symposium Inauguration CIRB, Collège de France.

Contact : Mathias Quoy, quoy@u-cergy.fr, www-etis.ensea.fr

Programme CONTenus et INTeraction, édition 2009

Projet INTERACTS

Vers des robots Interactifs : de la compliance physique aux interactions sociales

Un robot humanoïde compliant capable d'apprendre à interagir de manière intuitive et non-verbale

INTERACT vise à développer un robot à taille humaine capable d'apprendre à interagir en toute sécurité avec des enfants ou des adultes. Il pourrait à terme servir d'aide à des personnes en perte d'autonomie. Pour faciliter l'acceptation du robot et permettre aux humains de lire ses intentions, il est nécessaire que ce dernier ait des réactions proches de celles d'un humain. La place des sciences humaines est donc centrale pour obtenir un prototype innovant à compliance active qui intègre dès sa conception les contraintes liées aux capacités d'interactions sociales. Ce projet interdisciplinaire réunit des chercheurs en neurocybernétique, psychologie cognitive et robotique et des industriels spécialisés dans le contrôle hydraulique et les systèmes artificiels de perception rapides. Un prototype instrumenté est en cours de construction. Il comprend une tête, un cou et deux bras munis d'une pince à deux doigts. Utilisant une mécanique hydraulique, il produit des mouvements coordonnés et sécurisés vis à vis de l'environnement. INTERACT apportera une contribution significative au développement de robots capables d'apprendre par imitation une interactivité intuitive et non-verbale avec des humains.

Un robot comme modèle du développement sensori-moteur de l'homme

A long terme, INTERACT devrait apporter une contribution significative tant au niveau du développement de robots capables d'apprendre en autonomie à partir d'interactions intuitives non verbales avec des humains, qu'au niveau du développement d'une nouvelle approche théorique de l'intentionnalité. L'originalité du projet porte sur le couplage d'une mécanique innovante à une approche épigénétique des processus cognitifs. Le choix de paradigmes expérimentaux s'appuyant sur l'imitation et l'intentionnalité en situations d'interactions permet d'étudier comment la même architecture peut être utilisée à la fois pour apprendre de nouveaux gestes et communiquer (interagir) avec un partenaire. Cette approche ouvre ainsi des perspectives novatrices par rapport aux modèles classiquement dédiés à l'interaction. L'accent est mis sur l'importance de l'«embodiment » (morphologie du robot, propriétés d'actionnement hydraulique, optimisation des lois de couplages sensorimotrices, positionnement des capteurs, intégration d'un système de vision et d'audition temps réel...). Sur le plan fondamental, ce travail permettra de tester les architectures neuronales issues des travaux menés par les différents partenaires des domaines de la robotique épigénétique (psychologie, développement, neurosciences, biomécanique et robotique) et d'explorer l'apport réel d'une compliance physique due à des actionneurs hydrauliques hautement intégrés capables à terme de reproduire les deux modes de fonctionnement isométrique et isotonique.



Schéma du bras robotique à actionnement hydraulique intégré en cours de développement pour le démonstrateur TINO.

INTERACTS est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'Université de Cergy Pontoise - ETIS et associe les partenaires BIA, BVS, LISV, URECA. Ce projet a démarré en octobre 2010 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 808 k€ pour un budget total de 2,26 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Définition d'architectures cinématiques à base de mécanisme hybride pour la reproduction des capacités articulaires de l'être humain (épaule et poignet) respectant la morphologie et l'enveloppe globale du bras. Validation des capacités de compliance active d'un actionnement hydraulique et la capacité à émuler un muscle artificiel. Les études chez l'homme montrent l'importance de la prédiction motrice pour la compréhension de l'objectif moteur dans des situations d'interactions motrices et/ou sociales. Développement en cours d'un modèle théorique et computationnel de la planification motrice intégrant les aspects attentionnel et social (saisie et manipulation de différents types d'objets).

Production scientifique et brevets

Un brevet est en cours de dépôt. Plusieurs articles en psychologie, robotique et modélisation sont sous presse (Journal of Social psychology, J. Mech. Des. , A. Physical...). Les derniers résultats concernant la modélisation des capacités d'imitation et l'apprentissage d'objets en fonction d'interactions sociales ont été présentés à IEEE ICDL-EPIROB 2011.

Contact : Philippe Gaussier, philippe.gaussier@u-cergy.fr, http://interact.ensea.fr

Programme TEChnologie pour la SANté et l'autonomie, édition 2009

Projet ARMEN

SAM un robot pour l'assistance aux personnes dépendantes

Des enjeux humains sociétaux et économiques cruciaux

En 1999 on estimait à plus de 800 000 le nombre de personnes ayant besoin d'une assistance quotidienne en France. En 2008, 4,85 milliards d'euros ont été consacrés à la protection sociale pour 1,1 million de personnes âgées. La dépendance représente des enjeux économiques et d'organisation de notre société auxquels il faut faire face et qu'il faut anticiper. On estime à 20 millions le nombre de personnes de plus de 65 ans en France en 2050. Une réponse satisfaisant l'enjeu sociétal et ne provoquant pas une explosion des dépenses de santé est complexe à trouver. Sachant que le personnel soignant et le personnel d'assistance à domicile ne suivent pas la croissance de la dépendance, l'utilisation des aides techniques est une nécessité.

La robotique d'assistance autonome pour les personnes et leur entourage

L'objectif d'ARMEN est de concevoir un robot d'assistance très simple d'utilisation procurant des fonctions évoluées pour aider au maintien à domicile des personnes en situation de perte d'autonomie (enfants, personnes âgées, personnes en situation de handicap, personnes immobilisées à domicile pour une maladie). Ce robot doit permettre de pallier l'absence ou le manque de disponibilité du personnel d'assistance et non de remplacer ce personnel. Les axes de recherche du projet incluent :

- La conception d'une interface intuitive entre la personne et l'assistant robotique grâce à une analyse sémantique des ordres et l'utilisation d'un personnage virtuel expressif,
- L'augmentation des usages du robot assistant par la conception de plusieurs services,
- La conception d'un système de navigation autonome de localisation et d'évitement d'obstacles faible coût qui tienne compte de la structure du robot et des éléments transportés pour effectuer des déplacements en sécurité tout en restant à distance de la personne,
- L'analyse des émotions de l'utilisateur pour le monitoring ou la stimulation.



Illustration de la solution sur une séquence « boire ».

ARMEN est un projet ANR TECSAN, coordonné par le CEA LIST dont les partenaires sont : APPROCHE, LASMEA, LIMSI, ROBOSOFT et VOXLER. Ce projet a démarré en février 2010 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 850 k€ pour un budget global de 1,815 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les premiers résultats du projet ont été la production de scénarii réalistes élaborés sous la direction des médecins et ergothérapeutes. Ces scénarii permettent d'illustrer la participation des uns et des autres aux expérimentations à effectuer en fin de projet. Le montage du bras manipulateur d'Exact Dynamics sur la base mobile robulab-10 de ROBOSOFT a été effectué. Pour la reconnaissance vocale, un corpus a été collecté de personnes ayant des difficultés d'élocution. Des premières évaluations de la navigation en intérieur par vision ont été réalisées. Les travaux sur l'IHM sont lancés.

Production scientifique et brevets

Generating Scenarios for a Mobile Robot with an Arm. Case study : Assistance for Handicapped Persons. Morignot, P., Soury, M., Leroux, C., Vorobieva, H., & Hède, P. ICARCV 2010.
Reconnaissance d'objets et ontologie associée pour la manipulation d'objets pour la robotique d'assistance. Vorobieva, H., Leroux, C., Hède, P., & Soury, M. HANDICAP 2010.
Object recognition and ontology for object manipulation for assistance robotics. Vorobieva, H., Leroux, C., Hède, P., & Soury, M. AMSE 2011.

Contact : Christophe Leroux, Christophe.leroux@cea.fr, http://projet_armen.byethost4.com/

Programme Blanc, édition 2009

Projet SCAD

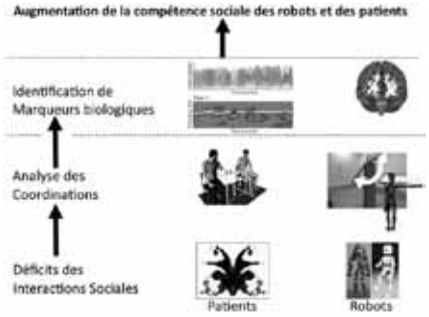
Comment rendre plus social un robot ou un patient atteint de déficit social

Amélioration des interactions sociales avec un robot ou un patient souffrant de trouble de socialité

Les recherches en psychologie sociale montrent que les êtres humains n'interagissent pas entre eux uniquement par le biais du langage mais également par l'intermédiaire de leurs mouvements. Bien que nous ne prenions pas garde à ces mouvements dans notre vie de tous les jours, dès que nous sommes face à un comportement anormal d'un patient ou d'un robot, nous sommes immédiatement conscient d'un déficit de socialité. Dans le cas de patients souffrant de schizophrénie et de phobie sociale, ces anormalités ne se limitent pas à la communication verbale, elles sont également présentent dans leurs comportements moteurs. Des dysfonctionnements de la coordination motrice sont des signes manifestes de désordres sociaux. De même, l'absence de coordination de la part des agents artificiels limite la compétence sociale de leurs interactions avec un humain. Le projet SCAD vise à déterminer précisément les marqueurs moteurs de ces anomalies afin de proposer des applications permettant aux populations d'agents souffrants de déficits de socialité d'améliorer la compétence de leurs interactions sociales en renforçant leurs coordinations motrices avec autrui.

Une étude interdisciplinaire pour comprendre la complexité des interactions sociales

De nombreuses disciplines se sont intéressées aux interactions entre agents. Paradoxalement, chaque discipline étudie une partie spécifique des interactions sociales sans jamais envisager une vue globale du phénomène. Le projet SCAD pallie à cette situation en utilisant un paradigme interdisciplinaire qui permet d'examiner à différents niveaux les processus qui caractérisent la coordination motrice et ses conséquences sur les interactions sociales. L'originalité de ce projet est de dépasser l'étude des interactions sociales d'un point de vue disciplinaire et d'appréhender ce phénomène en intégrant les niveaux comportemental, social et neural. La base de ce projet est l'étude des coordinations motrices entre agents qui sont enregistrées à l'aide de capteurs de mouvement au sein d'un environnement robotique ou clinique. L'analyse des signaux moteurs associée à une étude neurale (scanner IRMf) des comportements sociaux permet d'identifier les marqueurs biologiques des déficits sociaux. Les résultats des études neurales et motrices sont directement utilisés pour élaborer des méthodes cliniques de réhabilitation et pour optimiser la compétence sociale des agents artificiels.



Le projet SCAD permet aux agents présentant des déficits sociaux (robots ou patients souffrant de trouble des interactions sociales) d'augmenter leur compétence sociale afin d'entrer en communication (non verbale) avec autrui.

Le projet SCAD est un projet de recherche fondamental coordonné par l'université Montpellier 1. Il associe le CNRS (INCM Marseille), le CHU de Montpellier (Service de Psychiatrie Adulte) et un partenaire Américain spécialiste des coordinations sociales (The College of the Holy Cross). Le projet a commencé en mars 2010 pour une durée de 36 mois : il bénéficie d'une aide ANR de 200 k€ pour un coût global de 1,3 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le principal résultat à cette étape du projet est la définition d'un paradigme interdisciplinaire capable de rendre compte du phénomène des interactions sociales. Ce paradigme a un impact direct en recherche clinique pour développer des variables susceptibles de détecter et réhabiliter les troubles mentaux. Ce projet permet également de comprendre les déficits interactionnels entre un homme et un robot en vu de la conception de robots sociaux capables d'intervenir par exemple en réhabilitation. Dans l'ensemble ce projet permet d'appréhender le phénomène des coordinations sociales pour différentes situations et populations.

Production scientifique et brevets

Différents papiers ont été publiés dans des revues disciplinaires et interdisciplinaires de même que des communications dans diverses conférences ont été présentées. L'ensemble de ces documents peuvent se diviser en deux types : des documents généraux (méthodologiques ou revue de questions) et expérimentaux.

Contact : Ludovic Marin, ludovic.marin@univ-montp1.fr, http://scad.euromov.eu/

Programme Systèmes Interactifs et Robotique, édition 2006

Projet ROBAUTISTIC

Interactions interpersonnelles à exécution contrôlée pour enfants autistiques via un robot mobile ludique

Troubles Envahissants du Développement (TED)

Parmi les TED (déficits sévères et altération envahissante de secteurs du développement, présence de comportements, d'intérêts, d'activités stéréotypées), l'autisme se caractérise par une communication et une interaction faibles ou inexistantes sur le plan social, réactivité et traitement des stimuli issus de l'environnement. Les nouvelles technologies de l'information et de la communication sont particulièrement pertinentes comme outil pour accroître les connaissances sur l'autisme. La génération maîtrisée d'interactions entre un enfant et un adulte par l'entremise d'un robot mobile ludique permet de focaliser l'attention de l'enfant sur une tâche précise paramétrable, reproductible et évolutive selon un protocole ajustable, les compétences et les pathologies. Le projet tente de répondre aux questions suivantes : comment favoriser les communications interpersonnelles d'un enfant autiste par l'utilisation d'un robot mobile dans le cadre du jeu avec partenaire ? Comment déduire des comportements du robot ceux qui favorisent les réactions significatives et le jeu de l'enfant ? Comment évaluer qualitativement et quantitativement les interactions observées et leurs relations avec la modification des intérêts de l'enfant ?

Facilitation des interactions interpersonnelles par le jeu tripartite : enfant, adulte, robot mobile

Un objet attractif, non maitrisé par l'enfant, créant des événements joyeux et motivants, peut permettre de recueillir un échantillon caractéristique de la communication de l'enfant et de déclencher des séquences d'intentionnalité communicative susceptibles d'être mobilisées dans le cadre d'une thérapie. Dans cette perspective, le robot joue un triple rôle : i) marqueur de risque d'un dysfonctionnement communicatif, ii) aide à la description des fonctions clés de la communication pré verbale, iii) mobilisation d'interactions communicatives de type triadique marquant le passage à des fonctions clés de la communication telles que l'attention conjointe, le pointage, la réciprocité communicative... Sur cette base les options méthodologiques suivantes ont été adoptées : i) choix de téléopérer le robot pour favoriser l'émergence de comportements de communication (demandes, partage d'attention et d'émotions) et garantir la faisabilité médicale des expérimentations, ii) modalités de stimulation attractives proposées par le robot pour susciter l'intérêt de l'enfant et simplifiées pour favoriser les rôles complémentaires du robot et de l'adulte au cours d'une interaction, iii) choix d'une situation semi-structurée conciliant un cadre relativement contraint à la prise en compte des caractéristiques propres à l'enfant et de leur diversité interindividuelle, iv) définition de trois phases déployées au cours de la session de jeu : familiarisation au robot et à ses fonctionnalités, démonstration active par l'adulte du jeu avec le robot, implication de l'enfant dans ce jeu interactif.



Organisation du système.

Le projet ROBAUTISTIC est coordonné par le l'IBISC de l'université d'Evry-val d'Essonne, il associe le L3I (université de La Rochelle), le laboratoire d'Informatique Polytech'Tours, l'Inserm (Tours), le centre de ressources autisme de Midi-Pyrénées et l'association Autisme 75. Le projet a commencé en juin 2007 pour une durée de 42 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 406 k€ un coût global de 1,62 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

La contribution apportée par ce projet dans le domaine de l'autisme s'est centrée sur la mise au point d'une méthode originale d'exploration fonctionnelle de la communication sociale précoce, associant d'une part l'élaboration d'une épreuve d'effort, au sens physiologique du terme susceptible d'objectiver d'éventuels dysfonctionnements communicatifs mais aussi le potentiel mobilisable chez l'enfant, d'autre part de développer un outil de codage et d'analyse de documents vidéo centrés sur les interactions communicatives de l'enfant avec un partenaire adulte dans le jeu. Ce travail contribue au renouvellement des pratiques d'évaluation des dysfonctionnements communicatifs observés dans l'autisme, apporte des données originales pour mieux décrire les pratiques rééducatives préconisées par la Haute Autorité de Santé et évaluer leur efficacité, et argumente auprès des familles et de la communauté médicale l'intérêt des nouvelles technologies.

Production scientifique et brevets

5 revues (IRIA 2009, AMSE Journal, International Journal of Technology Enhanced Learning, JESA, NeuroRehabilitation Journal), 10 communications dans des conférences (IECON'09, IECON'10, AAATE'11, STEG'08, H2PTM'09, IJTEL'10...).

Contact : Gilbert Pradel, gilbert.pradel@ens-cachan.fr, http://robautistic.ibisc.univ-evry.fr

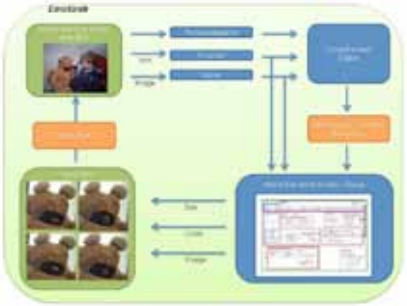
Programme Systèmes Interactifs et Robotique, édition 2006

Projet EMOTIROB

EMOTIROB - Un robot doté d'émotions : Une peluche expressive comme robot compagnon ?

Détection de l'état émotionnel de l'enfant à partir de son discours

La démarche utilisée dans le projet permet de détecter l'état émotionnel de l'enfant à partir du contenu linguistique. Dans un premier temps, le système *Logus* comprend le langage en trois étapes : le découpage en chunks selon des règles syntaxiques, les liens entre chunks selon des règles sémantiques et la mise en contexte avec résolution des anaphores. A la fin de cette étape, une représentation sémantique est produite. Elle va être utilisée par le système *EmoLogus* pour calculer l'état émotionnel de l'enfant, en se reposant sur la définition de tout le vocabulaire : les noms du vocabulaire sont évalués émotionnellement avec une valeur fixe, les verbes et adjectifs sont des fonctions dont le résultat dépend de leurs arguments.



Dispositif du système Logus.

Calcul et expression d'émotion dans un robot

Le modèle de calcul iGrace est un modèle calculatoire de la réaction émotionnelle du robot en fonction de l'état émotionnel de l'enfant. Le processus se fait en trois étapes, d'abord le calcul de l'état cognitif interne du robot, puis celui de l'état émotionnel du discours et enfin celui de l'état émotionnel de l'enfant. A partir de cet ensemble d'information on génère une émotion ressentie par le robot qui est traduite en posture et mimique de la peluche Emi qui possède 10 degrés de liberté.

EMOTIROB est un projet coordonné par VALORIA : Université de Bretagne Sud. Il associe le LI : Université de Tours et ADICORE : Université de Bretagne Sud. Ce projet a démarré en avril 2007 pour une durée de 42 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 215 k€ pour un coût global de l'ordre de 1.306 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Plusieurs expérimentations ont permis de montrer que la réaction du robot est « crédible » pour rapport au texte qu'on lui lit. Il faut noter également que le fait de toucher, caresser le robot permet d'augmenter la qualité de l'interaction. Le projet EmotiRob a intéressé l'hôpital Broca pour son centre de gériatrie (Pr. Anne-Sophie Rigaud) et il est à l'origine du nouveau projet ANR TECSAN Robadom qui a démarré en novembre 2009. L'objectif de ce projet est la fabrication d'un robot majordome à destination des personnes âgées.

Production scientifique

Les travaux réalisés et les résultats obtenus ont donné lieu à de nombreuses publications dans l'ouvrage *Advances in Human-Robot Interaction* et la revue RIHM en 2009, ainsi qu'à des actes de conférences internationales (SMC 2007, Ro-Man 2007 à 2009, ICMA 2008, ROBIO 2009, ISR 2010 et HRPR 2010).

Contact : Dominique Duhaut, dominique.duhaut@univ-ubs.fr, www-valoria.univ-ubs.fr/emotirob/

Programme Systèmes Embarqués et Grandes Infrastructures, édition 2009

Projet PROTEUS

La puissance des outils logiciels modernes au service de la communauté robotique

Amélioration des moyens communs offerts à la communauté industrielle et académique robotique française

Comme d'autres communautés, la communauté robotique souffre souvent de deux défauts récurrents, le développement de logiciels déjà réalisés par manque de connaissance d'un environnement souvent varié et dispersé ainsi que le temps passé à travailler non pas sur la fonction robotique mais sur l'ensemble logiciel ou matériel du ou des robots qui supporte son développement. PROTEUS cherche à répondre à ces défauts par la mise en place d'un portail web supporté par une approche de modélisation et de génération sur quelques middlewares robotiques connus (RT-MAPS, URBI, OROCOS, ARROCAM, ...), quelques simulateurs d'environnement (MORSE/ Blender et CycAB-Tk) tout en utilisant un des mécanismes issus d'un des Framework actuellement les plus utilisés dans la communauté robotique internationale : ROS (Robot Operating System).

L'utilisation des techniques de méta-modélisation et de génération au service d'un portail pour créer un environnement riche au service de la communauté robotique

La démarche consiste à demander à des équipes robotiques issues de l'industrie et des académiques d'expliciter la robotique en utilisant l'approche ontologique. Cette approche permet ensuite aux spécialistes du domaine du logiciel de créer un méta modèle utilisé dans l'outillage papyrus pour développer la plate forme à partir de laquelle on peut générer l'ensemble de l'application robotique ainsi que ses interactions avec le simulateur de l'environnement si l'on souhaite l'émuler. La plate forme est connectée tout au long du cycle de vie du développement au portail afin de permettre la capitalisation des travaux de la communauté. La démarche du projet est de mettre en place des challenges robotiques afin de tester et valider en vrai grandeur l'ensemble de la chaîne et d'initier l'utilisation de ce portail commun. Ceux-ci couvrent le domaine de la robotique mobile (challenge urbain, challenge coopération sol / vol, challenge indoor et challenge jeune). Une commission de pilotage externe au consortium et impliquant des partenaires internationaux permet de corriger les orientations choisies tout au long de la vie du projet.



Voici la vision de l'outillage PROTEUS et de l'objet logiciel qui serait généré. Dans le cas présent on montre le simulateur d'environnement qui sera attaché au challenge de coordination entre un engin au sol et un engin au sol.

PROTEUS est un projet plate-forme de recherche industriel. Il est coordonné par Dassault Aviation en collaboration avec GOSTAI, INTEMPORA, ECA, THALES Research et THALES TOSA, le LASMEA, le GREYC, le LIP6, le CEA-LIST, l'ONERA-Toulouse, l'INRIA-Grenoble et le PRISME. Le projet a débuté en novembre 2009 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 2 M€ pour un budget global de 5 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le premier résultat du projet a été la production d'une ontologie décrivant le domaine robotique à travers un formalisme permettant sa mise à disposition à la communauté ainsi que son utilisation dans un cadre de normalisation. Cette ontologie a permis la mise en place d'un méta-modèle commun au consortium et déjà présenté et discuté à des fins de convergence avec les communautés concernées au niveau français et européen. Les premiers éléments de génération ont été mis en place et permettent d'ajuster les besoins en termes d'éléments de modèles déjà existants. Les premiers liens ont été tirés avec le portail dont deux versions ont été déployées. Le consortium doit maintenant mettre en place les challenges en utilisant ces outillages.

Production scientifique et brevets

Les méthodes d'intégration des ontologies à des fins de création d'un DSL robotique ont été présentées lors du workshop RoSym'10. La partie ontologie a été présenté à la « Robotics Task Force » de l'OMG en mars 2011 afin de commencer le travail de normalisation inhérent au projet PROTEUS.

Contact : Bruno Patin, bruno.patin@dassault-aviation.com, http://www.anr-proteus.fr/

Programme Contenus et Interaction, Défi CAROTTE, édition 2009

Projet PACOM

Produire des cartes facilement interprétables d'un environnement inconnu

Produire des cartes facilement interprétables d'un environnement inconnu

La façon dont nous percevons le monde extérieur nous apparaît naturelle, immédiate et sans effort, mais repose sur de nombreux processus sensoriels qui contribuent à nos capacités de perception et de représentation du monde. Par exemple, dans un environnement intérieur, nous sommes capables de mémoriser des objets pertinents en fonction du contexte et des configurations abstraites de l'environnement en termes de pièces et de couloirs. Le but du projet PACOM est d'implémenter certaines de ces capacités dans un système robotisé pour participer à la compétition « CAROTTE ». Au delà des cartes « brutes » habituellement construites par les robots, nous cherchons à introduire de l'information sémantique, de plus haut niveau d'abstraction, pertinente pour l'humain. Nous abordons donc les problèmes de l'exploration, de la détection d'objets dans des environnements de grande taille, de la cartographie et de l'interprétation des cartes en terme de structures haut niveau telles que les pièces. Au delà de cette compétition, ces fonctionnalités seront essentielles pour des robots de service, notamment des robots d'assistance pour lesquels la navigation et la recherche d'objets sont des briques fondamentales.

Un système multi-senseurs utilisant la vision et la télémétrie

Le robot développé dans le cadre de ce projet est équipé d'un télémètre laser à balayage, de sonars, d'une caméra orientable et d'une caméra mesurant la distance. Le système logiciel est fondé sur le framework Urbi de Gostai qui permet de répartir, de paralléliser et de coordonner les différents modules logiciels nécessaires sur les trois ordinateurs embarqués. Notre système repose sur une cartographie 2D de l'environnement par télémétrie laser et sonars. Nous avons particulièrement cherché à être robuste aux vitres, miroirs, objets 3D et irrégularités du sol présents dans l'environnement. Nous avons également développé une approche de détection des objets au moyen de l'information 3D qui permet ensuite leur identification en fusionnant l'information de structure 3D, de couleur et de texture. Ces données permettent de construire une carte sémantique intégrant les informations telles que la structure 3D de l'environnement, les pièces présentes, les objets détectés, les types de sols et de murs. Le déplacement du robot est planifié par une stratégie d'exploration multi-objectifs permettant de découvrir l'ensemble de l'environnement tout en réalisant une recherche exhaustive d'objets.



Robot développé dans le cadre du projet PACOM.

Le projet PACOM est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'ENSTA ParisTech. Il associe aussi l'Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique (ISIR) de l'UPMC et la société Gostai. Le projet a commencé en octobre 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 349 k€ pour un coût global de l'ordre de 986 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Ce projet a permis de développer un système intégré de cartographie sémantique robuste à de nombreux problèmes pratiques peu souvent traités tels que la robustesse aux vitres ou aux miroirs. Nous avons également développé une approche multi-critères pour la reconnaissance d'objets qui offre de très bonnes performances et une méthode d'exploration multi-objectifs performante. L'un des intérêts majeurs de ce projet est également de se soumettre à une évaluation rigoureuse et objective au travers de la compétition CAROTTE qui permet de démontrer la pertinence des approches développées.

Production scientifique et brevets

A mi projet, nous avons publié deux articles. Le premier à la « Conference on Technologies for Practical Robot Applications » (TePra), décrit l'ensemble des fonctionnalités du système ayant participé à la première compétition. Le second à la « Conférence on Robot Architecture » (CAR) décrivant en détail l'architecture logicielle fondée sur le logiciel URBI de Gostai.

Contact : David Filliat, david.filliat@ensta-paristech.fr, http://www.ensta-paristech.fr/~filliat/

Programme Contenus et Interaction, Défi CAROTTE, édition 2009

Projet ROBOTS_MALINS

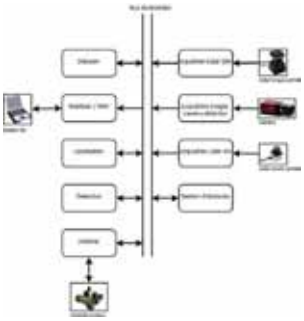
Des robots pour la surveillance des biens et des personnes à domicile ou en lieux publics

Un système d'une flotte autonome de robots pour l'exploration, la cartographie et la reconnaissance

Le projet ROBOTS_MALINS s'attaque aux questions fondamentales de recherche pour la conception d'un système robuste d'une flotte autonome de robots pour l'exploration et la cartographie. Les robots sont supposés évoluer dans un environnement dynamique et inconnu où ils doivent coopérer, d'une manière autonome, pour accomplir la mission complexe de cartographie et de reconnaissance d'objets rencontrés dans l'environnement. Pour cela, deux questions fondamentales sont abordées : comment les robots, collectivement, perçoivent, reconnaissent et comprennent les situations de l'environnement et comment les robots, collectivement, planifient et décident quelle zone explorer et cartographier. Pour aborder ces questions, ROBOTS_MALINS fournira une solution intégrée aux nouveaux défis qui concernent la perception et la reconnaissance distribuées, fusion de capteurs lasers et visuels, détection 2D/3D d'objets et enfin des stratégies d'exploration distribuées en utilisant les processus décisionnels de Markov partiellement observables et décentralisés (DEC-POMDP) en utilisant les algorithmes les plus efficaces de leur résolution afin de contrôler les opérations d'une flotte de robots.

Décision collective pour le contrôle distribué de robots autonomes et coopératif

L'exploration par plusieurs robots pose d'une part, le problème de la coordination entre robots pour mieux se répartir l'espace, et d'autre part, le problème de la communication pour se partager les informations récoltées. Chaque robot construit sa stratégie d'exploration localement mais doit tenir compte de l'autre robot. Quand la communication est possible, le robot arrive à mettre à jour sa carte et à y placer l'autre robot. Cette information permet au robot de calculer les zones que l'autre robot est susceptible d'explorer ce qui réduit son intérêt pour ces zones. Par contre si la communication est perdue, on garde la position de l'autre robot lors de la dernière communication et on estime toutes les zones susceptibles d'avoir été visitées par le robot depuis la dernière fois qu'on l'a vu. Nous avons mis en place une fonction objective de valeur distribuée permettant à un robot de tenir compte des autres en choisissant des actions qui minimisent les interactions et donc les robots vont avoir tendance à s'éloigner les uns des autres. Cette fonction objective distribuée nous a montré que les stratégies qu'on calcule pour les robots permettent une bonne exploration. En cas d'interaction, des stratégies jointes sont calculées.



Les robots couvrent bien l'espace.

Le projet ROBOTS MALINS est un projet de recherche fondamentale coordonné par le Groupe de Recherche en Informatique, Image, Automatique et Instrumentation de Caen (GREYC). Il associe l'INRIA Sophia Antipolis et Thalès Optronique. Le projet a commencé en juin 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 350 k€ pour un budget global de l'ordre 968 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Robots_Malins a participé aux deux éditions du Défi DGA/ANR CAROTTE. Il a fini dans les deux éditions au deuxième rang.

Production scientifique

3 congrès internationaux :
ICRA'2012, AAMAS'2012, TAROS'2010.
1 revue internationale :
International Journal of Hybdrid Intelligent Systems, 2012.

Contact : abdel-illah.mouaddib@unicaen.fr, www.defi-carotte.fr/page-robots-malins-52.html

Programme Contenus et Interaction, Défi CAROTTE, édition 2009

Projet YOJI

Découverte et apprentissage d'un nouvel environnement par des robots humanoïdes

Des robots humanoïdes à domicile

La robotique va progressivement s'installer dans nos domiciles, comme l'ont fait récemment l'ordinateur puis les objets communicants nomades. Que ce soit pour des applications d'éducation, de distraction ou d'assistance à la personne, le robot pourra répondre à de nombreuses attentes du public. Mais cela sera possible si son utilisation est simple, intuitive, et les services qu'il rend efficaces. De nombreux défis sont à relever en termes d'interaction homme machine (la communication avec le robot doit être la plus naturelle possible), d'interaction entre le robot et son environnement (lien avec la domotique, manipulation des objets quotidiens) et de compréhension de contexte. C'est sur ce dernier point que le défi Carotte va permettre à Aldebaran et à ses partenaires de progresser. Disposant d'un équipement capteur limité, du fait des contraintes imposées par sa forme, le robot humanoïde Nao devra déployer des trésors d'ingéniosité pour se repérer dans l'environnement qui va devenir le sien, y reconnaître les pièces, les objets, éviter les obstacles et de déplacer de façon autonome dans un appartement. Ce sont tous ces sujets qui seront abordés à l'occasion de la participation au défi Carotte de l'équipe YOJI.

Une solution multi-capteurs et multi-robots

L'objet du défi Carotte est d'explorer, en un temps limité, un appartement de 120 m², d'y reconnaître et localiser des objets et d'en produire une carte métrique. Pour la construction de cette carte, le robot Nao a été équipé d'un télémètre laser qui complète ses capteurs d'origine (caméras, ultra-sons, bumpers au bout des pieds, micros). Le robot utilise également le laser pour détecter les zones à explorer. Le robot se dirige vers ces zones tout en construisant un arbre topologique représentant les zones connues et les zones à explorer plus tard. Régulièrement, il enregistre des points caractéristiques de son environnement qu'il utilisera pour reconnaître une position où il est déjà passé. Les données capteurs prises par le robot sont envoyées à un serveur distant qui y reconnait les objets présents dans les images et les sons captés par le micro. Afin d'optimiser l'exploration, trois robots Nao sont utilisés simultanément. Le serveur collecte les informations des trois robots et leur renvoie des indications sur les zones à explorer en priorité pour éviter que plusieurs robots explorent les mêmes endroits. A la fin de la mission, les cartes métriques des trois robots sont agrégées pour maximiser les zones de recouvrement des trois cartes et produire une carte commune unique.



Le robot Nao devant le défi Carotte et l'arbre topologique construit pendant l'exploration et utilisé pour la navigation.

Le projet YOJI est coordonné par la société Aldebaran Robotics qui s'est associé au CEA LIST pour les aspects de reconnaissance d'objets et de supervision d'une équipe de robots, et à Voxler pour l'utilisation du son dans la reconnaissance de l'environnement. Le projet a commencé en octobre 2009 pour une durée de trois ans. Son budget total est de 750 k€ pour une subvention de 350 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet a permis d'implanter le système de navigation topologique sur le robot Nao et d'améliorer considérablement sa navigation locale en utilisant au mieux les informations données par les capteurs ultra-sons en les recoupant avec des informations de la vision et du laser. Le robot est maintenant capable de naviguer dans des environnements réels en réduisant les chutes et les situations de blocage. Le CEA a intégré un système de reconnaissances de classe d'objets qui fonctionne avec les caméras basse résolution de Nao. Voxler a développé un système de reconnaissance de sons caractéristiques qui permettra au robot d'interpréter intelligemment les événements sonores.

Production scientifique et brevets

Le CEA LIST a fait plusieurs publications sur ses développements en reconnaissance d'objets dans YOJI. « Fast shared boosting: application to large-scale visual concept detection » qui a obtenu le best paper award de la conférence CBMI 2010 et qui a également été publié dans la revue Multimedia Tools and Application, Springer, 2010. Son article « Nonparametric Estimation of Fisher Vectors to Aggregate Image Descriptors » a été accepté à la conférence ACIVS 2011.

Contact : Rodolphe Gelin, rgelin@aldebaran-robotics.com

Programme Contenus et Interaction, Défi CAROTTE, édition 2009

Projet COREBOTS

Un robot autonome pour l'exploration et la cartographie

CoreBots, participation au défi CAROTTE

Que ce soit en milieu naturel ou urbain, il est fréquent que l'environnement dans lequel évoluent les robots soit mal connu ou/et évolutif. Cette incertitude est préjudiciable à la réalisation des missions, notamment celles concernant l'exploration de zones dangereuses. Dans ce contexte, de petits engins terrestres non habités (UGVs) peuvent être utilisés pour suppléer l'homme grâce à leurs capacités de reconnaissance. Une des facultés clé de ces systèmes robotisés est leur capacité à collecter de l'information sur leur environnement, et à l'analyser afin de fournir des informations sur la configuration des lieux (cartographie) et la reconnaissance et localisation d'objets d'intérêt. L'autonomie maximale des robots doit aller de pair avec la robustesse du système vis-à-vis par exemple des interruptions de communication.



Le robot CoreBots M en évolution dans l'arène de concours.

Des technologies logicielles et matérielles innovantes pour constituer un robot fiable et performant

La conception d'un robot autonome est un défi complet nécessitant de couvrir des domaines variés tels que les architectures mécanique et informatique, le choix et l'intégration des capteurs, les algorithmes logiciels effectuant les fonctions de perception (localisation, détection d'obstacles, reconstruction 3D de l'environnement), les fonctions de prise de décision et de contrôle (choix des trajectoires du robot, contrôle des moteurs), etc. Lors de l'édition 2011 du défi CAROTTE, l'équipe CoreBots a présenté son nouveau robot « CoreBots M ». Les caractéristiques matérielles sont : une plateforme mobile 6 roues à base de plateforme « Wifibot M Lab», un calculateur équipé d'une carte Core i7 embarqué sous Linux, un télémètre laser Hokuyo 30 mètres, une centrale inertielle et un capteur proximètre ultrasons directif, un capteur 3D « Kinect » (Microsoft). Côté logiciel, les développements ont été menés sur un middleware modulaire et distribué appelé « Cables » développé dans le cadre du projet « AROS ». L'architecture logicielle développée est constituée de plusieurs modules distribués autour d'un module central en charge de la gestion de la carte CoreSLAM2 : un algorithme robuste et performant assurant la fonction SLAM (Simultaneous Localization and Mapping). L'algorithme compare les formes des nappes laser successives fournies par le télémètre pour constituer une carte de l'environnement et mesurer son propre mouvement. CoreControl2 : un algorithme pour la planification et le suivi de trajectoire, le robot est notamment capable de revenir sur ses pas (« backtracking »). Core3DLearner et Core3DAnalyzer : des algorithmes pour la détection et la reconnaissance (classification) des obstacles rencontrés (tables, chaises, bidons, etc.) Core3DViewer : des outils de représentation graphique et temps-réel en 3D pour afficher l'environnement tel que perçu par le robot, et piloter le robot à distance.

Le projet COREBOTS est coordonné par Intempora S.A., il associe Armines/Ecole des Mines Paristech, l'INRIA-Equipe IMARA et Epitech. Ce projet a démarré en octobre 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 343 k€ pour un budget total de 708 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

L'équipe CoreBots a développé un robot fiable et efficace, basé sur des technologies de maturité industrielle (SLAM, reconstruction 3D, contrôle et prises de décisions, architecture matérielle...) ce qui lui a permis de remporter les deux premières éditions du défi CAROTTE. Le robot a ainsi pu explorer et cartographier en 3 dimensions et de façon autonome une arène de 150 mètres carrés composée d'une dizaine de pièces, de sols et cloisons de types différents, et parsemés d'obstacles divers, puis de revenir à son point de départ en moins de 5 minutes.

Production scientifique et brevets

Les technologies logicielles ainsi que la conception matérielle du robot sont propriété à 100% du consortium CoreBots. Ainsi, une société « CoreBots » est en cours de création pour valoriser les technologies et le savoir-faire acquis lors de ce concours.

Contacts : Nicolas Du Lac, nicolas.dulac@intempora.com, http://www.corebots.net

Programme Contenus et Interaction, Défi CAROTTE, édition 2009

Projet CARTOMATIC

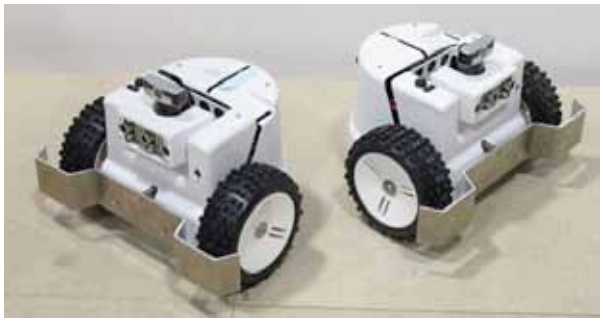
Approche multi-robots pour la cartographie et l'exploration d'un territoire

Vers une autonomie grandissante des systèmes robotisés

Au cours des dernières décennies, de nombreuses situations (catastrophes nucléaires, tremblements de terre, terrorisme, contexte militaires...) ont montré l'utilité d'employer des systèmes robotisés en milieu hostile. A l'heure actuelle, la télé-opération de ces systèmes nécessite une présence humaine à proximité des zones hostiles qui peuvent s'avérer dangereuses. Le projet CARTOMATIC vise à augmenter la capacité d'analyse et de décisions de ces systèmes afin de les rendre autonomes. La démarche scientifique de ce projet s'appuie sur les travaux antérieurs relatifs aux systèmes multi-agents visant à exploiter la collaboration entre robots pour permettre l'émergence de stratégies collectives, mais également pour fiabiliser les systèmes et augmenter les chances de réussite de la mission. Ce type d'approche nous semble nécessaire en milieu hostile lorsque la perte d'un ou plusieurs robots est un événement qui doit être envisagé.

Le collectif au profit de la réussite de la mission

La philosophie du projet consiste à utiliser plusieurs robots disposant de puissances embarquées limitées plutôt qu'un seul robot ou un calculateur centralisé. Afin de valider nos hypothèses en conditions réelles, un robot dédié au projet a été conçu par la société Wany Robotics avec un cahier des charges très strict en termes de coût de fabrication (condition nécessaire à la production d'une flottille). L'approche multi-robots est un avantage considérable en termes de robustesse. Ce type d'approche tolère la perte de robots, mais nécessite une coordination et d'éventuelles communications au sein de la flotte. Un des objectifs est de permettre le déploiement de la flotte et la couverture rapide de l'environnement à explorer tout en minimisant les communications. Le déploiement du groupe de robots se fait selon un modèle de propagation basé sur des forces de répulsion induites par la perception des obstacles et des forces d'attractions induites par les zones à explorer. Les robots se localisent dans l'environnement grâce à un algorithme innovant développé au sein du consortium.



Robots expérimental Mini Pekee conçu dans le cadre du projet.

Le projet CARTOMATIC est coordonné par le LISA - Université d'Angers et associe l'Université Henry Poincaré-Nancy et la société Wany Robotics. Ce projet a démarré en octobre 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 350 k€ pour un budget total de 1,25 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Au cours des deux premières années du projet, le consortium a travaillé à la conception d'un nouveau robot mobile, baptisé MiniPekee, aujourd'hui commercialisé par Wany Robotics. Le consortium a proposé une architecture de coordination multi-robots dédiée à l'exploration en milieu inconnu. La dernière contribution est un algorithme de SLAM (localisation et cartographie simultanée) offrant des performances particulièrement adaptées aux systèmes embarqués. Nous travaillons actuellement à l'extension de ce dernier algorithme à la reconnaissance d'objets.

Production scientifique et brevets

Ces travaux ont fait l'objet de publications aux conférences CAR 2011 et JFSMA'11 sur les aspects coordination multi-robots. Une demande de brevet a été déposée en 2011 afin de protéger l'algorithme de localisation et de cartographie développé dans le cadre de ce projet.

Contact : Philippe Lucidarme, philippe.lucidarme@univ-angers.fr, http://5lair.free

Programme Audiovisuel et Multimedia, édition 2007

Projet SIGNCOM

Communication entre agents réel et virtuel
Quand les avatars dialoguent en langue des signes française

Interaction avec un signeur virtuel

Le projet de recherche *SignCom* a pour objectif de mettre en oeuvre une application multimodale permettant de communiquer en langue des signes française entre un utilisateur et un signeur virtuel. Le mécanisme de communication est bidirectionnel et interactif. Trois aspects de l'interaction sont étudiés : la reconnaissance des signes émis par un usager, le dialogue chargé de fournir une réponse adaptée, et la synthèse gestuelle permettant à un avatar virtuel de signer la réponse appropriée. Le projet se focalise sur la LSF, la langue des signes française. Il s'agit d'une langue à part entière qui utilise un support de communication visuel et exploite différentes modalités : gestuelle, expressions faciales, direction du regard et postures du corps. Les deux agents en conversation construisent au fur et à mesure un espace virtuel dit de signation dans lequel ils positionnent spatialement des entités, par exemple des référents spatiaux ou temporels, ce qui leur permet ensuite d'utiliser ces entités dans le discours en désignant leur emplacement.

Méthodologies de capture, de reconnaissance et de synthèse multimodale

Les enjeux d'un tel projet sont multiples. L'une des principales difficultés concerne l'acquisition des mouvements de signeurs, qui nécessite de capturer simultanément les mouvements de plusieurs parties du corps (corps, mains, visages, yeux), en tenant compte de la rapidité et de la précision des gestes, ainsi que de la synchronisation des différentes modalités. Ces données, stockées et indexées dans des bases de données, sont utilisées pour la reconnaissance automatique des signes et la synthèse de mouvements de l'avatar. La reconnaissance des signes conduit à la détection en temps réel de mouvements et de configurations manuelles, la fusion des informations détectées et l'interprétation des signes dans le contexte de scénarii interactifs. L'autre enjeu majeur du projet concerne la production d'animations de la signeuse virtuelle avec un haut niveau d'expressivité et de réalisme. A partir de scénarii prédéfinis, l'approche adoptée permet de combiner en temps réel les mouvements extraits de la base de données et de produire des animations d'énoncés construits qui répondent aux requêtes de l'utilisateur.



Interaction en langue des signes avec une signeuse virtuelle.

Le projet SignCom est coordonné par le laboratoire VALORIA de l'université de Bretagne Sud. Il associe le M2S de l'Université Rennes 2, l'IRIT de l'université Paul Sabatier, l'INRIA de Rennes, la société Polymorph Software et la société Websourd en tant que prestataire. Le projet a commencé en décembre 2007 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide de l'ANR de 797 k€ pour un coût global de 840 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Dans le cadre de l'animation de l'avatar, l'approche multimodale proposée permet de produire de nouveaux énoncés à partir de la combinaison de mouvements existants et de synthétiser des gestes et des expressions faciales très réalistes. La reconnaissance des gestes fonctionne, quant à elle, pour des signes isolés. L'ensemble des technologies développées a été intégré dans une application de réalité virtuelle mettant en oeuvre la chaine complète de reconnaissance / dialogue / synthèse. Les résultats obtenus ont déjà fait l'objet de publications dans des conférences et revue d'audience internationale.

Production scientifique et brevets

Plusieurs articles ont été publiés sur la capture des mouvements (A3DM Colloquium 2010), l'annotation et l'analyse des gestes de la LSF (SLCN Workshop 2009, TISLR 2010, TALS 2010, LREC 2010), la synthèse de gestes de la LSF (IVA 2009, SLTAT 2011). Un article dans la revue ACM TiiS (Spécial issue on affective interaction in natural environments) est en cours de publication.

Contact : Sylvie Gibet, sylvie.gibet@univ-ubs.fr, http://www-valoria.univ-ubs.fr/signcom/

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2009

Projet CECIL

L'émotion au service d'agents conversationnels animés crédibles

Intégration des émotions complexes au coeur des systèmes informatiques

Un des grands défis des Sciences et Technologies de l'Information est le développement de systèmes informatiques nouvelle génération au service des usagers. L'utilisateur est placé au centre de ces systèmes qui doivent être le plus crédibles possibles afin de maximiser leur utilisabilité. De nombreuses études montrent que leur conception n'est réalisable qu'en y intégrant une gestion avancée de l'émotion afin qu'ils puissent comprendre et s'adapter aux émotions de l'utilisateur, raisonner, planifier des actions ou anticiper leurs effets sur les émotions de l'utilisateur, ainsi que de s'exprimer émotionnellement. La plupart des systèmes actuels se cantonnent à des émotions "simples" comme la joie, la tristesse... sans considérer des émotions plus "complexes" comme le regret, la culpabilité, l'envie, la honte... De nombreux travaux montrent pourtant que les émotions dites cognitives sont étroitement liées à nos attitudes épistémiques (croyance, attentes...) ou motivationnelles (buts, désirs...). Le but de ce projet est l'étude des émotions complexes, de leur expression verbale, faciale et gestuelle, ainsi que leur intégration dans l'agent conversationnel animé GRETA.

Une rencontre entre les technologies d'agent conversationnel, l'intelligence artificielle, et le rendu 3D réaliste et temps-réel

CECIL propose un rendu visuel 3D temps-réel le plus réaliste possible, sur une gestion synchronisée des expressions faciales, gestuelles et langagières, ainsi que sur une capacité à raisonner sur toute information connue par l'agent. La dimension émotionnelle est transversale à ces trois niveaux. Savoir exprimer ou comprendre une émotion, c'est tout d'abord construire un modèle de représentation des émotions à partir duquel on pourra raisonner pour planifier ses actions. L'intelligence artificielle dispose de langages mathématiques permettant de décrire avec précision les émotions complexes à partir d'opérateurs représentant des concepts plus fondamentaux tels que les croyances, les buts, la notion de responsabilité, etc. Cette modélisation des émotions complexes a donné lieu à l'implémentation d'une librairie d'actions communicatives, appelées actes de conversation multimodaux (ACM), dans un langage de type XML, en vue d'une intégration dans un avatar à visage humain capable de les interpréter de manière multimodale (expression faciale, gestuelle et verbale). Dans le cadre des émotions complexes, l'expression faciale requiert de disposer d'une représentation fine du visage humain afin d'en rendre toutes les nuances. Il a donc été développé un algorithme original de rendu 3D temps-réel afin que l'agent conversationnel puisse s'exprimer de manière réaliste et nuancée.



Détail du visage d'Obadiah généré via le nouveau moteur de rendu 3D temps-réel et permettant l'expression d'émotions faciales plus réalistes.

CECIL est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse et associe le Laboratoire d'Informatique de Grenoble ainsi que le Laboratoire Traitement et Communication de l'Information (TELECOM ParisTech). Il a démarré en janvier 2009 pour une durée de 36 mois. Il a reçu une aide de l'ANR de 386 k€ pour un coût global de 1,56 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le langage de formalisation du noyau de raisonnement de l'agent et des émotions (complexes) a donné lieu à des publications de haut niveau (IJCAI, AI journal, AAMAS). Une librairie d'actes de conversation multimodaux a été développée. Un nouveau moteur de rendu 3D temps-réel a vu le jour et intègre un algorithme original de calcul du rendu. Une *proof-of-concept* intégrant les différents résultats du projet est en cours d'élaboration.

Production scientifique et brevets

Plusieurs articles dont : Eurographics 2011 (nouveau moteur de rendu graphique 3D) ; IVA 2011 (librairie en FML/BML d'actes de communication multimodaux) ; AAMAS 2011 (modèle formel de l'expression des émotions complexes) ; AI Journal 2011 (fondations formelles des émotions complexes), un chapitre « Ambient Intelligence and Smart Environments: Trends and Perspectives » 2011 (émotions complexe et intelligence ambiante) ; journal IEEE Transactions on Affective Computing 2010 (expression multimodale des émotions) ; conférences FMIS-09 et IAT 2009 (liens émotion-confiance) et IJCAI 2009 (premier modèle formel des émotions complexes).

Contact : Dominique.Longin, dominique.longin@irit.fr, www.irit.fr/CECIL/

Programme CORPUS, édition 2006

Projet DYNEMO

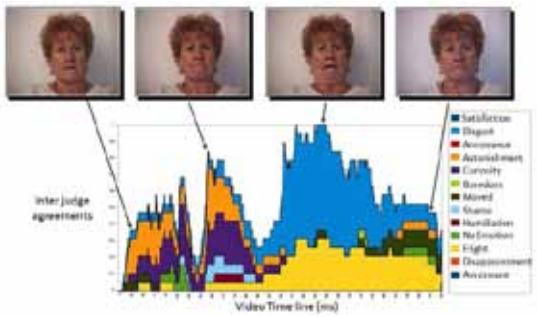
Base de données de vidéos de visages exprimant des états affectifs naturels

Analyse du comportement humain non verbal

Les chercheurs concernés par l'analyse automatique du comportement humain (interaction humain-humain ou humaine-machine) portent un intérêt accru à la question de l'expression faciale des émotions (EFE) qui est un composant essentiel des relations interpersonnelles, notamment en matière de communication. Depuis quelques années, d'importants efforts ont été réalisés pour développer des outils d'analyse des EFE car les possibilités d'applications d'un système capable d'analyser automatiquement des expressions faciales en temps réel sont considérables (détection à distances de personnes en difficulté, détection de comportement malveillants, etc.). Le projet DynEmo vise à répondre aux besoins de la communauté scientifique en matière de données émotionnelles. En effet l'analyse automatique des EFE nécessite le recours à des bases de données expressives de qualité. Ces données servent à la fois d'apprentissage et à la fois de test aux systèmes de reconnaissance automatique. La question de leur qualité est donc décisive. Celle-ci concerne en particulier la taille de la base de données, ainsi que la nature spontanée des stimuli constituant les données, leur caractère dynamique et l'information fournie sur leur contenu émotionnel.

Maîtriser les contraintes qualités pour une base de données optimale

L'élaboration de DynEmo repose sur la prise en considération conjointe des différents critères assurant sa qualité. Au-delà de la taille significative de la base de données, les données sont des comportements faciaux naturels : les personnes dont la vidéo montre le visage ont été filmées à leur insu alors qu'elles réalisaient une tâche émotionnelle sur ordinateur. De telles données fournissent, pour le développement et l'évaluation d'algorithmes, du matériel leur garantissant de bonnes capacités de généralisation. De plus, les données sont doublement caractérisées en termes d'information émotionnelle. Chaque personne filmée a indiqué, sur un questionnaire détaillé, l'état affectif que la tâche sur ordinateur a provoqué chez elle. Ainsi, au niveau endogène, chaque vidéo est associée à l'état affectif ressenti par la personne filmée. Au niveau exogène, les données ont été montrées à des observateurs qui ont indiqué, tout au long de chaque vidéo, l'émotion qu'ils percevaient sur le visage de la personne. Ces jugements ont été agrégés pour former des time-lines qui permettent de segmenter aisément la vidéo pour la sélection d'extraits pertinents pour l'analyse de comportements émotionnels non verbaux.



Extraits d'une vidéo d'une personne ressentant du dégoût (information endogène), associée au time-line des jugements émotionnels émis à son endroit par des observateurs (information exogène) - entre la 34ème et la 54ème seconde, 70% des observateurs ont jugé que la personne exprimait du dégoût (en bleu).

Ce projet de recherche est coordonné par le LIP/PC2S de l'Université Grenoble 2 et associe le LIG de l'Université Grenoble 1, le LAPSCO de l'Université de Clermont-Ferrand, et le GIPSA-LAB de l'Institut National Polytechnique de Grenoble. Le projet a démarré en janvier 2007 pour une durée de 24 mois. Il bénéficie d'une aide de l'ANR de 136 k€ pour un coût global d'environ 447 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

DynEmo est une base de données disponible gratuitement, destinée à la communauté scientifique, rassemblant un corpus d'EFE dynamiques et authentiques. Elle comporte 358 vidéos de visages exprimant de l'amusement, de l'énervement, de l'étonnement, de l'ennui, du dégoût, de la frayeur, de la curiosité, de la satisfaction, de la honte et de l'émoi. Les vidéos (la durée varie de 12 s. à 24.39 min.) montrent les visages de personnes tout venant (182 femmes et 176 hommes, âgés de 25 à 65 ans), filmées dans des conditions naturelles bien que standardisées. Le contenu émotionnel des vidéos est caractérisé de façon endogène et exogène.

Production scientifique et brevets

Deux textes ont été publiés dans des actes de congrès (*International Society of Research on Emotion Proceedings*, ISRE 2009 et *MMC Proceedings* de la conférence LREC '10) et un manuscrit a été soumis à la revue *Behavior Research Methods.* Ces papiers détaillent tous les éléments contextuels, méthodologiques, techniques et éthiques de la procédure d'élaboration de DynEmo.

Contact : Anna Tcherkassof, anna.tcherkassof@upmf-grenoble.fr, http://dynemo.liglab.fr

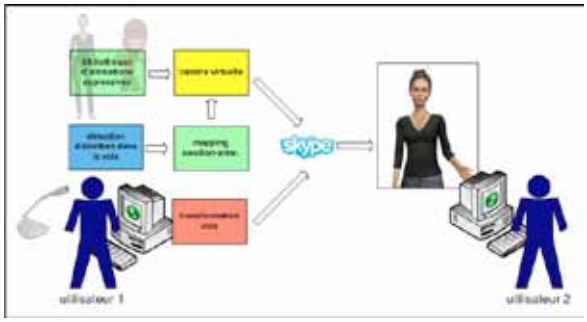
Programme TECHnologies LOGicielles, édition 2007

Projet Affective Avatars

Nouvelle génération d'Avatars expressifs temps réel pilotés à la voix

Animation d'Avatars à la voix

Le projet Affective Avatars a pour but de créer des avatars affectifs animés en temps réel. L'ouïe et la vision sont les principaux sens mobilisables dans les médias numériques. La voix de l'utilisateur est l'interface de contrôle de l'expressivité labiale, faciale et corporelle des avatars. Le timbre vocal de l'utilisateur est également traité en temps réel pour donner à l'avatar une voix cohérente. L'enjeu est d'humaniser les avatars qui nous représentent dans les mondes virtuels et de créer des avatars expressifs pour les services en ligne Internet et mobiles. Ce projet est une contribution essentielle à «l'animation comportementale d'avatars anthropomorphiques».



Avatar dirigé à la voix : exemple d'interface sur skype.

Verrous technologiques et intérêt des avatars

Notre objectif est de développer le réalisme comportemental et l'expressivité d'avatars pour améliorer les interactions et la communication dans les services en ligne. L'application d'Avatars Affectifs peut être utilisée dans les services en ligne ou les utilisateurs sont représentés par des personnages de synthèse, des avatars.

Nous adressons quatre verrous scientifiques/technologiques dans ce projet :

1/ Détection d'émotions dans la voix humaine,
2/ Modélisation de l'expressivité corporelle,
3/ Transformation du timbre vocal en temps réel,
4/ Expressivité et cohésion multimodale.

Notre démarche est de construire la cohérence multimodale entre l'analyse de l'expressivité vocale de l'utilisateur et la synthèse gestuelle de l'avatar.

Intérêt des avatars : Pilotage des avatars pour les jeux vidéos (Voxler), transformation de voix (Ircam, application post-prod), E-learning (Cantoche), assitance en ligne - net (Cantoche).

Le projet Affective Avatar est coordonné par Laurence Devillers du LIMSI-CNRS. Il associe le LIMSI-CNRS, l'IRCAM, Voxler (PME), Cantoche. Ce projet a démarré en Février 2008 pour une durée de 2 ans. Il a bénéficié d'une aide ANR de 829 k€ pour un budget total de 1,46 M€. Ce projet a été labellisé par le pôle de compétitivité Cap Digital.

IMPACTS

Résultats majeurs

Affective avatars a permis aux deux laboratoires partenaires de développer des technologies particulièrement innovantes et correspondant aux besoins de marchés à très fort potentiel et de transférer ces technologies et résultats de recherche. La transformation de voix a notamment donné lieu à la commercialisation du plugin T.R.A.X. (Ircam) de transformation IRCAM. Il permettra aux deux PME partenaires de développer des technologies à très fort potentiel sur le marché en forte croissance pour les loisirs (Voxler) et sur le marché des Avatars (La Cantoche).

Production scientifique et brevets

12 publications dont 10 internationales et 1 revue sur la transformation de voix. 7 publications portent sur l'agent animé et la détection des émotions et 5 sur la transformation de voix. Ces productions ont permis de valoriser les travaux dans les laboratoires. Ces travaux se poursuivent dans plusieurs nouveaux projets ANR, FEDER et FUI : par exemple ; les projets FEDER IRCAM : synthèse des émotions dans la voix et conversion d'identité de voix, le projet FUI ROMEO LIMSI/ Voxler : détection des émotions par un robot.

Contact : Laurence Devillers, devil@limsi.fr

3 RECONNAISSANCE DE FORMES, FOUILLE ET RECHERCHE D'IMAGES

De considérables progrès ont été réalisés ces dernières années dans le domaine de la reconnnaissance de formes par ordinateur et de l'Intelligence Artificielle autour des données multimedia images et vidéos, à savoir entre autres la reconnaissance et la localisation d'objets ou de classes d'objets présents dans une image, l'indexation et la fouille d'images pour la classification ou la catégorisation des contenus, et la recherche d'images par le contenu. Ces progrès ont été rendus possibles par l'apport de nouveaux concepts et techniques mais également l'utilisation de nombreuses méthodes et outils venant des mathématiques appliquées (méthodes statistiques, paramétriques, SVM, boosting, K-means, etc.) pour faciliter l'analyse des données. On peut noter entres autres l'évolution rapide des techniques de reconnaissance par apprentissage automatique. Ces techniques par apprentissage vont apprendre l'apparence d'un objet ou d'une catégorie d'objets dans un ensemble images par l'analyse de ses différentes caractéristiques visuelles sans définition de modèle formel et explicite de l'objet recherché.

Les projets présentés ici sont variés et vont de recherches fondamentales sur les méthodes et algorithmes jusqu'à des recherches plus finalisées avec la mise en place de systèmes d'information.

EXTRACTION ET STRUCTURATION D'INFORMATIONS POUR L'INDEXATION

L'indexation d'images consiste à extraire de l'image des caractéristiques visuelles de manière à ce qu'en aval les processus de classification et de recherche d'images qui s'appuient sur ces informations s'en trouvent facilités. Ces caractéristiques sont souvent bas-niveau et globales sur l'image comme des descripteurs de textures, de couleur, ou de formes (e.g. histogramme de couleurs, descripteurs de Fourrier, etc.) mais peuvent être plus locales et structurées (e.g. points d'intérêts, contours, régions, segments, etc.) ou encore des distributions spatiales ou temporelles de ces primitives locales.

Dans un contexte d'imagerie microscopique, le projet FORGRIMMI a dévéloppé des algorithmes et des logiciels permettant de faciliter l'analyse d'images de très grande taille par la construction de hiérarchies de partition d'images par des techniques de segmentations multi-résolution variationnelles à chaque résolution et des modèles de partitions déformables topologiques à travers les résolutions.

Le projet HiCoRe cherche à structurer des primitives bas-niveau de l'image pour construire des modèles graphiques hiérarchiques, de manière à détecter plusieurs catégories d'objets dans une image tout en nécessitant peu d'images d'apprentissage. Ce travail de factorisation est tout à fait fondamental car réalisé une fois pour toutes et soutient plusieurs tâches/requêtes possibles. C'est la base de la polyvalence applicative de l'extraction d'informations et du passage à l'échelle.

Dans un contexte de visualisation de données pour faciliter l'interaction homme-machine, le projet EVIDEN cherche à analyser et structurer des séries d'images temporelles sous la forme de graphes schématiques dynamiques, par analyse d'image et structuration de l'information spatiale et temporelle extraite.

"REPERE"

L'objectif du défi REPERE (REconnaissance de PERsonnes dans des Emissions audiovisuelles) est de réaliser un système intégré de reconnaissance de personnes dans des émissions audiovisuelles, en s'appuyant sur les différentes sources d'information présentes dans ces émissions :

- L'image dans laquelle les personnes sont visibles,
- Les textes en incrustation dans lesquels le nom des personnes apparaît,
- La bande son dans laquelle la voix des locuteurs est reconnaissable,
- Le contenu du signal de parole dans lequel le nom des personnes est prononcé.

De manière à délimiter le problème, ce défi se concentre sur la détection et reconnaissance conjointe de personnes identifiables (intervenants principaux, supposés connus ou présentés dans l'émission), par opposition à la détection de personnes anonymes (foules, public d'une émission de plateau, etc.).

La campagne porte dans un premier temps sur des journaux d'information télévisés français, puis sur des émissions plus variées et incluant plus d'interactivité entre personnes.

Deux phases d'évaluation officielle seront organisées, une pour chaque type d'émission. La première année a été consacrée à l'élaboration du plan d'évaluation détaillé et au début de la création des corpus et se terminera par un test à blanc. Les deux tests officiels auront lieu dans les deux années à venir.

Les métriques viseront à mesurer la capacité des systèmes à répondre aux quatre questions suivantes correspondant chacune à une des sources d'information mentionnées plus haut :

- Qui voit-on ?
- Quel nom apparaît à l'écran ?
- Qui parle ?
- Quel nom est prononcé ?

Trois projets ont été sélectionnés pour participer à ce défi : il s'agit des projets QCOMPERE regroupant le LIMSI, l'INRIA Grenoble, le LIG, le GREYC et les sociétés YACAST et Vocapia-Research ; PERCOL, rassemblant le LIF, l'UAPV, le LIFL et France Télécom ; et SODA avec un consortium académique, réunissant le LIUM et l'Idiap Research Institute.

Le projet DISCO travaille sur des espaces de descriptions normalisés pour fournir un système de recherche générique sur des documents variés : images, sons, vidéos. Il s'intéresse également au passage à l'échelle de méthodes réputées coûteuses, telles que la description des relations spatiales entre objets dans les contenus visuels.

ANNOTATION AUTOMATIQUE D'IMAGES, ET RECHERCHE D'IMAGES PAR MOTS CLÉS

L'annotation automatique consiste à extraire de manière automatique d'une ou d'un ensemble d'images une légende ou des mots clés qui seront utilisés pour la recherche d'in-

formations via des moteurs de recherche par mots clés. Par opposition, l'annotation manuelle consiste à associer manuellement du texte ou des mots clés (aussi appelés tags) à une image ou à un sous-ensemble d'une image.

Le projet OMNIA développe des techniques de recherche et d'annotation objective et subjective, multimodale et multilingue, dans des collections d'images multimedia. L'ensemble de ces informations complémentaires permettent de renforcer les classifieurs. L'annotation subjective est basée sur une analyse esthétique et émotionnelle. L'information textuelle et multilingue associée aux images représente un complément idéal pour renforcer l'analyse visuelle quand l'interprétation directe de l'image est difficile.

Dans un contexte de ciblage de publicités et de recommandation de vidéos, le projet VideoSense utilise des techniques de traitement multi-modales pour détecter et reconnaître des concepts enrichis dans des flux audiovisuels à partir desquels sont extraits les descripteurs visuels, audio et spatio-temporels sur lesquels s'appuient les classifieurs.

Le projet iTOWNS cherche à annoter automatiquement des objets enfouis (de taille, de localisation et d'orientation variables) dans des images de type Street-View et en particulier le texte présent dans les images (devantures de magasins, etc.). Ces textes permettent de faire des recherches par mots clés et accéder aux images où les textes ont été détectés.

RECHERCHE D'IMAGES PAR LE CONTENU

La recherche d'images par le contenu, par opposition à la recherche par mots clés décrite dans le paragraphe précédent, consiste à comparer, donc à définir une distance entre les descripteurs et signatures calculés en ligne sur une image requête soumise par un utilisateur avec ceux des images de la base de données calculés hors ligne. Un des objectifs principaux des travaux qui sont menés sur les systèmes de recherche d'images est l'amélioration de la pertinence des images renvoyées par le moteur de recherche. A cette fin, de nombreux travaux exploitent l'information conjointe contenue dans les images et dans les tags.

Le projet AVEIR développe un moteur de recherche d'images sur le Web utilisant efficacement les informations fournies à la fois par les images, grâce à des algorithmes d'apprentissage automatique, et par le texte associé à ces images, tout en assurant une diversité des résultats (les résultats trop similaires ne sont pas présentés) ce qui est fondamental pour que l'utilisateur diminue son temps de recherche d'une image.

Un cas classique et fréquent de la recherche par le contenu est la recherche d'images similaires où l'on va rechercher des images proches d'une image exemple soumise par un utilisateur. C'est le cas de services offerts par TinEye ou par Google Images. Dans ce contexte, le projet SATTIC s'intéresse à la classification et à la recherche d'images "vignettes" similaires ou partiellement similaires (associées aux images) sur lesquelles les techniques classiques basées région ou basées modèle local à vaste support ne sont pas applicables. Ces travaux s'appuient sur des modèles de graphes plans permettant de décrire des distributions spatiales, hiérarchiques, et topologiques entre des primitives de l'image. La similarité partielle entre deux images est alors formalisée comme un problème d'isomorphisme de sous-graphes soluble en temps polynomial.

RECHERCHE D'INFORMATIONS SUR LE WEB ET RÉSEAUX SOCIAUX

La projet Georama développe des méthodologies permettant la transformation de données multimodales non structurées en connaissances structurées permettant un meilleur accès aux informations géographiques sur le Web. Un système de recherche d'images géographiques, permettant de traiter des masses données multimodales et de combiner annotations textuelles des images et caractéristiques visuelles des images, a également été développé. Georama ouvre la porte à l'analyse de parcours touristiques à partir des tags horaires présents sur les images collectées par les contributeurs. L'idée est de pouvoir proposer des parcours touristiques personnalisés avec temps estimatif de parcours, en se basant sur l'expérience d'une communauté d'utilisateurs avec des intérêts similaires.

INTERACTION HOMME-MACHINE

L'interaction homme-machine est une étape clé de la conception d'un système d'information opérationnel avec lequel un opérateur ou un utilisateur doit interagir. La qualité de cette interaction (ergonomie, intuitivité, etc.) est souvent un verrou à la bonne utilisation des TIC.

Le projet 3D Face Analyzer cherche à suivre et interpréter automatiquement la morphologie tridimensionnelle d'un visage et de ses différentes parties (yeux, bouches, etc.) de manière à pouvoir caractériser son état et ses évolutions (colère, rire, parole, etc.) et ainsi ouvrir la porte à une interaction plus fine entre l'homme et la machine.

Le projet EYE LSA consiste à concevoir un modèle cognitif computationnel permettant de simuler la trajectographie de l'exploration visuelle d'un individu engagé dans une recherche d'informations sur le Web avec un objectif spécifique (recherche d'un mot particulier, mémorisation, etc.). La compréhension de ce processus cognitif de recherche est capital pour réaliser des interfaces adaptées mais peut également permettre d'envisager des stratégies bio-inspirées d'exploration de documents multimedia.

RECONNAISSANCE ET SUIVI DE L'ÉVOLUTION DE FORMES DANS DES SÉQUENCES D'IMAGES

Le projet KIVAOU s'intéresse à la reconstruction hors-ligne de trajectoires de piétons et à l'extraction de données biométriques dans des flux vidéo venant de caméras de vidéoprotection. Ce projet a également débouché sur un atelier traitant les aspects juridiques liés à la vidéoprotection et réunissant les différents acteurs du domaine (CNIL, associations, police, etc.). Ce point est particulièrement important pour un déploiement éventuel des technologies développées dans ces projets dans les années à venir.

Le projet EFIDIR a développé des techniques de détection et de mesures de déformations de la surface terrestre (tremblements de terre, mouvement de glaciers, subsidences urbaines, etc.) par l'analyse des séries temporelles d'imagerie géospatiale SAR (Synthetic Aperture Radar) et l'utilisation de techniques de fouille de données.

SYSTÈMES D'INFORMATIONS MULTIMEDIA

Les systèmes d'information multimedia sont des systèmes qui intègrent des données, un système de gestion et de navigation dans ces données, des procédés d'extrac-

« INTERFACES CERVEAU-MACHINE »

Lors de la conférence de presse organisée conjointement par l'ANR, l'Inria et l'INSERM à l'occasion de la conclusion du projet « Open VIBE », les représentants de la presse et des médias scientifiques ont pu observer des BCI (« *Brain Computer Interfaces* », Interfaces Cerveau-Machine) en fonctionnement. Après que le coordinateur du projet ait demandé à l'assistance de dire un mot au hasard, ce mot, "radis", a été affiché à l'écran une trentaine de secondes plus tard sans qu'aucun geste n'ait été effectué : il a été saisi « par la pensée ». Mais ce n'est pas de la magie, ce sont des recherches de longue date sur la cognition, le traitement de signal, l'ergonomie qui permettent un tel résultat. Le principe du « P300 Speller », nommé d'après le potentiel évoqué P300, est d'analyser les réponses du cerveau à un clignotement rapide de lettres dans une matrice de manière que, quand la lettre désirée est illuminée plusieurs fois de suite, un seuil soit franchi et que la lettre puisse donc être saisie en machine.



D'après OpenVibe

Si les BCI ne sont pas à proprement parler des technologies entrant dans le domaine pourtant large de l'intelligence artificielle, les méthodes employées pour réaliser les interfaces le sont souvent, et la réflexion indispensable sur les mécanismes de la cognition qu'elles nécessitent font qu'il est intéressant de les rapprocher dans le cadre de ce cahier.

Les quatre projets présentés en abordent divers aspects : OpenVibe 2, suite du projet fondateur OpenVibe, poursuit le développement de méthodes innovantes d'interfaçage, se plaçant notamment dans le cadre de jeux vidéo où l'interface BCI peut constituer un complément aux interfaces habituelles de saisie. Le résultat est un environnement logiciel open source qui est très largement diffusé dans la communauté. Le projet blanc GAZE&EEG complète la plate-forme Open Vibe avec un dispositif de suivi du mouvement des yeux, qui peut être utilisé en complément de l'électro-encéphalogramme afin d'enrichir la modélisation des processus cognitifs. Le projet « DEFIS 2009 » CO-ADAPT étudie la co-adaptation entre l'utilisateur et le système BCI au cours de l'apprentissage et de son utilisation, en visant plus particulièrement la restauration de mobilité ou d'autonomie pour des patients tétraplégiques sans possibilité de communication musculaire. Enfin, le projet en Technologies pour la Santé ROBIK travaille en proximité avec des patients en situation de handicap sur la robustesse et l'ergonomie nécessaires à l'obtention d'un système BCI utilisable quotidiennement par les patients.

tion, de fusion, et de recherche d'information, une interface homme-machine avec un moteur de recherche et un ensemble des services afférents qui peuvent être consultés localement ou à travers le Web.

Le projet AVISON conçoit une plate-forme d'archivage et d'indexation automatique de documents audiovisuels de films d'opération médicales, qui s'appuie sur des méthodes capables d'extraire et d'enrichir l'information caractérisant les contenus, de structurer l'ensemble des documents et d'accéder d'une façon simple et conviviale à une base de données de collections de films d'opérations médicales.

Le projet iTOWNS développe un système d'information multimedia autour de masses d'imagerie de type Street-View. Ce système permet de naviguer de manière immersive et fluide dans la ville à travers le Web. Il permet également d'annoter automatiquement la masse d'images par reconnaissance des différents objets présents dans les scènes urbaines mais également d'annoter manuellement les images dans une optique de remontée d'information participative grand public ou d'apprentissage. L'ensemble de ces annotations permettent de développer des services et de faciliter l'exploration de la ville et la recherche d'images de lieux par mots clés via un moteur de recherche s'appuyant sur les bases de données d'objets annotés.

Un des enjeux et verrous principaux de ces technologies de reconnaissance de formes reste aujourd'hui le passage à l'échelle de l'analyse des images de manière à traiter des masses d'informations de type BigData qui grossissent exponentiellement, que l'on ne peut pas ou que l'on ne veut pas stocker et qu'il faut donc traiter en ligne (par ex. les caméras de vidéoprotection). D'autre part le développement de nouvelles technologies de captures, comme les LiDAR imageurs ou les caméras 3D et la fusion de données multi-capteurs, devrait permettre de revisiter l'ensemble de la chaîne technologique de l'indexation à la recherche d'images en apportant une plus grande capacité de discrimination, de robustesse, et une plus grande vitesse d'éxecution. ■

Programme Blanc, édition 2006

Projet EYE LSA

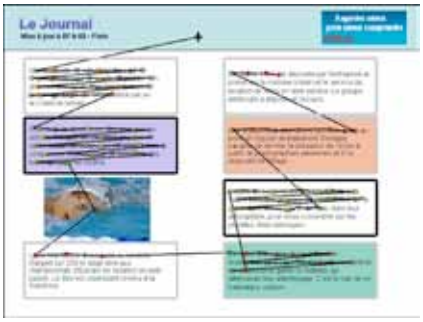
Recherche d'Information sur le Web : modéliser le parcours visuel de l'utilisateur

Modéliser l'exploration visuelle selon le contenu et les capacités visuelles

Durant la dernière décennie, peu d'avancées significatives ont été réalisées quant à la compréhension des processus cognitifs impliqués dans la recherche d'informations (RI), activité la plus fréquente sur le web. Ce projet consiste à concevoir un modèle cognitif computationnel (EYE-LSA) simulant l'exploration visuelle d'un individu engagé dans une RI sur le web (en combinant les traitements visuels et sémantiques). Le modèle prend en compte trois niveaux de traitement : visuel (rétine artificielle), sémantique (analyse sémantique latente) et mnésique (Inhibition du retour). Ces trois niveaux sont représentés sous la forme de cartes qui sont fusionnées additivement suivant une somme pondérée. Le modèle simule le déplacement du regard effectué sur une page contenant des blocs de texte et une image lorsqu'un but général de recherche est formulé. Il prédit, avec une bonne plausibilité psychologique, le nombre de fixations oculaires sur chaque élément d'information (mot, bloc de texte) ainsi que la séquence des fixations (parcours global sur la page qui résulte de stratégies visuelles).

Simuler les stratégies visuelles en fonction de la tâche

Le projet a également cherché à simuler comment le type de la tâche affecte la nature des trajets oculaires. Par exemple, juger de l'intérêt d'un paragraphe par rapport à un but donné donne lieu à des trajets différents de ceux de la lecture classique, chercher un mot particulier dans le texte produit également un trajet différent ; proche de ce que l'on appelle communément la "lecture en diagonale". Lire pour mémoriser le texte conduit à un trajet tout autre, avec de nombreux retours en arrière. Ces différentes contraintes, qui s'exercent sur la forme du trajet et qui varient d'une tâche à l'autre, ont été prises en compte dans le modèle. Ainsi l'horizontalité du trajet (contrainte très forte en lecture classique), le fait de fixer les mots longs (contrainte faible en lecture classique, mais forte pour juger un contenu) ou le fait de ne pas fixer immédiatement un mot préalablement fixé (contrainte forte lorsque l'on cherche un mot en particulier mais faible quand on cherche à mémoriser un texte). Le poids de chacune de ces contraintes a été estimé pour différentes tâches et permet de simuler un trajet plausible en fonction de la tâche. Relié au modèle sémantique présenté plus haut, ce travail permettra à terme de prédire le trajet oculaire probable d'un utilisateur étant donné un document et une tâche.



Eye-LSA simule le parcours oculaire d'un lecteur du web qui recherche une information.

Ce projet de recherche ANR programme Blanc est coordonné par l'Université de Nice Sophia-Antipolis associant deux laboratoires publics (Université de Grenoble 1 et 2) et un partenaire international (Rensselaer Polytechnic Institute, USA). Le projet a commencé en Novembre 2006 pour une durée de 36 mois : il bénéficie d'une aide ANR de 82 k€ pour un coût global de l'ordre de 503 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

L'apport majeur du projet a été de combiner computationnellement les traitements visuels et sémantiques intervenant lors d'une recherche d'information ainsi que des processus mnésiques (mémoire à court terme). La littérature scientifique fournit des modèles de chacun de ces processus, mais aucun n'intègre ces trois aspects à la fois aboutissant à une solution informatique. La version actuelle du projet permet de simuler une succession de fixations oculaires, étant donné un but de recherche exprimé par un ensemble de mots et de moduler cette recherche visuelle en fonction de la tâche à effectuer.

Production scientifique et brevets

Le projet a donné lieu à plusieurs communications dans des conférences internationales (INTERACT'09, Cognitive Science'09, Cognitive Vision'08), et nationales (IHM'09), l'organisation d'un workshop international à Nice (juillet 2007) et la rédaction d'une thèse. Les travaux d'EyeLSA ont trouvé une extension dans le projet ANR 09 Gaze&EEG dont l'objectif est d'étudier les processus de décision dans la lecture en couplant en temps réel les mouvements oculaires et les signaux électroencéphalographiques.

Contact : Thierry Baccino, baccino@lutin-userlab.fr

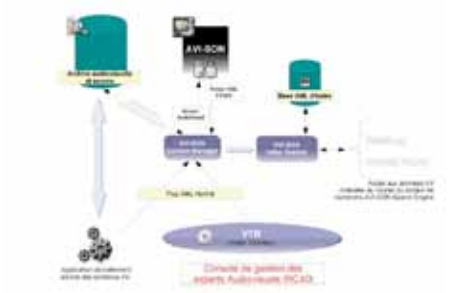
Programme Audiovisuel et Multimedia, édition 2007

Projet AVISON

Indexation de vidéos par l'audio dans le domaine médical

Indexation auto-adaptative d'une base audiovisuelle spécialisée

L'amélioration qualitative et quantitative des moyens de stockage a permis, ces dernières années, d'accumuler des volumes importants de documents audiovisuels dans des domaines très variés. Plus que la collecte des données elle-même, l'automatisation des processus de structuration et d'indexation des documents est un point critique du traitement des bases. Par ailleurs, le traitement de documents audiovisuels rencontre des difficultés qui sont liées à la nature et à la diversité des supports (son, image, vidéo, texte, etc.) et à la spécialisation éventuelle des contenus. La robustesse des techniques mises en oeuvre et leur capacité à s'adapter à des situations nouvelles sont des points clés pour leur implantation dans des applications réelles. L'objectif du projet AVISON est la conception d'une plate-forme d'archivage et d'indexation automatique de documents audiovisuels. L'environnement développé intègre des méthodes capables d'extraire et d'enrichir l'information caractérisant les contenus, de structurer l'ensemble des documents et d'accéder d'une façon simple et conviviale à la base de données. Les méthodes proposées sont mises en oeuvre pour la gestion et la diffusion d'une base d'archives médicales utilisée par l'Institut de Recherche contre les Cancers de l'Appareil Digestif (IRCAD).



Architecture de la plateforme AVISON dans le contexte applicatif de la collection de films d'opérations de l'Institut de Recherche Contre les Cancers de l'Appareil Digestif : les différents composants et leur intégration à la plateforme WebSurg, destinée à la formation des chirurgiens.

AVISON est un projet de recherche industrielle, coordonné par le LIA (UAPV, Georges Linarès) en partenariat avec l'Institut de Recherche contre les Cancers de l'Appareil Digestif, et la société Xtensive Technologies. Ce projet a démarré en décembre 2007 pour une durée de 44 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 592 k€ pour un budget total de l'ordre de 977 k€.

Le WEB comme ressource dynamique pour le traitement du langage naturel dans les domaines de spécialité.

Les systèmes statistiques de traitement automatique du langage naturel (reconnaissance de la parole, traduction automatique) reposent sur des grands corpus qui sont, pour les domaines de spécialités, indisponibles. L'approche suivie dans AVISON consiste à revisiter les paradigmes de base de ces systèmes en considérant l'Internet comme une ressource constamment à jour (mais bruitée) et en replaçant l'utilisateur au centre des processus de structuration des bases de données. Cette approche, tournée vers l'auto-adaptation ou l'adaptation semi-automatique des systèmes, oblige à reconsidérer la façon dont les problèmes clés de l'indexation audio multilingue sont formulés. Nous traitons plus particulièrement des problèmes de transcription automatique, d'indexation, de traduction automatique.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les résultats du projet portent sur deux aspects étroitement liés. D'un point de vue scientifique, le projet a donné lieu à une vingtaine de publications, essentiellement de niveau international. Les contributions portent sur l'exploitation du Web comme une ressource constamment à jour et sur les paradigmes de modélisation susceptibles de supporter les spécificités d'une collection de données ouverte et en évolution perpétuelle. Par ailleurs, nous avons proposé des solutions semi-automatiques pour l'indexation et une approche ouverte pour la traduction automatique. Techniquement, le projet a permis le développement d'un démonstrateur opérationnel sur la plateforme de l'IRCAD, utilisée par les élèves chirurgiens.

Production scientifique et brevets

Le projet a donné lieu à 18 publications dont une revue internationale (Computer Speech And Language), 13 conférences internationales avec comité de lecture et publication des actes, 4 conférences nationales avec comité de lecture et publication des actes. Des résultats récents sont en encore en cours de soumission.

Contact : Georges Linarès, georges.linares@univ-avignon.fr, http://avison.univ-avignon.fr/

Programme Blanc International, édition 2010

Projet 3D FACE ANALIZER

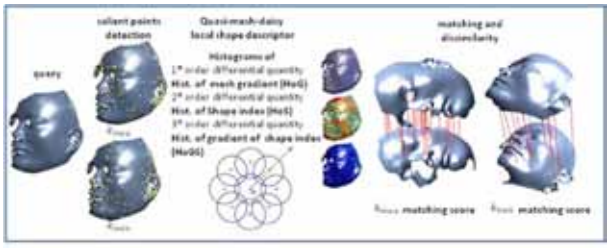
Analyse avancée de visages 3D en vue d'une meilleure interaction homme-machine

Reconnaissance automatique d'attributs faciaux (expression, âge, sexe, ethnie) basés sur les visages 3D

Les visages humains véhiculent une quantité significative d'informations concernant par exemple leur identité, leur état émotionnel, leur âge, leur sexe, leur niveau d'éducation, etc. et jouent un rôle très important dans leur interaction quotidienne. L'utilisation de ces informations faciales dans les interactions humaines est rendue possible grâce à la capacité remarquable des êtres humains à reconnaître et interpréter les visages et leurs comportements. Le projet 3D Face Analyzer vise à interpréter automatiquement les visages 3D en vue d'une meilleure interaction personne machine tirant profit d'attributs faciaux, comme l'expression faciale, l'âge, le genre, etc., que l'on propose d'extraire automatiquement dans le cadre du projet.

Une utilisation optimisée et conjointe de la géométrie discrète (Riemannienne, conformale) et d'outils d'apprentissage statistique pour une interprétation précise d'attributs faciaux

La démarche suivie consiste à utiliser en même temps la morphologie 3D de visage, sa texture ainsi que des points caractéristiques stables, et repose sur la mobilisation croisée de techniques de géométrie discrète (Riemannienne, conformale) et d'outils d'apprentissage statistique. Le projet vise aussi des percées sur des problèmes fondamentaux, comme par exemple la stabilité et convergence de mesures géométriques discrètes (courbure, distance, etc.) face à des variations de résolution de modèle et de précision ainsi que la mise en correspondance de surface non rigide 3D en présence de bruits.



Quasi-mesh-daisy local shape descriptor based free-form surface matching framework.

Ce projet ANR Blanc International est coordonné par Liming Chen (ECL, France) et Pr. Yunhong Wang (Beihang University, Chine) les partenaires associés sont : Ecole Centrale de Lyon, USTL/Telecom Lille 1, Beihang University, North China University of Technology. Ce projet a démarré en Janvier 2011 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie, pour les partenaires français, d'une aide ANR de 202 k€ pour un budget total de 795 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le premier résultat marquant au stade actuel du projet est la participation des deux partenaires français au challenge Shrec 2011 3D face models retrieval. Ils ont obtenu le meilleur taux de reconnaissance rank-one et le deuxième meilleur taux en termes de précision et de rappel.

Production scientifique et brevets

Un workshop sur l'analyse et la reconnaissance de visages 3D et 2D a été organisé par les deux partenaires français, avec la participation des partenaires chinois ainsi que des acteurs majeurs européens du domaine. Un papier de collaboration rapportant les résultats du challenge Shrec 2011 a été publié aussi dans le cadre de Eurographics Workshop on 3D Object Retrieval.

Contact : Liming Chen, liming.chen@ec-lyon.fr, 3dfaceanalyser.ec-lyon.fr

Programme Blanc, édition 2007

Projet SATTIC

Topologie et combinatoire au service de la gestion d'images « vignettes »

Représentation structurée d'images de petite taille

Les vignettes, ou images de petites tailles, apparaissent souvent dans les documents multimédia, pour illustrer un document, ou encore permettre une recherche rapide parmi un nombre important de documents visuels. Les techniques classiques en recherche d'information ne fonctionnent pas sur ces vignettes, dont la définition est trop pauvre pour une segmentation en régions ou l'utilisation de mesures locales à vastes supports. Le but du projet SATTIC est de proposer des représentations combinatoires alternatives pour classifier et rechercher des vignettes. Ces représentations doivent capturer les informations pertinentes, nécessaires à la gestion des vignettes ; elles doivent également être exploitables efficacement, dans un contexte où le nombre de vignettes est souvent très important. Différentes représentations sont étudiées : des représentations par chaînes et arbres, permettant de modéliser des relations d'ordre et de hiérarchie entre des symboles associés à des zones de l'image ou à des points saillants, ainsi que des représentations par graphes plans et cartes combinatoires, permettant d'intégrer des informations sur la topologie de ces zones ou points.

Apprentissage automatique, caractérisation statistique et optimisation combinatoire pour la gestion de vignettes

L'exploitation de vignettes représentées par des chaînes, des arbres ou des graphes, nécessite de définir des mesures de distance, permettant d'évaluer leur similarité. La pertinence de ces mesures peut être améliorée en utilisant des techniques d'apprentissage ou des algorithmes d'inférence grammaticale, mieux adaptés aux données structurées. Il est également nécessaire de disposer d'une caractérisation statistique des structures représentant les vignettes : des mesures statistiques telles que la moyenne, mais aussi des mesures de dispersions des structures dans l'ensemble telles que l'écart-type. Le calcul de ces mesures est très combinatoire, et il s'agit de concevoir des algorithmes efficaces exploitant les spécificités des structures. Ainsi, le problème crucial de l'isomorphisme de sous-graphes, pour lequel il n'existe pas d'algorithme efficace en général, se résout en temps polynomial dans le contexte des graphes plans et des cartes combinatoires. Cela donne de bonnes bases pour s'attaquer à des verrous en reconnaissance des formes ou en fouille de données, tels que la distance d'édition de graphes et la recherche de sous-graphes fréquents.



Une image avec deux fonds différents. Le graphe obtenu par triangulation de Delaunay à partir des points d'intérêt. Le graphe est plein et la tasse peut être décrite avec l'aide de trous pour marquer la zone entourée par l'anse. Sur ce type de graphes, les problèmes d'isomorphisme et d'isomorphisme de sous graphes peuvent être résolus.

SATTIC est un projet coordonné par le laboratoire Hubert Curien (Université de St Etienne) et associe le LIRIS (Lyon). Ce projet a démarré en septembre 2007 pour une durée de 4 ans. Il bénéficie d'une aide ANR de 250 k€ pour un budget total de l'ordre de 900 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Nous avons défini un formalisme pour la caractérisation statistique d'espaces de chaînes, traduisant le concept de distribution statistique sur ce type d'espaces, et nous avons proposé des algorithmes permettant de générer des ensembles de chaînes ayant des caractéristiques statistiques contrôlées. Des travaux ont porté sur l'apprentissage des poids des distances d'édition et sur l'utilisation de noyaux et de modèles de Markov cachés pour classer des vignettes modélisées par des chaînes ou des arbres. Nous avons proposé de représenter les images par des graphes plans, intégrant des informations topologiques et permettant une résolution en temps polynomial de problèmes difficiles tels que l'isomorphisme de sous-graphes.

Production scientifique et brevets

L. Boyer, et al.: SEDiL: Software for Edit Distance Learning, ECML/PKDD'08 ; S. Rebecchi, et al.: On the gaussian distribution of strings. ICPR'08 ; C. de la Higuera, et al.: A contextual normalised edit distance. SISAP'08 ; V. Le Clément, et al. Constraint-based Graph Matching. CP'09 ; G. Damiand, et al.: A Polynomial Algorithm for Submap Isomorphism: Application to Searching Patterns in Images. GbRPR'09.

Contact : janodet@univ-st-etienne.fr, http://labh-curien.univ-st-etienne.fr/wiki-sattic/

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2008

Projet GEORAMA

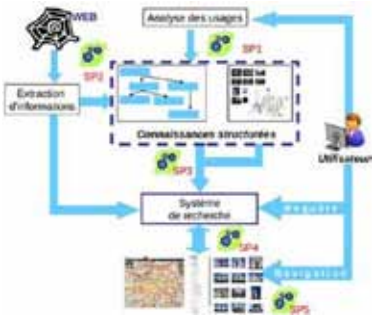
Recherche d'images géo-localisées sur le Web

Amélioration de l'accès aux informations géographiques

Un des défis majeurs pour les technologies de l'information est de créer des services fondés sur une exploitation intelligente des grandes masses de données disponibles sur le Web. Avec la démocratisation des appareils géo-localisés, on constate une demande croissante de la mise à disposition de connaissances géographiques, qui sont nécessaires pour améliorer notre représentation du monde. Georama s'est attaché à mettre en place des méthodes permettant le passage d'informations multimodales non structurées mises en ligne par les utilisateurs de médias sociaux à des connaissances structurées. Ces connaissances constituent un socle pour la création de services de recherche d'informations géographiques mieux adaptés aux attentes des utilisateurs. Un exemple de ces services est le système de recherche d'images géographiques développé dans le cadre du projet. Notre approche a été guidée par la nécessité de traiter de grandes masses de données multimodales (texte et images). Des perspectives intéressantes s'ouvrent à la suite de ces travaux, concernant notamment la personnalisation des parcours touristiques en se basant sur l'expérience d'une communauté d'utilisateurs avec des intérêts similaires.

Extraction d'informations géographiques à large échelle et utilisation pour la recherche d'images

La démarche proposée se base sur la proposition d'algorithmes d'analyse de texte et d'analyse d'images applicables à de grandes masses de données hétérogènes. Une modélisation du domaine géographique fondée sur Wikipédia et la proposition de méthodes innovantes d'extraction d'informations ont permis de recueillir des connaissances relatives à un grand nombre de lieux et de points d'intérêts touristiques. Le défi majeur était d'enrichir Geonames, un thésaurus géographique existant, qui offre une couverture limitée des points d'intérêt. En procédant à une collecte exhaustive des informations géo-localisées de Flickr et à une fouille de Wikipédia en 6 langues, nous avons doublé le nombre de points d'intérêt disponibles (600 000 disponibles dans Geonames et 1 200 000 après l'extraction automatique). En recherche d'images, nous avons proposé des algorithmes d'une faible complexité calculatoire qui exploitent conjointement les annotations textuelles et les caractéristiques visuelles des images. Pour les deux types d'informations, nous avons créé des modèles de requête basés sur l'expérience d'une communauté, qui sont utilisés pour effectuer un reclassement rapide et efficace des résultats.



Structure du projet Georama : passage de ressources hétérogènes disponibles sur le Web vers des connaissances géographiques et usage de ces connaissances dans un système de recherche d'images.

Ce projet de recherche industrielle coordonné par le CEA LIST associe également la société Exalead (division de Dassault Systèmes) et TELECOM Bretagne. Le projet a commencé en décembre 2008 et s'est fini en juin 2011. Il bénéficie d'une aide ANR de 527 k€, pour un coût total d'environ 900 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le premier résultat de Georama est la constitution et la distribution sous licence libre de Gazetiki, un thésaurus géographique qui contient 8,3 millions d'entités. Aussi importante est la proposition d'algorithmes de recherche d'images qui ont été testés lors des campagnes d'évaluation ImageCLEF et dont les performances sont au niveau des meilleurs algorithmes de l'état de l'art. Ces résultats scientifiques sont intégrés dans un système de recherche d'images qui permet un accès structuré à des dizaines de milliers de points d'intérêt touristiques, illustrés par plus de 5 millions d'images.

Production scientifique et brevets

Les résultats de Georama ont fait l'objet de 16 publications, dont une bonne partie ont été présentés dans le cadre de conférences majeures des domaines concernés (ACM ICMR, WWW, ACM CIKM, ACM Multimedia). Trois publications ont en particulier bénéficié de bons retours de la part de la communauté : « Deducing Trip Related Information from Flickr » (candidat pour le meilleur poster à WWW 2009), « Mining Tourist Information from User-supplied Collections » (CIKM 2009) et « Social Media Driven Image Retrieval » (ICMR 2011).

Contact : Adrian Popescu, adrian.popescu@cea.fr, http://georama-project.labs.exalead.com/

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2010

Projet VIDEOSENSE

Ciblage et recommandation multimédia

Reconnaissance de concepts dans les séquences vidéo à travers une analyse multi-modale

Le projet VideoSense vise à utiliser des techniques de traitement multi-modales innovantes pour détecter et reconnaître des concepts enrichis (incluant des aspects statiques, dynamiques et émotionnels) dans des séquences vidéo. L'analyse des flux audio-visuels permet de calculer des descripteurs visuels, audio et spatio-temporels. L'analyse multi-lingue des méta-données génère des vecteurs conceptuels caractérisant le sens des mots, des phrases et des paragraphes. Ces descripteurs sont utilisés par des classifieurs pour détecter des concepts enrichis. La liste de concepts a été définie en prenant en compte les besoins de l'application, en particulier pour le ciblage des publicités et la recommandation de vidéos. Les classifieurs sont entraînés sur un corpus fourni par Ghanni, composé de séquences vidéo et leurs métadonnées utilisées dans les services de distribution multimédia. Ce corpus est annoté, en utilisant une approche d'apprentissage actif pour guider l'annotation. En parallèle, les classifieurs sont évalués dans la campagne internationale TRECVID. Une étape de fusion permet leur combinaison pour obtenir une décision multi-modale.

Ciblage de publicités et recommandation de vidéos

Le projet vise deux applications : le ciblage de publicités et la recommandation de vidéos. Les techniques d'analyse développées dans le projet seront intégrées aux services multimédia fournis par Ghanni. Lorsqu'un utilisateur choisit de visionner une vidéo, les concepts extraits automatiquement de cette vidéo et de ses métadonnées serviront de base à une fonction de ciblage qui sélectionnera les publicités les plus intéressantes pour cet utilisateur, et à un système de recommandation qui lui proposera d'autres séquences à visionner. La fonction de ciblage utilisera une catégorisation des utilisateurs, selon un profil socio-économique (âge, sexe, région...). Le système de recommandation s'appuiera sur l'historique de l'utilisateur, ainsi que sur les choix des autres utilisateurs du service. Les progrès du projet seront évalués dans le cadre d'une application en ligne, ce qui permettra de mesurer l'impact des algorithmes proposés sur une utilisation réelle.



Ciblage des publicités et recommandation de vidéos.

Le projet VideoSense est un projet de recherche industrielle, coordonné par EURECOM. Les autres partenaires sont LIRIS, LIG, LIF et Ghanni. Le projet a commencé en mars 2010, pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 900 k€ pour un coût global d'environ 2 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet a défini une liste de concepts répondant à plusieurs critères : utilité pratique pour l'application et adéquation à une analyse multi-modale. Cette liste inclut des concepts émotionnels, des mots-clés à haute valeur publicitaire, des concepts communs à la liste TRECVID. L'annotation des concepts émotionnels fait l'objet d'une étude particulière, car les mécanismes d'annotation par image-clé ne sont plus adaptés. Une application iPad de démonstration incluant une première version des classifieurs a été développée et sera bientôt disponible sur l'AppStore. Cette version sera améliorée en fonction des progrès du projet.

Production scientifique et brevets

A ce stade du projet, 3 articles ont été acceptés : 1 dans la Conférence Francophone d'Apprentissage Cap2011, 2 dans les conférences internationales ICME2011 et ACII2011. Plusieurs autres articles sont soumis ou en cours de soumission dans des revues et conférences internationales.

Contact : Bernard Merialdo, bernard.merialdo@eurecom.fr, http://www.videosense.org/

Programme Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale

Projet KIVAOU - Edition 2007

La puissance de l'analyse vidéo au service de la compréhension a posteriori des scènes

Développement d'outils innovants pour l'exploitation de données vidéo

Depuis plusieurs décennies, la vidéo surveillance se développe, aussi bien dans les lieux publics, les zones sensibles, dans les entreprises et chez les particuliers. Historiquement, l'usage de la vidéosurveillance a d'abord consisté en l'observation des données par un agent, et en l'enregistrement des vidéos pour les consulter en cas de besoin. Aujourd'hui, la quantité de données enregistrées est telle que l'examen des vidéos, que ce soit en temps réel par un opérateur, ou en différé via des enregistrements est très fastidieux. De fait, l'utilisation de ces vidéos comporte un coût caché qui peut être très important. Parallèlement à cela, il est apparu que l'évolution récente des technologies de traitement d'images, jointe aux gains de puissance de traitement des ordinateurs, rendaient aujourd'hui possibles des applications intelligentes de traitement a posteriori de vidéosurveillance. Dans le projet KIVAOU, nous proposons de faire un pas en avant en associant les technologies diverses liées à la vidéosurveillance et à la biométrie, qui vont nous permettre de traiter un flux vidéo de la manière la plus approprié, afin de dépouiller automatiquement les séquences vidéo associées à une scène de méfait.

Combinaison de briques de base maitrisées par chacun des partenaires

Plusieurs expériences ont montré la difficulté d'utiliser de manière opérationnelle des techniques de détection automatique d'évènements complexes dans des infrastructures équipées de vidéosurveillance. En présence d'un flux vidéo à analyser, on se trouve devant une multitude de tâches à résoudre : quel prétraitement utiliser, comment segmenter puis suivre des zones en mouvement, comment extraire des informations pertinentes pour classer les objets détectés, décider jusqu'à quel niveau de détail peut-on pousser l'analyse, etc. Dans le projet KIVAOU, les partenaires se sont focalisés sur quatre thématiques afin d'améliorer les performances et les évaluer dans le cadre de démonstrateurs. La reconstruction des trajectoires a nécessité de travailler sur la détection des zones en mouvement dans les séquences par l'utilisation de méthodes de soustraction trame à trame et de segmentation en régions d'intérêt. Dans ce but, nous nous sommes aussi attachés au calcul de signatures discriminantes. L'utilisation de données de vidéo surveillance pour reconnaitre des individus a montré la nécessité d'utiliser d'autres informations que celle généralement exploitée. Ainsi nous avons travaillé sur les détecteurs de visages toute pose et sur l'amélioration des images par des méthodes de sur-résolution.



Traitement automatique des séquences vidéo associées à une scène.

Le projet KIVAOU est un projet de recherche industrielle coordonné par Morpho. Il associe Evitech, Facing-IT, l'Institut Télécom (ParisTech et SudParis) et Mines-ParisTech/Armines ainsi qu'un utilisateur public : le Service des Technologies de la Sécurité Intérieure du Ministère de l'Intérieur. Le projet a débuté en février 2008 et a duré 29 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 1,1M€ pour un coût global de l'ordre de 1,7M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les fonctions de traitement d'images réalisées par les partenaires ont été intégrées dans deux plateformes logicielles. Leur évaluation sur des données réalistes, acquises en partenariat avec trois autres projets, a permis d'identifier les limitations actuelles en terme de traitement automatique ainsi qu'en termes d'emplacement, d'environnement et de qualité des capteurs. L'organisation d'un atelier sur les aspects juridiques liés à la vidéo surveillance intelligente a permis aux différents acteurs du domaine (CNIL, CNVS, force de police, avocat, association...) d'exprimer son point de vue.

Production scientifique et brevets

De nombreuses communications ont eu lieu sur le suivi et la re-identification des silhouettes au travers de différentes configurations de réseaux vidéo (4), sur la détection et la reconnaissance de visages (9) et leur performance dans le cadre des évaluations MBGC du NIST (2) et sur les difficultés rencontrées dans la constitution de bases de données réalistes du fait de la législation (1). Morpho et le ST(SI)^2 ont participé activement aux travaux de l'AFNOR et de l'ISO sur la normalisation des métadonnées associées aux données de vidéo surveillance.

Contact : Samuel Vinson, samuel.vinson@morpho.com

Programme Jeunes Chercheuses - Jeunes Chercheurs, édition 2010

Projet EVIDEN

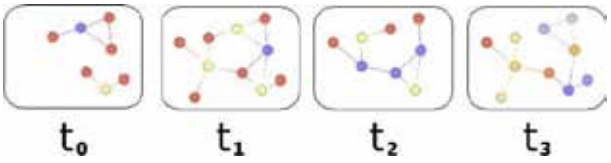
Visualiser le fonctionnement de la cellule pour mieux la comprendre

Aide visuelle et computationnelle pour l'analyse de réseaux dynamiques

EVIDEN porte sur un axe de recherche émergent de la visualisation d'information qu'est la conception d'algorithmes pour la représentation et la navigation dans des données relationnelles dynamiques. Les recherches se concentrent sur quatre points : définition d'une structure de données informatique suffisamment versatile, souple et optimisée pour stocker et manipuler facilement des données relationnelles dynamiques ; conception de méthodes de décompositions et d'extractions de régions d'intérêt dans les données dynamiques (par ex. regroupement des éléments similaires, détection de sous-réseaux avec un comportement atypique) ; conception de méthodes de visualisation de données dynamiques efficaces ; conception de méthodes d'interactions génériques avec l'utilisateur. EVIDEN présente un enjeu manifeste pour faire avancer la recherche en bio-informatique et plus généralement dans le domaine de la santé. Toutefois, de nombreux autres domaines pourraient aussi profiter des retombées de ces recherches dès qu'il s'agit de manipuler des données évolutives.

Intégration efficace du dynamisme des données dans une plate-forme de manipulation et de visualisation de graphes

La méthodologie générale suivie est de revisiter le processus classique de visualisation en l'adaptant aux données dynamiques. Dans ce processus, la première étape consiste à analyser le jeu de données brutes pour le représenter sous un format relationnel standard. Ces données sont ensuite nettoyées, via des mécanismes de filtrage, afin de ne conserver que les données d'intérêt. La troisième étape permet d'associer à ces données des primitives géométriques et graphiques (couleurs, taille, forme, position) en fonction de la topologie du graphe et des attributs associés aux éléments. Ces primitives sont utilisées lors de l'étape final de rendu pour construire l'image qui est présentée à l'utilisateur. Lorsque celui-ci interagit sur la représentation, cela modifie le comportement de l'une des étapes précédemment décrites, et une nouvelle image est alors calculée en parcourant à nouveau les étapes suivantes du processus. Dans le cas des données dynamiques, chacune des étapes doit être revisitée en profondeur afin de prendre en compte le caractère évolutif des données (que ce soit en termes de topologie ou d'attributs). L'ensemble des développements sera effectué sur la plate-forme de visualisation et de manipulation de graphes Tulip (http://tulip-software.org).



Évolution d'un graphe dynamique. Chaque image correspond à l'état du graphe à un temps donné (t0, t1, t2 et t3). La topologie et les attributs (ici la couleur) associés aux sommets évoluent au cours du temps.

EVIDEN est un projet de recherche fondamentale coordonné par le Laboratoire Bordelais de Recherche en Informatique (LaBRI), Université de Bordeaux. Ce projet a démarré en décembre 2010 pour une durée de 4 ans. Il bénéficie d'une aide de 243 k€ pour un budget total de 733 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet nous a permis de développer des collaborations locales (CBiB et CRMNSB de l'université Bordeaux 2), nationales (INRIA, INRA) ainsi qu'internationale (King's College Londres). Elles ont permis la mise en place d'applications pour la plate-forme Tulip : *Porgy* pour la visualisation, la simulation et l'analyse par la réécriture de graphes (http://gravite.labri.fr/?Projects_%2F_Grants:Porgy) et *Systrip* pour la visualisation et l'analyse contextuelle de données métabolomiques (http://tulip.labri.fr/TulipDrupal/?q=systrip). Pour cette dernière, un article sur la représentation de réseaux métaboliques a été publié dans le journal international *Computer Graphics Forum*.

Production scientifique et brevets

Pour chacune des deux applications, une première étape a été franchie puisqu'un article sur la réécriture a été accepté à l'atelier international TERMGRAPH et un autre sur la représentation de réseau métabolique à la conférence internationale Eurovis 2011 (et publié dans le journal Computer Graphics Forum). D'autre part, des prototypes de ces applications ont été soumis aux conférences internationales Infovis 2011 et Biovis 2011.

Contact : Bruno Pinaud, bruno.pinaud@labri.fr

Programme Jeunes Chercheuses - Jeunes Chercheurs, édition 2010

Projet HICORE

Reconnaissance rapide d'objets par des modèles hiérarchiques

Reconnaissance d'objets par ordinateur : les défis de polyvalence et du passage à l'échelle

Pendant la dernière décennie d'énormes progrès ont été réalisés dans le domaine de la reconnaissance d'objets par ordinateur, incluant l'identification des classes d'objets présents dans une image, l'indication de leurs positions, ainsi que l'estimation de la pose de leurs parties. Malgré ces avancées, peu de méthodes s'attachent simultanément à tous ces aspects, et aucune n'aborde le problème à grande échelle pour des centaines, voire des milliers de catégories. Notre but dans ce projet est de suivre une approche hiérarchique et probabiliste en développant des représentations appropriées d'objets et d'images. Notre objectif est la polyvalence, i.e. la construction de modèles pouvant assurer plusieurs tâches, et la « scalabilité », i.e. proposer une approche pouvant s'appliquer à la reconnaissance automatique à grande échelle. Nous souhaitons développer une approche similaire à celle ayant menée aux systèmes de reconnaissance de parole à grande échelle : extraction de représentations génériques bas niveau, recherche d'un ensemble réduit de composantes communes aux niveaux intermédiaires et apprentissage statistique pour leur combinaison au sein de structures haut-niveau.

Un cas pour les Représentations Compositionelles Hiérarchiques (RCH)

Nous proposons d'utiliser des RCH qui tiennent compte de la nature hiérarchique des objets visuels en les modélisant à chaque niveau hiérarchique par des structures obtenues par une combinaison des structures du niveau inférieur. Correctement développés, les RCH satisfont à la fois l'exigence de polyvalence et de scalabilité : leurs niveaux bas correspondant à l'information, au niveau de l'image, peuvent réaliser une tâche de segmentation, tandis que les hautes échelles, construites à des niveaux abstraits, permettent la modélisation complète de catégories d'objets et de réaliser les tâches de reconnaissance. Dans le même temps, la modélisation récursive des RCH permet le partage entre plusieurs objets de certaines de leurs parties, qui peut amener à des algorithmes de détection dont la complexité est sub-linéaire au nombre d'objets considérés. Dans le cadre du projet HiCoRe nous allons aborder le développement de représentations appropriées de niveaux intermédiaires, l'apprentissage de modèles hiérarchiques et la détection d'objets dans les images en utilisant des algorithmes efficaces reposant sur une optimisation combinatoire. Ainsi, nous prétendons développer un système capable de reconnaître efficacement et simultanément plusieurs catégories d'objets, tout en nécessitant peu d'images d'apprentissage.



Résultats des détections d'objets avec un modèle hiérarchique (Kokkinos and Yuille, 2011) ; la tâche de la détection entraîne l'identification des structures de l'image qui constituent l'objet, et résoudre la détection simultanément avec la segmentation.

Le projet HICORE est coordonné par l'Ecole Centrale de Paris. Il a démarré en octobre 2010 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 173 k€ pour un coût complet de 241 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les principaux résultats actuels concernent le développement des représentations de bas-niveau de l'image à partir des contours correspondant aux bords des images : la performance de notre algorithme dans cette tâche est largement supérieure à l'état de l'art antérieur. En parallèle, nous avons mis au point des algorithmes efficaces de détection avec des modèles hiérarchiques en nous appuyant sur la technique A* et nous considérons à présent des accélérations basées sur la technique Branch-and-Bound.

Production scientifique et brevets

Iasonas Kokkinos, Highly accurate boundary detection and grouping, CVPR 2010 Iasonas Kokkinos, Boundary detection using F-measure, Filter- and Feature- Boost, ECCV 2010 Iasonas Kokkinos and Alan Yuille, `Inference and Learning with Hierarchical Shape Models' International Journal of Computer Vision, 2011.

Contact : Iasonas Kokkinos, iasonas.kokkinos@ecp.fr, http://www.mas.ecp.fr/vision/Personnel/iasonas/

Programme Masses de Données et Connaissances Ambiantes, édition 2006

Projet AVEIR

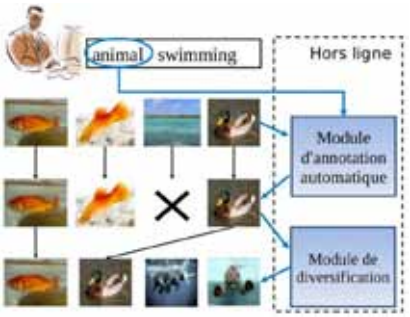
Annotation automatique et extraction de concepts visuels pour la recherche d'images

Moteur de recherche d'images amélioré par annotation automatique du contenu visuel et par promotion de la diversité des résultats

Du fait de l'évolution des technologies, le nombre de données multimédia disponibles augmente de manière exponentielle. L'amélioration des systèmes de recherche d'images permet d'améliorer à la fois la qualité des images renvoyées par le système, mais aussi de diminuer le temps qu'un utilisateur passe à essayer de trouver l'image qu'il recherche. Les enjeux sont donc très importants pour les utilisateurs qui recherchent des images sur le Web, mais aussi pour les éditeurs de contenus, tels que les agences de presse, les encyclopédies... Le projet AVEIR a pour objectif de développer un moteur de recherche d'images utilisant efficacement les informations fournies à la fois par les images et par le texte associé à ces images. Pour cela, les principales techniques développées sont des méthodes avancées de traitement de l'image, des algorithmes d'apprentissage automatique pour l'annotation des images, des méthodes de diversification des résultats, ainsi qu'un protocole d'évaluation des méthodes proposées.

Apprentissage artificiel pour l'annotation automatique d'images et regroupement automatique pour la diversification des résultats

Dans les moteurs de recherche actuels, les documents similaires sont naturellement tous similaires à la requête. Cependant, un moteur de recherche novateur doit retourner des résultats certes tous pertinents, mais aussi qui soient les plus dissimilaires les uns des autres. Afin de promouvoir la diversité, le projet AVEIR a développé plusieurs stratégies garantissant la diversité. En particulier, des méthodes de regroupement automatique (clustering) et des méthodes de tris incrémentales. L'annotation automatique d'images peut être considérée comme un problème de classification qui consiste à partir d'exemples à découvrir des règles générales qui permettent d'annoter de nouvelles images. Dans le cadre d'AVEIR, nous avons exploré plusieurs méthodes innovantes de classification, entre autres : RankingSVM, SVM modulaire, analyse canonique des corrélations, champs aléatoires conditionnels, forêts d'arbre de décision floue. Ces méthodes ont été évaluées dans le cadre de la campagne d'évaluation internationale ImageCLEF. Par ailleurs, des modules d'annotation automatique d'images ont été développés pour permettre une intégration dans des moteurs de recherche.



Moteur de recherche d'images utilisant les informations fournies à la fois par les images et par le texte associé à ces images.

Le projet AVEIR est un projet de recherche fondamentale coordonné par le LIP6 de l'Université Pierre et Marie Curie (Paris 6). Il associe le LIG de l'université Joseph Fourier à Grenoble, le LSIS de l'université du Sud Toulon-Var et le LTCI de l'institut Telecom ParisTech. Le projet a commencé en janvier 2007 et a duré 46 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 312 k€ pour un coût global de l'ordre de 800 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le consortium AVEIR a participé à plusieurs campagnes d'évaluation internationales, comme ImageCLEF, ce qui a permis une diffusion internationale des méthodes développées dans le projet. En 2008, pour la tâche ImageCLEF photo, il est arrivé 2ème sur 25 équipes internationales. Les partenaires d'AVEIR ont défini un protocole permettant une juste comparaison des résultats de diversité. Un site web : http://aveir.lip6.fr/diversity a été mis en place pour permettre à d'autres chercheurs de comparer leurs résultats avec ceux obtenus par les partenaires d'AVEIR lors d'ImageCLEF photo 2008.

Production scientifique et brevets

Ce projet a permis la réalisation de 5 articles dans des revues internationales, de plus de 24 articles dans des conférences ou livres internationaux (dont un best paper), ainsi que 8 articles dans diverses conférences et revues nationales. Un moteur de recherche multimédia a été développé.

Contact : Patrick Gallinari, patrick.gallinari@lip6.fr, http://aveir.lip6.fr

Programme Masses de Données et Connaissances Ambiantes, édition 2006

Projet FROGRIMMI

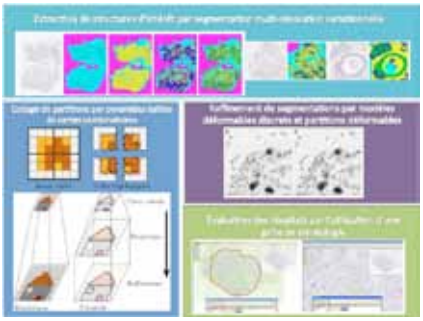
Une nouvelle ère de la microscopie numérique

Traitement et analyse d'images de lames entières

Les pathologistes utilisent comme outil de travail, le microscope, inventé au 17ème siècle et la plus grande partie de leur analyse est visuelle. L'imagerie microscopique pathologique est un environnement d'imagerie médicale d'importance grandissante qui présente de nombreux défis. La toute dernière génération de stations d'imagerie microscopique permet de disposer d'interfaces pour la microscopie virtuelle par l'Imagerie d'une Lame Entière (ILE). L'ILE produit cependant des images énormes pour une unique lame (plusieurs Go) et la gestion de telles masses de données représente un réel défi. Les images d'ILE sont des images multi-résolution et ont la particularité de faire apparaître différentes structures à différentes résolutions. Le projet FOGRIMMI se consacre à trois aspects de la fouille d'images d'ILE : la segmentation, la structuration de ces segmentations, et la validation sur des problèmes d'histopathotologie. Le projet consiste en la conception d'une boîte à outils logicielle de traitement d'images d'ILE, et s'attache à montrer les possibilités techniques ainsi que l'apport potentiel de l'analyse automatisée des images d'ILE.

Modèles géométriques et topologiques pour des partitions d'images multi-résolution

La démarche proposée dans le projet pour la fouille d'information dans des images microscopiques de lames entières repose sur l'élaboration d'un modèle géométrique et topologique représentant des hiérarchies de partitions d'images définies à différentes résolutions. Il s'agit de proposer un cadre unificateur pour effectuer et coder une segmentation hiérarchique multi-résolution. Cette stratégie d'analyse consiste en une analyse descendante effectuée à différentes résolutions selon un principe de focus d'attention reproduisant l'analyse visuelle effectuée par un pathologiste lors de son expertise. Ceci fait intervenir des modèles de structuration de partitions d'image, des modèles de segmentation variationnelle à une échelle donnée et des modèles de partitions déformables topologiques à travers les échelles. Actuellement, les images de lames entières sont dédiées essentiellement à une observation visuelle dans un but didactique ou bien dans un but de confrontation diagnostique. Ces énormes images numériques doivent donc faire la preuve de leurs aptitudes à se prêter à une analyse quantitative. Pour atteindre cet objectif, Il faut gérer l'extrême complexité des images et l'abondance d'informations. Les modèles fondamentaux d'analyse hiérarchique d'images conçus dans le projet sont donc primordiaux.



Boîte à outils logicielle de traitement d'omages par Imagerie d'une Lame Entière (ILE).

Ce projet de recherche fondamentale est coordonné par l'université de Caen Basse-Normandie associée à des partenaires publics : l'ENSICAEN, l'université de Poitiers, l'université de Savoie, le Centre Régional de Lutte Contre le Cancer François Baclesse et le CNRS. Le projet a commencé en janvier 2007 et a duré 48 mois ; il a bénéficié d'une aide ANR de 286 k€ pour un coût global d'environ 1,3 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Au niveau méthodologique :

- Modèle de structuration pyramidal basé sur des cartes topologiques hiérarchiques tuilées,
- Modèles de diffusion de labels sur graphes,
- Modèles déformables digitaux et partitions déformables topologiques.

Au niveau technologique :

- Librairie multi-plateforme de gestion d'images de lames entières,
- Visualiseur multi-plateforme d'images de lames entières,
- Boîte à outils de traitement d'images de lames entières,
- Logiciel d'évaluation quantitative de la segmentation d'images de lames entières.

Production scientifique et brevets

Le projet a donné lieu à la publication d'un chapitre de livre, de six articles de revues internationales, de vingt-sept articles de conférences internationales, à une cession de licence, à l'organisation d'un numéro spécial de revue internationale, ainsi qu'à l'organisation d'une journée thématique.

Contact : Olivier Lézoray, olivier.lezoray@unicaen.fr, http://greyc.stlo.unicaen.fr/fogrimmi

Programme Masses de Données et Connaissances Ambiantes, édition 2007

Projet DISCO

Un moteur de recherche pour des ressources multimédia distribuées et hétérogènes

Permettre le référencement de données multimédia

Le projet DISCO se situe dans le contexte d'un changement majeur affectant la gestion de l'information : l'émergence d'un univers « en nuages » de données produites et échangées par chaque individu, agissant dans un monde collaboratif de réseaux dits « sociaux », et émettant de l'information au moyen d'équipements électroniques personnels (Smartphones, appareils photo, GPS et capteurs de toute sorte). Ces sources d'information sont extrêmement dispersées, produites à un niveau individuel sans contrôle global, et aboutissent à des corpus informationnels à la fois volumineux, disparates, hétérogènes et dépourvus de tout contrôle centralisé. DISCO s'intéresse plus particulièrement aux documents multimédia : images, vidéos, sons, musiques, et vise à fournir des outils de recherche sur des corpus produits par des utilisateurs ou groupes d'utilisateurs, ou par des institutions souhaitant référencer leurs collections dans un système d'indexation fédéré. Les enjeux sont (1) favoriser la diffusion de documents qui constituent des sources d'information précieuses, (2) donner accès à des fonctions complexes de recherche par le contenu à des utilisateurs non-experts et (3) produire par agrégation des collections ouvrant la voie à des analyses de masse.

L'association des techniques de recherche par le contenu et des systèmes d'indexation à grande échelle

Nous travaillons sur la généralisation des techniques récentes de recherche par le contenu afin de couvrir un large spectre de données multimédia : images, sons, vidéos. L'objectif est de placer dans des espaces de descriptions normalisés ces documents de type divers afin de fournir un système de recherche générique. Par ailleurs, un axe important du projet est l'étude du passage à l'échelle pour ce type de collections pouvant atteindre des tailles très importantes. Nous travaillons notamment sur le passage à l'échelle de méthodes de description réputées coûteuses, telles que la description des relations spatiales entre objets dans les contenus visuels, ainsi que sur l'extension d'outils de stockage et de recherche distribués à des descriptions et algorithmes orientés documents multimédias. Enfin, DISCO s'attache à gérer l'hétérogénéité des sources d'information, dans un système où les collections résultent d'une agrégation de contributions individuelles.



Recherche par similarité dans les grandes bases de contenus visuels tenant compte des relations spatiales entre objets d'intérêt.

DISCO est un projet de recherche fondamentale. Il a été coordonné par le Cnam, après l'Université Paris-Dauphine, et implique également l'IRCAM, la fondation European Archive et la Réunion des Musées Nationaux. Le projet a commencé en 2008 pour une durée de 4 ans. Il a bénéficié d'une aide ANR de 475 M€ pour un budget global de 983 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Après une analyse des liens entre les propriétés des données à indexer et des caractéristiques des structures d'index, les travaux dans le cadre du projet ont permis de mettre au point de nouvelles solutions d'indexation, centralisées et distribuées, qui passent à l'échelle pour de grandes collections d'images, de vidéo et d'audio. Il faut mentionner tout particulièrement la prise en compte des relations spatiales dans l'indexation des images, la proposition de critères statistiques permettant d'analyser *a priori* la pertinence d'une méthode d'accès pour un contenu multimédia donné, ainsi que la solution *cloud computing* proposée pour la recherche par le contenu multimédia.

Production scientifique et brevets

1 revue internationale majeure (*Pattern Recognition*), 2 conférences internationales majeures (*ACM Multimedia* 2009, 2010), 1 revue nationale (Revue des Nouvelles Technologies de l'Information), 3 conférences internationales (RIAO 2010, MCIT 2010, CAIP 2011) et 2 workshops internationaux (dont le prix du meilleur article au workshop NTSS 2011).

Contact : Michel Crucianu, michel.crucianu@cnam.fr, www.lamsade.dauphine.fr/disco/

Programme Masses de Données et Connaissances Ambiantes, édition 2007

Projet EFIDIR

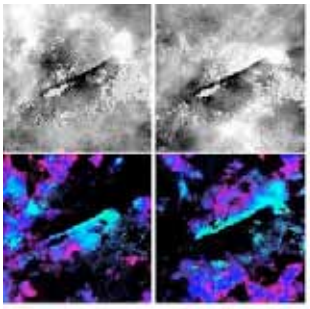
Comment mesurer depuis l'espace les déformations de la surface terrestre

Améliorer les méthodes de traitement des images radar pour mesurer les déplacements de surface liés à des phénomènes géophysiques

Depuis les années 90, plusieurs satellites d'observation de la Terre dotés de radar imageur permettent d'observer les évolutions de la surface du globe, en particulier de mesurer le déplacement du sol sur de grandes étendues avec une précision centimétrique, voire millimétrique à l'aide de séries d'images. Cette source d'information unique permet de suivre les phénomènes géophysiques tels que les failles, les volcans, les glaciers ou encore les subsidences urbaines. Cependant, afin d'atteindre les précisions attendues, il est nécessaire de développer des méthodes de traitement d'images performantes pour exploiter la masse de données radar disponibles et le potentiel de nouveaux satellites lancés entre 2006-2007 : images haute résolution (métrique) ou polarimétriques (différentes polarisations). Ce projet pluridisciplinaire permet de mettre au point des méthodes originales qui prennent en compte les attentes et la connaissance des experts ainsi que le potentiel croissant de l'imagerie radar et des ressources informatiques.

Extraction et fusion d'informations pour la mesure de déplacement en imagerie radar

Le projet EFIDIR comporte 3 axes correspondant aux principales étapes des chaînes de traitement. Le 1er axe est dédié à la formation des images et à la caractérisation de la réponse électromagnétique des milieux rétrodiffusants, en particulier la cryosphère (neige, névé, glace...). Un radar imageur de terrain polarimétrique a été mis au point, et des méthodes de traitement spécifiques ont été développées : tomographie radar, suréchantillonnage d'images complexes... Le deuxième axe est dédié à l'extraction d'informations pour passer des données radar aux mesures du déplacement du sol, à partir de la phase (interférométrie radar) ou de l'amplitude (corrélation, tracking...). Les méthodes proposées exploitent l'apport de la haute résolution ou de la polarimétrie. Enfin le 3ème axe développe des méthodes de fusion d'informations pour analyser les séries temporelles et réduire les incertitudes par différentes approches. Une approche physique corrige les perturbations liées à l'atmosphère stratifiée en intégrant des données météorologiques. Une approche originale de fouille de données extrait les motifs fréquents liés au signal de déplacement. Enfin, une approche nouvelle de représentation des incertitudes par la théorie des possibilités est introduite dans l'étape d'inversion qui permet de reconstruire des champs de déplacement 3D (Est, Nord, Vertical) ou d'estimer les paramètres de modèles géophysiques des phénomènes à l'origine des déplacements observés en surface.



Extraction de motifs spatio-temporels fréquents en interférométrie radar par « fouille de données » sur la faille de Haiyuan, Chine. Haut : images de la déformation ; Bas : motifs fréquents localisés spatialement et dans le temps par la couleur.

Le projet EFIDIR coordonné par le LISTIC, Polytech Annecy-Chambéry, Université de Savoie, associe les laboratoires IETR (Université de Rennes), GIPSA-lab (INPG), LTCI (Télécom Paris-Tech), ISTerre (Université Joseph Fourier) et le laboratoire de Géologie de l'ENS Paris. Le projet a commencé en janvier 2008 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 901 k€ pour un coût global de l'ordre de 2,6 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les résultats du projet impactent principalement la communauté scientifique développant ou utilisant des méthodes de traitement des données radar pour l'observation de la Terre. Afin de diffuser ces travaux, 2 événements fédérateurs ont été organisés pour regrouper et former des chercheurs de différentes disciplines impliquées : un atelier francophone centré sur les outils et méthodes de traitement d'image radar (Aussois, avril 2010) et une école de printemps internationale à l'Ecole de Physique des Houches en mai 2011. Les progrès des mesures régulières de déformation issues des images radar et les avancées de la connaissance géophysique contribuent à améliorer les dispositifs de surveillance et de gestion du risque.

Production scientifique et brevets

Ces travaux s'accompagnent de publications dans des congrès et revues scientifiques en Traitement d'images, Télédétection et Géophysique : 13 articles de revues internationales et plus de 70 communications dans des congrès internationaux. Les méthodes développées par le projet sont distribuées sous forme de logiciel libre (EFIDIR_Tools) téléchargeable sur le site du projet. Une base de données expérimentale rassemble les données et les principaux résultats obtenus sur différents sites.

Contact : Emmanuel Trouvé, emmanuel.trouve@univ-savoie.fr, http://www.efidir.fr

Programme Masses de Données et Connaissances Ambiantes, édition 2007

Projet OMNIA

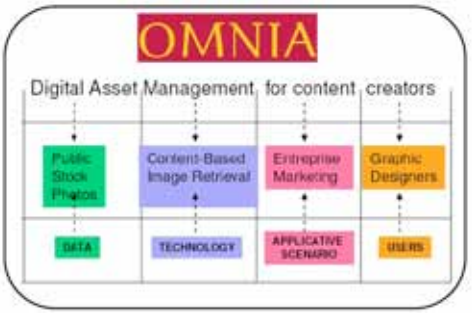
Recherche multimodale et multilingue dans des collections d'images avec textes spontanés

Développement de techniques de recherche et annotation objective et subjective, multimodale et multilingue, dans des collections

Le but principal du projet OMNIA est la recherche de contenu multimedia (images accompagnées de texte spontané) dans des bases large-échelle. Le projet est axé sur trois lignes de recherche bien définies : 1. Analyse du contenu sémantique de l'image numérique, 2. Analyse esthétique et émotionnelle d'image, 3. Traitement du texte multilingue lié aux images. Ces trois grandes thématiques ont été regroupées dans le développement de plusieurs prototypes mené par Xerox et par les autres partenaires académiques. Dans la plupart de cas, nous avons opté pour une approche basée sur l'apprentissage automatique. En particulier, nous avons employé des techniques d'apprentissage supervisé, surtout pour l'analyse d'images mais aussi des techniques d'annotation multilingue basées sur des mots interlingua (UW, Universal Word). Les retombées techniques principales concernent l'amélioration de la précision de ces classificateurs (au niveau des descripteurs ainsi que des modèles de classification) et le développement de démonstrateurs innovants dans le cadre de la recherche multimédia.

Catégorisation sémantique (vecteurs de Fisher, bag of words) et émotionnelle (Belief Theory), annotation interlingue (UNL, désambiguïsation par ACO)

Grace à des techniques innovantes pour la représentation des images dans des espaces à grand nombre de dimensions, nous avons obtenu des résultats très satisfaisants dans le domaine de la classification et la recherche d'images. Ces résultats sont supportés par les très bons classements de ces techniques dans les compétitions internationales de domaine. De plus, l'idée initiale de se dédier à l'analyse esthétique et émotionnelle s'est révélée originale. Les résultats que nous avons obtenus grâce à l'utilisation des méthodes basés sur la théorie de l'évidence sont intéressants et prometteurs pour leur utilisation dans des systèmes de recherche multimédia. Enfin, nous avons confirmé nos intuitions initiales sur le rôle du texte dans l'indexation et annotation d'images : l'analyse multilingue de texte spontané représente un complément idéal pour supporter l'analyse visuelle dans de cas où l'interprétation directe de l'image est trop ambitieuse.



Analyse de contenu multimedia (images accompagnées de texte spontané) dans une base large-échelle.

Le projet OMNIA est un projet de recherche industrielle coordonné par XEROX. Il associe aussi LIG-Université Joseph Fourier et LIRIS-École Centrale Lyon. Le projet a commencé en janvier 2008 et a duré 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 593 k€ pour un coût global de l'ordre de 1,22 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Démonstrateur d'indexation et analyse d'images. Raffinement de classificateurs d'images pour différents concepts sémantiques. Participation à des compétitions internationales, 1er à PASCAL08 et CLEF08. Outil d'annotation d'images selon l'émotion suscitée, et campagne d'annotation. Evaluation de descripteurs et de méthodes de fusion multimodale pour la catégorisation émotionnelle d'images. Proposition de descripteurs et d'une méthode basée sur la théorie des fonctions de croyance pour la catégorisation émotionnelle et multimodale des images. Passage à l'échelle d'une SOA pour l'annotation interlingue et l'extraction de contenu textuel. Extraction conceptuelle, guidée par une ontologie, à partir d'annotations interlingues (UW++). Désambiguïsation entre lexèmes interlingues (algorithmes à fourmis).

Production scientifique et brevets

Une vingtaine de conférences nationales et internationales, une revue, deux workshops et deux challenges. Liste complète à retrouver sur notre site internet.

Contact : Luca Marchesotti, luca.marchesotti@xrce.xerox.com, http://omnia.xrce.xerox.com/

Programme "Masses de Données et Connaissances Ambiantes", édition 2007

Projet iTOWNS

Navigation immersive basée-web, annotation automatique, et recherche d'informations dans des masses d'images de rues

Développement d'un système d'information basé-image de la ville

Le projet iTOWNS s'inscrit dans les recherches autour de la Ville Numérique. Il a pour objectif le développement d'un système d'information multimédia et orienté grand public autour de masses d'imagerie 3D acquises depuis la rue par un véhicule de numérisation mobile. Le projet s'articule autour 3 défis scientifiques. Le premier consiste à naviguer de manière immersive et fluide dans l'ensemble des données à travers le web. Le deuxième consiste à annoter automatiquement l'ensemble des images et reconnaître les différents objets présents dans les scènes urbaines. Le troisième consiste à développer des services s'appuyant en grande partie sur les bases de données d'objets annotés. Le corpus du projet est une numérisation du 12ème arrondissement de Paris et de ses 120 km linéaires de voies avec le véhicule STEREOPOLIS du MATIS. Il est composé d'une part, d'images panoramiques et couples stéréoscopiques très haute résolution, acquises par 12 caméras full HD, pour un total d'un petit million d'images, et d'autre part, d'environ 800 millions de points 3D acquis par des lasers imageurs.

Annotation des images, recherche par mots clés, augmentation participative, crowdsourcing et mesures 3D

Le navigateur iTOWNS permet de se déplacer d'un point de vue panoramique immersif à un autre ou d'accéder à d'autres points de vues à partir d'une vue aérienne ou à partir d'une adresse. Les navigations sont augmentées de points d'intérêts interactifs géolocalisés à proximité : hôtels, commerces, musées,... Un éditeur multimédia offre également la possibilité d'intégrer d'autres objets et des liens interactifs correspondants : textes, images, vidéos sur les murs, façades des maisons ou devantures des commerces tout en respectant la perspective. Ces objets, ainsi que d'autres extraits automatiquement des images : piétons, textes, porches, squares, magasins, marquages au sol, panneaux de signalisation, fenêtres, façades, iront enrichir une base de données permettant une recherche par mots clés via un moteur de recherche. Dans ce contexte, iTOWNS permet aux chercheurs d'annoter manuellement leurs images pour constituer leur ensemble d'apprentissage. Dans une optique de remontée d'information participative, des images peuvent aussi être acquises depuis un téléphone portable et intégrées en temps-réel dans les navigations. Les images sont anonymisées automatiquement et en complément de manière participative. Enfin, le navigateur propose des fonctionnalités de mesures 3D monoculaires au centimètre près, permettant de savoir si un piano passera par la fenêtre, etc.



Capture d'écran du navigateur iTOWNS

Le projet iTOWNS est un projet de recherche industrielle coordonné par le laboratoire MATIS de l'IGN. Il associe également le LIP6 de l'UPMC, l'équipe ETIS du CNRS, le CMM de l'ENSMP, le laboratoire LEPSIS de IFSTTAR (ex LCPC), et le CETE de l'EST. Le projet a débuté en janvier 2008 pour une durée de 42 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 730 k€ pour un coût global de 1 783 933 €.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le résultat majeur du projet est l'élaboration d'une plateforme qui a vocation à devenir le squelette d'un éco-système de recherche ainsi qu'un préfigurateur d'infrastructure et de services autour de l'information géographique terrestre. Le projet a montré la possibilité du passage à l'échelle des méthodes et technologies autour de la navigation et de l'annotation. Cette plateforme a été hébergé sur la plateforme Très Haut Débit de CapDigital et a été mis à disposition d'internautes qui ont pu tester la plateforme, ses technologies et ses services. Le corpus de données sur lesquelles s'appuient le projet va être ouvert en OpenData. iTOWNS devrait être également intégré en 2012 au sein du Géoportail de l'IGN comme vitrine technologique.

Production scientifique et brevets

Le projet ITOWNS a fait l'objet d'une trentaine de publications dont une vingtaine dans des conférences internationales à comité de lecture sélectif.

Nicolas Paparoditis, nicolas.paparoditis@ign.fr, www.itowns.fr

Programme Contenus et Interactions, Défi REPERE, édition 2010

Projet PERCOL

Qui voit-on ? Qui parle dans des documents vidéo ?

Pour une identification automatique des personnes présentes et audibles dans des contenus vidéo

La multiplication des documents vidéo accessibles sur Internet a rendu nécessaire le développement d'outils permettant d'effectuer des requêtes complexes sur le contenu même des documents. Identifier et nommer à chaque instant d'une vidéo l'ensemble des personnes présentes à l'image ou s'exprimant dans la bande son fait partie de ces nouveaux outils de fouille de données. D'un point de vue scientifique, la reconnaissance de personnes dans des documents audiovisuels est un problème difficile à cause des différentes ambiguïtés que présentent l'audio, la vidéo et leur association. En effet, en audio, plusieurs personnes peuvent intervenir au même moment, la parole peut être superposée à de la musique ou à du bruit d'ambiance. En image, les visages se présentent avec beaucoup de variations de pose, de conditions d'éclairage et d'expressions faciales, ce qui rend difficile leur détection et reconnaissance par un système automatique. Enfin, l'association des deux modalités voix et visage présente des difficultés dues au fait que des personnes peuvent parler sans apparaître dans le flux vidéo, ou l'inverse. Le projet PERCOL vise à proposer des outils novateurs d'identification de personnes dans des vidéos intégrant les flux images et sons au sein d'une approche globale.

Identification multi-modale de personnes dans des documents vidéo sans modèles a priori

L'analyse des différentes sources d'informations disponibles dans un contenu audiovisuel permet de reconnaître des personnes dont on dispose d'un modèle de voix et/ou visage préalable, mais permet également d'identifier sans modèle préalable des personnalités dont l'information de l'identité se trouve dans la parole prononcée (la personne est nommée par son interlocuteur ou par le présentateur) ou dans le texte en incrustation (un bandeau contenant le nom de la personne apparaît en même temps que la personne). La difficulté manuelle (du point de vue applicatif et maintenance) de créer des dictionnaires, de les mettre à jour au fil du temps et d'y incorporer des nouvelles personnalités qui apparaissent dans l'actualité rendent l'approche de l'identification de la personne sans modèle proposée par PERCOL particulièrement attrayante. De plus, cette approche permet idéalement la création ou la mise à jour automatique de modèles de voix et de visage, pour permettre d'améliorer les taux de reconnaissance.



Identification multi-modale de personnes à partir de l'analyse des différentes sources d'informations disponibles dans un contenu audiovisuel.

PERCOL est un projet coordonné par le Laboratoire d'Informatique Fondamentale (LIF-CNRS, Université Aix Marseille). Il associe l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse, le Laboratoire d'Informatique Fondamental de Lille (LIFL) et France Télécom - Orange Labs. Ce projet a démarré en novembre 2010 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 400k€ pour un budget total de 1,4M€.

IMPACTS

Le projet n'est que dans sa première phase, les premiers résultats sont attendus à l'issue de la première évaluation REPERE en 2012.

Contact : Frédéric Béchet, frederic.bechet@univ-avignon.fr

Programme Contenus et Interactions, Défi REPERE, édition 2010

Projet QCOMPERE

Pour une analyse structurée des contenus audiovisuels, l'expérience de Quaero

Identifier les personnes par le son et l'image

La diffusion toujours croissante de données audiovisuelles nécessite des outils performants d'analyse et de navigation dans les contenus. L'objectif est de permettre une indexation et une recherche d'information efficaces. La structuration automatique de documents multimédia passe en particulier par l'identification des personnes présentes, grâce à leur visage et à leur voix mais aussi en exploitant les textes en incrustation lorsqu'ils sont présents ou encore avec la transcription automatique de la parole qui peuvent fournir le nom des intervenants, qu'ils soient journalistes ou invités, dans des actualités télévisées ou des débats. Le projet QCOMPERE rassemble des partenaires du programme QUAERO qui travaillent sur les différentes modalités impliquées dans cette tâche. La participation au défi multimédia REPERE permettra d'évaluer de manière objective les performances en identification multimodale des personnes, en particulier pour la fusion d'informations provenant des différentes modalités.

Fusionner toutes les modalités

Le projet est structuré par la réponse aux quatre sous-tâches élémentaires : qui est visible, qui parle, qui est cité oralement, qui est cité en incrustation. La reconnaissance des personnes par le visage nécessite l'extraction de paramètres les plus robustes possibles par rapport aux changements d'exposition et d'expression, et le traitement de vidéos est un champ de recherche récent par rapport au traitement d'images fixes. La reconnaissance des noms en incrustation se fonde sur une segmentation de l'image en zones de textes suivie par la reconnaissance optique des caractères. La reconnaissance du locuteur exploite le timbre de la voix obtenu par analyse spectrale. La citation orale du nom nécessite une transcription automatique à grand vocabulaire de la parole et une détection d'entités nommées. Chaque modalité est déjà d'une grande complexité en soi. En réaliser la fusion de manière efficace est un véritable défi de recherche qui est au coeur du projet QCOMPERE.



Exemples de segmentation des sous-titres (au dessus) et des visages (en dessous) pour l'identification des personnes dans des enregistrements audiovisuels.

Le projet QCOMPERE est coordonné par le LIMSI-CNRS avec le GREYC de l'Université de Caen, l'équipe LEAR de l'INRIA Rhône-Alpes, le Laboratoire d'Informatique de Grenoble (LIG), le Karlsruhe Institute of Technology (KIT), Vocapia Research et Yacast. Il a démarré en novembre 2010 pour une durée de 45 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 400 k€ pour un budget total de 1,1 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les résultats du projet consisteront d'abord en la participation aux campagnes successives du défi REPERE. Les systèmes développés produiront en sortie une identification des personnes dans les enregistrements du corpus de test et seront évalués par un score de performance pour les différentes modalités et pour la fusion multimodale, ce qui permettra de juger de manière objective de la performance des systèmes ainsi que des progrès réalisés pendant le déroulement du projet.

Production scientifique et brevets

Les premiers travaux ont été présenté à CORIA-RJCRI et à CBMI 2011. Les travaux donneront lieu à publications scientifiques en journaux et congrès tout au long du projet, ainsi qu'à des communications aux séminaires de bilan annuel des évaluations du défi REPERE.

Contact : Claude Barras, claude.barras@limsi.fr

Programme Contenus et Interactions, édition 2009

Projet OPENVIBE2

Des jeux vidéo pilotés « par la pensée » !

Adapter le contenu et l'interaction à l'état mental

Une interface cerveau-ordinateur (ICO) permet de piloter un ordinateur ou une machine directement à partir de son activité cérébrale. Les recherches dans ce domaine sont actuellement en pleine explosion et des prototypes impressionnants sont déjà disponibles. Cependant, le niveau de contrôle offert par une ICO n'égale pas encore celui offert par une interface classique comme par exemple avec un joystick ou une souris. C'est pourquoi, l'utilisation des ICO est actuellement réservée aux personnes handicapées qui ne peuvent pas avoir accès à ces autres interfaces. Dans OpenViBE2, nous proposons de changer radicalement la perspective d'utilisation des ICO. Nous proposons d'abord de pouvoir utiliser les ICO conjointement aux méthodes d'interaction traditionnelles comme le joystick ou la souris. Ainsi, l'ICO n'est plus considérée comme une solution de remplacement mais comme un complément de l'interface homme-machine classique. Deuxièmement, nous souhaitons utiliser l'activité cérébrale dans le but d'adapter en temps réel et de manière automatique le protocole d'interaction ainsi que le contenu de l'environnement virtuel à l'état mental de l'utilisateur.

Changer la manière de jouer ...

Le projet soulève plusieurs défis scientifiques et techniques : (1) l'expérimentation de marqueurs électroencéphalographiques (EEG) dans le contexte des jeux vidéo, (2) la conception de nouvelles techniques de traitement du signal, et (3) la mise au point de nouvelles techniques pour l'interaction en environnements virtuels basée sur l'activité cérébrale. Les retombées que l'on peut attendre sont tout d'abord de nouvelles connaissances dans des domaines très variés (neurosciences, traitement du signal, IHM) ; et de nouvelles méthodes, outils et techniques pour l'adaptation du contenu et de l'interaction avec les jeux vidéo et les environnements virtuels, utilisant l'activité cérébrale et les états mentaux de l'utilisateur. De plus, nous proposons de fournir une plateforme logicielle open-source intégrant l'ensemble de nos avancées dans le domaine du traitement du signal EEG en temps-réel. Enfin, nous visons trois démonstrateurs (jeux vidéo) basés sur nos nouvelles technologies : (1) un jeu de type « casual game » (jeu de sport par exemple), (2) un « brain trainer » (entraînement cérébral), et (3) un « serious game » pour la réhabilitation des enfants souffrant de troubles attentionnels.



OpenViBE2 étudie l'utilisation des interfaces cerveau-ordinateur pour les jeux vidéo : ici, à l'aide d'un casque à électrodes, un joueur « tire par la pensée » sur des cibles virtuelles.

Le projet OpenViBE2 est un projet de recherche industrielle coordonné par l'INRIA. Il associe également l'INSERM, le CEA-LIST, le GIPSA-LAB, CHART, CLARTE, UBISOFT, KYLOTONN et BLACKSHEEP. Le projet a commencé en octobre 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 1,1 M€ pour un coût global de l'ordre de 3,3 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

L'avancement du projet est illustré par de nombreux résultats scientifiques (électrophysiologie, traitement des signaux cérébraux, paradigmes d'interaction). Deux premiers démonstrateurs de jeu vidéo basés sur l'activité cérébrale ont été développés. Une vaste campagne d'évaluations à la Cité des Sciences a permis de tester les ICO sur plus de 300 sujets. Les développements du projet sont régulièrement intégrés dans le logiciel libre OpenViBE. A signaler également de nombreuses actions de communication (presse, TV), et des collaborations avec d'autres projets ANR (ROBIK, CO-ADAPT, GAZE&EEG).

Production scientifique et brevets

A mi-parcours, le projet totalise 22 publications scientifiques (2 chapitres de livre, 7 revues, 13 conférences internationales) dans les différents domaines couverts par le projet : electrophysiologie, traitement de signal, IHM, réalité virtuelle, BCI, etc.

Contact : Anatole Lécuyer, anatole.lecuyer@inria.fr, www.irisa.fr/bunraku/openvibe2

Programme Blanc, édition 2009

Projet GAZE & EEG

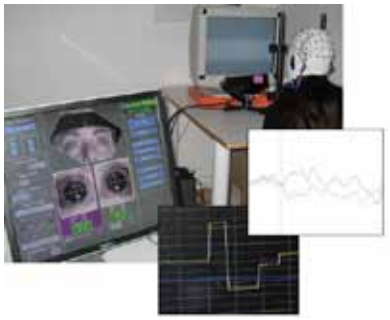
Traitement synchronisé conjoint des signaux EEG et oculométriques

Etude du rôle fonctionnel des saccades et micro-saccades et des activités neuronales grâce à une plateforme expérimentale multimodale

Le coeur du projet concerne le traitement conjoint de signaux d'encéphalogramme (EEG) en synchronie avec les mouvements oculaires obtenus par des techniques d'oculométrie (« Eye Tracking », ET). Pour ce faire, des techniques avancées en traitement statistique du signal sont mises en place pour une meilleure compréhension et interprétations des activités neurales enregistrées en synchronie avec les mouvements oculaires. Les algorithmes développés sont implémentés sur une plate-forme expérimentale d'acquisitions synchronisées en temps réel, dans l'environnement logiciel « OpenVibe » issu de projets déjà soutenus par l'ANR. Du point de vue méthodologique, on bénéficie de la complémentarité entre ces deux types de données expérimentales pour débruiter le signal EEG qui est affecté par des artefacts issus des mouvements oculaires. Le projet tirera parti de toute la puissance de l'environnement « OpenVibe » en matière de définition de scénario, de traitement de données et de visualisation temps réel et apportera une dimension supplémentaire à cet environnement par la multimodalité du couplage « EEG et ET ».

Un outil pour l'étude du rôle fonctionnel des saccades et micro-saccades et des données enrichies pour la modélisation cognitive en recherche d'information

Bénéficier de la complémentarité entre ces deux types de données expérimentales, permet (1) de débruiter le signal EEG qui est affecté par des artefacts issus des mouvements oculaires, (2) d'explorer le rôle fonctionnel des mouvements oculaires (au niveau des microsaccades et des saccades) en recherchant les marqueurs neuronaux associés et (3) d'enrichir la modélisation des processus cognitifs engagés dans des tâches visuelles à haut contenu sémantique, par l'association de composantes EEG avec les mouvements oculaires. Ces avancées se réaliseront dans des situations expérimentales plus écologiques grâce au couplage EEG et ET. Les expérimentations en cours concernent (i) des protocoles de pro- et anti-saccades pour mieux analyser les mécanismes inhibiteurs afférents, (ii) des protocoles originaux en recherche d'information mettant en oeuvre des stratégies de décision typiques et enfin (iii) des expérimentations maximisant la générations de micro-saccades afin de mieux les étudier.



Dispositif expérimental.

GAZE & EEG est un projet coordonné par le GIPSA-lab (Grenoble-INP, CNRS). Il associe le LPNC, Grenoble (UPMF, CNRS), le TIMC, Grenoble (UJF, CNRS), le LUTIN Paris (Univ. Paris 8, CNRS). Ce projet a démarré en octobre 2009 pour une durée de 3 ans. Il bénéficie d'une aide ANR de 685 k€ pour un budget total de 1,76 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les résultats attendus concernent plus : 1) *les développements technologiques.* L'acquisition synchronisée des signaux EEG et oculométriques se fera dans l'environnement logiciel Temps Réel « OpenVibe ». 2) *les développements méthodologiques.* De nouveaux algorithmes d'analyse conjointe des signaux EEG et oculométriques sont développés pour le débruitage des signaux EEG des artéfacts oculaires et pour l'extraction des micro-saccades. 3) *le rôle fonctionnel des micro-saccades et des saccades.* Concernant les microsaccades, l'étude sera abordée du point de vue de la théorie de l'information, comme rôle facilitateur de transmission de l'information visuelle bruitée. Concernant les saccades, les paradigmes classiques de « pro » et d'« anti » saccades seront revisités pour analyser le décours temporel de l'activation des réseaux neuronaux sous-jacents, dans le cadre de la formalisation d'un outil diagnostic de pathologies affectant les structures cérébrales. 4) l*a modélisation cognitive.* Le paradigme d'extraction des potentiels évoqués synchronisé sur les mouvements oculaires (Eye-Fixation Related Potentials -EFRPs) sera développé pour alimenter le modèle cognitif mettant en jeu des processus sémantiques, mnésiques et visuels en interaction dans des tâches de recherche d'information.

Contact : Anne Guérin-Dugué, anne.guerin@gipsa-lab.grenoble-inp.fr

Programme DEFIS, édition 2009

Projet CO ADAPT

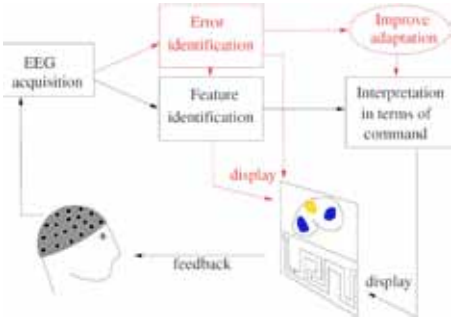
Des interfaces cerveau-ordinateur dynamiques, capables de s'adapter en cours d'utilisation

Simplifier la calibration tout en améliorant la stabilité

Les interfaces cerveau-ordinateur (Brain Computer Interface ou BCI) offrent un canal de communication issu du cerveau, court-circuitant les muscles, nécessaires au fonctionnement des interfaces traditionnelles comme souris ou clavier. Les BCI reposent sur une phase de calibration, qui permet d'apprendre des caractéristiques neurophysiologiques, propres à chaque utilisateur. Dans la phase d'utilisation, les caractéristiques sont reconnues et traduites en commandes dans la phase d'utilisation. CoAdapt vise à procurer aux BCI une capacité d'auto-adaptation, afin de réduire le temps de calibration d'une part, et d'autre part garantir la stabilité des performances. Une des difficultés est que, lors des phases d'utilisation libre du BCI, la performance est généralement subjective, et difficile à mesurer en temps réel. Le potentiel d'erreur, produit par un sujet dans différentes circonstances liées soit à une erreur de sa part, soit une erreur de la part du système, est de ce point de vue une source d'information intéressante. Nous nous intéressons à l'erreur de feedback, qui intervient après que l'utilisateur ait pris connaissance d'une commande erronée générée par le BCI.

Récompenser la bonne performance

La méthodologie utilisée dans CoAdapt est celle de l'apprentissage par renforcement, qui se base sur un signal de récompense pour adapter les paramètres du système en temps réel. Le signal de récompense pourrait ainsi être fonction du potentiel d'erreur, en vue de pénaliser les performances jugées mauvaises par l'utilisateur. A terme, ceci permettra de garantir la robustesse des interfaces, par exemple en proposant à l'utilisateur une phase de recalibration lorsque les performances se dégradent. Pour ceci, nous étudions comment le potentiel d'erreur peut être détecté en temps réel, et intégré comme métadonnée dans une interface cerveau-ordinateur. Pour ceci, nous avons mis au point plusieurs scénarios, basés sur le P300-speller (cf ANR Robik) ou sur la modulation de rythmes sensorimoteurs. Grâce à l'apprentissage par renforcement, il est possible de réduire le temps de calibration qui permet d'ajuster le système à l'utilisateur : nous étudions comment accélérer la sélection entre différents types d'imagination motrice, par un algorithme de "bandit" qui optimise un compromis entre exploration et exploitation. Le signal de récompense est alors lié à la qualité de la classification.



Adaptative BCI.

CO-ADAPT est un projet de recherche fondamentale coordonné par l'INRIA qui associe le laboratoire de Neurobiologie de la Cognition, le laboratoire d'Analyse, Topologie et Probabilités et l'équipe *Dynamique* Cérébrale et *Cognition* (INSERM). Il a débuté en novembre 2009 pour une durée de 4 ans. Il bénéficie d'une aide ANR de 861 k€ pour un budget total 4,03 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

A ce stade du projet, nous avons développé deux scénarios originaux sous OpenViBE permettant de mesurer le potentiel d'erreur dans le cadre du P300-speller et de la modulation de rythmes sensorimoteurs. Une étude menée sur 20 sujets pour le P300-speller a permis de montrer que l'amplitude de l'onde d'erreur est modulée par l'attente de l'utilisateur : l'onde est d'autant plus ample que ce dernier est surpris par l'erreur commise.

Production scientifique et brevets

Ces travaux ont donné lieu à plusieurs présentations lors de conférences internationales (en 2010 : ToBI Rome, EMBC Buenos-Aires, EUSIPCO Aalborg, et en 2011 : Human Brain Mapping Quebec, BCI Graz, SPARS Edimbourg). Des articles de journaux ont été publiés (j. Physiology Paris, Brain Topography, Journal of Neural Engineering, IRBM) et plusieurs autres sont en cours de préparation.

Contact : Maureen Clerc, Maureen.Clerc@inria.fr, http://coadapt.inria.fr

Programme Technologies pour la Santé, édition 2009

Projet ROBIK

Communiquer avec le cerveau : le transfert des Interfaces Cerveau-Ordinateur au chevet des patients

Développement d'un prototype robuste et ergonomique d'une interface cerveau ordinateur pour la communication

Le principe d'une Interface Cerveau-Ordinateur ou BCI (Brain Computer Interface) est de contrôler un dispositif grâce à l'interprétation de caractéristiques de signaux ElectroEncéphaloGraphiques (EEG). C'est une idée de technique de communication ancienne qui s'est présentée comme une alternative prometteuse à la restauration du contrôle et de la communication des Personnes en Situation de Handicap (PSH). Cependant elle n'est pas diffusée auprès des patients et pour les raisons suivantes :

- manque de robustesse : forte sensibilité aux artefacts comme les bruits électromagnétiques et les mouvements de l'utilisateur
- manque d'ergonomie : interfaces logicielles complexes et peu adaptables qui contraignent l'utilisation à la présence de personnel spécialisé.

En conséquence de quoi, malgré le nombre important de travaux de recherche autour de cette thématique aujourd'hui, il n'existe pas de système BCI pour l'utilisateur. Le projet RoBIK a donc pour objectif le développement d'un prototype fonctionnel de clavier virtuel pour la communication, commandé par un système BCI robuste et utilisable quotidiennement par les patients.

Un design de casque EEG innovant, une électronique de pointe et des techniques de traitement du signal robuste pour un BCI utilisable simplement au quotidien

Afin de s'assurer que les développements réalisés correspondent réellement aux besoins des utilisateurs (PSH, familles, personnels soignants) une évaluation des besoins a été réalisée via un questionnaire auquels ont répondu une quarantaine de patients et de professionnel de santé. Parallèlement, une étude technique et clinique des verrous et risques liées à la technologie a permis la rédaction de documents sur la base desquels les développements sont réalisés.

Un casque de recueil de mesure EEG est donc développé, basé sur une conception mécanique innovante proposant une interface confortable avec des électrodes sèches qui minimiseront de manière significative le temps d'installation, et sur une carte électronique miniature, qui permet l'acquisition de 32 voies d'EEG échantillonnées à 1kHz . Afin de proposer un applicatif robuste et adapté, de nouvelles techniques de traitement du signal ont été développées. Elles ont pour objectif d'augmenter la vitesse du système et de réduire le temps de calibration et la pénibilité d'utilisation. Ces améliorations seront intégrées dans une version disponible sur les plateformes Android qui bénéficiera d'applicatifs puissants et adaptés.



Projection du prototype BCI pour la communication présentant les interactions entres les composants mécaniques, électroniques et informatiques.

RoBIK est un projet de développement expérimental coordonné par le Centre d'Investigation Clinique et d'Innovation technologique de l'Hôpital Raymond Poincaré (Assistance Publique - Hôpitaux de Paris, Université Versailles Saint-Quentin) qui a commencé en novembre 2009 pour une durée de 36 mois. Le projet a bénéficié d'une aide ANR de 791 k€ pour un budget total de 1,7 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

L'évaluation des systèmes BCIs en service de réanimation, où la communication orale est souvent temporairement compromise par la ventilation mécanique, a commencé par l'inclusion de premiers patients tétraplégiques. Les résultats préliminaires suggèrent qu'il est possible d'utiliser cette technologie et confirment l'importance des développements prévus dans le cadre du projet. Parallèlement, une première version de la carte électronique d'acquisition des signaux EEG a été réalisée et validée avec succès sur un modèle de rongeur, validant la qualité des signaux et celle de la connexion sans-fil.

Production scientifique et brevets

Le projet RoBIK a fait l'objet d'une vingtaine de communications principalement sur les techniques de traitement de signal et les limitations cliniques du BCI. En particulier, quatre articles ont été publiés, dont un dans le *Journal of Neural Engineering.*

Contact : Louis Mayaud, louis.mayaud@gmail.com, https://sites.google.com/site/robustbcikeyboard/

4 TRAITEMENT AUTOMATIQUE DE LA LANGUE ET DE LA PAROLE

Le Traitement Automatique des Langues (TAL) concerne l'application de programmes et techniques informatiques capables de traiter automatiquement le langage humain, écrit ou oral. Ce domaine de recherches pluridisciplinaires combine linguistique et informatique, et fait plus largement appel à la reconnaissance des formes, au traitement du signal, aux statistiques, à la logique, à l'analyse documentaire ou encore à la psychologie pour former un des domaines majeurs de l'intelligence artificielle. Les applications sont très nombreuses. Certaines sont déjà d'usage courant : correcteurs orthographiques et grammaticaux, moteurs de recherche monolingues et interlingues, dictée vocale, GPS parlants, serveurs vocaux interactifs, traduction automatique. D'autres commencent à se répandre comme l'interrogation de moteurs de recherche par la voix ou la transcription et l'indexation automatique de contenus audiovisuels.

Il reste néanmoins de nombreux défis à relever avant de pouvoir comprendre automatiquement toutes les finesses du langage humain et établir un dialogue naturel entre l'homme et la machine. Pour avancer vers cet objectif, il faudra étendre encore le champ des modèles, notamment pour prendre pleinement en compte les niveaux sémantiques et pragmatiques, les informations paralinguistiques (prosodie, expression des émotions) et les autres modalités de communication (traitement des documents multimedia, communication multimodale). Cela suppose non seulement des travaux de recherche, mais aussi la création et la mise à disposition auprès de la communauté scientifique de corpus de données représentatives des phénomènes à étudier, ainsi que l'organisation d'évaluation conjointes permettant aux chercheurs de confronter leurs approches afin d'enrichir mutuellement leurs connaissances.

ANALYSE ET EXPLOITATION DE L'INFORMATION TEXTUELLE

Un premier défi est de comprendre le langage écrit, notamment pour naviguer dans les immenses quantités d'information textuelle disponibles.

Le problème auquel propose de s'attaquer le projet SEQUOIA est celui de l'analyse syntaxique automatique probabiliste à large couverture du français, qui consiste à produire, à partir d'une phrase donnée, toutes les analyses syntaxiques de celle-ci. L'ambition de ce projet est de proposer à la communauté du traitement automatique du français un analyseur dont les performances sont au moins égales à l'état de l'art international en recourant aux techniques qui ont prouvé leur efficacité pour l'anglais et en l'enrichissant par les compétences complémentaires des partenaires.

Dans ce cadre de la recherche d'information, le traitement de la temporalité est une thématique nouvellement abordée. La notion de temps étant fondamentale dans la compréhension des relations causales, elle touche inévitablement le domaine de l'analyse du langage. Le projet Chronolines propose un outil de visualisation de l'information temporelle concernant un terrain applicatif particulièrement intéressant qu'est le traitement des dépêches AFP. Cette thématique de la représentation temporelle des événements peut se retrouver dans des applications tout à fait différentes. Le projet CARTEC

vise l'analyse de la variation temporelle des ensembles documentaires hypermédias qui évoluent de façon anarchique afin de les transformer en un corpus exploitable. Ce projet s'articule autour de trois grands problèmes : la captation de l'information dans un ensemble documentaire non maîtrisé et variable, l'indexation de l'information et son stockage, et le codage et la représentation temporelle des résultats d'une recherche. CARTEC dispose d'un cadre structurant : l'archivage du Web tel qu'il relève de la mission de l'INA dans le cadre du dépôt légal.

Le traitement de la langue appliqué au Web ouvre bon nombre d'applications originales. Le projet SAIMSI vise à développer une plateforme d'intégration d'informations multisources ouvertes multilingues pour la détection de signaux faibles ou de situations à risque dans le cadre de la protection des citoyens. Il s'agit d'agréger des informations quel que soit le type de source, de média ou de langue et permet l'attribution de textes à un individu. Ce projet fait appel à des techniques statistiques pour permettre un apprentissage automatique et à des ontologies et au raisonnement symbolique pour encoder des connaissances métier.

Par ailleurs, à l'heure du tout numérique où l'information est omniprésente de par ses contenus mais aussi par le nombre de media utilisés, il devient très difficile de la contrôler. Dans ce contexte, les notions de propriété, de diffusion et d'impact de l'information sont fondamentales. Le projet PIITHIE s'attaque au difficile problème du plagiat. La réutilisation non consentie d'un texte sans citer la source a toujours existé mais a pris une autre dimension avec l'avènement du Web où la perception de la propriété par les internautes est sensiblement affaiblie par la facilité de copie des contenus digitaux. PIITHIE s'inscrit dans cette thématique de la maîtrise de l'information et vise d'une part la détection de plagiats ainsi que le suivi d'impact.

Les blogs constituent de nos jours un moyen de diffusion de plus en plus utilisé par les internautes. Il s'agit d'un nouveau pouvoir informationnel qui est capable d'influencer les opinions des gens et par là même d'influer sur l'image d'une marque, d'une personne, d'un discours, etc. Le but du projet BLOGOSCOPIE est de développer des outils d'analyse de blogs en visant deux applications : d'une part, l'analyse d'image sur les blogs avec la création d'un outil à destination de marques ou personnes désirant évaluer leur image ; d'autre part, un outil d'analyse de tendances. Dans les deux cas, il s'agit d'analyser les blogs par des méthodes de sondage automatique.

TRADUCTION AUTOMATIQUE

Dans notre ère de communication, les échanges ne trouvent plus de frontières hormis celles de la langue. La traduction automatique, les aides à la traduction, le traitement multilingue sont d'un grand intérêt pour de nombreuses communautés et représentent également un fort enjeu sociétal. Bien que des outils existent déjà sur le marché, ils sont encore loin de satisfaire tous les besoins et des recherches sont encore nécessaires.

Le projet COSMAT développe des outils de traduction automatique de communauté, c'est-à-dire adaptables à un domaine spécialisé par intégration de retours collaboratifs de la part des utilisateurs. Les technologies développées dans le projet sont testées sur des articles scientifiques pour montrer la faisabilité de l'approche.

Le projet WEBCROSSLING conduit à développer et à mettre en service à titre expérimental une application Web 2.0 de traduction automatique en ligne. Il propose une nouvelle approche d'enrichissement et de contrôle qualité semi-automatique basée sur des corpus et des outils d'extraction et de validation alliant syntaxe et statistiques. L'aspect Web 2.0 est assuré par la contribution des utilisateurs à l'amélioration des dictionnaires bilingues et par les corrections qu'ils feront des traductions proposées.

L'objectif du projet EDYLEX est l'acquisition dynamique de nouvelles entités lexicales pour des chaînes d'analyse linguistique ou de transcription de la parole (mot inconnu ou entité nommée nouvelle). Le projet explore aussi bien des méthodes symboliques que statistiques. Le contexte applicatif est celui de la constitution du thésaurus de l'Agence France Presse (AFP), considéré comme représentatif de la problématique.

Dans le cadre de la traduction automatique, la thématique des corpus comparables est importante, surtout pour des domaines spécifiques où peu de données parallèles existent. Les corpus comparables constituent un défi majeur pour toutes les disciplines confrontées aux problèmes du multilinguisme. Le projet METRICC exploite les possibilités offertes par les corpus comparables dans le cadre de trois applications concrètes que sont les mémoires de traduction, la recherche d'informations interlingue et la catégorisation multilingue.

TRAITEMENT DE LA PAROLE

De nos jours, presque toutes les technologies vocales, en particulier les systèmes de reconnaissance automatique de la parole (RAP), emploient des approches statistiques. Ces méthodes demandent une grande quantité de ressources (vocabulaires, corpus des textes, corpus transcrits de parole, dictionnaires phonétiques) pour construire les modèles associés. Ceci est d'autant plus difficile lorsque cela concerne des langues peu dotées. L'intérêt du projet PI consiste à proposer des méthodes innovantes qui vont bien au-delà du simple ré-apprentissage des modèles acoustiques et de langage. L'originalité de ce projet réside dans la proposition de modèles multilingues à large couverture basés sur notre connaissance des systèmes phonologiques des langues du monde.

Dans une visée plus applicative, le projet DECODA développe des systèmes de fouille robuste de données audio, dans le cadre de centres d'appels, en utilisant à la fois des ressources linguistiques génériques et des méthodes d'apprentissage peu supervisées. Il vise la résolution de deux problèmes principaux : la robustesse des méthodes de compréhension de la parole fortement spontanée dans le cadre de dialogues opérateur/client et la limitation de l'effort d'annotation de données grâce à l'emploi de méthodes peu ou non-supervisées pour l'apprentissage et l'adaptation des modèles.

Au-delà de la compréhension de la parole, un enjeu de taille est d'arriver à la compréhension automatique du dialogue. Le projet EPAC concerne le traitement de données audio non structurées en mettant l'accent sur le traitement de la parole conversationnelle. Ce projet propose des méthodes d'extraction d'information et de structuration de documents spécifiques aux données audio, prenant en compte l'ensemble des canaux d'information : segmentation du signal, identification et suivi de locuteurs, transcription de parole, détection et suivi de thèmes, détection d'émotions, analyse du

discours, interactions conversationnelles, etc. Le sujet de l'identification et du suivi de locuteurs est aussi traité dans le cadre plus large de la reconnaissance multimedia de personnes au sein du défi REPERE, qui permet d'expérimenter et de comparer précisément des approches variées.

Pour atteindre un jour des systèmes automatique capables de discuter naturellement avec un humain, il reste à améliorer non seulement la reconnaissance mais aussi la synthèse vocale. Le but du projet VISAC est de contribuer aux domaines de la synthèse de la parole acoustique et audiovisuelle en construisant un corpus bimodal aussi complet que possible, c'est à dire qui couvre tous les sons de la langue française avec autant de variabilité que possible. L'originalité de ce projet est de considérer le signal acoustique et sa correspondance visuelle comme un tout.

Bien que l'on reconnaisse l'intérêt d'arriver à des systèmes reproduisant complètement le comportement humain, il reste encore à travailler sur l'acceptabilité sociale de tels systèmes. Ainsi, le projet PORT-MEDIA vise à améliorer l'utilisabilité des systèmes de dialogues et leur acceptation par le public, en augmentant le niveau d'intelligence des systèmes automatiques jusqu'à une réelle compréhension de l'oral. L'objectif du projet est de compléter le corpus MEDIA en privilégiant la robustesse, la portabilité et les représentations sémantiques de haut-niveau.

Enfin, le projet OUISPER a pour but de concevoir et de mettre en œuvre un dispositif pour la production de discours intelligible en temps réel sans activation des cordes vocales, à partir des seules images (optiques et par ultrasons) de la langue et des lèvres. L'originalité du projet se trouve dans deux nouvelles applications offertes par cette approche : "Un téléphone silencieux" et une prothèse virtuelle pour les patients qui ont perdu l'utilisation de leurs cordes vocales. ■

Programme Domaines Emergents, édition 2008

Projet SEQUOIA

L'analyse syntaxique automatique : une étape pour l'accès à l'information

Analyser un texte pour mieux le comprendre

Le texte numérique est omniprésent dans le monde d'aujourd'hui : création de contenus nouveaux directement sous forme numérique ou bien digitalisation d'archives textuelles. Toute cette information est rendue accessible à des millions de personnes par l'intermédiaire d'internet. La mise à disposition d'une telle masse d'information pose de manière cruciale le problème de son accès et de son traitement : comment retrouver des textes traitant d'un sujet particulier ? Comment localiser dans un texte les paragraphes répondant à une question précise ? Comment traduire des textes d'une langue étrangère vers sa langue natale ? Toutes ces questions sont en partie traitées par les outils qui sont petit à petit entrés dans notre quotidien, tel que les moteurs de recherche ou les outils de traduction, disponible sur internet. Quiconque a déjà utilisé ces outils s'est vite rendu compte de leurs limites : mot mal interprété dans une requête, expression mal traduite dans un document... Une partie de l'imperfection de ces outils provient du fait qu'ils n'ont pas accès à la structure syntaxique complète des phrases qu'ils traitent. L'analyse syntaxique est en effet une étape importante dans le processus de compréhension d'une phrase. L'objectif du projet SEQUOIA est de fournir des outils d'analyse syntaxique automatique de haute qualité pour la langue française.

Comment construire une botte de foin et retrouver l'aiguille qu'on y a perdue ?

L'analyse syntaxique automatique est confrontée à plusieurs problèmes difficiles. Il faut dans un premier temps représenter la grammaire et le vocabulaire d'une langue de manière à les rendre manipulables par un ordinateur. Les grammaires scolaires et les dictionnaires ne sont en effet pas interprétables par un ordinateur. D'autre part, il faut gérer le grand nombre d'interprétations d'une phrase. En effet, l'ordinateur ne disposant que d'une infime partie des connaissances mises en oeuvre par l'humain pour construire la structure correcte d'une phrase, le nombre de structures produites est gigantesque, pouvant aller jusqu'à des centaines de millions. La question qui se pose est alors de construire très rapidement toute ces analyses en tirant parti du fait qu'elles comportent des parties communes qu'on ne construira et ne représentera qu'une seule fois. Une fois l'ensemble des analyses construit, il faut identifier la bonne. Pour cela, on fait appel à des modèles probabilistes qui associent une probabilité à toute structure produite. La mise au point de tels modèles est délicate, on attend en effet de ces derniers précision et généralité, deux objectifs qui sont souvent contradictoires.



Illustration graphique des 40 analyses les plus probables produites par l'analyseur SEQUOIA pour la phrase : "Non seulement la production nationale souffre de ces incertitudes paralysantes, mais les citoyens, qui en sont les victimes, ont de bonnes raisons de s'indigner voire de se révolter''.

SEQUOIA est un projet de recherche fondamentale coordonné par le LIF (Université Aix-Marseille). Il associe ALPAGE (Université Paris 7), le LIA (Université d'Avignon) et Langages, Logiques, Informatique, Cognition (Université Paris 4). Ce projet a démarré en janvier 2009 pour une durée de 3 ans. Il bénéficie d'une aide ANR de 624 k€ pour un budget total de 2,07 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet SEQUOIA a permis de développer des analyseurs syntaxiques pour le français qui se situent au niveau de l'état de l'art international. Toutes les approches contemporaines ont été testées sur des données françaises et améliorées. A l'issue de ce processus, qui a fait l'objet de nombreuses publications, les modèles les plus performants ont été identifiés et seront mis à disposition de la communauté dans une chaîne de traitement complète.

Production scientifique et brevets

Le projet a donné lieu à treize articles dans les conférences majeures du domaine (Association for Computational Linguistics, Empirical Methods in Natural Language Processing, International Conference on Parsing Technologies, International Conference on Language Resources and Evaluation, Traitement Automatique des Langues Naturelles ...). Ces articles décrivent les différents modèles d'analyse syntaxique du français qui ont été développés dans le cadre du projet SEQUOIA et en décrivent les performances.

Contact : Alexis Nasr, alexis.nasr@lif.univ-mrs.fr, http://pageperso.lif.univ-mrs.fr/~alexis.nasr/

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2010

Projet CHRONOLINES

Concevoir des interfaces innovantes pour une recherche d'information selon des critères temporels

Intégrer une composante d'analyse temporelle des textes au sein des systèmes de recherche d'information

L'intégration d'une composante d'analyse temporelle des textes à des systèmes de recherche d'information (les moteurs de recherche par exemple) demeure, à l'heure actuelle, un véritable défi tandis que nombre d'acteurs dans différents secteurs (journalistique, juridique, médical, ...) font régulièrement montre de besoins en la matière, accrus par un volume toujours plus important de documents textuels à traiter et à « synthétiser ». Notre projet a pour finalité de coupler : des technologies de visualisation de l'information telles que celles développées dans le cadre d'interfaces sous la forme de « lignes du temps interactives » (ou TimeLines), avec des techniques d'analyse temporelle du contenu des textes (et non seulement de leur date de parution comme dans le cas des TimeLines actuellement développées) ; techniques issues du domaine du Traitement Automatique des Langues (TAL). Au demeurant, une problématique majeure adressée au sein de ce projet est la suivante : aborder la temporalité telle qu'elle est exprimée dans les textes et en faire le fondement de la conception d'interfaces innovantes en regard de celles qui sont généralement proposées.



Visualisation de l'information selon des critères calendaires : comment tirer parti de la sémantique des expressions localisatrices de temps, dans une requête comme dans les réponses (exemple d'interface tiré de http://client.mondeca.com/TemporalQueryModule).

Le projet ChronoLines est un projet de développement expérimental coordonné par le laboratoire public MoDyCo. Il associe le laboratoire LIMSI, ainsi que des partenaires industriels : AFP, Exalead et Xerox. Le projet a commencé en février 2011 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 526 k€ pour un coût global de l'ordre de 1,76 M€.

Ancrer la démarche dans l'analyse et la spécification de besoins précis

L'information temporelle exprimée dans les textes renvoie à la dénotation d'évènements qui ne se situent pas sur un axe unique (qui serait celui du réalisé et du certain). Elle procède de manière générale de sous-spécifications et d'ambiguïtés à différents niveaux d'analyse. D'où des difficultés, signalées dans le champ du TAL, pour l'analyse et la représentation de celle-ci. En nous focalisant sur l'analyse et la spécification de besoins précis (celui de l'AFP), nous pensons pouvoir apporter des éléments d'avancées à la fois conceptuels et applicatifs. L'AFP diffuse dans ses services de nombreuses Chronologies Evènementielles, réalisées à la main et purement textuelles, sur toute sorte d'événements médiatiques. Notre objectif est de construire celles-ci de façon semi-automatique en utilisant des techniques du TAL mais aussi de permettre à l'utilisateur de visualiser et de naviguer dans des Chronologies Evènementielles multimédia. L'originalité de notre démarche est d'appréhender cet objectif en tenant compte d'une part, de niveaux de référenciation temporelle différents. Autrement dit, des événements peuvent par exemple, et alors même qu'ils sont datés, être présentés comme incertains ou seulement possibles par un énonciateur donné qui n'est, de plus, pas forcément l'auteur du texte mais un énonciateur dont l'auteur cite les propos ; envisageant d'autre part, le développement d'outils permettant l'ancrage d'évènements sur une échelle de visualisation temporelle « multi-niveaux ».

IMPACTS

Résultats majeurs

Le premier résultat marquant à cette étape du projet est, dans le cadre d'une étroite collaboration entre partenaires, la description de différents types de chronologies évènementielles auxquelles sont associées différents types de visualisation. La modélisation de la sémantique des expressions localisatrices de temps (adverbiaux du type "au cours de l'année 2010" ou "un peu avant le début de soirée") a également été largement entamée.

Production scientifique et brevets

Nos résultats majeurs devraient être présentés prochainement dans la conférence EACL'2011 (section prototypes).

Contact : Delphine BATTISTELLI, delphine.battistelli@paris-sorbonne.fr, http://chronolines.fr/

Programme Masses de Données et Connaissances, édition 2007

Projet CARTEC

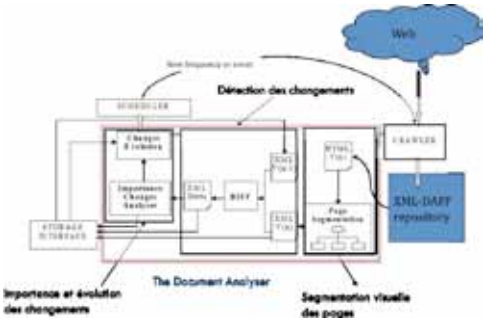
Une plateforme pour la captation et l'indexation temporelle du Web

Pour une analyse temporelle de l'information

Un des faits saillants de la bulle Internet est sans conteste l'émergence de Google qui, dans les années 2000, a assis sa notoriété notamment sur le nombre de pages Web qu'il indexe. Google a ouvert une nouvelle ère dans les moteurs de recherche, et dans Internet en général, en ajoutant plusieurs ordres de grandeur à tous les chiffres (pages web, trafic, revenus ...). Cette course à la volumétrie, pour incontournable et essentielle qu'elle fût, avec les nombreuses avancées qu'elle a permises, n'est qu'un aspect limité d'une problématique plus large communément désignée par « technologies d'accès à l'information». Une autre facette essentielle qui se révèle transversale à nombre de problématiques, est l'analyse temporelle de l'information, au-delà de son interprétation sémantique, de la variation de sa forme par le suivi des documents, considérés comme les constituants élémentaires des corpus. Ceci nécessite d'avoir archivé l'historique des documents considérés. Les principaux points d'ancrage du projet sont : La gestion du périmètre pour un grand corpus de documents, La détection et la qualification des variations dans un document structuré, L'ajout d'une dimension temporelle à des requêtes plein-texte.

Une plateforme de préservation du Web

Le projet s'articule autour de la mission d'archivage légal du Web. Cette mission, assumée par l'INA, consiste à archiver les sites Web relatifs à l'audiovisuel et à en permettre l'accès aux chercheurs au sein de l'Inathèque. Au cours de ce projet, ont été développés des outils permettant la spécification d'un périmètre de captation. Ces outils reposent, d'une part, sur un formalisme de représentation d'un périmètre et, d'autre part, sur les spécifications d'un format d'archivage et de protocoles de captation et d'accès aux différentes versions d'une page Web. L'interprétation des données temporelles dans une requête plein-texte est variable : l'utilisateur peut souhaiter effectuer la requête comme si elle était effectuée à la date requise, ou bien, de façon floue, comme si elle était effectuée environ à la date requise. CARTEC propose un cadre formel original d'interprétation de la temporalité pour prendre en compte la nature discrète et incomplète de l'archive. Enfin, la plateforme permet de qualifier de façon fine l'évolution d'une page Web dans le temps à travers une méthodologie originale d'analyse des variations. Cette analyse permet le pilotage de l'indexation ou du crawl à travers les notions "d'importance" et "d'urgence". L'importance d'une page est une mesure de la quantité d'informations susceptibles d'être modifiées au cours d'une période donnée ; l'urgence combine l'importance avec la date de dernière captation pour déterminer l'ordre des captations qui maximise la complétude de l'archive en termes d'information pertinente.



Analyse et détection des changements au sein d'une archive Web.

Le projet CARTEC « Captation, Analyse et Représentation Temporelle des Évolutions d'un Corpus » est un projet de recherche industrielle coordonné par Antidot. Il associe l'INA et le LIP6 (équipe « Base de données »). Le projet a commencé en septembre 2008 et dure 36 mois. Il bénéficie d'une aide de l'ANR de 600 k€ pour un coût total de 1,1 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet CARTEC a permis de mettre en place une plateforme d'archivage du Web ainsi qu'un prototype d'accès à cette plateforme via des requêtes plein-texte temporelles. Le type de volumétrie ciblée par la plateforme représente environ 20 millions de pages HTML pour un volume total de 6 To de données. Le projet a permis également la mise au point et le prototypage d'un outil d'analyse des variations d'un corpus. Cet outil repose, d'une part, sur la décomposition par blocs d'une page et, d'autre part, sur un algorithme efficace de détection de changements au sein d'une page donnée.

Production scientifique

Huit communications ont été effectuées dans des conférences internationales avec comité de lecture, parmi lesquelles ECDL (*European Conference on Digital Libraries*), JCDL (*ACM/IEEE Joint Conference on Digital Libraries*), DEXA (*Database and Expert Systems Applications*). Myriam Ben Saad a reçu le *Best Contribution Award* au PhD workshop des ateliers EBDT/ICDT, ainsi que le *Best Student Award* à JCDL 2011.

Contact : Jérôme Mainka, mainka@antidot.net, http://www.projet-cartec.org

Programme Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale

Projet SAIMSI, édition 2009

Suivi de l'activité de délinquants à partir de sources ouvertes sur internet

Fusion d'information multilingue texte et parole concernant des activités illicites de personnes

SAIMSI vise le suivi des activités de personnes identifiées par les services de police comme ayant des activités illégales (terrorisme, trafic de drogue, pédophilie, blanchiment). Cette surveillance est réalisée à partir de différentes sources ouvertes sur internet (réseaux sociaux, sites de presse, fils RSS, sites spécialisés) dans différents médias (texte et parole) et dans différentes langues (Français, anglais, arabe, russe et chinois). Les noms de personnes et de lieux font l'objet d'une recherche sur l'ensemble de leurs variantes orthographiques en particulier à cause des changements de jeux de caractères. Une levée des homonymes est aussi un des objectifs du projet. Une base de connaissance interlingue est constituée selon une ontologie des applications sécurité. Une identification des auteurs de textes ou de discours parlés non signés est réalisée sur la base d'informations linguistiques pour le texte et biométriques pour ce qui concerne la parole.

Structuration de la connaissance d'activités illicites à partir d'informations non structurées et de langues différentes

Le système récupère l'information grâce à différents connecteurs (métamoteur multilingue, crawler, connecteur réseaux sociaux, RSS). Les paroles sont transcrites en texte. Une analyse morphosyntaxique profonde est réalisée dans la langue du texte. Une ontologie des activités qui peuvent présenter un intérêt pour l'identification d'activité illicite a été constituée. A partir de l'analyse morphosyntaxique, et basée sur l'ontologie, une extraction des activités sous forme normalisée indépendante de la langue est réalisée. Les connaissances extraites sont consolidées au niveau du document complet et ensuite par rapport à la base de connaissance déjà construite. Un raisonnement automatique permet de déduire de nouvelles relations comprises dans l'ontologie. Un travail de découverte d'activités illicites par des moyens mixtes (raisonnements + statistiques) et une levée des homonymes sont expérimentés. En ce qui concerne l'identification de l'auteur, différents types de primitives sont testés ainsi que différentes méthodes de catégorisation. Le système s'appuie sur la plateforme WebLab de Cassidian qui enchaîne les différents modules créés par les membres du consortium.

IMPACTS

Résultats majeurs

Un premier module qui permet de générer toutes les variantes orthographiques de noms propres a été réalisé et est en test sur un système opérationnel d'un des utilisateurs. Deux cas d'utilisation ont été prévus en coopération avec des utilisateurs de la Police et de la Défense. Ces cas d'utilisation ont permis de développer le système dans un contexte d'utilisation réelle. Une ontologie des activités de personnes soupçonnées d'activités illicites a été mise au point. Elle tient compte à la fois de ce que peut extraire le traitement linguistique, des méthodes de travail des utilisateurs et des possibilités du raisonnement automatique.



Illustration du système de récupération de l'information grâce à différents connecteurs.

Le projet SAIMSI est coordonné par GEOLSemantics, il associe Cassidian, Mondeca, l'Université Paris 6 (LIP6) et l'Université de Lille (IREENAT). Ce projet a démarré en janvier 2010 pour une durée de 30 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 1,3 M€ pour un budget total de 3,2 M€.

Production scientifique et brevets

Un article dans la conférence internationale SETIT, octobre 2011, sur la translittération de noms arabes. Mise à disposition pour OW2 de la plate-forme Weblab V1.2, utilisée par SAIMSI. Cassidian en association avec EGC'11 a organisé l'atelier "Sources Ouvertes et Services" SOS'11. Elargissement à l'international du brevet déclaré de GeolSemantics Système de géolocalisation par analyse linguistique. Mise à disposition par GEOLSemantics d'une version adaptée du translittérateur des noms arabes pour la police.

Contact : Christian Fluhr, christian.fluhr@geolsemantics.com

Programme Technologies Logicielles, édition 2006

Projet PIITHIE

Détection automatique des « reprises », textes candidats au plagiat

Le plagiat inquiète les acteurs du Net

Les notions de propriété intellectuelle, de diffusion et d'impact de l'information sont fondamentales. La réutilisation non consentie d'un texte sans citer la source a toujours existé mais a pris une autre dimension avec Internet. Les utilisateurs et les producteurs d'information ont souvent tendance à croire que tout ce qui se trouve sur Internet est libre de droits. Par ailleurs, la réutilisation consentie, si elle est plutôt désirée par les médias, doit pouvoir être mesurée afin de déterminer l'impact de tel ou tel article. La détection de plagiats de textes et le suivi d'impact sont deux applications novatrices qui posent plusieurs verrous scientifiques et technologiques. Il s'agit tout d'abord de la capacité à évaluer la proximité de deux contenus textuels en tenant compte des différents phénomènes de réécriture qui s'étalent sur plusieurs axes (axe syntagmatique, axe paradigmatique et cardinalité). Il faut également savoir extraire les termes représentatifs d'un document, ce qui donne ensuite la possibilité d'utiliser les moteurs de recherche Internet habituels pour retrouver des documents similaires. Les citations sont des éléments qui perturbent la détection de reprises : il faut donc les identifier pour mieux en tenir compte.

Une plateforme capable de repérer les « reprises » sur Internet

Un nombre important de modules et d'outils ont été développés, tous en lien avec la détection automatique de plagiats potentiels. Des recherches approfondies ont été menées sur la typologie des phénomènes de reprise, la détection automatique des citations, le calcul de l'empreinte lexicale et sémantico-discursive d'un document, l'extraction de requêtes optimisées afin de trouver les documents plagiaires sur internet, et sur la segmentation multicritères de documents. Les modules correspondants ont été réalisés et intégrés dans des services web. L'ensemble constitue une plateforme modulable permettant d'aller trouver des plagiats d'un document source sur Internet ou dans une collection de documents. La chaîne de traitement globale est la suivante. Après que le texte soit extrait du document source, les citations sont détectées et une segmentation sémantique est optionnellement mise en oeuvre. Le calcul de l'empreinte du document est effectué, à partir duquel des requêtes sont générées pour des moteurs de recherche sur Internet. Les requêtes sont optimisées selon la liste de réponses qu'elles ramènent. Les empreintes des documents sont extraites et comparées avec l'empreinte du document source.



L'exemple ci-dessus montre une reprise illustrant trois techniques de réécriture : le copier-coller (jaune), la reformulation (bleu) et l'ajout (vert).

Piithie est un projet de recherche exploratoire coordonné par Sinequa. Il associe également Advestigo, le laboratoire LIA (Université d'Avignon), le LINA (Université de Nantes) et Syllabs. Ce projet a commencé en février 2007 pour une durée de 24 mois. Il bénéficie d'une aide ANR d'environ 661 k€, pour un coût global de l'ordre de 1,31 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Tous les composants logiciels étant disponibles par des services web, un démonstrateur a été mis en place sous forme d'une chaîne de traitement complètement modulable contenant l'ensemble des applications des partenaires. Plus concrètement, Advestigo a pu améliorer globalement sa détection de candidats au plagiat. Les travaux sur l'empreinte lexicale ont également permis à Sinequa de développer son propre algorithme pour la détection de doublons ou proches dans son moteur de recherche.

Production scientifique et brevets

Trois articles ont été publiés à la conférence française TALN, dont deux en 2009 et un en 2008. Un article a été publié dans un workshop associé à EACL 2009. Un dernier article a été publié à RECITAL 2008. En 2008 le LINA a obtenu un prix d'innovation IBM pour l'utilisation du standard UIMA pour l'enchainement des traitements analytiques : IBM Unstructured Information Analytics Innovation 2008.

Contact : Frederik Cailliau, cailliau@sinequa.com, http://www.piithie.org

Programme Technologies Logicielles, édition 2006

Projet BLOGOSCOPIE

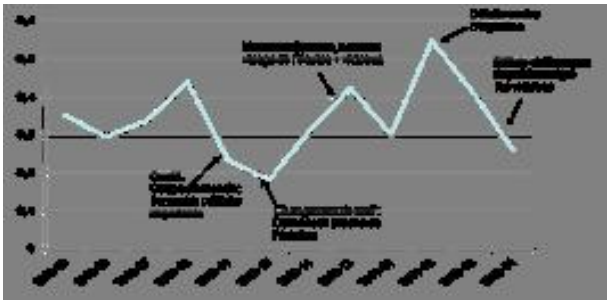
Analyse d'image et de tendance sur les blogs

Les blogs : un outil pour exprimer et partager des opinions

Phénomène universel, les blogs sont en perpétuelle évolution, tant du point de vue qualitatif, que quantitatif. Le nombre de blogs est passé de 8 à 72 millions entre mars 2005 et mars 2007 [http://www.alain-lambert-blog.org/]. Figure emblématique du web 2.0, sur le plan technologique, les blogs offrent à l'internaute une diversité d'outils associée à une simplicité d'utilisation, et sur le plan sociologique, la possibilité d'interactions actives des internautes entre eux, encourageant la formation de réseaux sociaux. En effet, dans ce nouveau paysage « en W », les blogs se caractérisent par l'usage évaluatif qui en est fait, au sens où les internautes les utilisent pour exprimer et partager leurs opinions sur leurs centres d'intérêt. Le projet Blogoscopie s'inscrit dans une perspective d'étude de tendance (sujets « à la mode », état d'humeur d'une certaine population, etc.) et d'image ou d'opinion (ce que pense le public d'une certaine personne, d'un organisme ou d'un événement à un instant T).

Sphère d'influence et détection des opinions émises d'un blog

La sphère d'influence d'un blog peut être visualisée à partir du graphe de liens que les blogueurs tissent entre eux. Un algorithme de marche aléatoire a été exploité pour détecter des communautés caractéristiques des centres d'intérêt des blogueurs. La détection des opinions exprimées dans les blogs quelle que soit la thématique et la catégorisation en fonction de leur orientation positive ou négative est une tâche particulièrement délicate. Le projet Blogoscopie s'appuyant sur une analyse linguistique théorique a élaboré un logiciel de détection fine des opinions présentes dans un blog. Ces opinions sont catégorisées en fonction de leur polarité positive ou négative mais aussi en fonction de leur modalité. Cette dernière permet d'observer si le bloggeur assume explicitement son opinion ou s'il préfère la dissimuler pour donner stratégiquement plus de valeur à son argumentation.



Analyse de l'évolution des opinions sur Domenech entre mai 2008 et avril 2009 fourni par l'outil de visualisation de l'évolution de l'orientation de l'opinion. La courbe représente la différence entre les opinions négatives et positives, et colle à l'actualité avec un pic d'opinion défavorable lors de la défaite de l'équipe de France contre l'Argentine en février 2009, et une opinion presque neutre lors la discussion du renvoi de Domenech en octobre 2008.

Ce projet est coordonné par Béatrice Daille (Université de Nantes, LINA), en partenariat avec JFG Networks, Over-Blog et Sinequa. Ce projet a débuté en février 2007 pour une durée de 29 mois et bénéficie d'une aide ANR de 491 k€ pour un budget global de l'ordre de 924 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Deux ressources linguistiques pour le Français sous licence LGPLLR http://www.lina.univ-nantes.fr/Ressources.html

Corpus Blogoscopie : un corpus de blogs où les concepts et les opinions ont été annotés manuellement. Le corpus comporte 200 billets et 612 commentaires. Au total, 5666 formes de concepts ont été annotées et 4943 formes d'évaluation selon un protocole décrit dans le manuel d'annotation.

Lexique de l'évaluation : 982 termes de l'opinion accompagnés d'informations lexicales et sémantiques.

Création de la start-up Dicta-Nova.

Production scientifique et brevets

Constitution du corpus de blogs, publié dans la revue LRE 2011.

Constitution du lexique des sentiments et son enrichissement, publié dans la revue TAL 2010.

Outil de détection des opinions, publié dans la revue RNTI, présenté à LREC 2008 et 1er de la campagne d'évaluation DEFT 2009.

Outil de visualisation de la sphère d'influence d'un blog.

Réalisation d'un outil de visualisation de l'évolution de l'orientation de l'opinion sur un sujet pendant une période.

Contact : Béatrice Daille, Beatrice.Daille@univ-nantes.fr, www.lina.univ-nantes.fr/?-Blogoscopie-.html

Programme Contenus et Interactions, édition 2009

Projet COSMAT

La traduction automatique en sciences

La traduction automatique en sciences

Bien que l'anglais soit la langue de communication habituelle en sciences, il est fréquemment nécessaire de traduire des articles scientifiques entre l'anglais et le français. On peut notamment citer la traduction d'une thèse de doctorat vers l'anglais afin de faire mieux connaître les recherches en France à l'international ou la traduction automatique d'articles de l'anglais vers le français pour faciliter leur accès à des personnes non-anglophones. Les moteurs de traduction librement disponibles sur internet sont généralement peu performants sur des textes scientifiques utilisant un jargon bien particulier, et ils n'offrent pas de techniques conviviales pour corriger les erreurs de la traduction automatique. L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL est destinée au dépôt et à la diffusion d'articles scientifiques de niveau recherche (http://hal.archives-ouvertes.fr/). Le but de ce projet est de compléter HAL avec un service de traduction automatique entre le français et l'anglais, adapté aux spécificités des documents scientifiques et étroitement intégré dans l'interface de HAL.

Les systèmes de traduction hybrides et évolutifs

En traduction automatique deux approches majeures coexistent : les systèmes basés sur l'utilisation de règles et les systèmes statistiques. Les premiers effectuent une analyse grammaticale et sémantique de la phrase et produisent une phrase en langue cible grâce à un ensemble de règles de transfert et des dictionnaires bilingues. Les systèmes statistiques, d'autre part, extraient automatiquement toutes les connaissances à partir de grandes collections d'exemples de traductions et de textes monolingues. La traduction se fait en appliquant le modèle statistique qui convient le mieux. Dans le cadre de ce projet nous étudions les deux approches de la traduction automatique, voir des systèmes hybrides qui combinent les deux méthodes. Plusieurs techniques sont en cours de développement pour adapter nos systèmes de traduction aux spécificités des articles scientifiques dans le domaine de l'informatique et de la physique. Nous avons également développé une interface conviviale qui permet aux utilisateurs de corriger les traductions automatiques. Ces corrections sont ensuite utilisées pour améliorer automatiquement nos systèmes de traduction.



Exemple d'une traduction automatique d'un texte scientifique. L'utilisateur peut obtenir des détails sur le processus de traduction et corriger des erreurs éventuelles.

Le projet COSMAT est un projet de recherche industrielle, coordonné par le Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine (LIUM). Les partenaires sont l'INRIA et la société SYSTRAN. Le projet a commencé en octobre 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'un financement ANR de 558 k€ pour un coût total de l'ordre de 1,43 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

À mi-parcours du projet, l'intégration entre le service HAL et les moteurs de traduction par règles et statistiques est opérationnel. Une première expérience avec des utilisateurs sera effectuée en septembre 2011 lors d'une conférence en physique quantique. Le LIUM participe régulièrement aux évaluations internationales et ses systèmes de traduction automatique statistiques sont généralement placés aux premiers rangs.

Production scientifique et brevets

Holger Schwenk, Patrik Lambert, Christophe Servan and Sadaf Abdul-Rauf, Investigations on Translation Model Adaptation Using Monolingual Data, accepté dans le workshop on Statistical Machine Translation, juillet 2011.

D'autres articles et un brevet sont en préparation.

Contact : Holger SCHWENK, Holger.Schwenk@lium.univ-lemans.fr, http://www.cosmat.fr

Programme Technologies Logicielles, édition 2007

Projet WEBCROSSLING

La recherche d'information interlingue au service de la traduction automatique

Un service de traduction automatique en ligne avec possibilité de corriger les résultats de traductions par les utilisateurs

Les systèmes de traduction automatique sont en développement constant et commencent à être utilisés en production par des traducteurs spécialisés en traduction technique. Les systèmes de traduction à base de règles comme Reverso et Systran nécessitent l'utilisation de dictionnaires bilingues et de nombreuses règles linguistiques pour faire correspondre les données lexicales et grammaticales entre langues source et cible. La qualité de la traduction de ces systèmes dépend de l'effort d'adaptation au domaine à traduire. Les systèmes statistiques comme Google Translate et Moses utilisent les corpus de textes parallèles pour extraire le modèle du langage et le modèle de traduction. Ces systèmes ne sont efficaces que lorsqu'ils sont alimentés avec de gros volumes de corpus de textes parallèles. Le projet WebCrossling a visé le développement et la mise en service à titre expérimental d'une application Web 2.0 de traduction automatique en ligne. Ce service s'appuie sur le développement d'une nouvelle technologie de traduction automatique basée sur la recherche d'information interlingue et sur la participation des utilisateurs à l'amélioration de la traduction.

Un service Web 2.0 de traduction automatique basé sur une technologie de recherche d'information interlingue et associant les utilisateurs pour l'amélioration de la traduction

L'approche utilisée dans le projet pour développer l'application Web 2.0 de traduction automatique en ligne repose sur une technologie de recherche d'information interlingue. Cette approche exploite la connaissance linguistique contenue dans les corpus de textes du Web de la langue cible et n'a pas besoin de corpus de textes parallèles. La démarche utilisée consiste à déterminer pour une requête (phrase à traduire) en une langue les documents (phrases) qui portent sur le même sujet dans une ou plusieurs autres langues. La comparaison interlingue maximise non seulement la présence de traduction des mots de la question dans la phrase à rechercher mais contrôle que ces mots sont liés par les mêmes relations de dépendance syntaxique. L'aspect Web 2.0 de cette application de traduction automatique est assuré par la contribution des utilisateurs à l'amélioration des dictionnaires bilingues et par les corrections qu'ils feront des traductions proposées.



WebCrossling consiste à développer un service Web 2.0 de traduction automatique basé sur une technologie de recherche d'information interlingue et associant les utilisateurs pour l'amélioration de la traduction.

Le projet WebCrossling est un projet de recherche coordonné par le CEA LIST associant la société Softissimo. Le projet a commencé le 5 décembre 2007 pour une période de 36 mois. Ce projet a bénéficié d'une aide ANR de 727 k€ pour un coût global de l'ordre de 1,35 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les résultats marquants de ce projet sont, d'une part, un prototype de traduction automatique anglais-français utilisant une technologie de recherche d'information interlingue, et d'autre part, une boîte à outils pour la construction et la mise à jour automatique de dictionnaires bilingues à partir de corpus de textes parallèles. Cette boîte à outils constitue le composant principal d'une plate-forme d'acquisition et de production de ressources linguistiques multilingues qui permettra l'ajout de nouveaux couples de langues à des frais raisonnables.

Production scientifique et brevets

5 papiers décrivant le prototype de traduction WebCrossling, la boîte à outils de construction de dictionnaires bilingues ainsi que la représentation sous le standard MLIF de la mémoire de traduction créée par les traducteurs professionnels, ont été présentés lors du workshop IWSLT 2010 et les conférences IEEE ISDA 2010, LREC 2010 et ASLIB 2010. La technologie de traduction automatique utilisée dans le cadre de ce projet a fait l'objet d'un dépôt de brevet par le CEA LIST en 2007 (Brevet BD1757).

Contact : Nasredine Semmar, nasredine.semmar@cea.fr

Programme Contenus et Interactions, édition 2008

Projet METRICC

Collecter des textes multilingues, extraire des traductions

Le multilinguisme : une réalité sociétale, un défi à relever

Le multilinguisme représente une réalité humaine incontournable. Les 23 langues officielles de la Communauté Européenne en sont un exemple et impliquent un coût linguistique important. Les lexiques bilingues sont nécessaires pour la production de traductions (qu'elles soient réalisées par un traducteur ou un logiciel de traduction) et pour rechercher des informations sur la toile dans toutes les langues, mais demandent un gros investissement humain. De nombreux travaux ont cherché à rendre cette construction de lexiques bilingues plus rapide en utilisant des textes déjà traduits. La spécialisation de ces textes et la prédominance de certaines langues [1] les rendent difficilement utilisables pour tout autre domaine. Le projet MeTRICC propose d'utiliser à la place de textes traduits, des corpus dits « comparables » qui sont des textes dans plusieurs langues et portant sur des sujets semblables (même thématique, même objet, etc.) mais ne sont pas constitués de traductions. L'objectif est de donner une forte impulsion à la production de lexiques bilingues utilisés par les logiciels multilingue pour relever le défi du traitement du multilinguisme.

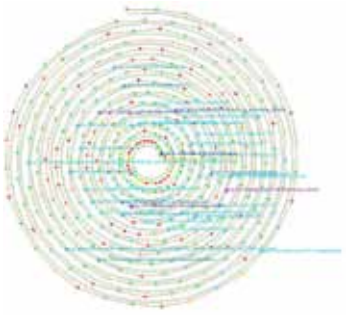
Collecter et exploiter les textes comparables multilingues

Le projet MeTRICC aborde la question des corpus comparables sous deux aspects principaux : la collecte de ces textes et leur exploitation. La collecte de corpus comparables est entreprise à travers le moissonnage de documents issus de la toile. Les méthodes de recherche d'informations seront adaptées pour produire un système d'aide à la collecte de documents potentiellement comparables. En parallèle, de manière à pouvoir mesurer la comparabilité de l'ensemble des textes collectés, des mesures seront proposées pour garantir la qualité des lexiques qui en seront extraits. L'exploitation des corpus comparables pose le problème d'extraire automatiquement de ces corpus des lexiques bilingues. Les méthodes vectorielles qui s'appuient sur la simple observation qu'un mot et sa traduction ont tendance à apparaître dans les mêmes contextes seront explorées et améliorées. Enfin, les lexiques ainsi construits seront évalués dans plusieurs applications industrielles.

IMPACTS

Résultats majeurs

- Réalisation d'un système de collecte de textes comparables à partir du Web.
- Proposition d'un ensemble de mesures pour évaluer le degré de comparabilité de deux corpus bilingues.



Représentation graphique du parcours d'un progamme de collecte de textes sur le web dans une même thématique. La distance entre deux points estime la distance thématique de deux documents.

Le projet METRICC est coordonné par le LINA (Université de Nantes), il associe l'Université Joseph Fourier, LIG, l'Université de Bretagne Sud, VALORIA, Lingua et Machina, SINEQUA et Syllabs. Il a démarré en décembre 2008 pour une durée de 45 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 1,08 M€ pour un coût total de 2,15 M€.

- Exploration et expérimentation de plusieurs méthodes d'extraction de corpus comparables.
- Développement d'un outil de traduction à la volée pour traduire rapidement des locutions spécialisées.
- Réalisation d'une interface utilisateur pour valider les lexiques produits par Metricc dans un logiciel d'aide à la traduction associé à une proposition d'extension de la norme TBX.

Production scientifique et brevets

- Le nouveau systéme de collecte de corpus comparables a été publié dans la conférence internationale SoCPaR 2009.
- La définition d'une mesure permettant d'évaluer le degré de comparabilité de deux corpus bilingues comparables a été publié à la conférence internationale COLING 2010.
- Les nouvelles méthodes de découvertes de traductions ont été publiées dans les revues internationales TAL et LRE en 2009.
- Le projet MeTRICC est à l'origine du projet TTC financé par le FP7 (2010-2012).

[1] *dans la mémoire Euramis du parlement Européen, sur 47 millions de phrases, 31 millions sont en anglais, 12 millions en français.*

Contact : Beatrice Daille , beatrice.daille@univ-nantes.fr, http://www.metricc.com/

Programme Blanc, édition 2009

Projet PI

Vers le développement de technologies vocales pour des langues peu informatisées

Améliorer la portabilité des systèmes de traitement automatique du langage parlé vers des langues peu dotées

L'originalité de l'approche vient de la volonté d'aborder des langues peu ou mal dotées, pour lesquelles peu ou pas de corpus sont disponibles, ce qui nécessite des méthodologies innovantes qui vont bien au-delà du simple réapprentissage ou de l'adaptation de modèles. Par exemple, pour développer un système de reconnaissance automatique de la parole (RAP) dans une nouvelle langue, il est souvent nécessaire de rassembler une grande quantité de corpus, contenant à la fois des signaux de parole (pour l'apprentissage des modèles acoustiques du système) mais également des données textuelles (pour l'apprentissage des modèles de langue du système). Ce projet propose une méthodologie permettant de porter efficacement et rapidement un système de RAP vers une nouvelle langue peu dotée en ressources. Il ambitionne également de fournir des outils de développement permettant à des communautés de locuteurs de construire des systèmes de RAP pour leur propre langue.

Une méthodologie de collecte de données et d'amorçage de modèles pour le développement rapide de systèmes de reconnaissance automatique de la parole

La construction d'un système de reconnaissance automatique de la parole nécessite des techniques d'adaptation rapide au niveau des modèles acoustiques qui représentent les sons de la langue visée (langue cible). L'approche proposée repose sur le concept de modélisation acoustique multilingue qui consiste à obtenir un tableau de correspondances phonémiques entre une ou plusieurs langues sources (bien dotées) et la langue cible (peu dotée). Ensuite, les modèles acoustiques des phonèmes en langue source peuvent être dupliqués pour obtenir des modèles acoustiques initiaux en langue cible (amorçage ou *bootstrap*). L'avantage d'une telle approche est qu'elle ne nécessite pas ou peu de signaux d'apprentissage en langue cible puisque les modèles acoustiques du système sont amorcés avec ceux d'une autre langue. Concernant les modèles de langue, des techniques utilisant des unités sous-lexicales (morphèmes, syllabes, caractères) et/ou des méthodes de traduction automatique sont en cours d'expérimentation dans le cadre du projet.



Atelier international SLTU 2010 (Spoken Language Technologies for Under-resourced Languages) organisé à Penang (Malaisie) par les partenaires du projet.

Le projet PI est coordonné par le Laboratoire d'Informatique de Grenoble (responsable : Laurent Besacier). Il associe l'Université d'Avignon (LIA) et le CNRS (laboratoire MICA - UMI CNRS - Hanoï, Vietnam). Le projet a commencé en décembre 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 361 k€ pour un budget global de l'ordre de 1,2 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le premier résultat marquant du projet est la validation d'une méthodologie de construction rapide de système de reconnaissance automatique de la parole (RAP) pour les langues peu dotées. Cette méthodologie a déjà permis de développer des systèmes de RAP pour 3 langues : le Khmer, le Swahili et l'Amharique. Une suite complète de développement de systèmes de RAP sera fournie en fin de projet (des outils de filtrage de corpus collectés sur le Web ainsi qu'un ensemble de modèles acoustiques et outils automatiques pour amorcer les modèles acoustiques sont déjà disponibles sur le site du projet).

Production scientifique et brevets

1 article de revue et 14 communications à des conférences ou ateliers internationaux ont déjà été publiés. Les partenaires du projet PI ont été (co-)organisateurs de plusieurs événements internationaux sur le thème du traitement des langues peu dotées : 2nd Workshop International SLTU'10 (Penang - Malaisie). African HLT'10, Workshop on South and Southeast Asian Natural Languages Processing (pendant COLING'10), session « langues peu dotées » lors d'INTERSPEECH'11.

Contact : Laurent Besacier, Laurent.Besacier@imag.fr, http://pi.imag.fr/

Programme Contenus et Interactions, édition 2009

Projet DECODA

Vers une meilleure expérience client dans les centres d'appels téléphoniques

Amélioration de la gestion des centres d'appels téléphoniques par le développement d'outils d'analyse automatique des conversations

La multiplication récente des centres d'appels a mis en valeur l'importance croissante de la relation client dans les politiques industrielles de la plupart des entreprises. L'amélioration de la gestion des centres et de la qualité de la prise en charge des appels est désormais un enjeu stratégique. Des produits d'analyse automatique ou semi-automatique des interactions client/téléconseiller, appelés "Speech Analytics", sont désormais disponibles sur le marché. Ces produits permettent d'effectuer des recherches par mots-clés sur de gros corpus de dialogues enregistrés ainsi que des analyses périodiques du trafic. Ces produits nécessitent une expertise humaine importante afin d'être mis en place et offrent encore des performances limitées. Le but du projet DECODA est de permettre le développement et la gestion sur le long terme à moindre coût de tels services en allégeant l'effort d'adaptation et de maintenance des modèles nécessaires à l'analyse automatique. Le cadre applicatif visé est celui du centre d'appel de la RATP, partenaire du projet, fournisseur du corpus sur lequel les expérimentations sont effectuées.

Méthodes de compréhension automatique de la parole spontanée basées sur des modèles d'apprentissage faiblement supervisés

Les centres d'appels téléphoniques permettent l'enregistrement de base de données de messages oraux de très grande taille contenant des dialogues clients/téléconseillers. Ce type de données représente un défi pour les méthodes actuelles de Traitement Automatique de la Parole à cause des conditions d'enregistrements (téléphone, bruit) et du type de parole (conversation spontanée). La nécessité de disposer de méthodes robustes permettant d'appréhender ces données "difficiles" conditionne bien souvent le type de méthodes pouvant être employées : ce sont les méthodes basées sur un apprentissage statistique sur corpus qui sont privilégiées. Le point faible de ces méthodes est la nécessité de disposer de corpus manuellement annotés en taille suffisante pour pouvoir entraîner les modèles. Ces annotations sont à la fois coûteuses (en temps) et difficiles à obtenir car nécessitant des annotateurs "experts". Les deux principaux verrous scientifiques auxquels s'attaque ce projet sont d'une part l'augmentation de la robustesse dans l'extraction d'informations de haut niveau à partir de corpus oraux contenant de la parole spontanée ; et d'autre part la limitation de l'effort d'annotation de corpus par la mise au point et l'emploi de méthodes faiblement supervisées.



Analyse d'une conversation provenant du centre d'appels de la RATP devant produire le résumé suivant : type d'appel = objet trouvé ; localisation = Bus 281, Europarc ; résolution = oui ; satisfaction utilisateur = bonne.

Le projet DECODA est un projet de recherche fondamentale, coordonné par l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse. Il associe le Laboratoire d'Informatique Fondamentale (LIF-CNRS) - Aix Marseille Université ; la société SONEAR ; la Régie Autonome des Transports Parisiens (RATP). Il a démarré en octobre 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 462,8 k€ pour un budget total de 1,44 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

A la moitié du projet les résultats scientifiques majeurs obtenus sont d'une part la collecte, la transcription et l'annotation semi-automatique d'un grand corpus de dialogue oraux constituant un objet d'étude particulièrement novateur (parole spontanée en situation "réelle" dans des centres d'appels) pour tous les chercheurs en sciences du langage, et d'autre part la production d'algorithmes d'apprentissage originaux s'appliquant à notre contexte d'étude. D'un point de vue applicatif un premier système robuste de classification d'appels a été mis au point et évalué sur le corpus collecté.

Production scientifique et brevets

La production scientifique du projet sur les 18 premiers mois est composée d'une publication dans une conférence internationale d'apprentissage très sélective (ECML 2011), deux publications dans la conférence internationale majeure du Traitement Automatique de la Parole (Interspeech 2011), ainsi qu'une publication en papier long (présentation orale) à la conférence annuelle de l'association pour le traitement automatique des langues (TALN 2011).

Contact : Frédéric Béchet, decoda-info@univ-avignon.fr, http://decoda.univ-avignon.fr

Programme Masses de Données et Connaissances Ambiantes

Projet EPAC, édition 2006

Extraction et traitement automatique de la parole conversationnelle

La principale faiblesse des technologies de traitement automatique de la parole limite leur usage malgré des besoins croissants

Les technologies de traitement automatique de la parole sont suffisamment matures pour être exploitées avec succès dans certaines applications bien ciblées. Le principal verrou qui freine l'usage de ces technologies est leur difficulté à s'adapter à des environnements différents, que ce soit au niveau acoustique, linguistique, voire sémantique. L'essor des réseaux informatiques et la démocratisation des outils numériques ont entraîné l'augmentation de la production et de la diffusion de documents audio dont le contenu est très hétérogène. L'analyse de ces documents est cruciale pour l'extraction d'informations utiles à la catégorisation et l'archivage de ces masses de données audio. Dans ce contexte, la parole est le contenu audio qui transporte le plus d'information. L'objectif de ce projet est d'améliorer l'extraction et le traitement de la parole conversationnelle pour des masses de données audio, la technologie actuelle rencontrant de réelles difficultés pour ce type de parole. Ce projet aborde la détection de la parole conversationnelle, l'identification du locuteur, la transcription automatique, les traitements linguistiques sur ce type de transcription et la catégorisation de documents.

Création de données pour l'adaptation de technologies existantes et développement de nouveaux outils

Les approches les plus performantes pour le traitement automatique de la parole sont principalement d'essence probabiliste. Ces approches utilisent des modèles de connaissance produits par apprentissage automatique. La précision de ces modèles dépend de l'adéquation des données d'apprentissage avec les données manipulées. Pour la langue française, le manque de données spécifiques au traitement de la parole conversationnelle est patent. Ce projet a permis de produire et de mettre à disposition de l'ensemble des chercheurs un corpus de taille significative. Ces données ont été utilisées pour adapter des systèmes déjà existants aux spécificités de la parole conversationnelle. Le projet EPAC va plus loin en travaillant sur la fusion de sorties de systèmes pour une meilleure robustesse. De nouveaux types d'outils, rendus nécessaires par les contraintes du projet, ont été développés. Par exemple, un système automatique de détection de la parole spontanée a été mis au point. Enfin, le projet a démarré l'exploration d'un nouvel axe de recherche pour la catégorisation et la structuration de documents audio, qui exploite l'ensemble des informations extractibles automatiquement.



Exemple de traitements automatiques de la parole appliqués à un journal télévisé : détection de parole, étiquetage du locuteur, détection du genre du locuteur, transcription automatique, catégorisation.

Le projet EPAC est un projet de recherche appliquée coordonné par le LIUM (Université du Mans). Il associe l'IRIT (Institut de Recherche en Informatique de Toulouse), ainsi que les laboratoires LI (Université de Tours) et LIA (Université d'Avignon). Le projet a commencé en janvier 2007 et a duré 44 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 358 k€ pour un coût global de l'ordre de 1,224 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les données expérimentales produites ont permis de mesurer les améliorations importantes apportées sur les différents traitements appliqués à la parole conversationnelle. De nombreux travaux initiés dans ce projet ont donné des résultats incitant les partenaires à les poursuivre dans le cadre de projets financés par l'ANR : projet ASH (collaboration de systèmes de transcription automatique), projet DECODA (annotation de conversations enregistrées de centre d'appels), projets SODA et PERCOL dans le cadre du Défi Multimédia REPERE (reconnaissance de personnes dans des émissions audiovisuelles) organisé par la DGA.

Production scientifique

Les travaux scientifiques du projet EPAC ont été publiés dans plus de 25 articles de conférences internationales, dans 2 revues francophones, 2 revues internationales et des conférences nationales. Ces travaux ont également servi de support à 3 thèses de doctorat, dont une financée par l'ANR.

Contact : Yannick Estève, yannick.esteve@univ-lemans.fr, http://projet-epac.univ-lemans.fr

Programme Jeunes Chercheuses - Jeunes Chercheurs, édition 2008

Projets VISAC

Synthèse Acoustico-Visuelle de la Parole par Concaténation d'Unités Bimodales

Tête parlante intelligible

L'objectif du projet ViSAC est d'apporter une nouvelle vision de la synthèse audiovisuelle, c'est-à-dire l'animation d'une tête parlante tridimensionnelle. La principale originalité de ce travail est de considérer le signal de parole comme un signal bimodal (composé de deux canaux, acoustique et visuel) pouvant être manipulé à partir de l'une de ces deux facettes (acoustique ou visuelle). A chaque étape, les unités de parole sont considérées comme des couples de segments (segment acoustique, segment visuel). Cette nouvelle approche de la synthèse permet de reformuler certains points clés en synthèse de la parole et par conséquent, améliorer la synthèse de parole acoustique-visuelle. En effet, ceci permet de sélectionner des unités bimodales cohérentes à la fois au niveau acoustique et au niveau visuel qui rendra l'intelligibilité de la tête parlante accrue. Ce système pourrait être utilisé dans le cadre de l'apprentissage des langues ou bien comme un agent incarné conversationnel (*Embodied Conversational Agent*) principalement pour les malentendants par exemple.

Système de synthèse Text-to-Speech acoustique-visuelle

L'acquisition des données 3D se fait par stéréovision, en utilisant deux caméras synchronisées avec le son. 248 marqueurs ont été peints sur le visage d'un locuteur. Les marqueurs ont été placés de telle façon que le mouvement des lèvres soit capturé très finement (188 images/seconde et 140 marqueurs dans le voisinage des lèvres). Ces données constituent un corpus bimodal qui a été analysé, et par la suite segmenté et étiqueté. La synthèse acoustico-visuelle est réalisée en suivant ces étapes : (1) Sélection dans le corpus d'unités bimodales non-uniformes, (2) Concaténation des unités bimodales, (3) Réalisation d'un système de synthèse bimodale. S'inspirant des travaux réalisés dans le domaine de la synthèse acoustique, nous avons développé des algorithmes de concaténation prenant en compte la dimension visuelle (en plus de la dimension acoustique) afin de sélectionner des unités se concaténant au mieux dans les deux domaines (acoustique et visuel). La sélection des unités à concaténer est donc par là même devenue bimodale.

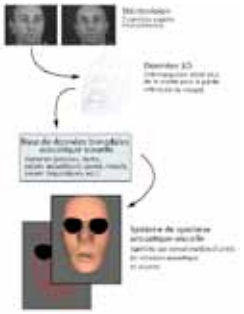


Illustration de la synthèse acoustico-visuelle par concaténation d'unités de selection acoustique et visuelle.

Le projet ViSAC est coordonné par le LORIA (Université Nancy 2). Ce projet a commencé en janvier 2009 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 210 k€ pour un budget total de l'ordre de 830 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les algorithmes développés ont permis d'obtenir des résultats très encourageants, qui montrent que notre approche de synthèse acoustique-visuelle est pertinente et hautement prometteuse. Nous disposons d'un système de tête parlante pour le Français qui est opérationnel. Nos algorithmes de sélection bimodale, rarement traitée dans la littérature, sont originaux et les évaluations effectuées jusque là ont prouvé leur efficacité. Nos premiers tests ont montré qu'il est tout à fait possible de synthétiser de la parole intelligible au niveau acoustique et visuelle.

Production scientifique et brevets

9 publications dans des conférences internationales avec comité de lecture. Deux exemples de publications :

Toutios, U. Musti, S. Ouni, V. Colotte, B. Wrobel-Dautcourt, M.-O. Berger (2010), Setup for Acoustic-Visual Speech Synthesis by Concatenating Bimodal Units, Interspeech 2010, Makuhari, Japon.

Toutios, U. Musti, S. Ouni, V. Colotte (2011), Weight Optimization for Bimodal Unit-Selection Talking Head Synthesis, Interspeech 2011, Florence, Italie.

Contact : Slim Ouni, slim.ouni@loria.fr, http://visac.loria.fr

Programme Contenus et Interactions, édition 2008

Projet PORT-MEDIA

De nouvelles données précieuses pour la compréhension statistique de la parole

Favoriser les méthodes statistiques pour la compréhension automatique de la parole en augmentant les corpus disponibles, tout en minimisant les coûts de production

La compréhension automatique de la parole est un élément clé des systèmes de dialogue oraux qui permet d'extraire le sens des énoncés utilisateurs. Ces dernières années ont vu émerger des approches statistiques (pouvant être entraînées directement à partir de données collectées). Ce projet vise à enrichir le corpus MEDIA ; portant sur la réservation d'hôtels et les informations touristiques à partir de deux axes principaux de recherche qui sont d'une part la portabilité multi-domaine et multilingue (évaluation de la généricité et du niveau d'adaptation des approches utilisées en compréhension. Les modèles sont confrontées à des données produites pour une nouvelle tâche de renseignement ou une nouvelle langue. Le coût du portage doit être minimisé). Et d'autre part la représentation sémantique structurée de haut-niveau : alors qu'un socle solide a été bâti pour la représentation de la sémantique littérale (séquences d'unités conceptuelles élémentaires), il s'agit de proposer un nouveau standard pour la représentation de la sémantique complète au sein des énoncés et entre les interactions successives. La robustesse des approches est aussi étudiée dans le projet par le biais d'une meilleure intégration (*couplage*) des processus de transcription et de compréhension de la parole.

Production de corpus, protocole d'annotation et évaluation

Pour atteindre ces objectifs, un travail primordial au sein du projet consiste en la production de 2 ensembles de métadonnées à MEDIA et de 2 corpus additionnels pour faciliter les évaluations contrastives futures des approches avec des outils et un protocole standardisés et des résultats de référence : - MEDIA+transcriptions automatique (étude des dépendances entre les systèmes de transcription de la parole et les modules de compréhension). - MEDIA+annotation sémantique structurée (validation d'un protocole d'annotation sémantique hiérarchique (*composition sémantique*). - PORT-MEDIA Nouveau domaine (production rapide et à bas coût de nouvelles données pour une tâche portant sur un nouveau domaine). - PORT-MEDIA Nouvelle langue (production rapide et à bas coût de nouvelles données pour une tâche portant sur une nouvelle langue). Ces corpus permettront l'évaluation des approches de l'état de l'art au sein du consortium puis seront mis à disposition de la communauté dans le catalogue d'ELRA pour favoriser le développement de nouvelles approches.



Illustration du corpus MEDIA enrichi avec annotation et transcription.

Ce projet de recherche fondamentale coordonné par l'Université d'Avignon associe un partenaire industriel, ELRA, producteur de ressources linguistiques, à trois autres laboratoires publics ; le LIUM, le LIG et le LORIA. Le projet a debuté en mars 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 489 k€ pour un coût global de 1,2 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Production de métadonnées : transcriptions automatiques de MEDIA. Proposition d'un nouveau formalisme pour la représentation sémantique basé sur le langage de description MMIL avec application sur le corpus MEDIA (évaluation en cours). Production de 2 nouveaux corpus : un nouveau domaine (réservation de billets de théâtre pour le Festival d'Avignon) et une nouvelle langue (italien). 2x700 dialogues pour environ 60 heures audio, accompagnées des transcriptions et des annotations sémantiques. Réduction du temps de production de corpus estimée à 40%.

Production scientifique et brevets

Tous les attendus du projet ont d'ores et déjà été couverts par une ou plusieurs publications. On recense une dizaine de publications en conférences internationales (ICASSP, InterSpeech, SIGDial, ICCS...), 4 en conférence nationale (TALN).

Contact : Fabrice Lefèvre, fabrice.lefevre@univ-avignon.fr, http://www.port-media.org /

Programme Blanc, édition 2006

Projet OUISPER

Vers une communication parlée silencieuse

Permettre une communication parlée sans émission de son

Le projet OUISPER a pour objectif de réaliser une interface de communication silencieuse, capable de reconstruire un signal de parole intelligible à partir des mouvements de la langue et des lèvres. Deux champs principaux d'application sont visés : 1) la conception d'un « téléphone silencieux » pour les situations où le silence est obligatoire, 2) une « prothèse virtuelle » destinée à des patients ayant perdu l'usage des cordes vocales. Ouisper se situe au premier plan du nouveau domaine des interfaces de communication silencieuse (Silent Speech Interfaces ou SSI), dans lequel des chercheurs et entreprises en France, Allemagne, Japon, Royaume Uni, et États Unis sont en compétition pour être les premiers à réaliser une SSI opérationnelle et commercialisable.

Reconnaissance de la parole à partir d'images du conduit vocal

Le système Ouisper capture les mouvements de la langue à l'aide d'un système échographique miniaturisé, et ceux des lèvres avec une petite caméra vidéo. Les flux d'images de ces deux articulateurs sont capturés en temps réel lors de l'élocution du locuteur, et enregistrés à l'aide un logiciel spécifique, Ultraspeech, développé dans le projet. Ces données sont ensuite analysées à l'aide d'un système d'apprentissage statistique basé sur les modèles de Markov cachés, qui effectuent la reconnaissance de cette parole « visuelle ». Une piste son peut également être enregistrée dans les cas où l'on souhaite acquérir des données destinées à l'apprentissage du synthétiseur de la parole qui suit l'étape de reconnaissance, permettant ainsi au locuteur de « parler en silence » avec son propre timbre de voix. Le système est destiné, à terme, à être léger et portatif.



Dispositif de reconnaissance de la parole à partir d'images du conduit vocal.

OUISPER est un projet de recherche coordonné par l'UPMC. Il associe le laboratoire SIGMA de l'ESPCI-ParisTech, Telecom-ParisTech, et l'Université du Maryland aux Etats-Unis. Le projet a commencé en octobre 2009 et a duré 36 mois ; il a bénéficié d'une aide ANR de 231 k€ pour un coût global de l'ordre de 934 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Après apprentissage statistique sur une base de phrases préalablement enregistrées (ultrason, vidéo, audio) d'une durée d'une heure, le modèle proposé est capable de reconnaître correctement 83% des phones dans des phrases de test, indépendantes des précédentes. Une synthèse des séquences de phones reconnus par le système a donné lieu à un taux de reconnaissance de 65% des mots dans un test d'intelligibilité (auditeurs volontaires). Une technique de suivi des mouvements du transducteur ultrasonore à l'aide d'accéléromètres, pour une utilisation libre du système, a été élaborée. Un logiciel d'acquisition multi-flux spécifique, Ultraspeech, a été développé.

Production scientifique et brevets

Ouisper a donné lieu à 2 publications dans *Speech Communication*, revue de référence du domaine de la parole, 4 articles de congrès, à *Interspeech*, le lieu de rencontre international reconnu de la communauté, à un brevet, un chapitre de livre et à 5 présentations invitées dans des universités et laboratoires en France et à l'étranger.

Contact : Bruce Denby, denby@ieee.org, www.neurones.espci.fr/ouisper

5 CONNAISSANCES, WEB, WEB SEMANTIQUE

Le Web est devenu en une vingtaine d'années un des lieux les plus fréquentés de la planète : conçu initialement comme une plateforme d'échanges d'informations entres scientifiques, il s'est d'abord transformé en un vecteur de diffusion d'information scientifiques, techniques, commerciales, avant de devenir ce que nous connaissons actuellement : le système universel de communication utilisé pour toutes nos activités qu'elles soient professionnelles, commerciales, sociales ou privées.

Le Web est une richesse et un défi ; une richesse de par la quantité et la diversité d'informations qui y sont stockées, et qui y circulent ; un défi car ces informations sont massives, multiformes, hétérogènes, non structurées, et de sources très diverses. Les chercheurs en intelligence artificielle se sont rapidement saisis de l'opportunité que présente cet univers pour y appliquer et y développer leurs outils auparavant réservés à des secteurs de dimensions plus réduites.

LES ONTOLOGIES AU CŒUR DU WEB SEMANTIQUE

Les recherches sur la modélisation et la représentation des connaissances ont permis d'aboutir à la notion d'ontologie, « spécification d'une conceptualisation d'un domaine de connaissance »[(1)], largement admise comme formant un pilier essentiel du Web sémantique, le Web pour les machines. Une fois développées une ou plusieurs ontologies d'un domaine, il devient possible de compléter les textes, données, informations etc. en ligne sur le Web au moyen d'annotations écrites dans un langage formel basé sur ces ontologies, ce qui permet ensuite de faire des manipulations sur le contenu (recherche, filtrage, fusion d'information, etc.). Les ontologies peuvent être exprimées sous plusieurs formes, qui vont du simple thésaurus et de la taxinomie, à des formes plus élaborées que sont les réseaux sémantiques, les graphes conceptuels ou les cartes topiques, au-dessus d'un langage de base tel que la logique du premier ordre ou les logiques de description.

La mise au point de ces ontologies est une étape clé pour le développement du Web sémantique ; elle peut se faire de manière descendante, par un expert qui traduit sa conceptualisation du domaine en un modèle formel ; de manière ascendante, à partir d'une base de textes décrivant le domaine, dont on extrait les concepts de base et leurs relations ; ou de manière mixte, en combinant approche descendante de modélisation avec un raffinement ascendant utilisant les textes disponibles. Elle peut être individuelle ou collective ; elle peut s'appuyer sur les outils informatiques d'aide à la modélisation que sont les éditeurs d'ontologies. Le projet GéOnto s'intéresse à la question essentielle de l'exploitation d'ontologies hétérogènes, et notamment à leur *alignement*, c'est-à-dire la mise en correspondance de termes et de concepts entre deux ontologies. En effet, si deux ressources du Web sémantique, bien que relevant du même domaine, sont annotées au moyen d'ontologies différentes, il est important de pouvoir mettre en correspondance ces ressources afin de les exploiter de manière conjointe. C'est ce que fait GéOnto dans le domaine de la géographie. Les deux autres projets de cette partie consacrée aux ontologies s'intéressent tous deux aux systèmes multi-agents, mais de manière différente. Dans COSMAGEMS, l'objectif est de faciliter la réalisation d'applications de simulation multi-

agents, grâce à la mise à disposition d'un corpus d'ontologies génériques pour divers domaines (géographie, économie, sociologie). D'une certaine manière, on peut dire qu'il s'agit de mettre les ontologies au service des multi-agents. Dans DYNAMO, ce sont les systèmes multi-agents qui sont mis au service de la production d'ontologies pour des applications variées. Les agents logiciels exploitent des nouvelles ressources textuelles, indexent les nouvelles connaissances contenues dans ces textes et font évoluer dynamiquement une ontologie, afin d'améliorer les performances de recherche d'information utilisant l'ontologie.

INTEGRER DES INFORMATIONS DISPARATES

L'existence d'ontologies partagées d'un domaine permet ainsi d'intégrer des informations en ligne provenant de sources diverses et exprimées selon des structures ou dans des formats différents. Les enjeux sont importants car la disponibilité unifiée de données et d'informations jusqu'alors séparées peut faciliter la prise de décisions, voire en rendre possible une certaine automatisation. Aujourd'hui, c'est RDF (*Resource Description Framework*) qui constitue le format naturel d'échanges de données pour le Web sémantique. Les langages d'ontologies s'expriment aussi au moyen du formalisme RDF, schématiquement composé de triplets (sujet, prédicat, objet) tel que (« Les Misérables », « auteur », « Victor Hugo »), sachant que chacun des trois éléments peut être un pointeur vers une ressource disponible sur le réseau.

Le projet DATALIFT « ascenseur pour la publication de données sur le Web », a pour but d'organiser cette interconnexion de données en ligne, donnant la possibilité de les combiner en vue de nouvelles applications. Il s'appuie sur des ontologies partagées, réalise une plate-forme logicielle pour soutenir ces opérations, et la valide sur deux applications apportées par l'INSEE et l'IGN. Le projet ISICIL s'intéresse, lui, au partage d'information dans les communautés en ligne, développant des passerelles sémantiques permettant de réaliser l'interopérabilité des données échangées par ces communautés. Exploitant les concepts du Web 2.0, ISICIL s'appuie notamment sur cette forme particulière d'ontologie que sont les *folksonomies*, système d'indexation sous forme de *tags* développés de manière collective et incrémentale par les internautes.

Dans un esprit relativement différent, PERIPLUS, plate-forme de navigation pour des contenus journalistiques, vise à mettre à disposition des utilisateurs (abonnés du journal en ligne Mediapart, et visiteurs de la Cité de Sciences et de l'Industrie) le portefeuille d'archives du journal, en combinant les données texte et multimedia, en les classant et en générant automatiquement des résumés, le tout complété par de nouveaux outils d'interface homme-machine destinés à faciliter l'interaction avec ce riche contenu.

ACQUERIR DES NOUVELLES CONNAISSANCES

Une fois rassemblées données et informations sur un sujet particulier, on peut envisager la construction automatique ou semi-automatique (assistée par l'ordinateur) de nouvelles connaissances. L'ingénierie des connaissances propose des concepts, méthodes et techniques permettant de modéliser et d'acquérir les connaissances dans des domaines se formalisant peu ou pas[(2)]. L'ingénierie des connaissances est une préoccupation majeure et un enjeu notamment

pour les entreprises et organismes qui souhaitent conserver et exploiter la mémoire des connaissances acquises par leurs collaborateurs. A l'origine de la discipline, le travail d'ingénierie des connaissances, en dehors des questions de formalismes de représentation, était conçu comme un travail d'élicitation conduit par un spécialiste de modélisation des connaissances, interrogeant un ou plusieurs experts du domaine visé. Au fil des années, et notamment depuis l'avènement du Web, ce travail a évolué avec la volonté de prendre en compte les données, informations, connaissances disponibles en ligne. L'ingénierie des connaissances « traditionnelle » est complétée par un outillage permettant de fouiller le contenu disponible, de le visualiser de manière synthétique, et de générer des bases de connaissances exploitables ensuite par d'autres applications (par exemple en diagnostic ou en aide à la décision).

Le projet FILTRAR-S se place en continuité des projets de la partie précédente, puisqu'il part de contenus textuels variés, en effectue un filtrage sémantique et une indexation automatique permettant d'acquérir ces nouvelles connaissances, à partir d'un moteur d'interrogation en langage naturel. Il vise notamment la découverte de connaissances inattendues, dont la valeur ajoutée peut évidemment être très grande. Le projet FIVE offre une contribution très complémentaire, puisqu'il s'intéresse à de nouveaux outils d'analyse visuelle d'informations, ceci afin de permettre à des utilisateurs industriels de détecter des signaux faibles dans des flux d'information massifs et hétérogènes. FIVE constitue une application originale de la plateforme libre TULIP, largement utilisée dans le monde entier pour la visualisation de données complexes en réseau, et ce sur un créneau stratégique pour les entreprises.

Enfin, PROCOGEC aborde l'ingénierie des connaissances sous un angle très différent, celui de la gestion des connaissances à partir des traces d'activité. Il part de l'hypothèse que les activités d'un utilisateur, collectées sous la forme de traces de l'utilisation d'un logiciel, peuvent être sources de connaissances ou pratiques sous-jacentes qu'il est intéressant de conserver afin de faciliter l'activité collaborative dans l'entreprise. Pour ce faire, PROCOGEC développe un Système de Gestion de Base de Traces (SGBT), disponible en open source, qui permet de mémoriser et de gérer les activités des utilisateurs.

FOUILLER LES RESEAUX SOCIAUX

Au bout du chemin du Web 2.0 et des connaissances se trouve le graal qu'est la fouille de réseaux sociaux. Les réseaux sociaux tels que Facebook, Twitter, Linkedin, sont devenus en quelques années le principal outil d'échanges pour de vastes communautés qu'elles soient professionnelles ou de loisirs. Des opinions y sont émises, des connaissances y sont échangées, des affaires y sont faites, et surtout des communautés y sont créées, vivent, se transforment, disparaissent, en fonction de l'importance et de la pertinence temporelle des sujets. Fouiller le contenu de ces réseaux sociaux devient un excellent moyen d'identifier les communautés et de repérer des informations pouvant être essentielles. Cette fouille pose des problèmes technologiques nouveaux, en raison de la nature de l'expression dans les réseaux (texte libre, non contrôlé, orthographe souvent approximative), et du caractère connecté de l'information. Un réseau social, ou un ensemble de réseaux sociaux, sont des systèmes com-

plexes qui demandent de nouvelles approches algorithmiques.

Le projet FRAGRANCES, qui réunit deux acteurs industriels importants Xerox et Exalead avec des laboratoires académiques grenoblois et parisiens, s'intéresse justement à l'identification automatique de communautés en ligne dans les réseaux sociaux. Il a produit un nouvel algorithme utilisant des informations de connectivité, et le met notamment en œuvre dans un prototype de service en ligne d'Exalead appelé Constellation. Le projet EX DEUSS/CEDRES, piloté par la PME KXEN, travaille également sur l'extraction de communautés, ici dans les réseaux sociaux du fournisseur de blogs Skyrock ou de la plate-forme de partage de *world music* Mondomix. En complément de l'identification de communautés, le projet cherche également à identifier les influenceurs, les contributeurs des réseaux dont l'influence sur la communauté est la plus grande. Enfin, le projet WEBFLUENCE a traité les réseaux sociaux, en particulier dans les domaines de la politique et du loisir, comme des grands systèmes auxquels pouvaient être appliqués des algorithmes issus de la théorie des systèmes complexes.

Il va de soi que ces projets, en complément des aspects méthodologiques, techniques, algorithmiques, se doivent d'intégrer des préoccupations éthiques en raison de la nature des informations manipulées, qui peuvent être à caractère personnel. ■

(1) Thomas R. Gruber, Towards Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing in Formal Ontology in Conceptual Analysis and Knowledge Representation, Kluwer Academic Publishers, 1993

(2) Selon le GRACQ, Groupe de Travail de l'Association Française d'Intelligence Artificielle sur l'Acquisition et l'Ingénierie des Connaissances

Programme Masses de Données et Connaissances, édition 2007

Projet GEONTO

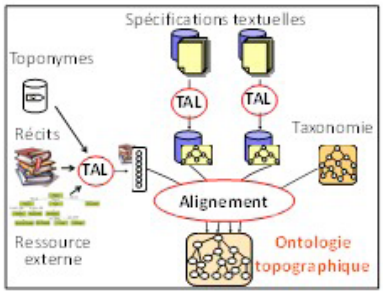
La richesse d'une ontologie géographique pour l'intégration et l'indexation

La construction d'une ontologie de concepts topographiques

Une approche de plus en plus privilégiée pour intégrer des données diverses est d'appuyer l'intégration sur une ontologie du domaine concerné. C'est la voie qui est adoptée dans ce projet qui vise la construction d'une ontologie topographique par enrichissement d'une première taxonomie de termes réalisée précédemment, et ce grâce à l'analyse de deux types de documents textuels, des spécifications de bases de données et des récits de voyage. L'enrichissement s'appuie sur des techniques de traitement automatique de la langue, des techniques d'alignement d'ontologies, et des connaissances externes comme des dictionnaires et des bases de toponymes. Le but est de satisfaire deux objectifs applicatifs. Le premier est l'intégration de bases de données géographiques hétérogènes. Cette tâche passe par la mise en correspondance des schémas de bases. Le deuxième objectif applicatif est l'interrogation d'une collection importante de documents textuels plus variés et destinés à un plus large public que les bases de données précédemment citées.

Analyses linguistiques et techniques d'alignement pour créer et enrichir une ontologie topographique

Pour exploiter les documents de spécification dont la forme est particulièrement structurée, nous proposons une approche qui exploite non seulement le texte, mais aussi la structure de ces documents (titres et sous-titres, énumérations, etc.). Les ontologies obtenues sont utilisées pour enrichir la taxonomie originelle de nouvelles relations, de propriétés et de concepts issus, en particulier, de l'analyse des définitions. Les récits de voyage, quant à eux, permettent d'identifier le vocabulaire utilisé pour nommer des concepts topographiques (rivière, rue, etc.) en s'appuyant sur l'idée que ceux-ci peuvent se trouver rattachés dans le texte à des toponymes (« le gave de Pau », « la ville de Pau », etc.). Une base de toponymes est donc utilisée pour repérer les toponymes (la BDNYME de l'IGN), et des techniques de traitement automatique du langage naturel sont appliquées pour identifier les termes rattachés à ces toponymes. Le traitement est affiné grâce à l'utilisation d'un vocabulaire contrôlé. Des techniques d'alignement permettent in fine d'identifier les parties communes des ressources obtenues par l'ensemble de ces processus et de les fusionner en une ontologie topographique enrichie.



Approche générale suivie pour la constitution de l'ontologie topographique.

Ce projet de recherche est coordonné par le LRI-Université Paris-Sud et associe les laboratoires publics suivants : le COGIT de l'IGN, l'IRIT de l'Université Paul Sabatier de Toulouse et le LIUPPA de l'Université de Pau et des Pays de l'Adour. Le projet a commencé en janvier 2008 pour une durée de 46 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 422 k€ pour un coût global de 939 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les résultats marquants de ce projet sont tout d'abord méthodologiques. Des méthodes les plus génériques possibles d'analyse automatique des spécifications textuelles, d'alignement d'ontologies, de comparaison globale d'ontologies, ont été établies et mises en oeuvre au sein d'outils. Deux applications illustrant l'exploitation d'une ontologie topographique riche ont été conçues ; l'une portant sur l'indexation spatiale de textes, la seconde visant l'appariement et l'intégration de données géographiques. Enfin, le dernier résultat concerne l'ontologie même, une ontologie topographique riche, qui sera fournie en fin de projet. Une fois réalisée, cette ontologie sera mise à disposition pour être exploitée dans d'autres applications que celles étudiées ici.

Production scientifique et brevets

Ce projet a donné lieu à 1 publication commune dans la Revue Internationale de Géomatique (RIG), 1 chapitre de livre, 1 publication dans une revue nationale, 17 publications dans des conférences ou ateliers d'audience internationale et 18 nationale, 5 rapports. Un atelier sur les ontologies géographiques a été organisé en 2010.

Contact : Chantal, Reynaud, chantal.reynaud@lri.fr, http://www.lri.fr/~cr

Programme CORPUS, édition 2006

Projet COSMAGEMS

Ontologies multi - points de vue pour la modélisation multi-agents en géographie, économie et sociologie

Un corpus d'ontologies pour la modélisation en SHS

En philosophie, l'ontologie étudie ce qui (pourrait) existe(r) : le type et la structure des objets, propriétés, évènements, processus. En informatique et management des connaissances, une « ontologie » est la spécification de la conceptualisation d'un domaine de connaissance. L'objectif du projet COSMAGEMS était d'initier la production collective d'un corpus public et documenté d'ontologies utilisable pour la modélisation multi-agents. Notre domaine de connaissance concerne donc les modèles et non les « données ». Les formalismes utilisés sont principalement, mais non exclusivement, basés sur UML (Unified Modeling Language). Les exemples proviennent de trois domaines : géographie, économie et sociologie. Les résultats obtenus se déclinent selon trois dimensions: (1) ingénierie des modèles, (2) conséquences thématiques (disciplinaires) et épistémologiques des engagements ontologiques et (3) comparaison et évaluation de modèle. Le corpus produit est destiné à l'ingénierie des modèles, mais les principes qui le sous-tendent sont basés sur (2) et conçus pour faciliter (3). A la différence de nombreuses ontologies, nous ne proposons pas une unique représentation d'un domaine de connaissance, mais nous acceptons la pluralité, basée sur le concept de « cadre de connaissance », qui nous permet d'intégrer plusieurs « point de vue » dans un cadre général qui nous permet de les comparer et/ou les combiner (Livet *et al.* 2010). Ces principes généraux ont été exposés et discutés dans plusieurs conférences internationales et publiés sous forme de chapitres d'ouvrage ou d'articles dans la revue de référence du champ (i.e. JASSS: Livet, Müller, Phan et Sanders, 2010). D'autres contributions méthodologiques ont été publiées en particulier par Sibertin Blanc (2010) et Ferber (2007, 2010). Des exemples d'ontologies et de méthodologies ont aussi été présentés et publiés dans les colloques et revues SHS spécialisés. Le méta-modèle, « AOC » (Agent-Organisation-Comportement), de Langlois (2010) a également servi de base à la plateforme de modélisation et de simulation géographique développée dans le cadre du programme ANR « MAGEO » (Eric Daudé). Des applications de ces principes sont développées dans d'autres programmes ANR en cours comme Syscom-Dyxi (J.P. Nadal) ou TransMonDyn (L. Sanders).

Emergence Faible et Forte (relative) : cf. Figure

Principe général : il y a *émergence forte* quand un composant du système en observe une propriété globale et rétroagit. Dans le modèle de ségrégation spatiale de Schelling, l'*émergence* est dite *faible* car seul l'expérimentateur observe les caractéristiques globales («territoires», «ghettos»). Pour introduire de l'émergence forte, l'agent pourrait par exemple observer certaines propriétés du système (heritage observer-agent).



Emergence Faible et Forte (relative).
Livet *et al.* (2010). http://jasss.soc.surrey.ac.uk/13/1/3.html

Le projet COSMAGEMS a obtenu un financement de 63 k€ pour une durée de 30 mois. Interdisciplinaire, il a réuni 28 chercheurs, informaticiens et SHS, parmi lesquels un « premier cercle » formé ; pour les informaticiens de Christophe Sibertin-Blanc (IRIT), Jacques Ferber et Jean Pierre Muller (LIRMM) et pour les SHS de Pierre Livet (CEPERC), Denis Phan (GEMASS), Lena Sanders (GéoCité) et Patrice Langlois (IDEES).

IMPACTS

Résultats majeurs, production scientifique

Les résultats obtenus ont été présentés à la communauté scientifique concernée (36 communications, dont 10 en anglais) ; une partie a déjà été reprise sous forme de publications (13 articles, 8 chapitres d'ouvrages), une partie est en cours de publication, en particulier sous forme d'un « traité de référence », qui fera la synthèse des avancées liées au projet et à quelques travaux collatéraux (à paraître chez Hermes Lavoisier fin 2011). Des travaux intermédiaires ont été présentés dans une école internationale de chercheurs : *Agent Based Models for Spatial Systems in Social Sciences & Economic Science with Heterogeneous Interacting Agents* (Phan, Ambard, 2007) et aux XVIèmes rencontres interdisciplinaires sur les systèmes complexes naturels et artificiels (Rochebrune'09) « Ontologie et dynamique des systèmes complexes ». (Ouvrage en préparation pour fin 2011). Elle sera complétée par un site web public contenant une base d'articles, un mode d'emploi, des briques de bases et les principes pour construire des ontologies à destination des modélisateurs et des experts du domaine (économistes, géographes et chercheurs en sciences sociales).

Contact : Denis Phan, dphan@msh-paris.fr, http://www.gemass.fr/dphan/cosmagems/

Programme Technologies Logicielles, édition 2007

Projet DYNAMO

DYNAMic Ontologies for information retrieval

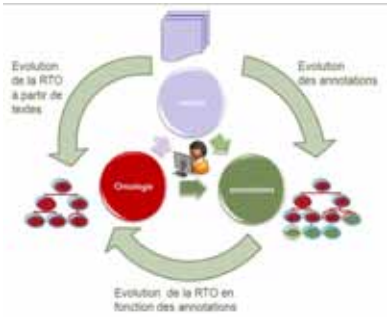
Un cycle d'évolutions de ressources termino-ontologiques et documentaires pour faciliter la recherche d'information sémantique

DYNAMO permet d'améliorer la recherche d'information et la satisfaction des utilisateurs en prenant en compte, au-delà des mots présents dans les documents, les idées qu'ils véhiculent. Ces idées sont formalisées dans un des standards du Web actuel : les ontologies et leur représentation en OWL. Dynamo propose une approche méthodologique et un ensemble d'outils logiciels qui comprennent la gestion de ressources ontologiques à partir de documents, l'utilisation de ces ressources pour une indexation sémantique et la recherche d'information basée sur ces index. Dynamo se focalise donc sur une gestion des évolutions cohérente des trois briques de ce processus : une ontologie, une collection de documents et des annotations associées à ces documents en utilisant l'ontologie.

Un projet innovant utilisant des solutions originales

L'originalité de DYNAMO réside dans la spécification conjointe du fonctionnement des modules de maintenance d'ontologie et de recherche d'information, de manière à prendre en compte, d'une part, les répercussions d'une évolution du corpus sur les ressources ontologiques et, d'autre part, la dynamique de l'annotation en fonction des évolutions constatées dans l'ontologie. Au delà de cette intégration, deux autres choix s'avèrent innovants :

- celui de l'utilisation du comportement émergeant des systèmes multi-agents pour fournir des guides de gestion des ressources ontologiques lors de l'ajout de documents au corpus ; les systèmes multi-agents utilisés exhibent des propriétés de coopération, d'auto-organisation et d'émergence qui permettent d'ajouter aux ontologies une dimension dynamique en lien avec l'évolution de son utilisation,
- celui de l'utilisation d'ontologies à composantes terminologiques comme support pour indexer les documents et proposer à l'utilisateur des spécialisations de ses requêtes en fonction des résultats obtenus ; l'ajout d'une composante lexicale ou terminologique au modèle conceptuel d'une ontologie permet en effet de mieux articuler textes et ontologies via l'étude de l'expression linguistique des connaissances.



Le cycle de gestion des évolutions.

DYNAMO est un projet de développement expérimental, coordonné par ACTIA Automotive. Il associe : ARTAL Technologies, l'IRIT (Université de Toulouse), le LaLIC (Université Paris Sorbonne), Préhistoire et Technologie - CNRS (Université de Paris Ouest Nanterre). Ce projet a démarré en décembre 2007, pour une durée de 46 mois. Il bénéficie d'une aide de 1,2 M€ pour un budget total de 3,37 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

- Méta-modèle permettant de représenter ontologie et terminologie conjointement,
- Processus global permettant de gérer les évolutions conjointes du corpus, des annotations et de la ressource termino ontologique,
- Intégration des SMA dans ce processus comme force de proposition pour faire évoluer la ressource termino-ontologique,
- Mesure de similarité sémantique entre graphes d'annotations.

Production scientifique et brevets

Le projet a déjà permis la publication de 23 communications dont 7 internationales. Presque la moitié de ces publications sont multipartenaires montrant ainsi la dynamique créée à l'intérieur du consortium.

Contact : Jérôme Thomas, jerome.thomas@actia.fr, http://www.irit.fr/dynamo

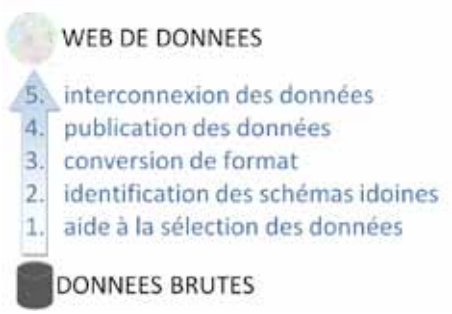
Programme Contenus et Interactions, édition 2010

Projet DATALIFT

Assister le processus de publication de données sur le web

Assister le processus de publication de données sur le web

Le web sémantique est une extension du web qui nous permet de bénéficier de services toujours plus avancés en ouvrant et reliant nos données et leurs schémas sur le web. Datalift incite les fournisseurs de données à ouvrir leurs bases sur le web. À partir des jeux de données « bruts » publiés par ces organisations (citoyens, entreprises, institutions, collectivités), un processus complexe serait normalement nécessaire pour adapter les données afin de les publier sur le web. Ainsi, il faut notamment qualifier les données à l'aide d'un référentiel partagé appelé vocabulaire ou ontologie puis convertir les données depuis leur format d'origine. Ce processus demande la maîtrise de plusieurs technologies et outillages spécialisés. Le projet Datalift vise à faciliter et à automatiser ce processus en mettant en place une plateforme d'outils intégrés qui permettra aux divers fournisseurs de données, de rapidement publier les données dont ils disposent. Datalift validera sa plateforme et sa méthodologie notamment avec deux fournisseurs de données partenaires du projet : l'IGN et l'INSEE. Un enjeu majeur du projet Datalift est donc d'accélérer la publication de données en France et notamment des initiatives comme EtatLab visant à créer un répertoire national des données publiques.



Cinq étages de l'ascenseur Datalift pour aller de la donnée brute vers la donnée interconnectée.

Datalift est un projet de développement expérimental de type plateforme. Le coordonnateur du projet est l'INRIA, les partenaires sont le LIRMM et l'université de Montpellier 2, Eurécom, l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques et l'IGN, la FING, ainsi qu'Atos Origin et Mondeca. Le projet a commencé en octobre 2010. Datalift bénéficie d'une aide ANR de 1,1 M€ pour un budget total de 3 M€.

Faciliter l'interconnexion et l'échange des données

Afin de créer un véritable réseau et pas uniquement un ensemble d'ilots de données, il est nécessaire de ne pas simplement publier les données mais aussi de chercher activement à les interconnecter avec d'autres données déjà publiées sur le web. Ainsi publiées et interconnectées, les données deviennent accessibles et combinables au travers de multiples parcours, chaque lien offrant un nouvel accès et permettant dès lors de nouvelles applications. Datalift propose donc des services d'interconnexion de jeux de données pour accélérer l'intégration d'une nouvelle base dans le web de données. Une fois ces données mises en ligne et accessibles pour des utilisateurs ou leurs applications, se pose la question de gérer les droits d'accès et les licences associées aux données afin de permettre au plus grand nombre possible d'acteurs de venir contribuer au web de données. Datalift étudie donc les mécanismes de droits d'accès adéquats pour le web de données, la traçabilité et la provenance des données notamment pour assurer à chaque producteur et consommateur de données ce qu'il est en droit d'attendre de ses interlocuteurs.

IMPACTS

Résultats majeurs

La première version de la plateforme sera mise à disposition fin septembre 2011. D'ici là, une version d'essai permettant de naviguer dans certains jeux de données peut être testée sur le serveur du LIRMM (http://data.lirmm.fr/datalift). Un portail d'ontologies est aussi mis à disposition (http://data.lirmm.fr/ontologies/) contenant l'ontologie de l'Assemblée Nationale, et l'ontologie géographique de l'INSEE, développées dans le cadre du projet. Le jeu de données de l'Assemblée Nationale a été converti (http://data.lirmm.fr/nosdeputes). Un outil de navigation dans les ontologies du web de données a été développé par Mondeca (http://labs.mondeca.com/dataset/lov).

Production scientifique et brevets

L'article « Qualité et Robustesse dans le Web de Données : Linked Open Vocabularies » a été présenté à l'atelier sur la qualité et la robustesse pour le Web de données à la conférence Ingénieurie des connaissances 2011. Un article état de l'art sur l'interconnexion de données a été soumis à l'International Journal of Semantic Web and Information Systems. Datalift organise des tutoriels de publication des données dont la première instance a eu lieu lors de la conférence SemWeb. Pro à Paris en Janvier 2011.

Contact : François Scharffe, francois.scharffe@inria.fr, http://datalift.org

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2008

Projet ISICIL

Réseaux sociaux et web sémantique pour instrumenter les communautés de veille en entreprise

Conception pluridisciplinaire d'une nouvelle forme de veille

Le défi relevé est de concilier les nouvelles applications virales du web avec des représentations formelles et des processus d'entreprise pour les intégrer dans les pratiques de veille des communautés d'acteurs évoluant dans l'entreprise. Nous concevons, étudions et expérimentons de nouveaux outils d'assistance aux tâches collaboratives d'intelligence en entreprise en nous appuyant sur les interfaces du web 2.0 (blog, wiki, social bookmarking) pour les interactions et sur les technologies du web sémantique pour l'interopérabilité et le traitement de l'information. ISICIL a permis aussi d'explorer les nouveaux développements scientifiques de la notion de collaboration épistémique (interactions humaines orientées vers la transmission et l'élaboration de savoirs) et de repérer des solutions « techno-logiques » exploitables dans ce projet. Une démarche ergonomique, combinant une imprégnation de données réelles de terrain et des inspirations technologiques plus libres, issues de sources bibliographiques et webographiques, a été proposée, avec deux spécificités : investir, en fond théorique de référence, un cadre de pensée : l'Epistémologie Sociale ; analyser des situations de référence correspondant à des situations d'utilisation future probable et des situations des pratiques du Web 2.0.

Graphes typés comme modèles sous-jacents aux communautés épistémiques

ISICIL repose sur le modèle unificateur des graphes RDF pour représenter ressources et acteurs des communautés de veille. Ces modèles sont intégrés à des outils de bookmarking ou « web scraping » dont les résultats sont taggués. Les tags utilisés sont recueillis pour former des folksonomies et une méthode semi-automatique structure ces folksonomies en thésaurus. Le retour utilisateur sur cette structuration s'effectue lors des recherches où l'interface propose des tags jugés liés aux mots clefs de la recherche et l'utilisateur peut accepter, refuser ou ajuster ces suggestions. Les profils des utilisateurs et leurs liens sont traités par une série d'opérateurs exploitant le typage des relations pour proposer une analyse sémantique des réseaux sociaux permettant par exemple le calcul d'indicateurs de centralité paramétrés par une ontologie. La fusion des graphes de folksonomies structurées et des graphes de réseaux sociaux permet enfin la détection et l'étiquetage de communautés épistémiques. Parallèlement nous étudions comment l'analyse des interactions entre utilisateurs peut déterminer les liens de confiance et comment représenter et contrôler l'accès aux données et leur sémantique dans un réseau social.



ISICIL fournit un cadre conceptuel pour manipuler et intégrer les graphes typés des thésaurus de thématiques et des réseaux épistémiques.

Le projet ISICIL est dans la catégorie Recherche Industrielle. Il a pour chef de file l'INRIA de Sophia Antipolis et pour partenaires l'Ademe, I3S, Orange Lab, UTT et Telecom ParisTech. Le projet a débuté en février 2009 pour une durée de 42 mois. Son coût total est de 3,7 M€ pour une aide ANR de 1,2 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

S'inscrivant dans un paradigme d'Epistémologie Sociale, ISICIL a combiné, dans une démarche ergonomique, une imprégnation de données réelles de terrain, une étude bibliométrique et des inspirations technologiques pour proposer des schémas et des inférences exploitant le web sémantique et les réseaux sociaux pour assister la veille en entreprise. Une plateforme open-source est disponible sous CeCILL-C et sera testée en 2012 par l'Ademe et Orange. ISICIL est une preuve de concept de la compatibilité des formalismes du web sémantique, des usages et modèles du web 2.0 et du cadre de réflexion philosophique de l'épistémologie sociale.

Production scientifique et brevets

Le projet a donné lieu à trois thèses (Florie Bugeaud 2011, Guillaume Erétéo 2011, Freddy Limpens 2010) ainsi que des publications aux conférences suivantes : ISWC 2009, IEEE/WIC/ACM Web Intelligence 2011, Web Science 2010, WWW 2011, ASWC 2009, COOP 2010, PRO-VE 2009, VSST 2010, EGC 2010, IC 2009&2011, Journées Psycho Ergo 2010.

Contact : Fabien Gandon, Fabien.Gandon@inria.fr, http://isicil.inria.fr

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2010

Projet PERIPLUS

Plateforme multi-terminaux de navigation pour des contenus journalistiques multimédias

Vers de nouveaux paradigmes de navigation dans les corpus multimédias

PERIPLUS répond, dans l'environnement spécifique du journalisme participatif sur Internet, au défi majeur de la navigation dans les corpus multimédia que constitue la navigation dans les bases de données numériques à partir de terminaux fixes et mobiles. Ce projet propose de développer une synergie entre recherche en STIC (CEA-LIST), design (IRI-Centre Pompidou), usage (CNRS-LUTIN) et industriels (Alcatel-Lucent Bell Labs France, Diotasoft) afin de proposer plusieurs démonstrateurs présentant des modes innovants de recherche, de cartographie, de navigation et d'interaction supportés par de nouvelles technologies de traitement des données multimédia. Nous nous attacherons principalement à montrer la pertinence et la faisabilité de l'utilisation individuelle ou collective d'indexation multimédia, d'outils dynamiques de classement, de génération de résumés multimédia, d'interaction gestuelle et de navigation au sein d'un corpus d'actualités étendus (archives de Mediapart), dans une optique de valorisation des technologies développées tant sous les angles fonctionnels qu'économique.

Une analyse agile des usages des moteurs de recherche multimédia

Nous proposerons tout au long du projet des analyses des usages des outils d'interface des services des moteurs de recherche existant et de ceux qui sont développés dans le cadre du projet. Il s'agira dans un premier temps d'évaluer l'utilisabilité de la recherche multimédia et des outils de classement/résumé existants, puis d'évaluer les maquettes de l'interface conçues par les designers du projet, et enfin, de valider les usages des applications finales dans un processus agile en parallèle des développements. Ces évaluations se feront par le CNRS Lutin sur plusieurs groupes d'usagers : des visiteurs de la Cité des Sciences et de l'Industrie, des contributeurs du « premier cercle », ainsi que des abonnés du club Mediapart. En ce qui concerne les abonnés du Club Mediapart, PERIPLUS leur sera proposé au sein du site de Mediapart par le biais d'une interface Web. Ils pourront alors évaluer les fonctionnalités de l'interface sur un laps de temps assez long. Il sera alors possible, grâce à des retours réguliers, de modifier le développement de l'application tout au long de cette phase d'évaluation d'usage, jusqu'à la livraison finale des applications.



PERIPLUS développe une application de navigation dans un corpus multimédia journalistique.

PERIPLUS est un projet de recherche industrielle coordonné par le CEA-LIST. Il associe Alcatel-Lucent Bell Labs France, l'Institut de Recherche et d'Innovation (IRI), Diotasoft, Mediapart et le laboratoire public CNRS-Lutin. Le projet a commencé en mars 2011 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 1,15 M€ pour un coût global de l'ordre de 2,8 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le premier résultat marquant à cette étape du projet est la description de scénarii opérationnels réalistes qui impliquent les utilisateurs potentiels d'outils de recherche multimédia journalistiques : journalistes, lecteurs,... Ces scénarii originaux décrivent des modes de navigation sur terminaux fixes et mobiles permettant notamment de visualiser les résultats obtenus par l'intermédiaire des classements et résumés navigables.

Production scientifique et brevets

Un papier a été publié à CBMI 2011 sur les outils de reconnaissance faciale dans les vidéos : « On-line characters identification in movies", Bertrand Delezoide, Dorra Nouri and Soumya Hamlaoui. Une demande de brevet a été soumise sur la réduction, le peuplement et l'apprentissage à la volée d'ontologies de classification : « Procédé et système d'annotation automatique de documents Multimédia », Numéro de soumission INPI : 1000114686.

Contact : Bertrand Delezoide, bertrand.delezoide@cea.fr

Programme CSOSG, édition 2008

Projet FILTRAR-S

Dans l'océan des textes numériques, filtrer, questionner et découvrir l'information appropriée à chacun

Une réponse à un besoin de société, le filtrage sémantique de gros corpus de textes

Filtrer et analyser de façon intelligente, automatique et rapide l'information qui circule en quantité croissante sur des supports numériques divers (disques durs, messageries électroniques, pages Web, réseaux sociaux, blogs, flux RSS) est un problème majeur de nos sociétés. Citoyens et professionnels veulent pouvoir découvrir et sélectionner l'information sémantiquement pertinente par rapport à leurs besoins, qu'ils soient scientifiques, culturels, commerciaux ou qu'ils concernent la sécurité des états, des individus ou des biens. Le projet Filtrar-S consiste à concevoir et développer le démonstrateur d'un outil sémantique de filtrage, de recherche et d'indexation automatique du contenu des documents numériques contenant du texte. L'outil traitera le contenu textuel de large corpus de plusieurs centaines de milliers de documents afin de procéder à une extraction thématique et factuelle. Les structures sémantiques extraites seront ensuite utilisées pour classer les documents par thème et y rechercher de l'information précise en réponse à des questions en langue naturelle.

Découvrir des thèmes et des faits imprévus ou inconnus par des algorithmes statistiques dirigés par les données et non supervisées

Une caractéristique essentielle de Filtrar-S tient dans ses algorithmes statistiques qui exploitent de façon non supervisée la fréquence de cooccurrence des mots et des groupes de mots dans les textes. Cette approche permet non seulement de retrouver de l'information connue mais aussi d'appréhender le contenu sémantique des textes sans connaissance *a priori* des mots et des idées qu'ils contiennent. Ainsi, Filtrar-S offre l'opportunité de découvrir et de classer thématiquement des informations inattendues ou nouvelles dans les textes et s'adapte à l'évolution de la langue des corpus et des informations qu'ils contiennent. Sur un autre plan, il permet aussi, toujours de façon non supervisée, d'extraire et regrouper des relations entre entités afin de structurer l'information contenue dans les textes. La seconde caractéristique de Filtrar-S tient dans l'exploitation qui est faite des informations extraites, matérialisées par des annotations associées aux documents. Ces annotations sont exploitées selon les besoins pour une recherche thématique des documents ou pour rechercher des réponses à des questions posées en langage naturel, en tenant compte de la variabilité de l'expression de ces informations.



Architecture fonctionnelle du démonstrateur Filtrar-S.

Filtrar-S est un projet de recherche industrielle coordonné par la société ERAKLE. Les partenaires sont les laboratoires CEA LIST, LIMSI, les sociétés EXAKIS et EXALEAD. Le projet a démarré en février 2009 pour une durée de 36 mois, le montant de l'aide ANR est de 624 k€ pour un budget total de 985 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Un outil de filtrage par topic découvre automatiquement un répertoire thématique et y classe par proximité sémantique les textes de gros corpus tel que 50 000 articles du journal *Le Monde*. Un système de fouille de textes trouve des informations précises grâce à un système d'extraction de faits non supervisé et à un système de question-réponse. Des expérimentations avec la Police, la Gendarmerie et d'autres utilisateurs potentiels : évaluation d'un démonstrateur par le service des technologies du ministère de l'intérieur (ST2i) ; filtrage de spam d'escroqueries pour le *Service de Lutte contre la Cybercriminalité* et l'association Signal Spam.

Production scientifique et brevets

Wang W., Besançon R., Ferret O. (2011). Filtrage de relations pour l'extraction d'information non supervisée, 18ème Conférence TALN 2011, Montpellier, France.

Campion, N., Closson, J., Ferret O., Shin, J., Grau, B., Lazard, J. -M., Lahib, D., Besançon, R., Floret, J.-M. Mezaour, A.-D., Tannier, X. (2010). FILTRAR-S : Un outil de filtrage sémantique et de fouille de textes pour la veille, Actes du colloque VSST' 2010, Toulouse.

Contact : Nicolas Campion, nicolas_campion@yahoo.fr, www.filtrar-s.fr

Programme Technologies Logicielles, édition 2006

Projet FIVE

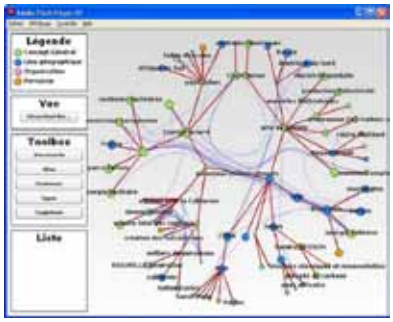
Analyse visuelle de flux massifs d'informations hétérogènes - une compétence cruciale et stratégique en entreprise

Appréhender une information massive et hétérogène - un enjeu stratégique

Tout acteur de l'économie est forcé de maintenir une activité de veille permanente sur les domaines clés qui le concernent. La veille exige de fouiller des informations enfouies dans une masse de données souvent hétérogène et complexe. Cette complexité doit être gérée en fragmentant l'espace à fouiller, en le hiérarchisant, pour le rendre accessible à l'utilisateur. Le veilleur doit pouvoir délimiter un périmètre de fouille, contribuer à le structurer et pouvoir annoter les éléments de données. Il est aujourd'hui impératif d'insérer le travail de veille dans une boucle où, en visualisant l'espace, un modèle évolue et se construit de manière itérative. La fouille doit être secondée par un système capable de repérer signaux faibles et informations de rupture, et les porter à l'attention de l'utilisateur.

Intégrer composants de visualisation et de navigation aux systèmes d'information des entreprises

L'abondance d'information présente une évidente richesse qui n'est pas annulée par la difficulté de juger de la pertinence des informations et d'anticiper sur les signaux faibles. Les outils de visualisation apportent sur ce plan une aide précieuse. L'analyse visuelle tire profit de la capacité du système visuel humain à détecter des motifs structuraux dans des images complexes. Interactifs, ils apportent de plus la possibilité d'agir sur la représentation et viennent en appui au travail d'exploration. L'interaction est au coeur du processus qui permet d'identifier l'information utile. L'activité de veille exige des solutions d'analyse visuelle performantes qui restent simples. Le projet FIVE vise à développer des interfaces de visualisation permettant d'exploiter efficacement l'information par des représentations graphiques et des modes d'interaction adaptés aux tâches de l'analyste chargé de veiller l'information. Ces dispositifs visent à s'intégrer, à un niveau plus bas des outils métiers de veille concurrentielle. Il s'agit de faciliter l'intégration de composants de visualisation dans toute la chaîne de traitement des informations.



Réseau de concepts extraits d'une collection de documents (pages web). La représentation met en exergue le squelette du réseau, auquel sont superposés les liens transversaux pour assurer à l'utilisateur une lisibilité optimale. L'utilisateur peut interagir sur la vue au fil de son exploration.

Le projet FIVE (Fouille Interactive, Visualisation, Veille, Exploration) est un projet de recherche industrielle coordonné par l'INRIA. Il associe aussi les sociétés PIKKO et AMI Software, et le laboratoire public CNRS LaBRI. Le projet a commencé en mars 2007 pour une durée de 30 mois : il bénéficie d'une aide ANR de 390 k€ pour un coût global de l'ordre de 965 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet s'est penché sur la scénarisation du travail de veille à des fins de conception des interfaces de visualisation. Les prototypes ont été industrialisés par PIKKO à partir des technologies flash pour faciliter leur intégration et leur déploiement. Des prototypes plus avancés ont été développés à partir de la plate-forme open source Tulip (http://tulip.labri.fr). Des résultats probants ont été obtenus pour la fragmentation de réseaux documentaires, améliorant sensiblement les approches classiques en fouille de texte et visualisation de graphes.

Production scientifique et brevets

Deux articles ont été publiés dans des conférences majeures : Information Visualization, London en 2008 et ACM/WIC/IEEE Web Intelligence en 2009, auxquelles s'ajoutent 3 autres communications (nationales, posters en conférences internationales). Le projet a notamment participé aux journées nationales Carto 2.0 (communication invité G. Melançon, poster PIKKO). Un article scientifique à destination du monde industriel a été publié en 2007 dans un ouvrage édité par la Société des Electriciens et des Electroniciens.

Contact : Guy Melançon, Guy.Melancon@inria.fr, http://www.labri.fr/perso/melancon

Programme Technologies Logicielles, édition 2006

Projet PROCOGEC

Articuler expérience et expertise pour une gestion dynamique des connaissances

Gestion dynamique des connaissances à partir des traces d'activité

Faciliter et rendre efficace les activités collaboratives constituent des objectifs prioritaires mais difficiles pour les organisations souhaitant gagner en productivité, en développement ou en partage de connaissances pour réussir les nécessaires innovations. PROCOGEC fournit les outils pour comprendre et soutenir les activités collaboratives, permet aux acteurs de visualiser et de prendre conscience de ces activités, de leurs rôles dans un groupe en constitution grâce à la gestion de traces d'activité et d'indicateurs. Il offre un environnement logiciel permettant de suivre en temps réel l'activité collaborative se déroulant sur une plateforme collaborative. PROCOGEC a permis d'instrumenter une plate forme collaborative de gestion des connaissances (Collaborative ECM). Au même titre qu'un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) est indispensable pour gérer des données, un Système de Gestion de Base de Traces (SGBT) est indispensable pour gérer des activités d'acteurs ou de systèmes. PROCOGEC développe un tel SGBT[1], enrichi d'un système de découverte interactive de connaissances dans ces traces, d'un générateur d'indicateurs d'activités, et d'un outil de visualisation et de navigation interactive dans la trace.

Un système de gestion de base de traces révolutionnant la conception des systèmes de gestion de connaissances

Techniquement les traces des activités sont collectées en temps réel dans le SGBT, pendant l'activité, puis transformées pour être visualisées sur une timeline pour l'utilisateur et/ou sous la forme d'indicateurs de collaboration. La difficulté réside dans la capacité à transformer des traces brutes (clic souris, activation de bouton ou de méthode, saisie de texte) en une information intelligible pour l'utilisateur comme « quel processus a conduit à l'état actuel de ce document ?» ou « ces utilisateurs ont des compétences qui permettraient de répondre à votre recherche ? ». Des modèles informatiques spécifiques pour représenter les traces, leurs traitements et les indicateurs ont été développés pour ce projet. Pour atteindre l'objectif d'une gestion dynamique des connaissances, nous avons conçu un modèle générique, et Knowings a développé un noyau pré-industriel pour expérimenter les principes sur un terrain d'entreprise. Notre SGBT a ouvert des perspectives dans des domaines non prévus initialement : gestion des traces d'activité d'applications informatiques fixes ou embarquées pour comprendre les activités et générer des actions. La mise à disposition des connaissances issues des traces d'activité modifie profondément la conception des systèmes de gestion de connaissances et des réseaux.



Architecture générale PROCOGEC ; MT : Moteur de gestion de Traces d'activité, IM : assistant Indicateurs Métiers, VI : assistant de Visualisation Interactive de traces, DM : assistant à la Découverte interactive de Motifs.

PROCOGEC est un projet de recherche industrielle coordonné par la société Knowings. Il associe le LIRIS - Université Claude Bernard Lyon 1, SysCom - Université de Savoie, G-Scop - Grenoble INP, l'ESC Chambéry, ainsi que des terrains d'application : GDF SUEZ, Antécim. Le projet a commencé en avril 2007 pour une durée de 39 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 690 k€ pour un coût global de 1,8 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet a été l'occasion d'un transfert de technologie particulièrement bien réussi autour des notions de Systèmes de Gestion de Base de Traces et de Système à Base de Traces (un système intégrant les traces comme objets informatiques gérés par un SGBT). Knowings met à disposition en open source le moteur SGBT qui a été réalisé et a ajouté à son offre industrielle la conception de SBT s'appuyant sur ce moteur. Un principe original de découverte interactive de connaissances est maintenant démontré et publié au niveau international et a fait l'objet d'une plateforme publiée en open source. Une méthode de co-conception d'indicateurs d'activité a été développée et expérimentée avec succès sur le terrain.

Production scientifique et brevets

Outre les deux thèses du projet, cette production scientifique s'appuie sur 5 articles dans des revues internationales à comité de lecture, un article en revue nationale, un chapitre d'ouvrage, 7 papiers dans des conférences internationales et 6 dans des conférences nationales. Deux forges ont été publiées : l'une sur le SGBT et l'autre sur le système interactif de découverte de connaissances à partir de traces.

Ccontact : Patrick Michels, patrick.michels@knowings.com, www.procogec.com

Programme Contenus et Interactions, édition 2009

Projet EX DEUSS / CEDRES

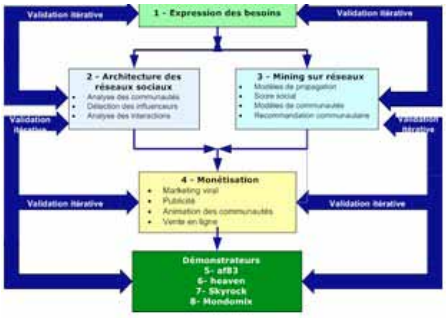
Apporter des services aux internautes et monétiser l'audience par des méthodes de fouille de réseaux sociaux

Monétiser l'audience des sites tout en apportant des services attractifs aux internautes

Le Web 2.0 donne la parole aux internautes : les plateformes de réseaux sociaux, qui leur permettent de créer, échanger et partager des contenus, ont connu un développement spectaculaire. Cependant, les réseaux sociaux, pour continuer à croître, voire seulement à vivre, doivent être capables de produire des services attractifs pour les internautes - attentifs notamment au prix (gratuité) et à la personnalisation - tout en mettant en place un modèle économique viable : cela passe par la nécessaire monétisation de la plateforme. Le projet EX DEUSS/CEDRES se place dans ce contexte : il vise à produire un ensemble de composants logiciels permettant d'exploiter les données des sites sociaux (modélisées dans un réseau ou graphe social) pour définir des services adaptés aux attentes des internautes et pour optimiser les applications permettant de générer des revenus (publicité, marketing viral, animation des communautés, recommandations personnalisées pour la vente en ligne).

Des technologies de data mining et de réseaux sociaux pour des algorithmes efficaces

Le projet EX DEUSS/CEDRES vise à développer des méthodes de fouille de réseaux sociaux pour faire de l'inférence dans les réseaux en s'appuyant non seulement sur les données de connexion, mais également sur les attributs des noeuds et des arcs (données clients, texte, traces d'utilisation, caractéristiques produit, métadonnées, etc.). Alors que l'étude des propriétés statiques et dynamiques existe depuis une dizaine d'années et a déjà permis d'obtenir un ensemble de résultats conséquents, la fouille de données sur des réseaux est une direction de recherche très récente dans laquelle presque tout reste à faire. Un des enjeux majeurs du projet est de développer des méthodes capables d'exploiter simultanément l'ensemble de ces informations, ce que ne permettent ni les méthodes traditionnelles de la fouille de données, ni les méthodes à base de graphes ou de modèles explicatifs. Les verrous sont tant scientifiques (passage à l'échelle, prise en compte d'informations hétérogènes, extension des modèles de classification collective pour le calcul de scores, modélisation statistique de la dynamique des réseaux) que technologiques (capacité à instancier les modules logiciels sur les quatre démonstrateurs proposés, temps réel et potentiel d'industrialisation des techniques développées). Les aspects éthiques, juridiques et sociologiques du projet sont importants et sont pris en compte dans le cadre d'un Comité consultatif Sociologie et Éthique.



EX DEUSS/CEDRES développe des composants d'analyse des réseaux sociaux (communautés, influenceurs, propagation) exploitant la structure des connexions et les attributs des noeuds et des liens pour offrir des services aux internautes et monétiser l'audience (marketing viral, ciblage des bannières publicitaires, animation des communautés et recommandations).

EX DEUSS/CEDRE est un projet de recherche industrielle coordonné par KXEN qui associe AF83, MONDOMIX, le LIP6 - UPMC et le L2TI - Université Paris 13. Il a débuté en octobre 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 950 k€ pour un coût total de 2,13 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet produira des algorithmes pour les problèmes de détection de communauté et d'influenceurs sur les grands graphes et de fouille de réseaux, des modules logiciels implémentant ces algorithmes, quatre démonstrateurs pour les applications de gestion et d'animation de communautés (de ciblage publicitaire, de recommandation et de marketing viral) qui seront mis en oeuvre par af83, heaven, Mondomix et Téléfun / Skyrock. Les retombées économiques viendront de la capacité à monétiser les plateformes sociales dans le respect des contraintes juridiques, éthiques et sociologiques garantissant aux nombreuses entreprises du secteur un développement économique viable.

Production scientifique et brevets

Sept articles ont été publiés dans la première année du projet.

Contact : Françoise Soulié-Fogelman, francoise@kxen.com, www.cedressysteme.com/

Programme CONTenus et INTeractions, édition 2008

Projet FRAGRANCES

Recherche d'Information et Annotations dans les Réseaux Sociaux

Vers une nouvelle algorithmique pour l'analyse et la fouille des interactions sociales

Nous assistons à une explosion du trafic des sites à caractère social. Le nombre de visites sur Facebook a dépassé celui de Google. Ce phénomène connait une croissance, si bien que la plupart des acteurs du Web considèrent que la majorité des applications du Web de la prochaine décennie aura un caractère social. Cette explosion des usages sociaux se traduit également par une modification des paradigmes utilisateurs sur l'ensemble du web. Le projet FRAGRANCES a pour but de proposer de nouvelles méthodes d'accès à l'information documentaire dans un contexte relationnel et communautaire. Le projet vise à développer une algorithmique de la fouille de données adaptée à la recherche d'information sur des réseaux de contenu et des réseaux communautaires. Il comporte un volet académique axé sur la conception d'un formalisme pour la représentation des informations relationnelles et d'algorithmes pour une série de tâches de base dans un contexte de réseaux de contenu ou de réseaux sociaux. Le projet développe également deux applications cibles et comporte un volet développement et validation sur des échantillons d'utilisateurs.

Vers la recherche d'information dans le contexte communautaire

Une application de détection et de visualisation des communautés a été réalisée pour permettre la recherche d'information dans son contexte communautaire. Constellation est un service en ligne destiné au moteur de recherche d'Exalead, qui permet d'enrichir la recherche d'information classique. Il est en mesure de révéler les informations de connectivité induite par hyperliens entre les résultats d'une requête utilisateur. Le calcul de communautés est basé sur liens entre les sites et le sous-graphe extrait suite à une requête sur le Web. Constellation est une architecture ouverte pouvant accueillir d'autres algorithmes de détection de communautés. Le premier prototype ne traite que de la connectivité induite par les liens. Les versions suivantes de Constellation prendront en compte du contenu des sites dans la reconnaissance des communautés.



La figure présente un aperçu de l'interface Constellation
http://constellations.labs.exalead.com/

Ce projet de recherche fondamentale est coordonné par Xerox Research Centre Europe et associe une PME française Exalead, ainsi que des laboratoires publics : Laboratoire d'Informatique LIP6 de l'Université Pierre et Marie Curie, et Laboratoire d'Informatique LIG-TIMC de Grenoble. Le projet a commencé en février 2009 pour une durée de 36 mois : il bénéficie d'une aide ANR de 880 k€ pour un coût global de 2,1 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les premiers résultats marquants à cette étape du projet est la nouvelle algorithmique pour la recherche d'information dans le contexte communautaire, l'analyse et la fouille de grands réseaux sociaux, les méthodes d'apprentissage pour les tâches de prédiction et de recommandation sur les données relationnelles.

La majeure partie des résultats du projet sera démontrée sur un logiciel permettant les scénarii suivants :

1) l'identification de communautés au sein d'un grand ensemble d'utilisateurs créant, échangeant et consommant des ressources documentaires multimédia,

2) l'exploitation simultanée des fonctionnalités moteurs de recherche et des réseaux sociaux d'utilisateurs en Recherche d'Information :

3) l'annotation de documents multimédia pour plusieurs communautés d'utilisateurs.

Production scientifique et brevets

19 papiers ont été publiés par les partenaires, dont 11 publications dans les revues et conférences internationales et 3 publications multipartenaires. 3 brevets ont été déposés.

Contact : Chidlovskii Boris, chidlovskii@xrce.xerox.com, http://fragrances.xrce.xerox.com

Programme Systèmes Complexes et Modélisation Mathématique

Projet WEBFLUENCE, édition 2008

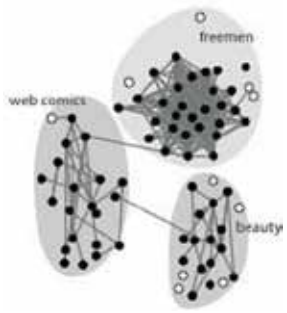
Dynamiques d'opinion sur la blogosphère : topologie, diffusion, autorité

La blogosphère : un système observable in vivo

La blogosphère constitue un gisement de données d'une précision et d'une quantité sans précédent quant aux modes d'expression et de discussion au sein des réseaux de savoirs du web 2.0. Cet espace public numérique, considéré comme un système complexe socio-sémantique, se prête à l'observation *in vivo* et à grande échelle des processus de structuration des interactions, de formation des opinions, et de la diffusion du contenu au sein de ces communautés en ligne. Il permet ainsi d'adopter un point de vue systémique, formel et quantitatif au sujet de plusieurs problèmes contemporains de sociologie des usages et d'analyse de réseaux sociaux, tout en fournissant un support à des questions théoriques liées à l'étude des systèmes complexes : phénomènes de morphogenèse et processus de diffusion, interactions multi-échelles, multi-niveaux et multi-réseaux.

Espaces publics numériques du Web 2.0 et dynamiques d'opinion

L'objectif de Webfluence consiste ainsi à étudier, modéliser et reconstruire la dynamique des réseaux sociaux du web francophone. Le corpus est fourni par l'un des partenaires, Linkfluence et correspond à un enjeu technologique en soi (suivi dynamique, repérage du contenu des billets et des liens, traitement des commentaires) permettant de suivre une dizaine de milliers de blogs « actifs » en français. Ces blogs sont en outre classés suivant leur appartenance à divers « territoires » (par exemple, blogs d'opinion, blogs cuisine, blogs de loisirs créatifs, etc.). L'entreprise de modélisation du système complexe socio-sémantique sous-jacent vise notamment à comprendre la co-évolution entre la structure de ces espaces et la distribution du contenu en leur sein : quelles topologies émergent, en fonction des sujets abordés par les uns et les autres, quelles configurations favorisent la diffusion du contenu, quelles positions bénéficient d'une plus grande autorité, d'une plus grande précocité au sein de cette blogosphère, voire de ces blogosphères ?



Entrelacement des territoires sociaux (liens d'interaction) et sémantiques (thématiques abordées).

Ce projet de recherche industrielle est coordonné par le CNRS (via le CREA) et associe la start-up Linkfluence, Orange Labs et l'Université Pierre et Marie Curie (via le LIP6). Il a débuté en janvier 2009 pour une durée de 2 ans. Il a bénéficié d'un financement ANR de 450 k€ pour un coût complet de 940 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

La modélisation a permis de mettre en évidence les liens entre topologie et distribution des contenus, ainsi que les dynamiques communautaires et socio-sémantiques sous-jacentes, en particulier en ce qui concerne la propagation de contenus et d'informations. Nous avons par ailleurs pu décrire la dynamique d'émergence des autorités, à la fois structurelles (en termes de connexions) et temporelles (en termes de précocité). Enfin, d'un point de vue strictement empirique, le projet a contribué à la constitution et la mise à jour d'un corpus dynamique et qualifié (billets, commentaires) portant sur une importante portion du web francophone actif.

Production scientifique et brevets

Une douzaine d'articles de revues ou chapitres d'ouvrage, et autant de communications ou exposés lors de séminaires invités. Du point de vue technologique, divers prototypes et plateformes ont pu être réalisés autour du projet, comme un moteur d'extraction d'articles et commentaires sur blogs et sites médias, un moteur de visualisation des territoires du web à diverses échelles ou bien encore un portail de suivi des thématiques au sein de ces territoires.

Contact : Camille Roth, roth@ehess.fr, http://webfluence.csregistry.org

6 LES APPLICATIONS DE L'IA

Cette dernière section est consacrée à des projets visant directement des applications à fort intérêt sociétal. Si de nouveaux développements méthodologiques ou algorithmiques sont réalisés, ils le sont nécessairement en connexion avec le domaine d'application visé : environnement, transport, sécurité, santé, assistance à la vie autonome.

Il est très difficile de faire un bilan des applications concrètes de l'intelligence artificielle dans notre société : comme on l'aura vu dans les sections précédentes, il s'agit d'un domaine multiforme et en interaction avec de nombreuses autres disciplines, ce qui rend quasi impossible d'en tracer les retombées concrètes. L'association américaine d'intelligence artificielle organise tous les ans une conférence « Innovative Applications of Artificial Intelligence » qui cherche à mettre en valeur des applications particulièrement intéressantes, en général dans un cadre de coopération entre des laboratoires académiques et des entreprises. On trouvera l'historique de ces conférences sur le site http://www.aaai.org/Conferences/IAAI/iaai.php. Par exemple, parmi les applications mises en valeur en 2011, on trouve des systèmes :

- d'automatisation de distribution de nouvelles brèves ;
- d'apprentissage actif pour la prise de décision et la planification militaires ;
- d'estimation de consommation énergétique ;
- de détection de chutes de personnes âgées ;
- de gestion intelligente de diabète ;
- etc.

Depuis ses origines, l'intelligence artificielle a cherché à se confronter au monde réel, et les exemples historiques sont très nombreux : recherche minière, diagnostic médical, configuration de dispositifs techniques, surveillance de processus, planification de missions de satellites, détection de défauts dans des pièces. La période des années 1970-80 a vu le développement de quantités de systèmes experts dans tous les secteurs économiques, dans certains cas avec succès, même si elle a été suivie d'une période appelée « AI Winter » d'une quinzaine d'années, en raison de la déception inévitable par rapport aux trop grandes attentes et promesses de la période initiale. C'est alors que les spécialistes ont commencé à parler d'intelligence artificielle « cachée » ou « embarquée » pour illustrer le fait que le composant d'intelligence d'un système fait partie d'un tout et n'en n'est plus nécessairement la partie la plus visible. C'est une des caractéristiques communes des vingt projets de cette section, qui abordent donc au moyen de technologies d'intelligence artificielle les différents défis sociétaux mentionnés ci-dessus.

ENVIRONNEMENT, TRANSPORT

Deux des trois projets de ce cahier traitant d'applications environnementales et énergétiques utilisent l'apprentissage et la fouille de données pour extraire des nouvelles connaissances à partir de données de l'environnement : le projet FOSTER, démarré en 2011, s'intéresse à l'analyse et la fusion de données de terrain provenant de capteurs multiples pour comprendre les phénomènes d'érosion, avec des expérimentations en Nouvelle-Calédonie et dans les Alpes françaises. Pour cela il prévoit de concevoir des nouvelles méthodes de fouille de données spa-

tio-temporelles. Le projet FLASH, du programme Systèmes Complexes et Modélisation Mathématique, utilise également des techniques d'apprentissage artificiel à base de réseaux de neurones combinés à une modélisation physique, pour faire de la prévision de crues sur des sites sensibles comme les bassins du Gardon et de la Somme, le tout pour alimenter le site gouvernemental www.vigicrues.gouv.fr/.

Le projet sur le transport, DIAGHIST (projet du programme VTT), fait également appel à des techniques d'apprentissage automatique pour une application ferroviaire, le suivi de la performance des circuits de voie de TGV, circuits qui détectent la présence de trains sur une section afin d'empêcher la circulation d'autres trains. L'analyse de signaux caractérisant le fonctionnement de ces circuits permet de diagnostiquer leur état et de mieux planifier les opérations de maintenance. Le composant intelligent est au cœur d'un système destiné à devenir opérationnel sur les 3200 km de lignes à grande vitesse de la SNCF.

SÉCURITÉ

Les applications concernant le domaine de la sécurité sont toutes portées par le programme « Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale » (CSOSG). Ce grand programme, qui existe depuis la création de l'ANR, couvre les domaines de la sécurité civile, maritime, aux frontières, et des grandes infrastructures. Les méthodes et outils d'intelligence artificielle sont mis en œuvre pour des problèmes de surveillance, de supervision de systèmes, ou de reconnaissances de formes dans des signaux, des images ou des vidéos.

Les projets CAHORS et e-Fraud Box, tous deux coordonnés par l'industriel Thalès, utilisent des données en ligne provenant de sites internet, de blogs ou de réseaux sociaux, pour deux applications critiques que sont la lutte contre le terrorisme et la criminalité, et la fraude à la carte de crédit. CAHORS combine des technologies de traitement automatique de la langue avec une modélisation du domaine par une ontologie, pour extraire des informations de renseignement qui sont affectées d'une cotation permettant d'en mesurer la gravité. e-Fraud Box en fait de même pour détecter des comportements frauduleux d'utilisation de carte bancaire en ligne, en combinant fouille de données, fouille de réseaux sociaux, et informatique décisionnelle. Il se rapproche des projets FRAGRANCES et EX-DEUSS mentionnés dans la partie « Fouiller les réseaux sociaux » de la section « CONNAISSANCES, WEB, WEB SEMANTIQUE ».

Deux projets auxquels participe la DCNS, qui coordonne d'ailleurs le premier d'entre eux, portent sur la sécurité en mer : surveillance de navires ou protection des plates-formes pétrolières. SCANMARIS, projet terminé en 2010, portait sur la détection de trafic de stupéfiants, à partir de signaux radar et autres permettant d'établir les pistes de navires, de les corréler avec des informations de sources externes. La partie intelligente du système est constituée de règles de décision, certaines fournies par des opérateurs, d'autres apprises automatiquement en s'appuyant sur la théorie des AMAS, théorie des systèmes multi-agents adaptatifs développée par l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse. SARGOS est essentiellement un système de production d'alarmes à plusieurs niveaux de sévérité en fonction de menaces d'intrusion sur la plate-forme, détectées par une analyse intelligente d'informations produites par un réseau de capteurs. On voit bien ici que le com-

posant intelligent, qui donne les niveaux d'alarmes, est un composant embarqué dans un système global qui acquiert les données, présente le résultat de l'analyse aux opérateurs, et gère la logistique de mise en sécurité de l'installation.

Autre signal à analyser, le signal vidéo, en particulier pour les applications de vidéosurveillance. Les algorithmes de reconnaissance de formes dans les vidéos sont très variés, comme indiqué en section « Algorithmes et Apprentissage ». Le but du projet METHODEO, démarré début 2011, est de fournir une méthodologie permettant la comparaison objective de tels algorithmes, notamment par la définition de descripteurs de scènes en langage quasi naturel. Une telle évaluation est également faite dans le défi REPERE (voir encart en section « Reconnaissance de Formes, Fouille et Indexation »).

Le projet CAPTEX, qui conclut cette partie, embarque un composant intelligent dans un projet plus large, développant une nouvelle nanotechnologie pour réaliser un nez artificiel capable de détecter des explosifs, implémentable par exemple sur un robot mobile. Le projet conçoit un nouveau capteur à base de nanotubes de carbone, dont le signal résultant, une empreinte électronique, sera classée par le module contenant l'intelligence du système.

SANTÉ

La santé est un domaine historique pour les applications de l'intelligence artificielle ; le premier système expert mondialement connu, MYCIN, était un système de diagnostic médical. Dans le monde entier des équipes associant des chercheurs en IA avec des médecins ont abordé de très nombreuses facettes de l'assistance pour le spécialiste de santé. Les applications présentées dans cette partie portent sur l'interprétation de textes et d'images, sur l'aide au geste chirurgical, et sur la compensation de fonctions déficientes chez certaines personnes. Elle est complétée par la dernière partie sur l'assistance à la vie autonome. Dans ces deux parties, les projets proviennent pour leur grande majorité du programme « Technologies pour la Santé » (TECSAN) ainsi que du programme Blanc.

Les comptes rendus d'hospitalisation sont riches d'informations qu'il peut être intéressant d'analyser automatiquement ; c'est ce que propose le projet ALADIN-DTH, qui utilise les technologies linguistiques et de traitement sémantique de l'information conçues par Xerox, coordinateur du projet, pour détecter des occurrences de maladies nosocomiales à la suite d'hospitalisation. Une des difficultés de la tâche, en dehors de la complexité du langage médical utilisé dans les comptes rendus, est de bien analyser les séquences temporelles, afin de ne détecter que les maladies contractées au cours de l'hospitalisation : le projet comporte donc une recherche fondamentale sur les liens de temporalité et de causalité entre les bribes d'information extraites des documents, un peu comme dans le projet Chronolines présenté en section « TAL ». Le projet MICO associe de manière originale le traitement d'images – en l'occurrence, des très grandes images de microscopie en histopathologie du cancer du sein – et la représentation des connaissances sous forme d'ontologie, le but étant de guider l'exploration de l'image au moyen de connaissances morphologiques formalisées afin de produire des interprétations plus pertinentes. La partie « intelligente » du système comporte un module d'apprentissage dynamique qui est destiné à guider l'opérateur dans ses tâches d'analyse.

Le projet blanc TELEOS, qui s'est terminé fin 2010, avait l'objectif ambitieux de fournir de nouveaux outils d'apprentissage du geste chirurgical en orthopédie, basés sur la réalité virtuelle et sur le diagnostic. Dans cet environnement interactif d'apprentissage humain, l'élève qui manipule le simulateur est observé par un système de diagnostic qui établit son niveau de connaissances et peut le conseiller sur la suite de son parcours d'apprentissage.

Les deux derniers projets de cette partie visent la compensation de fonctions déficientes : déficience visuelle, compensée par un système de vision artificielle dans le projet TECSAN NAVIG ; déficience générique dans le projet blanc HYRENE. Dans NAVIG, le module intelligent de vision artificielle (reconnaissance d'objets) est inséré dans un système complet porté par le déficient visuel, afin de l'aider à s'orienter et à saisir des objets au cours de ses déplacements. Dans HYRENE, des réseaux neuronaux artificiels simulent le fonctionnement de réseaux neuronaux réels et sont connectés au reste encore fonctionnel de la moelle épinière, constituant ainsi un système hybride biologique et électronique. Ce projet comporte des nombreux défis, notamment l'interface de couplage bioélectronique et l'exigence de fonctionnement en temps réel des réseaux de neurones artificiels afin de garantir le rebouclage permanent des informations.

ASSISTANCE A LA VIE AUTONOME

L'assistance à la vie autonome représente un enjeu sociétal important. Dans notre société vieillissante, il devient important de trouver des solutions pour aider les personnes âgées ou simplement atteintes de handicaps à mieux vivre à domicile. L'ANR est d'ailleurs particulièrement engagée dans ces thématiques puisqu'en association avec la Caisse Nationale de Solidarité pour l'Autonomie (CNSA), elle s'est jointe au programme AAL 185 depuis 4 ans pour lancer des appels à projets, dernièrement sur le thème : "Les Technologies de l'Information et de la Communication au service de la mobilité des personnes âgées". Ces thématiques sont également présentes dans d'autres appels à projets de l'ANR. Notamment, le projet CIRDO, vise à favoriser l'autonomie et la prise en charge par les aidants, des patients atteints de maladies chroniques ou de la maladie d'Alzheimer ou apparentées, en mettant au point un produit de télélien social augmenté et automatisé par l'intégration de services innovants. Le projet PALLIACOM se penche plus particulièrement sur les populations aux capacités de communication écrite ou orale sévèrement atteintes. Il travaille ainsi sur l'élaboration d'un communicateur multimodal pour la palliation et l'augmentation alphabétique et logographique de la communication écrite et orale. Le projet SACR_FRM associe quant à lui les approches de la sociologie, de la biomécanique et de l'intelligence artificielle distribuée pour la réalisation d'un système d'aide au choix et aux réglages des fauteuils roulants manuels.

Un autre enjeu important de ces thématiques est celui de l'aide à destination du personnel encadrant. Le projet IMMED propose par exemple un système portatif d'aide pour le diagnostic et le traitement des démences. ■

Programme Conception et Simulation, édition 2010

Projet FOSTER

Etude du phénomène d'érosion par la fouille de données spatio-temporelles

Méthodes semi-automatiques pour la compréhension et la surveillance de l'érosion

L'érosion du sol est un des problèmes majeurs de l'environnement. Sa dynamique et son évolution dépendent de plusieurs facteurs environnementaux, climatiques, anthropiques, etc. Pour comprendre et surveiller ce phénomène, il est nécessaire de développer une approche globale à partir des données qui sont hétérogènes : images satellitaires, photos aériennes, modèles numériques de terrain, végétations, types de sol, etc. Les scientifiques qui travaillent sur ces problématiques se heurtent à des difficultés grandissantes dans le traitement et l'analyse de ces données collectées. Le projet FOSTER a pour objectif l'exploitation de cette masse de données spatio-temporelles en proposant un processus de découverte de connaissances pour comprendre et évaluer l'aléa érosion à partir de ces données. Le processus mis au point sera au service de la compréhension de l'érosion hydrique en Nouvelle Calédonie et sera également appliqué à l'érosion par glissement de terrain (Bassin de Barcelonnette, Sud-Est des Alpes françaises).

Développement de nouvelles méthodes de fouille de données spatio-temporelles

Ce projet s'intéresse aux principales phases d'une démarche de découverte de connaissances à partir de données dans l'objectif de proposer un processus complet d'exploitation des données environnementales. Nous nous focalisons plus sur la construction de modèles descriptifs et/ou prédictifs intégrant de l'information spatio-temporelle.

L'objectif à terme est de développer un processus semi-automatique d'exploitation d'images multi-temporelles utilisées conjointement à d'autres données (e.g, MNT, données géologiques ou météorologiques) pour la compréhension et le suivi de phénomènes environnementaux.

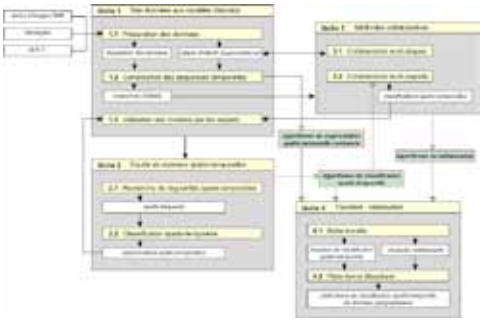


Schéma illustratif de la démarche de fouille de données spatio-temporelles.

Le projet FOSTER est un projet de recherche fondamentale coordonné par le PPME de l'Université de la Nouvelle Calédonie (Nazha Selmaoui-Folcher). Il associe le LIRIS-CNRS de l'INSA de Lyon, LSIIT-CNRS, LISTIC et une société innovante calédonienne Bluecham. Le projet a débuté en janvier 2011 pour une durée de 39 mois, il bénéficie d'une aide ANR de 927 k€ pour un coût global de 2,76 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet débute, et la première tâche consiste en la préparation et la mise à disposition des données pour les partenaires. Des travaux sont en cours de réalisation.

Production scientifique et brevets

4 papiers acceptés et vont être publiés dans les conférences DEXA'11, IGARSS'11, MULTITEMP'11 et ICDM'11. Le premier document traite des motifs spatio-temporels, les 3 derniers documents traitent de l'évolution du pixel dans les séries temporelles d'images satellitaires.

Contact : Nazha Selmaoui-Folcher, nazha.selmaoui@univ-nc.nc, http://foster.univ-nc.nc

Programme SYStèmes COmplexes et Modélisation Mathématique

Projet FLASH, édition 2009

L'intelligence artificielle pour la prévision des crues éclairs

Délivrer des prévisions en temps réel accessibles sur le site vigicrues

La prévision des crues en temps réel constitue un problème complexe dont les implications économiques et sociétales sont de la plus grande importance. Sa complexité résulte du couplage entre les phénomènes atmosphériques, hydrologiques et hydrogéologiques. Les sites étudiés dans le cadre du projet sont, d'une part, le bassin versant du Gardon à Remoulins et ses sous-bassins amont aux stations de mesure, connus pour leurs « gardonnades » dévastatrices, et, d'autre part, les bassins de la Cèze et de l'Ardèche, également connus pour leurs crues éclair. On étudiera également le bassin versant de la Somme, réputé pour ses crues de nappes, afin de valider les modèles proposés. La méthodologie développée étant générique, elle pourra être appliquée à des bassins versants très différents, permettant ainsi d'évaluer les conséquences des changements d'échelle, tant spatiale que temporelle. Le projet aboutira à la spécification d'une plate-forme de simulation qui pourra être développée ultérieurement par le SCHAPI (Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations), pour alimenter les prévisions vigicrues accessibles sur InternetVigicrues : http://www.vigicrues.gouv.fr/

Le couplage de l'intelligence artificielle et des modèles hydrologiques pour une alerte en temps réel

Le projet propose une alternative aux méthodes de prévision traditionnelles : elle consiste à tirer le meilleur parti des données expérimentales enregistrées en construisant des modèles obtenus par apprentissage artificiel. L'apprentissage artificiel est la branche des mathématiques qui cherche à imiter, à l'aide d'ordinateurs, la capacité qu'ont les êtres vivants à apprendre à partir d'exemples ; dans le cadre du projet, il s'agit d'apprendre le comportement des cours d'eau en crue à partir des chroniques des crues passées. Ces méthodes seront appliquées à l'ensemble de la chaîne hydrométéorologique d'alerte aux crues. Chacune de ses relations, par exemple la transformation de la pluie tombée en hauteur d'eau à une station de mesure donnée, ou la transformation de la hauteur d'eau en débit (courbe de tarage) sera revisitée dans le cadre d'une approche systémique pour la considérer comme un système complexe, non linéaire et évoluant au cours du temps, opérant sur des données de natures différentes. De plus, le projet propose de bénéficier également des connaissances physiques existantes, concernant les processus étudiés, par la conception de modèles « semi-physiques », qui combinent la souplesse des modèles obtenus par apprentissage artificiel et la lisibilité des modèles physiques. Cette dernière approche pourra également aider à l'identification de certaines lois phénoménologiques postulées dans les modèles hydrologiques, en particulier concernant le rôle du sol.



Les crues éclairs donnent lieu à des montées de niveau d'eau autant spectaculaires que dévastatrices, en quelques heures seulement.

Le projet FLASH est un projet de développement expérimental, coordonné par l'Ecole des Mines d'Alès. Il associe l'EDYTEM ainsi que l'ESPCI ParisTech, Laboratoire SIGnaux, Modèles, Apprentissage (SIGMA). L'utilisateur final, partenaire du projet, est le SCHAPI. Le projet a commencé en novembre 2009 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide de l'ANR de 400 k€ pour un coût complet de 1,2 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les résultats majeurs du projet sont :

- la réalisation de prévisions du niveau d'eau à Anduze jusqu'à un horizon de prévision de 5h avec un modèle à réseaux de neurones artificiels,
- la fiabilisation de ces résultats sur 3 événements très intenses de la base de données,
- l'amélioration de la connaissance physique du phénomène de crue cévenole par un travail sur les très petits bassins cévenols,
- l'amélioration de la simulation des crues par une meilleure prise en compte du rôle du sol dans la modélisation physique,
- la réalisation d'un prototype de logiciel de prévision des crues destiné au SCHAPI. Ce prototype est en cours d'évaluation.

Production scientifique et brevets

1 communication scientifique à *European Geosciences Union General Assembly* (Vienne, Autriche, avril 2011).

1 article accepté dans la revue internationale *Environmental Modelling and Software.*

1 article soumis à la revue internationale Journal of Hydrology.

1 article soumis à la conférence Nature and Biologically Inspired Computing NABIC 2011.

Contact : Anne Johannet, Anne.Johannet@mines-ales.fr, http://edytem.univ-savoie.fr/flash

Programme Recherche et Innovation dans les Transports terrestres

Projet DIAGHIST , édition 2006

Méthode de diagnostic prévisionnel de la performance des circuits de voie des Lignes à Grande Vitesse

Problématique

L'objectif de ce projet est la mise au point d'outils logiciels permettant d'établir le diagnostic de la performance des « circuits de voie ». Ces composants sont des éléments essentiels au fonctionnement de la signalisation ferroviaire du réseau national, en particulier du réseau grande vitesse. Le nombre élevé de ces composants (plusieurs dizaines de milliers) et les coûts de maintenance qu'ils induisent (plusieurs centaines de K€/an) justifient la recherche de solutions optimisées de surveillance de leur état afin d'en assurer la maintenance préventive la plus efficace possible. Pour cela, des outils de reconnaissance des formes et de fusion ont été développés afin d'assurer le suivi de point de fonctionnement de ce type d'installations et d'estimer la dynamique du phénomène de dégradation. Ainsi la disponibilité, la sécurité et la qualité de service de l'ensemble du système de transport en sont améliorées.

Pour mener à bien la surveillance des composants de l'infrastructure ferroviaire, des inspections bimensuelles sont réalisées sur les 3200 km de lignes à grande vitesse. Si les chaines de mesures utilisées pour diagnostiquer les défauts sont des systèmes d'inspection avancés, les méthodes de dépouillement et d'analyses actuellement utilisées restent empiriques et relativement sommaires. Les résultats du retour d'expérience ont laissé entrevoir des marges de progrès importantes en termes d'efficience de la maintenance et de coûts de production, nécessitant de mettre au point de nouveaux outils d'aide à la décision pour diagnostiquer les circuits de voie en exploitant l'ensemble des données numériques ainsi collectées.

Déroulement de l'étude

L'outil de diagnostic proposé est donc destiné à fournir l'état de fonctionnement du circuit de voie, et plus particulièrement des condensateurs d'accord qui le constituent. C'est l'état de ces condensateurs qui sera l'objet du diagnostic proposé. Dans ce contexte, l'association d'une mesure à un état de fonctionnement de chacun des composants devient une tâche complexe. L'« Analyse en Facteurs Indépendants » (IFA) a été utilisée pour estimer la matrice de mélange et ainsi retrouver les variables latentes liés aux défauts à partir des seules observations extraites des signaux d'inspection.

L'apprentissage du modèle IFA est ensuite effectué en combinant ces différentes opinions d'experts via la théorie des fonctions de croyance. Les résultats obtenus montrent que l'intégration de ces labels pallie au manque de données réelles labellisées et améliore notablement les résultats du diagnostic.



Rame IRIS 320.

Le projet DIAGHIST est coordonné par la SNCF et associe l'INRETS et le laboratoire HEUDYASIC. Il a démarré en juin 2006 pour une durée de 36 mois et bénéficie d'un financement ANR de 361 k€ pour un coût total de 530 k€.

IMPACTS

Résultats

Initialement motivés par des besoins applicatifs liés au diagnostic d'un système de l'infrastructure ferroviaire, le projet a également donné lieu à des avancées méthodologiques. Nous avons en particulier formalisé le problème de l'apprentissage du modèle de l'Analyse en Facteurs Indépendants en présence de labels imprécis et incertains. Les bons résultats obtenus lors de ce projet ont permis d'initier plusieurs partenariats au delà du consortium initial, avec par exemple le laboratoire SAMM (Université Paris1) et avec l'Université Catholique de Louvain.

Les résultats des différentes recherches menées, la définition de nouveaux algorithmes, les prototypes développés ont permis dans un premier temps à la Direction Infrastructure de la SNCF de mieux comprendre les modes de défaillance des circuits de voie. Dans un second temps, ces résultats vont permettre au Département Ingénierie de Maintenance d'expérimenter sur une portion de la ligne à grande vitesse un nouveau concept de maintenance préventive conditionnelle prévisionnelle.

Production scientifique

3 revues, 7 conférences internationales (ESANN, ICANN, EUSIPCO, ...), 2 thèses.

Contact : Fabien Santos, fabien.santos@sncf.fr

Programme CSOSG, édition 2009

Projet E-FRAUD BOX

Détection et investigation de la fraude à la carte bancaire sur Internet

La fraude sur Internet accompagne le développement exponentiel du commerce électronique

Le commerce électronique en France est en fort développement : 25 milliards d'Euros en 2009 (+ 25% par rapport à 2008), plus de 25 millions de cyber-acheteurs français (+ 14%), 64 100 sites marchands (+ 35%). Cette croissance a un impact très fort sur l'augmentation de la fraude à la carte bancaire sur Internet, qui est devenue la cause majoritaire de fraude avec ce mode de paiement. Malgré les nouveaux mécanismes de sécurisation de la vente à distance (3D-Secure notamment), il faut pouvoir disposer de systèmes sophistiqués si on veut contrer efficacement toute l'augmentation de la fraude sur Internet. Le projet e-Fraud Box se propose de développer une boîte à outils de techniques issues de la fouille de données, de l'analyse des réseaux sociaux et de l'informatique décisionnelle dédiée à la détection et à l'investigation de la fraude à la carte bancaire sur Internet, pour : identifier le plus rapidement possible les cartes utilisées frauduleusement sur Internet et prévenir ainsi les porteurs de carte le plus tôt possible ; identifier des points de compromission (là où les coordonnées bancaires ont été piratées) , et détecter rapidement de nouveaux modes opératoires des fraudeurs.

L'utilisation des réseaux sociaux pour la détection et l'investigation de la fraude

Les données utilisées dans le projet, fournies par le GIE Cartes Bancaires CB, portent sur l'ensemble des transactions faites avec une carte bancaire sur Internet. Un des aspects originaux du projet est de voir ces données comme un réseau social entre les porteurs de cartes et les marchands chez qui ils font leurs achats. Des techniques de fouille de données sur les réseaux sociaux (recherche de communautés, navigation dans le graphe du réseau, exploitation de la structure du réseau, propagation de l'information dans un réseau...) peuvent alors être utilisées. En particulier, pour l'investigation, ces techniques permettent de rechercher des structures particulières et des motifs dans le réseau, et ainsi d'identifier des modes opératoires et de remonter au groupe de fraudeurs. Le volume des données (plus de 550 millions de transactions par an sur Internet, et beaucoup plus si on inclut l'ensemble des transactions, de proximité et Internet) oblige à utiliser des architectures robustes. Des architectures open source sont testées dans le projet pour tenir compte de cette volumétrie, dans la mouvance de ce qui se fait autour des grandes bases de données du Web.



e-Fraud Box développe des techniques autour des réseaux sociaux pour identifier des sites de tests et des points de compromission potentiels.

E-Fraud Box est un projet de recherche industrielle, coordonné par Thales. Il associe le LIP6, le LIPN, KXEN, ALTIC, le GIE Cartes Bancaires, la Division de la lutte contre la cybercriminalité du Centre Technique de la Gendarmerie Nationale et la Direction Générale de la Gendarmerie Nationale. Ce projet a démarré début 2010 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide de 1,09 M€ pour un coût global de 3,11 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Les premiers résultats du projet ont permis d'identifier plusieurs comportements de fraude : des réseaux de commerçants fraudés, des parcours typiques de fraudeurs (tests, utilisation de certains sites de paris ou de dons), l'identification de points de compromission potentiels. On peut ainsi établir une première typologie de la fraude : vente forcée, fraude à partir de points de compromission, fraude suite à un phishing, ... Les algorithmes de détection de la fraude ont déjà atteint des performances intéressantes, mais devront être améliorés dans la suite du projet pour satisfaire les contraintes opérationnelles d'utilisation.

Production scientifique et brevets

Quatre articles ont été publiés à : IJCNN 2010 IEEE et EGC 2010, sur des techniques de sous-échantillonnage, à IJCNN 2011 IEEE sur la détection de nouveautés, et à une conférence OTAN, sur l'utilisation des réseaux sociaux contre la fraude. Une communication a été faite au colloque ANR WISG 2011 sur l'utilisation des réseaux sociaux pour la sécurité.

Contact : Stéphane Lorin, stephane.lorin@fr.thalesgroup.com, http://efraud.lip6.fr

Programme CSOSG, édition 2008

Projet CAHORS

Cotation, Analyse, Hiérarchisation et Ontologies pour le Renseignement et la Sécurité

Semi-automatisation de la mesure de la qualité de l'information

Les services gouvernementaux concernés par la veille anti-terroriste comme par la criminalité organisée doivent de plus en plus se doter de moyens techniques adéquats leur permettant de s'adapter aux mutations technologiques dont l'Internet est le reflet : accroissement des volumes, intensification des flux et multiplication de sources d'informations mal répertoriées. Pour pouvoir faire face à ces novations et parvenir à une semi-automatisation du processus de cotation de l'information, il est indispensable de se doter d'une stratégie globale de maîtrise de l'information. Des outils de filtrage et d'analyse de données textuelles doivent garantir la structuration des informations en fonction des besoins applicatifs. Des fonctions évoluées de valorisation de l'information en renseignement sont nécessaires dans une optique de surveillance d'une menace diffuse. Une plateforme logicielle doit assurer l'interconnexion de ces différents outils. Le projet CAHORS propose de relever chacun de ces défis techniques, à la fois dans une optique de protection du citoyen, et pour assurer que l'anticipation de crises soit idéalement menée.

Applications outillées pour le renseignement et la sécurité

Outre l'aspect purement théorique qu'impose l'objectif de cotation, le projet doit mener à la modélisation de tous les aspects revêtus par celle-ci ; il passe par la précision et l'automatisation du filtrage thématique et de la structuration d'un ensemble d'informations. Les structures linguistiques ainsi bâties permettent une cotation semi-automatique de l'information structurée selon la modélisation déterminée. La structuration automatisée de masses d'informations sert à la fois, de base au processus de cotationn et est nourrie par les modèles de cotation ; elle évolue donc à la suite de la modélisation issue elle-même de la théorisation. Dans les derniers travaux du projet, des outils spécifiquement ciblés sur des centres d'intérêt cruciaux et actuels de la veille informationnelle seront adjoints aux résultats de la cotation, pour répondre à des préoccupations en étroit lien avec des objectifs nationaux majeurs de défense et de sécurité. Tous ces outils doivent être complémentaires et compatibles sur la plateforme commune, qui connectera également les modules applicatifs de veille.



Dispositif CAHORS pour une semi-automatisation du processus de cotation de l'information.

Le projet CAHORS est coordonné par Thales Systèmes C4I de Défense et Sécurité, avec pour partenaires le Laboratoire d'Informatique de Paris VI, Thales Research and Technology, Arisem, l'Institut Jean Nicod et l'ONERA. Ce projet a débuté en février 2009 pour une durée de 36 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 1,25 M€ pour un coût complet de 2,8 M€. Il est labellisé par le pôle de compétitivité Cap digital.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet a d'abord tâché de résoudre les difficultés, voire de remédier aux incohérences des pratiques actuelles de cotation, puis de passer à l'algorithmique et au développement logiciel qui en découlent. Afin de fournir des aides au traitement de l'information pour le renseignement et la sécurité, des outils spécifiques seront par la suite conçus, mettant en pratique la cotation semi-automatique :

- l'évaluation de la gravité contextuelle d'une information,
- l'analyse et la remontée de réseaux sociaux,
- l'aide à la détection de la désinformation,
- l'anticipation et le suivi des rumeurs.

Production scientifique et brevets

Depuis le début du projet, une quinzaine d'articles a été publiée dans un large ensemble de revues et d'actes de colloques, depuis des séminaires de l'OTAN jusqu'à des revues de philosophie ou des actes de colloques scientifiques. D'autres articles sont en cours de soumission ou vont paraître. Un brevet a d'ores et déjà été déposé par le partenaire TRT.

Contact : Philippe Capet, philippe.capet@fr.thalesgroup.com

Programme Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale

Projet SARGOS, édition 2009

L'autoprotection des infrastructures offshore face aux nouvelles formes de piraterie

Sécurisation des infrastructures offshore vis-à-vis d'intrusions malveillantes

Les champs de production d'hydrocarbures deviennent de plus en plus une cible de choix pour la piraterie maritime voire la menace terroriste. Or si les plates-formes et navires associés forment un réseau industriellement abouti en ce qui concerne l'exploitation, ils sont démunis face aux actes de malveillance intentionnels : de ce point de vue, ce sont des cibles isolées et exposées. Le projet SARGOS vise à répondre à l'émergence du besoin de sûreté des infrastructures offshore civiles vulnérables aux actions de malveillance, de piraterie ou de terrorisme menées à partir de la mer. Il propose le développement d'un système assurant de manière coordonnée la chaîne globale de protection : veille et surveillance automatisées (détection d'intrusion, évaluation de dangerosité, plan de réaction gradué et piloté en temps réel pour rester constamment adapté au niveau de menace représenté par l'intrusion détectée). Une des capacités clés est l'élaboration d'une stratégie complète de défense, incluant la mise en sûreté des personnes, la diffusion de l'alarme, la coordination des moyens d'assistance extérieure et la mise en oeuvre de moyens de dissuasion non létaux pour apporter une réponse complète à la menace.

Des processus intelligents d'analyse de la situation pour aider l'opérateur à déclencher les actions pertinentes au moment approprié

La démarche mise en oeuvre s'articule autour d'une approche système et transverse s'appuyant sur plusieurs technologies clés. La surveillance des approches du champ offshore est réalisée en utilisant notamment les détections obtenues face aux petites embarcations et aux navires habituels par un radar spécifique mais aussi les informations recueillies par les capteurs associés. Une analyse intelligente des différentes caractéristiques de l'objet détecté va permettre de le classifier et d'évaluer sa dangerosité. Lorsque le niveau de dangerosité atteint le seuil d'alerte, une alarme est générée et l'opérateur est alerté par un message sur un terminal mobile qu'une menace a été détectée. L'alarme d'intrusion dangereuse déclenche un processus d'analyse de la situation permettant l'élaboration automatique de plans de réaction adaptés à la nature de l'intrusion détectée, aux modes de fonctionnement de l'infrastructure et au contexte réglementaire et juridique du champ pétrolier. Ce plan est présenté en support d'aide à la décision à l'opérateur qui en valide les différentes étapes, l'éventail des procédures proposées pouvant aller d'une simple activation d'alarme jusqu'à la mise en oeuvre de moyens à capacité non létale.



Pour assurer une prise de connaissance rapide des éléments de la situation, le poste opérateur SARGOS comporte 2 grands écrans adjacents.

SARGOS est un projet de recherche industrielle coordonné par SOFRESUD. Il associe ARMINES, CDMT, CS, DCNS, Rockwell Collins France, TéSA. Ce projet a démarré en janvier 2010 pour une durée de 30 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 960 k€ pour un budget total de l'ordre de 2,2 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

SARGOS permettra d'oeuvrer à la sûreté des champs offshore. Le premier résultat marquant à mi-projet est la production sur spécification des utilisateurs finaux d'une maquette logicielle opérationnelle couvrant toute la chaîne de protection, de la détection d'une menace potentielle jusqu'à la mise en oeuvre des procédures de réaction adaptées. Une maquette matérielle est en cours de finalisation et sera mise en oeuvre lors des expérimentations probatoires sur le site DGA de Saint-Mandrier (83), l'étape suivante étant le déploiement grandeur réelle sur plate-forme offshore en Afrique (hors périmètre projet ANR).

Production scientifique et brevet

Le concept SARGOS a été protégé par le dépôt d'un brevet. Le projet a été présenté au workshop international sur la sécurité globale WISG 2011. Il a également fait l'objet d'une communication à la conférence MAST Europe 2011 et de présentations techniques auprès des organismes professionnels. Ces présentations couvrent les aspects système mais des publications plus spécifiquement axées sur les différentes briques technologiques sont d'ores et déjà envisagées.

Contact : Marie-Annick Giraud, magiraud@sofresud.com, www.sargos.eu

Programme Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale

Projet SCANMARIS , édition 2007

Détection d'activité suspecte pour les opérationnels de la surveillance maritime

Les objectifs

Le projet consiste à spécifier, développer et tester un prototype pour évaluer une solution pour la surveillance des espaces maritimes. Cette solution repose sur l'exploitation d'une tenue de situation dite intelligente qui est générée à partir d'une fusion et corrélation de données et d'informations hétérogènes. Ces données sont acquises, en temps réel, par des capteurs côtiers (radar, automatic identification system, vessel monitoring system, etc.) pour élaborer les « pistes » des navires qui sont alors corrélées avec des informations auxiliaires disponibles dans des sources extérieures comme, les fiches d'identité des navires, les conditions météorologiques et géographiques, les législations en vigueur et du renseignement. Cette tenue de situation intelligente permet de surveiller les évolutions du trafic dans une zone maritime étendue pour surveiller les flux de marchandise transportée (vrac, containeur, énergie, produit chimique, passager, etc.) et de détecter les activités suspectes (trafic de stupéfiant, contrebande de marchandise, immigration irrégulière, pêche illégale, piraterie, violation d'embargo, etc.).

Règle pour la détection d'activité suspecte menées en mer

A partir de règle conditionnelle élaborée par un opérationnel et une méthode d'apprentissage basée sur la théorie des AMAS, des alertes sur des activités suspectes sont levées quand les informations contenues dans la tenue de situation intelligente vérifient la règle énoncée. Les règles portent sur :
- des paramètres cinématiques (par exemple, la vitesse, des changements de cap ou un stop prolongé),
- l'identité d'un navire (le pavillon, l'armateur, la cargaison, la destination, etc.) ;
- des paramètres géographiques (distance à la côte, la profondeur, une zone particulière, etc.) ;
- des paramètres météorologiques (force beaufort, hauteur de houle, visibilité, etc.) ;
- des paramètres législatifs (limitation de vitesse, mouillage interdit, etc.).

Ce concept permet donc d'adapter les règles pour chaque mission, par exemple :
- chalutage le samedi à moins de 1,5 nautique de la côte en Méditerranée, pour la pêche illicite ;
- mauvais cap en entrée du rail d'Ouessant, pour une infraction à la législation ;
- cargo venant des caraïbes avec un pavillon de complaisance, s'arrêtant à moins de 10 nautiques de la côte par mer belle, de nuit et moins de 1 heure, pour une suspicion de trafic de drogue.



Exemple de trafic de stupéfiant : transbordement (triangle rouge) entre un yacht et bateau de pêche (trawler).

Le projet ScanMaris est coordonné par DCNS, il associe les PME SOFRESUD et ECOMER, les Laboratoires IRIT, ARMINES et ONERA, l'Université d'Aix Marseille (CDMT) et les Opérationnels du CROSS et de la Gendarmerie Maritime de Marseille. Ce projet a commencé en janvier 2008 pour une durée de 24 mois. Il bénéficie d'une aide de l'ANR de 900 k€ pour un budget total de 1,6 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Un prototype a été installé au CROSS MED pour évaluer les performances de la solution. Les retours sont :
- l'utilité de la tenue de situation intelligente (donne une meilleure connaissance des activités en mer) ;
- le support aux opérateurs par les levées automatiques d'alertes (extrait les navires suspects d'une population de milliers de navires) ;
- l'interface d'exploitation de la tenue de situation intelligente et des alertes documentées (ergonomie qui facilite le travail des opérationnels) ;
- la gestion des alertes qui permet de tenir une main courante des « événements à traiter ».

Production scientifique et brevets

11 articles sont publiés dans différents journaux scientifiques et conférences, notamment SEE, ISAP, 3AF, Oceans, COGIS, PAAMS, WISG, etc. De nombreuses démonstrations ont également été faites à des Agences (EMSA, FRONTEX) et délégations (DGA, DRM, AFMAR) et opérationnels (COM, Gendarmerie Maritime, CeCLAD-M, etc.).

Contact : Michel Morel, michel.morel@dcnsgroup.com, http://fr.dcnsgroup.com

Programme CSOSG, édition 2009

Projet CAPTEX

Matrices de transistors à nanotubes de carbone pour la détection d'explosifs faits-maison : au service de la sécurité

Les Nanomatériaux contre le terrorisme

Ces derniers temps, les explosifs artisanaux les plus fréquemment utilisés dans les actes de malveillance et terroristes sont ceux à base de peroxydes (peroxydes d'acétone, TATP, et hexaméthylène triperoxyde diamine, HMTD). Cependant, le problème de leur détection fiable reste ouvert : à ce jour, l'état de l'art montre qu'aucun dispositif efficace n'existe pour la détection des traces de ces substances. Le projet CAPTEX vise à développer un dispositif multi-capteur intégré, avec électronique et traitement des données, packagé pour la détection de traces d'explosifs à base de peroxydes (TATP et HMTD) et de DNT. Ce dispositif multi-capteur sera hautement sélectif et sensible, en s'appuyant sur la réalisation d'un nez électronique à base de matrices de transistors à nanotubes de carbone. Ce capteur étant très compact et demandant une faible consommation électrique, le dispositif final proposé pourra être facilement embarqué sur un robot mobile pour la détection à distance de traces d'explosifs et de gaz toxiques. A plus long terme, au regard du faible coût de la technologie proposée, ce type de capteur pourra également être utilisé comme unité de base pour des réseaux multi-capteurs distribués sur une large zone, par exemple pour des applications de surveillance environnementale, sur terrain hostile ou pour la protection des infrastructures publiques (transports publics, stades...).

Les nanotubes de carbones et la détection

Les nanotubes de carbone sont des molécules nanométriques obtenues en enroulant un feuillet de graphène (comme pour une feuille de papier) composé uniquement d'atomes de carbone. Leur diamètre est d'environ 1nm et leur longueur d'environ 1-2µm. CAPTEX veut réaliser des matrices de capteurs à base de nanotubes avec une technique de dépôt bas coût qui permettra d'obtenir un large nombre de dispositifs (milliers) avec une méthode rapide et simple. L'avantage fondamental des capteurs que nous voulons réaliser est l'utilisation d'une méthode rapide (elle se base sur des phénomènes de transfert de charge), facile à mettre en place et très sélective (nez électronique basé sur des matrices à transistors). Notre technique apparaît comme une méthode réellement efficace et fiable afin de pouvoir réaliser une analyse indirecte de substances type explosifs à base de peroxydes, et de gaz toxiques (type sarin) sans mettre en danger la vie des personnes déléguées à la mesure. D'ailleurs la sensibilité de ces capteurs peut être modulée en changeant le type de nanotubes (leur diamètre) utilisé pour les transistors en évitant ainsi la saturation dans le cas de fortes concentrations. Nous rappelons que l'approche développée dans le projet est protégée par un brevet. Grâce à leurs qualités ces capteurs pourront être intégrés dans des combinaisons, carte ou téléphone mobile pour obtenir des dispositifs portables et d'utilisation très facile.



Vue schématique d'un nez électronique et de l'empreinte d'un analyte. A gauche, chaque point correspond à un CNTFET fonctionnalisé, au milieu la réponse de chaque capteur à un analyte et à droite la réponse de l'analyte à chaque capteur. Schéma brevet WO/2006/128828.

Le projet CAPTEX fait suite au projet NANOSENSOFIN dans le cadre du programme P2N 2007. Ce projet est coordonné par Thales SA, en partenariat avec le CEA-LITEN, Polytechnique, InESS, LICM, NOVAPACK SAS et le CEA-DAM. Il a démarré en février 2010 pour une durée de 36 mois, et a bénéficié d'une aide ANR de 1,36 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Ce projet vise à : - Réaliser des puces de transistors par technique de spray (brevet Thales) compatible grandes surfaces (Thales Research and Technology) ; cette technique de spray est actuellement testée dans le cadre d'autres applications (Supercapacitors sur substrat flexible, Nanocomposites pour la mécanique et la thermique, Micro-bolomètre sur substrat flexible, Micro-sonars à base de nanométeriaux,...). Ces puces seront compatibles avec le packaging final du dispositif. - Définir une électronique fiable pour asservir le signal en provenance des capteurs. - Intégrer un module de traitement de données. - Tester les capteurs après exposition à différents types d'explosifs (TATP, DNT, ...). - Tester l‘effet de l'humidité.

Production scientifique

CNTs for gas sensing (book chapter), P. Bondavalli, et al., Applications of Carbon Nanotubes, Pan Stanford Series, Ed. Zhang Qing, to be published 2011, Carbon Nanotubes based Transistors composed of Single-Walled Carbon Nanotubes mats as Gas Sensors : a Review, P.Bondavalli, Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences (Elsevier), September 2010, CNTFETs based gas sensors : patent review, P. Bondavalli, Recent Patents on Electrical Engineering, 3, 2010.

Contact : Paolo Bondavalli, paolo.bondavalli@thalesgroup.com

Programme Concepts, Systèmes et Outils pour la Sécurité Globale

Projet METHODEO , édition 2010

Evaluation des algorithmes de traitements vidéo pour la recherche de preuves a posteriori

Réduction du temps de recherche dans les données vidéo pour les enquêteurs et les opérateurs

Les systèmes de vidéo-protection comportent des enregistreurs destinés à conserver les données vidéos qui sont utilisées dans le cadre d'enquêtes, a posteriori, pour comprendre le déroulement d'un évènement ou constituer des preuves. Le temps passé par les opérateurs pour retrouver des données dans des volumes vite considérables peut être extrêmement long. Or, ce temps de recherche et les délais dans la fourniture d'informations sont critiques. Des algorithmes capables de traiter automatiquement les données stockées permettent de faciliter les recherches dans ces volumes considérables de données collectées. Il est alors nécessaire de prévoir objectivement l'efficacité de ces algorithmes. Cette problématique est complexe de par la très grande variabilité des vidéos en termes de paramètres (orientation, taille des objets, perspective, luminosité, etc.). Le but du projet METHODEO est la mise au point de méthodologies d'évaluation et de mesure quantitative de performance ainsi que de l'incertitude associée des algorithmes de post-traitement utilisés sur les données de vidéo-protection.

Une méthodologie d'évaluation alliant les besoins opérationnels et la prise en compte des critères techniques influençant les performances

METHODEO vise à définir des méthodologies permettant de qualifier différents algorithmes d'analyse vidéo ou d'extraction d'information à partir d'un ensemble de paramètres descriptifs de scènes observées. Afin de valider la souplesse et la performance des algorithmes vidéo, les méthodologies envisagées vont modéliser d'une manière très souple ces paramètres afin qu'ils soient adaptables à des scènes différentes et qu'ils décrivent à la fois le contenu et le contexte de la scène, de manière plus poussée qu'une simple description synthétique (telles que les personnes dans une scène extérieure ou scène d'intérieur). Le contenu comprendra non seulement les objets des requêtes potentielles mais également les autres objets pertinents présents dans la scène. Le contexte permettra de préciser le type de vidéo (jour/nuit, météo, calibration et réglages des caméras, etc.).



Dispositif METHODEO d'évaluation et d'extraction d'information.

Le projet METHODEO est coordonné par le Vision Lab de THALES (entité Thales Services), il réunit également Telecom Sud Paris, Keeneo, le CEA LIST, l'IRIT, Thales Communications et Supelec. Le projet a débuté en avril 2011 pour une durée de 2 ans. Le budget du projet est de 2,8 M€ et l'aide de l'ANR de 969 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

En plus de définir une méthodologie d'évaluation d'algorithmes vidéo innovante, les principaux objectifs scientifiques et techniques du projet METHODEO sont donc de :

1. Déterminer un ensemble de paramètres décrivant de façon objective une scène. L'idée est d'y intégrer en définitive des descripteurs en langage quasi naturel basés sur des informations de contexte à signaux faibles ;
2. Assurer l'interopérabilité et la conversion entre la description objective d'une scène et la description opérationnelle d'une scène, nécessaire pour exécuter et analyser les algorithmes évalués comme les plus performants sur celle-ci.

Production scientifique et brevets

Aucune à ce jour, projet lancé le 7 avril 2011.

Contact : Sophie Chagué, sophie.chague@thalesgroup.com

Programme Technologie pour la Santé et l'Autonomie, édition 2008

Projet ALADIN-DTH

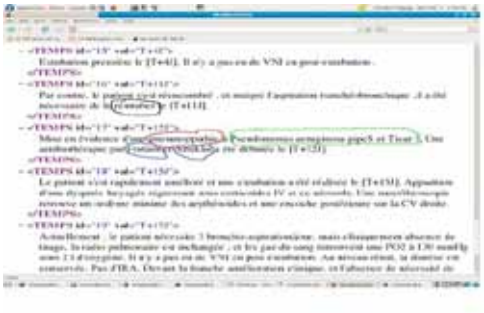
La linguistique au service de l'amélioration de la qualité des soins

Développement d'un système de détection des infections associées aux soins à partir de l'analyse de compte-rendu d'hospitalisation

Les infections nosocomiales sont des infections contractées dans un établissement de santé qui sont absentes lors de l'admission du patient à l'hôpital. Ces infections peuvent aller des problèmes les plus anodins à des symptômes beaucoup plus graves pouvant même entrainer la mort du patient. Les infections nosocomiales affectent entre 5% et 10% des patients hospitalisés. La surveillance épidémiologique de ce phénomène est partie intégrante du dispositif de lutte contre les infections nosocomiales, offrant en effet des indicateurs d'évaluation des actions menées au sein de l'établissement. Cette surveillance repose encore essentiellement sur des méthodes de recueil manuelles et fastidieuses, qui doivent évoluer dans le contexte hospitalier actuel. La mission du projet ALADIN est d'aider à la détection de l'infection nosocomiale et de ses facteurs de risque dans un contexte de surveillance épidémiologique et de démarche d'amélioration de la qualité des soins. Le projet regroupe des partenaires ayant des compétences uniques dans les champs de l'analyse automatique de textes, de la terminologie, de la représentation des connaissances, des médicaments et des infections nosocomiales.

Traitement automatique du contenu textuel des dossiers patients pour la détection de séquences d'événements trahissant la présence de cas d'infections nosocomiales

Une première étape du projet a consisté à établir une collaboration entre experts du langage et experts médicaux pour identifier dans des documents de référence les catégories d'éléments et les séquences spécifiques d'événements permettant une prise de décision concernant la présence de cas d'infections nosocomiales. Ces éléments ont été codifiés via l'usage d'un serveur indexant différentes terminologies officielles (FMTI) et des règles de détections ont été créées dans un outil robuste d'analyse sémantique de textes (XIP). L'analyse des dossiers patients ne se résume pas à une simple reconnaissance de mots clés mais nécessite le traitement des négations et la reconnaissance des liens entre des événements complexes. En effet dans le cadre d'infections nosocomiales, la temporalité et la causalité sont des données cruciales à prendre en compte afin de permettre la prise de décision. Les heuristiques de raisonnement ont été définies lors d'une collaboration entre experts du langage et partenaires médicaux.



Document segmenté en blocs temporels.
Chaque indice extrait possède une cordonnée temporelle.

ALADIN-DTH est un projet de recherche industrielle coordonné par Xerox et qui associe CISMeF, UCB et Vidal. Le projet a commencé en janvier 2009 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 927 k€ pour un coût global de l'ordre de 1,6 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Une évaluation préliminaire des performances de détection a été effectuée sur 205 comptes rendus (CR). Ces CR proviennent de différents établissements de santé (Rouen, Lyon et Nice). Sur ces 205 CR, 128 contiennent une occurrence d'infection. Un des éléments importants dans le développement était d'estimer le rappel. Les résultats ont montré que l'objectif d'un rappel élevé était atteint (87,6%).

Production scientifique et brevets

Les publications sur ce projet comprennent : RANLP (2009) AMIA Annu Symp Proc., (2009) 13th World Congress on Medical and Health Informatics (2009), KR4HC Workshop à ECAI (2010), ADELF-EMOIS (2010), Parution Revue Epidémiologie Santé Publique, XXIème congrès national de la Société Français d'Hygiène Hospitalière 'SFHH' (2010). TALN (2011). Le projet a été également présenté au 'World Congress on Information Technologies' (2010) et au Premier Healthcare Alliance Innovation Awards (2011).

Contact : Frédérique SEGOND, Frederique.Segond@xrce.xerox.com, http://www.aladin-project.eu/

Programme Technologies pour la santé et l'autonomie, édition 2010

Projet MICO

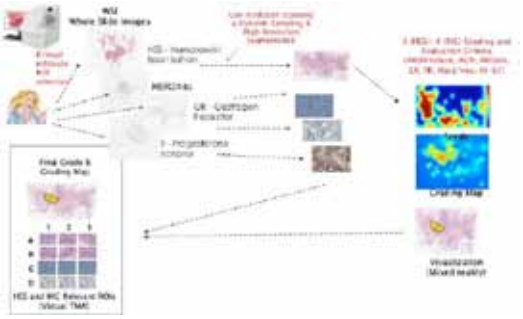
Ontologies médicales pour l'exploration et l'analyse d'images en histologie

Aide à la gradation du cancer du sein

L'histopathologie est un outil indispensable pour établir un pronostic fiable concernant les cancers. Le rôle des pathologistes consiste à examiner au microscope des lames de biopsies et à fournir, pour chaque lame, un grade selon un protocole de gradation international. Il s'agit d'un travail répétitif, fastidieux, assez subjectif malgré la définition de protocoles de gradation. Le projet MICO a pour objectif d'apporter aux pathologistes une seconde opinion robuste et pertinente pour la gradation du cancer du sein. Cette aide à la gradation consiste en l'analyse automatique d'une lame du sein pour y détecter des objets biologiques à différentes échelles tel que décrit par le système de gradation de Nottingham (recommandé par l'Organisation Mondiale de la Santé). Ce système est basé sur l'évaluation de 3 composantes : 1) architecture (présence ou absence de glandes de production du lait et des canaux les reliant au mamelon), 2) atypie cyto-nucléaire (variabilité de la morphologie et de la taille des noyaux des cellules), 3) nombre de mitoses. Les régions analysées sont annotées automatiquement, en utilisant des ontologies et une terminologie médicale définies par les médecins.

Traitement d'images médicales piloté par raisonnement et ontologies

Les images d'histopathologie sont de très grandes dimensions, en général une seule image pèse entre 10 et 20 Go. Pour pouvoir analyser un volume de données aussi considérable, il est indispensable d'identifier les zones d'intérêt et de ne travailler que sur ces zones d'intérêt. De la même manière que les pathologistes, qui analysent une lame en n'examinant en détail qu'une faible portion de sa surface, un algorithme d'échantillonnage dynamique a été développé pour sélectionner les zones les plus critiques et pertinentes d'une lame et obtenir une analyse en ne parcourant que 5% environ de toute l'image. L'innovation majeure du projet porte sur l'utilisation d'ontologies médicales et la prise en compte de connaissances explicites et implicites dans l'exploration et l'indexation de l'image. Le cadre est celui de l'adaptation pervasive, impliquant des techniques d'apprentissage continu, dans une convolution homme-machine qui rend naturelle l'exploration de l'image et de l'information. L'exploration de l'information est compréhensible, capable de générer des connaissances médicales nouvelles.



Analyse et gradation d'images d'histopathologie et d'immuno-histochimie.

MICO est un projet de développement expérimental coordonné par l'IPAL de l'Université Joseph Fourier. Il associe le service d'anatomo-pathologie de l'hôpital de la Pitié-Salpêtrière, le LIP6 de l'Université Pierre et Marie Curie, TRIBVN, AGFA HealthCare et Thales Communications. Le projet a démarré en février 2011 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide de l'ANR d´un montant de 1.16 M€ pour un coût global de 3.38 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le premier résultat marquant du projet est la définition d'un vocabulaire bilingue français-anglais précisant les critères morphologiques qui seront utilisés par le projet MICO pour la gradation du cancer du sein. Une déclaration logicielle auprès du CNRS est en cours de traitement. Un dépôt de brevet sur la calibration de lames en histopathologie est envisagé.

Production scientifique et brevets

Le Naour, G.; Genestie, C.; Roux, L.; Veillard, A.; Racoceanu, D. & Capron, F. « Un explorateur visuel cognitif (MIcroscope COgnitif – MICO) pour l'histopathologie. Application au diagnostic et à la graduation du cancer du sein. » RITS 2011, Recherche en Imagerie et Technologies pour la Santé, 2011. Deux articles ont été soumis à la conférence MICCAI, Toronto, Canada, septembre 2011.

Un concours de détection de mitoses sera proposé pour la conférence ICPR, Tsukuba, Japon, novembre 2012.

Contact : Daniel Racoceanu, daniel.racoceanu@ipal.cnrs.fr, www.mico-project.com/

Programme Blanc, édition 2006

Projet TELEOS

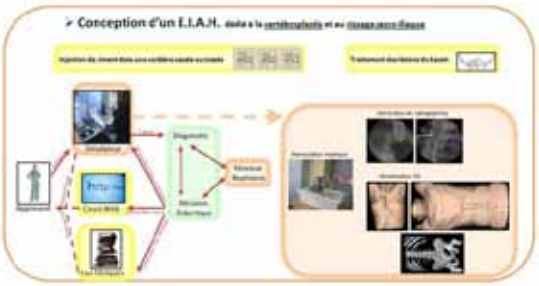
Technology Enhanced Learning Environment for Orthopaedic Surgery

Plateforme d'apprentissage en chirurgie orthopédique

TELEOS est motivé par la conjonction des problématiques pluridisciplinaires : d'une part, les difficultés d'enseignement inhérentes à la chirurgie. D'autre part, l'introduction de divers outils informatiques dans les blocs opératoires sans véritable enseignement. Du point de vue des environnements d'apprentissage humain, notre problématique est basée sur l'intérêt de produire des rétroactions centrées sur les connaissances qui sont manipulées. Nous centrons notre recherche sur l'analyse de la prise de décision et de contrôle de l'activité, qui est une part importante de l'activité opératoire du chirurgien. Les résultats du projet TELEOS sont de deux natures. D'un point de vue théorique nous avons abouti à une meilleure compréhension et formalisation des mécanismes d'enseignement/apprentissage liés aux contrôles perceptivo-gestuels et empiriques de l'activité. D'un point de vue concret, nous avons développé un prototype d'environnement informatique pour l'apprentissage de gestes percutanés en orthopédie avec un système automatique de diagnostic et un autre pour le calcul de la rétroaction épistémique.

L'analyse du geste orthopédique en situation écologique et en situation expérimentale

Nous avons construit des protocoles expérimentaux pour prendre en compte les connaissances perceptivo-gestuelles des gestes concernées, en les considérant dans leur réalisation conventionnelle et avec des simulateurs. Pour la collecte des données, nous avons mis en place une instrumentation qui permet d'intégrer des différents flux une fois les données collectées. Nous avons développé une chaine d'instrumentation sans fil, de façon à positionner sur le chirurgien des capteurs physiologiques de taille réduite, permettant d'enregistrer l'activité posturale et motrice au cours de l'intervention. Ensuite, différentes analyses cognitives complètes de gestes complexes ont été réalisées, faisant intervenir des connaissances explicites et tacites de diverses natures. Ces analyses ont permis d'avancer sur la compréhension des facteurs à considérer dans le processus d'apprentissage ainsi que dans le développement d'une plateforme d'apprentissage. Ainsi, l'utilisateur travaille sur un simulateur de chirurgie percutanée 3D à retour haptique, les traces sont analysées par le système de diagnostic qui envoie un ensemble de connaissances au système de prise de décisions didactique, lequel propose la consultation de cours hypermédias, la consultation des cas cliniques ou la résolution d'un autre problème sur le simulateur. Cette plateforme a donné lieu à des nouveaux protocoles d'expérimentation pour évaluer le simulateur de la plateforme et pour obtenir des traces d'usages afin de calibrer et évaluer le système automatique de diagnostic.



Plateforme d'apprentissage avec un simulateur de vertébroplastie et vissage ilio-sacré.

TELEOS est un projet coordonné par le LIG. Il associe l'Université Joseph Fourier (équipes MeTAH, Multicom, GMCAO et SPM), l'Université Pierre Mendès France (laboratoires LIP et LSE) et le CHU de Grenoble avec le service d'orthopédie-traumatologie Nord. Le projet a commencé en novembre 2006 pour une durée de 48 mois. Il a bénéficié d'une aide ANR de 504 k€ pour un coût global de l'ordre de 1,69 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

L'un des résultats de TELEOS est l'utilisation effective du simulateur qui peut être diffusé. Des démonstrations régulières pour public spécialisé (salon de la simulation, réalité virtuelle et médecine) ou non (fête de la science). Une plateforme d'apprentissage opérationnelle : élaboration des modèles de connaissances, moteur de diagnostic, système de rétroaction et capture des informations perceptivo-gestuelles, capitalisation des données. Le projet est dans ECCAMI qui fédère chercheurs, cliniciens et industriels pour valoriser les techniques d'interventions médicales assistées par ordinateur.

Production scientifique et brevets

La production scientifique est de plusieurs natures : publications pluridisciplinaire ; protocoles expérimentaux avec une chaine d'instrumentation pour collecter et analyser des données perceptivo gestuelles ; modèle de connaissances en chirurgie orthopédique ; analyse des effets des bio-feedback sensoriel pour assister l'apprentissage de la force du geste ; plateforme d'apprentissage, avec un simulateur multimodal et un système de diagnostic prenant en compte les connaissances perceptivo-gestuelles (traçage des actions dans le simulateur, du regard et du geste).

Contact : Vanda Luengo, vanda.luengo@imag.fr, http://teleos.imag.fr/

Programme Technologies pour la santé et l'autonomie, édition 2010

Projet NAVIG

Un dispositif de suppléance spatiale pour les déficients

Amélioration de la mobilité et de l'orientation des déficients visuels au moyen de technologies innovantes

NAVIG a pour but, à travers une méthode de conception participative [1], de permettre aux déficients visuels de naviguer vers une destination voulue de façon fiable, sans interférer avec leur comportement de déplacement habituel. En addition de ce rôle d'aide au déplacement et à l'orientation, ce dispositif permettra de localiser et saisir des objets mobiles ou du mobilier urbain sans nécessité de les pré-équiper avec un composant. Cet objectif repose sur la conception et l'évaluation d'un prototype de dispositif de suppléance interactif avec une précision de positionnement améliorée (par fusion de données provenant de la géolocalisation par satellite et de la vision artificielle embarquée permettant la localisation d'objets dans l'environnement). Un soin particulier et novateur sera apporté au système de guidage sonore qui permettra d'augmenter l'environnement par synthèse binaurale [2], tout en prenant en compte les capacités perceptives et cognitives (localisation des sons dans l'espace, attention, mémorisation) des utilisateurs.

De la spécification des besoins à l'innovation, en passant par l'évaluation sur site

L'objectif du projet est de concevoir un démonstrateur interactif permettant d'évaluer le dispositif NAVIG sur site (centre-ville de Toulouse) dans des scenarii définis comme problématiques pour les déficients visuels. Ceci se fera grâce à la participation de l'Institut des Jeunes Aveugles (participe à la spécification des besoins, aux processus de conception et à la mise en place des évaluations), et à la plate-forme Toulouse OPEN qui met à notre disposition tous les outils nécessaires à l'évaluation du dispositif. Ce projet permettra de faire des avancées importantes en Psychologie de la perception spatiale chez les déficients visuels mais aussi dans le domaine des Nouvelles Technologies de l'Information pour améliorer l'autonomie et donc la qualité de vie des déficients visuels. Dans le cadre du transfert de technologies, NAVIG permettra à deux PME toulousaines actives dans les domaines de l'ingénierie de la vision embarquée (SpikeNet Technology) et dans l'ingénierie des systèmes de géolocalisation (NAVOCAP) d'étendre le champ d'application de leurs solutions techniques. Ainsi l'offre actuelle d'aide à l'orientation pour malvoyants proposée par ANGEO pourra être renforcée par ces nouveaux travaux de recherche.

[1] Méthode permettant de concevoir un système en incluant les utilisateurs finaux dans toutes les étapes de conception.
[2] La synthèse binaurale permet de créer une illusion sonore. Les sons produits au niveau des oreilles semblent provenir de l'objet d'intérêt, quelle que soit sa position dans l'espace.



Prototype NAVIG incluant un récepteur GPS avec une centrale inertielle à la hanche, et une caméra stéréoscopique avec un dispositif de suivi du mouvement montés sur la tête. Un microphone et un casque par conduction osseuse ont été ajoutés pour l'interaction en entrée et sortie. Dans ce prototype, un ordinateur portable est logé dans un sac à dos.

NAVIG est un projet qui fédère 3 laboratoires de recherche en Informatique : IRIT et LIMSI et en Neurosciences : CerCo, les PME SpikeNet Technology et NAVOCAP, un centre d'éducation spécialisé pour déficients visuels (CESDV-IJA), ainsi que la communauté urbaine du Grand Toulouse. Ce projet a démarré en janvier 2009 pour une durée de 3 ans. Le montant de l'aide ANR est de 1,3 M€ pour un budget total de 2,7 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

NAVIG a permis de faire des avancées dans plusieurs domaines. Dans le cadre du positionnement des piétons, des propositions nouvelles sont faites sur la base de la fusion de données provenant du GPS, d'une centrale inertielle et de la vision embarquée. Dans le cadre du guidage des déficients visuels, des avancées importantes sont faites sur les Systèmes d'Information Géographique, et notamment sur les bases de données géographiques, ainsi que les algorithmes de suivi et de guidage des piétons déficients visuels. Pour finir, des recherches innovantes sont menées sur la réalité augmentée auditive et le design sonore. De façon transversale, les recherches menées permettent aussi de mieux comprendre les capacités d'apprentissage spatial des déficients visuels.

Production scientifique et brevets

La liste complète des productions de NAVIG se trouve sur le site du projet : http://navig.irit.fr

Contact : Christophe Jouffrais, jouffrais@irit.fr, http://navig.irit.fr

Programme Blanc, édition 2010

Projet HYRENE

Hybridation neuro-électronique pour la réhabilitation de fonctions motrices

Hybridation de Réseaux de Neurones pour l'exploration de fonctions de réhabilitation

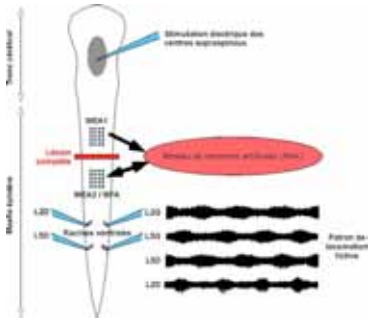
HYRENE est un projet de recherche fondamentale visant à développer de nouvelles technologies de communication hybride entre réseaux de neurones vivants et réseaux de neurones artificiels électroniques. L'ambition particulière de ce projet est de parvenir à coupler un organe entier (moelle épinière de souris) à un réseau de neurones artificiel, avec pour objectif de rétablir une activité fonctionnelle de l'organe lorsque celui-ci a subi une lésion. A plus long terme, les concepts mis en place dans le cadre de ce projet permettront de développer des interfaces neuroélectroniques « intelligentes » à des fins de réhabilitation fonctionnelle. Une communication bi-directionnelle entre le réseau de neurones vivants et le réseau de neurones intégré sur silicium sera développée selon une architecture de système bouclé et régulé. Elle permettra la réalisation d'un système hybride vivant/électronique bouclé en temps réel, mais aussi l'incorporation, comme élément de contrôle de la boucle, d'un calculateur neuromorphique doté de règles de plasticité synaptique.

De la microélectronique au vivant

Le protocole d'hybridation développé dans HYRENE vise à rétablir la transmission d'une commande motrice provenant des centres supra-spinaux (tronc cérébral) vers les réseaux locomoteurs lombaires.

Cela nécessite :

- la caractérisation précise de la propagation d'une commande motrice descendante dans le réseau bulbo-spinale de la souris nouveau-née ;
- la microfabrication de réseaux de microélectrodes 3D assurant une stimulation localisée du tissu nerveux ;
- la conception de réseaux de neurones artificiels bio-mimétiques sur circuits intégrés analogiques garantissant une émulation en temps réel ;
- la mise au point d'une interface bio-électronique temps réel pour l'acquisition, la détection et la stimulation de réseaux neuronaux ;
- la définition de conditions et algorithmes de traitement efficace des informations du tissu vivant pertinentes pour le réseau artificiel ;
- la mise en oeuvre du système sur moelle épinière lésée ex vivo.



Protocole d'hybridation développé dans HYRENE.

Le projet HYRENE est coordonné par l'IMS (Intégration du Matériau au Système), l'IPB, Université Bordeaux 1ESYCOM (Electronique, Systèmes de Communication et Microsystèmes), l'ESIEE Cergy, l'INCIA (Institut de Neurosciences Intégratives et Cognitives d'Aquitaine) et l'Université Bordeaux 2. Ce projet a démarré en février 2011 pour une durée de 4 ans. Il bénéficie d'une aide ANR de 600 k€ pour un budget total de 1,68 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le projet a débuté en février 2011. Les premiers résultats sont attendus pour la fin d'année.

Contact : Sylvie Renaud, sylvie.renaud@ims-bordeaux.fr, www.ims-bordeaux.fr/HYRENE

Programme Technologie pour la Santé et l'Autonomie, édition 2010

Projet CIRDO

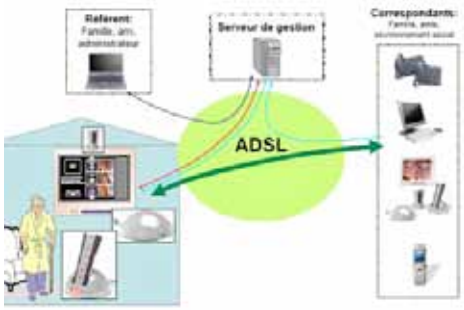
Compagnon Intelligent qui Réagit au Doigt et à l'Oeil

Solution innovante de la prise en charge de la personne

L'éloignement géographique des familles et les changements sociétaux en cours favorisent tragiquement l'isolement des personnes en perte d'autonomie. La solitude et les risques associés tant psychologiques que physiques sont les fléaux de nos seniors. CIRDO est un projet visant à mettre au point, un « Compagnon Intelligent Réagissant au Doigt et à l'Œ il », qui représente un produit de télé-lien social augmenté par l'intégration de services innovants (reconnaissance automatique de la parole, analyse de situations, détection d'évènements anormaux) dans un environnement non contrôlé : environnement quotidien. CIRDO vise à favoriser l'autonomie et la prise en charge par les aidants, les personnes âgées mais également des patients atteints de maladies chroniques ou de la maladie Alzheimer ou apparentées. En plus de l'aspect purement technologique, il inclut une évaluation psychologique, ergonomique et éthiques portant sur les usages des services développés (concernant l'utilité, l'utilisabilité et l'accessibilité, l'acceptation, les aspects du respect de l'intimité,...) mais aussi des enquêtes critiques des connaissances acquises par les professionnels des services à la personne (SAP), qui seront ensuite transférées à l'ensemble du secteur. Le projet CIRDO s'appuie sur la solution e-Lio, appareil de communication développé par la société Technosens (télélien social, téléassistance), à laquelle s'ajoute un service de gestion nutritionnelle au travers des réalisations CIRDO Formation. CIRDO se place en effet comme une solution innovante adaptée et adaptable, complémentaire et non substitutive de la prise en charge de la personne par son entourage et par des professionnels.

Une utilisation croisée et coopérative de la parole et de l'image pour un système performant et discret

L'idée originale du projet CIRDO est d'utiliser à la fois une analyse de scène vidéo et une analyse de scène sonore qui, par leur complémentarité, augmenteront les fonctionnalités et les performances du système. Etant donné qu'un des problèmes essentiel est de préserver toute information privée concernant la personne, l'utilisation de la reconnaissance de la parole n'a pas pour but d'analyser le contenu sémantique du message mais plutôt d'identifier certains mots clés (appel à l'aide, demande de service, composition du plateau repas...) soit prononcés intentionnellement soit susceptibles de véhiculer une information dénotant une situation physique anormale, une anxiété, une souffrance, etc. Il en sera de même pour l'analyse de scène vidéo qui ne sera pas capable d'extraire des informations sur l'intention de la personne et son activité mais d'identifier une situation anormale (chute, immobilité prolongée, ...).



Dispositif expérimental de CIRDO.

CIRDO est un projet de recherche industrielle coordonné par le LIRIS - Université Lyon 1. Il associe le le LIG, le GRePS, Technosens et FSI (professionnels du secteur de la télésanté et des services à la personne), le CATEL et l'IRSAP. Le projet a débuté en décembre 2010 pour une durée de 36 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 740 k€ pour un coût global de 1,1 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Le principal résultat attendu est de fournir le prototype d'un système d'assistance pour le maintien à domicile qui assure une sécurité et apporte un sentiment de sérénité et de confort à la personne et son entourage : adapté et adaptable à la population visée.

Production scientifique et brevets

Outre le logiciel, les résultats scientifiques obtenus feront l'objet de publication dans des congrès et revues scientifiques de bons niveaux dont les thèmes concernent la vision et l'interprétation du geste, l'analyse de la parole et la psychologie sociale.

Des communications concernant les premiers résultats sont en cours de rédaction, elles seront soumises à publication.

Contact : Saida Bouakaz, saida.bouakaz@liris.cnrs.fr, http://liris.cnrs.fr/cirdo/doku.php

Programme Technologies pour la santé et l'autonomie, édition 2008

Projet PALLIACOM

Des écritures assistées pour communiquer dans les cas de handicap sévère perceptuo-cognitif, gestuel et langagier

Des claviers virtuels alphabétiques ou pictographiques pour une bonne écriture assistée de la langue

Le projet PALLIACOM est destiné aux personnes écartées de la société par suite de sévères difficultés de parole ou d'écriture. PALLIACOM vise la réalisation d'un communicateur produisant du texte par des personnes privées des facilités des fonctions communicatives ordinaires (parole, gestes permettant l'écriture). Le communicateur propose plusieurs options d'écritures (alphabétique, pictographique ou mixte) de la langue, pour permettre la production assistée et contrôlée de textes, au moyen de claviers virtuels configurables organisés en fonction des possibilités gestuelles, perceptives et cognitives du scripteur. Deux options d'écriture sont proposées, suivant l'âge, les aptitudes et les objectifs des personnes. L'écriture alphabétique peut être facilitée par l'option vitipi de Palliacom. L'écriture pictographique, compatible avec les structures grammaticales de la langue, permet d'écrire du texte à partir de pictogrammes représentant des mots (polysémiques) et des opérations de grammaire. Les retombées du projet visent à la fois des avancées fondamentales concernant les modèles de linguistique cognitive sous-jacents, et surtout la mise à disposition d'un communicateur multimodal configurable et adapté destiné aux utilisateurs précités.

Une équipe interdisciplinaire en 3 blocs pour un réel usage d'une aide technique adaptée

L'organisation réellement multidisciplinaire entre les équipes d'usage, industrielle, et créative, suit un développement en spirale, de la théorie linguistique au terrain. Les retours d'expérience alimentent l'ajustement des réalisations logicielles, en repérant les lignes de progression, les erreurs à éviter, afin de proposer les meilleures options pour adapter l'interface homme-machine. Les utilisateurs ne pouvant communiquer eux-mêmes, une méthode ethno-sociologique d'enquête de terrain et un suivi sur la durée du projet sont nécessaires pour connaître les différentes situations d'usage. Les données recueillies sont volontairement «brutes» et qualitatives. Les compétences résiduelles des personnes n'étant pas les mêmes, plutôt que sur le handicap, l'approche se focalise sur les compétences, pour donner des solutions : choisir un périphérique d'accès à l'ordinateur, choisir les affichages et leur disposition adaptés aux possibilités visuelles, tactiles et gestuelles. A partir des situations singulières, des profils-utilisateurs sont caractérisés en fonction des compétences pour alimenter une base de cas.

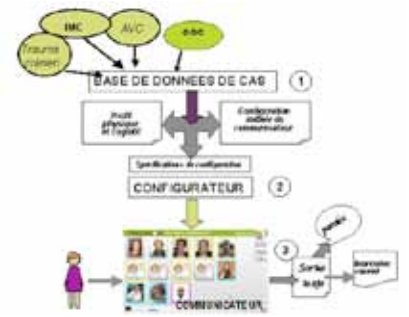


Schéma fonctionnel du communicateur Palliacom.

Le projet PALLIACOM est coordonné par Telecom-bretagne (Institut Telecom), il associe l'IRIT (Université de Toulouse) et Réalisation développement informatique (R/D/I+). Ce projet a démarré en janvier 2009 pour une durée de 48 mois. Il bénéficie d'une aide ANR de 505 k€ pour un budget total de 1,87 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Pour l'équipe, les observations ethno-sociologiques complétées par des entretiens individuels et/ou collectifs dans 5 sites expérimentaux, ont permis la connaissance de différentes situations de handicap de communication, des besoins et des attentes des utilisateurs, des méthodes de travail des accompagnants... Pour les utilisateurs qui ne parlaient pas, le travail en boucle, entre les réalités quotidiennes du terrain et la théorie, a permis au fil des progrès, des corrections et des ajustements de représentation, en particulier pour l'écriture pictographique utilisée par les enfants : utilisation des pronoms, des déictiques, oralisation, sociabilisation... L'assistance à l'écriture alphabétique moins avancée expérimentalement que la partie pictographique, paraît mieux adaptée aux adultes ; l'un d'entre eux a déjà pu voir son cas amélioré.

Production scientifique et brevets

Actes de colloques : Handicap 2010, Marsouin 2010, Marsouin 2011, Flairs-22 2009, Flairs24 2011, ASSISTH 2011, SFTAG 2009. - Prix « coup de coeur du jury » de Handifriend 2010. Création d'entreprise : Pictosem.

Contact : maryvonne.abraham@enst-bretagne.fr, http://recherche.telecom-bretagne.eu/palliacom/

Programme Technologies pour la santé et l'autonomie, édition 2006

Projet SACR-FRM

Les Réseaux Bayésiens au service des personnes en fauteuil roulant

Un problème méconnu : le choix et les réglages des Fauteuils Roulant Manuels (FRM)

Le FRM est un dispositif composé de plusieurs centaines de pièces et de dizaines de réglages et d'options. Il existe des gammes de FRMs très différents pour répondre à la grande variété des besoins des utilisateurs. Dans les faits, il semble que la moitié des FRMs utilisés soient peu ou mal adaptés à la personne, ce qui peut entraîner limitation d'autonomie, gêne, douleur, escarres, troubles musculo squelettiques. L'objectif du projet est de formaliser les connaissances et de réaliser un système d'aide au choix et aux réglages du FRM afin d'assister les professionnels et les usagers lors des trois principales étapes du choix d'un FRM : (1) l'évaluation de la personne et de ses besoins en lien avec son projet de vie et son environnement, (2) la préconisation qui détermine les caractéristiques du FRM à choisir, (3) la prescription d'un modèle de FRM et de ses réglages et options. Un tel système devrait favoriser le choix de fauteuils bien adaptés à la personne et donc diminuer les risques et améliorer l'autonomie des usagers du FRM.

Maximisation de la satisfaction des utilisateurs de Fauteuil Roulant Manuel

Le système d'aide au choix qui a été développé est basé sur un réseau bayésien. Ce modèle graphique probabiliste permet de modéliser l'ensemble des facteurs et paramètres concernant la personne et les FRM, et d'intégrer le savoir des experts et des connaissances émanant de documents concernant les « règles de choix » d'un FRM bien adapté. La modélisation à l'aide des probabilités a permis d'intégrer des données statistiques mais aussi les règles usuelles pour le choix d'un FRM, comme les exceptions. Les critères de choix sont les différents points de vue qui orientent et guident le choix de l'utilisateur, en fonction de ses capacités/incapacités, de son projet de vie et de son environnement de vie. Ainsi, par exemple, la maniabilité du fauteuil est un critère essentiel pour la personne qui se déplace beaucoup et dans des environnements encombrés, alors que la stabilité du fauteuil vers l'arrière est un critère important si la personne est amputée des jambes, ou si elle utilise des plans inclinés. Une structure particulière du réseau bayésien a été utilisée pour définir les priorités sur les critères ainsi que le niveau de qualité d'un FRM relativement à un critère de choix. Le réseau bayésien permet de maximiser la satisfaction de la personne en établissant une liste de recommandations sur les caractéristiques du FRM qui dépend des critères de choix les plus importants.



Le schéma ci-dessus illustre le processus d'utilisation du système d'aide au choix d'un FRM avec les informations à saisir et les résultats obtenus.

SACR-FRM V2 est un projet de recherche industrielle, coordonné par le LAMIH (Université de Valenciennes), il associe le CERMES, l'ENSAM Paris TECH, l'Université Lyon 1, le LIMOS, le SMPR (CHRU Lille), l'Institut Garches (AP-HP) et la société TSR. Ce projet a démarré en décembre 2006 pour une durée de 4 ans. Il a bénéficié d'une aide ANR de 1 M€, pour un budget total de 2,06 M€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Plusieurs ergomètres ont été réalisés pour effectuer des mesures sur les mouvements de propulsion et de transfert. Ils seront utilisables pour des expériences longitudinales et transversales ultérieures. Des modèles mécaniques et biomécaniques du FRM et de ses usagers ont été construits et sont disponibles pour la simulation et pour l'enseignement. Une vingtaine de critères de choix de FRM ont été recensés, définis et formalisés par des "indices de qualité" et "indices d'importance". Le résultat de ce travail est visible au travers d'un prototype du logiciel d'aide au choix et aux réglages d'un FRM qui fournit différents types d'aides pour l'évaluation, la préconisation et à la prescription d'un FRM.

Production scientifique et brevets

10 articles ont été publiés dans des revues internationales avec comité de lecture, 29 posters et communications dans des congrès internationaux et nationaux, 4 thèses. Les XXIème Entretiens Annuels de la Fondation Garches (20-21 nov. 2008, Nanterre) ont été organisés sous la direction des partenaires du projet. Un brevet est en cours de dépôt. Un savoir-faire est en négociation avec un industriel.

Contact : François Xavier Lepoutre, francois-xavier.lepoutre@univ-valenciennes.fr

Programme Blanc, édition 2009

Projet IMMED

Indexation Multimédia avec les caméras portées pour le traitement des démences liées à l'âge

Développement d'un système et d'une méthodologie permettant aux médecins (experts dans le traitement des démences liées à l'âge des patients) de capturer et d'analyser les scènes de la vie quotidienne d'un patient atteint de la maladie d'Alzheimer entre autre

Avec le vieillissement de la population en Europe, un des problèmes clés faisant partie des objectifs européens à court et à moyen terme consiste à développer des services et des technologies qui, d'une part, permettent de faciliter l'aide aux personnes âgées à leur domicile et d'autre part, viennent en aide aux équipes médicales pour l'étude des phénomènes de vieillissement et des démences afin d'élaborer des traitements thérapeutiques adéquats retardant les phénomènes cités. Le projet IMMED ambitionne de proposer des solutions en s'appuyant sur des compétences pluridisciplinaires en recherche médicale et en STIC.

Structuration des flux vidéo et reconnaissance des séquences correspondant aux activités instrumentales de la vie quotidienne des patients

L'originalité de la méthodologie proposée réside dans le fait de fournir au médecin une observation écologique des activités instrumentales des patients, c'est-à-dire en situation habituelle sans avoir à équiper les domiciles de façon fixe. L'étude se fonde ainsi sur un dispositif portatif, une caméra vidéo et microphone intégrés portés par des patients, ce qui en facilite le déploiement. Cette approche est ainsi adaptée à l'observation de personnes parmi une population nombreuse, notamment lors de campagnes de dépistage, ou lors d'études épidémiologiques. Il s'agit de modéliser la structure des vidéos acquises d'une durée de 45 minutes environs afin de faciliter la navigation dans ses contenus par les médecins. L'indexation-reconnaissance des activités d'intérêt est réalisée à l'aide des modèles de Markov cachés hiérarchiques, la description du contenu de la vidéo comporte les indices du mouvement, de la couleur, des caractéristiques de la bande sonore et de la localisation du patient à son domicile. Une interface permettra de naviguer dans des contenus indexés de façon efficace par des médecins.



Capture et analyse par les médecins des activités de la vie quotidienne des patients en situation d'autonomie par dispositif audio/vidéo portable.

Le projet IMMED est un projet de recherche exploratoire, coordonné par le LABRI-Université Bordeaux 1. Il associe l'IMS, l'IRIT et le Centre INSERM-Epidémiologie et Biostatistique. Il a démarré en octobre 2009 pour une durée de 36 mois. Le budget global du projet est de 1,07 k€, il a bénéficié d'une aide ANR de 289 k€.

IMPACTS

Résultats majeurs

Supervision réduite par l'utilisation d'approches semi-supervisées pour la reconnaissance visuelle. Nouveaux descripteurs des flux audio-visuels de bas niveau sémantique :
- descripteur spécifique de la dynamique des scènes vidéo acquises avec des caméras portées par des personnes,
- descripteur audio dans le domaine spectral pour la détection des bruits spécifiques caractéristiques pour un environnement domestique.

Production scientifique et brevets

Quatre papiers ont été publiés dans des conférences et ateliers du domaine STIC soutenus par IEEE y compris ICPR'2010 et ACM MM 2010 et une communication est acceptée au congrès international ICAD'11 de l'association Alzheimer sur la maladie Alzheimer.

Contact : Jenny Benois-Pineau, jenny.benois@labri.fr, http://immed.labri.fr

Création : SBBA

Réalisation - Impression : Navis

Dépôt légal à parution
ISSN 2258-9309





AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE
ANR

212 rue de Bercy - 75012 Paris
Tél. : +33 (0)1 78 09 80 00
www.agence-nationale-recherche.fr



Intelligence Artificielle et Robotique

« Confluences de l'Homme et des STIC »

56 ans après sa création, l'intelligence artificielle continue à susciter enthousiasme, espoir, intérêt, aussi bien que méfiance, incrédulité ou oppositions farouches dans les milieux scientifiques et professionnels et dans le grand public. Mais les recherches sur l'intelligence artificielle et la robotique ont permis des avancées dans de nombreux domaines : en informatique, la programmation objet hérite des recherches sur la représentation des connaissances. Dans les années quatre-vingt, les systèmes experts ont permis de découvrir des gisements pétroliers, de superviser des procédés chimiques, de diagnostiquer des maladies. Les systèmes de vision artificiels de robots s'appuient sur des dizaines d'années de recherche en reconnaissance de formes. Le niveau de performance actuel en compréhension de la parole permet de réaliser des serveurs vocaux d'une très grande fiabilité. Les moteurs de recherche sur le web peuvent classer automatiquement leurs résultats. Les algorithmes génétiques produisent des solutions à des problèmes complexes d'optimisation que les méthodes numériques traditionnelles ne peuvent pas aborder.

Si les avancées ont été importantes, il reste évidemment de très nombreux défis à relever pour réaliser des systèmes artificiels ou des robots capables de nous assister dans nos tâches quotidiennes, qu'elles soient personnelles, professionnelles ou sociales. Pour cela, il faut reconnaître des formes, raisonner, interagir, optimiser, apprendre automatiquement. Ce sont quelques-uns des grands défis que traitent les près de 120 projets présentés dans ce cahier.

www.agence-nationale-recherche.fr

AGENCE NATIONALE DE LA RECHERCHE
ANR

afaq ISO 9001 Qualité AFNOR CERTIFICATION

ANR COMMUNICATION - MARS 2012 - 010901