

BULLETIN

DE

L'AFIA



JUILLET 2005

N° 60

Présentation du bulletin

Le **Bulletin** de l'**Association Française pour l'Intelligence Artificielle** vise à fournir un cadre de discussion et d'échanges au sein de la communauté universitaire et industrielle. Ainsi, toutes les contributions, pour peu qu'elles aient un intérêt général pour l'ensemble des lecteurs, sont les bienvenues. En particulier, les annonces, les comptes rendus de conférences, les notes de lecture et les articles de débat sont très recherchés. Le Bulletin de l'AFIA publie également des dossiers plus substantiels sur différents thèmes liés à l'IA. Le comité de rédaction se réserve le droit de ne pas publier des contributions qu'il jugerait contraire à l'esprit du bulletin ou à sa politique éditoriale. En outre, les articles signés, de même que les contributions aux débats, reflètent le point de vue de leurs auteurs et n'engagent qu'eux-mêmes.

Pour contacter l'AFIA

Président :

Michèle SEBAG

L.R.I., Bât. 490,

Université Paris-Sud,

91405 ORSAY

Tel : +33 (0)169 15 76 02

Fax : +33 (0)1 69 15 65 86

Michele.Sebag@lri.fr

<http://www.lri.fr/~sebag>

Serveur WEB

<http://afia.lri.fr>

Adhésions, Liens avec les adhérents

Jérémy MARY

LRI, Bâtiment 490

Université Paris-Sud

91405 ORSAY

Mél. : Jeremy.Mary@lri.fr

Parrainage de manifestations

Sylvie PESTY

Laboratoire Leibniz, Institut IMAG

46, Avenue Félix Viallet

38031 Grenoble CEDEX

Mél. : Sylvie.Pesty@imag.fr

Contributions au bulletin

Jérôme EUZENAT

Philippe MORIGNOT

voir ci-contre

Membres d'honneur

Marie-Odile Cordier (1999), Jean-Paul Haton (1999), Jacques Pitrat (1999),

Jean-Marc David (2000), Daniel Kayser (2000), Claude Vogel (2000),

Henri Farreny (2001), Alain Colmerauer (2002), Jean-Louis Laurière (2002),

Gérard Sabah (2003), Jean-Claude Latombe (2004), Yves Kodratoff (2004),

Malik Ghallab (2005).

Personnes morales adhérentes à l'AFIA

ADIT, AI*IA, CNET PARIS-A, ENS Mines, ENST-PARIS, ESIEA,
IGN, ILOG, INRETS, INRIA, INSTITUT FRANCAIS DU PÉTROLE,
PEUGEOT S.A., Université de Savoie, Université PARIS 9 DAUPHINE.

Bureau de l'AFIA

Michèle SEBAG, président

Serge DUPUY, secrétaire

Jérémy MARY, trésorier

Comité :

Emmanuel d'ANGELO, Jean-Paul BAQUIAST, Jacques BLANC-TALON,

Gilles BISSON, Laurent CANDILLIER, Alain CARDON, Amal EL FALLAH,

Jérôme EUZENAT, Olivier FRANCOIS, Christophe JACQUEMIN,

Nicolas LACHICHE, Vincent LEMAIRE, Patrick MARTY,

Eunika MERCIER-LAURENT, Philippe MORIGNOT, Jean-Denis MULLER,

Gérald PETITJEAN, Sylvie PESTY, Michèle SEBAG, Marc SCHOENAUER,

Olivier TEYTAUD, Fabien TORRE, Samuel WIECZOREK,

Jean-Daniel ZUCKER.

Comité de rédaction

Jérôme EUZENAT

Co-rédacteur en chef

INRIA Rhône-Alpes

655, avenue de l'Europe

Montbonnot St-Martin,

38334 Saint-Ismier

jerome.euzenat@inrialpes.fr

Philippe MORIGNOT

Co-rédacteur en chef

AXLOG Ingénierie

19-21, rue du 8 mai 1945, 94110 Arcueil

philippe.morignot@axlog.fr

Catherine BARRY-GRÉBOVAL

Rubrique « Présentation de laboratoires »

LaRIA, Equipe Ingénierie des

Connaissances,

Université de Picardie Jules Verne

5, rue du Moulin Neuf

80000 Amiens

barry@laria.u-picardie.fr

Brigitte GRAU

Rubriques « Sommaires des revues »

et « petites annonces »

LIMS1 — CNRS

B.P. 133, 91403 ORSAY Cedex

grau@limsi.fr

Marc-Philippe HUGET

Rubrique « Thèses et habilitations »

ESIA-LISTIC

Université de Savoie

B.P. 806

74016 Annecy cedex

Marc-philippe.Huget@univ-savoie.fr

Amedeo NAPOLI

Rubrique « livres »

LORIA

B.P. 239

F-54 506 Vandœuvre lès Nancy

Amedeo.Napoli@loria.fr

Sylvie PESTY

Rubriques

« Conférences et comptes rendus »

Laboratoire Leibniz-IMAG

46 Avenue Félix Viallet

F-38031 Grenoble Cedex

Sylvie.Pesty@imag.fr

Nicole TOURIGNY

Rubrique « IA au Québec »

Université Laval - Pavillon Adrien-Pouliot

Québec, Canada, G1K 7P4

tourigny@ift.ulaval.ca



Réa. Numérique – 01 46 31 64 53

ISSN 1273-1323

Dépôt légal à parution

L'AFIA continue de se réorganiser

Le texte que vous êtes en train de lire sur la présente page est composé de symboles (les caractères d'imprimerie), agrégés en mots, puis phrases, puis paragraphes, pour former une page de texte. Vous la comprenez.

Maintenant, imaginons que ce texte soit écrit dans une langue qui vous soit inconnue. Que resterait-il de cette page ? (Comment la comprendriez-vous ?) Un papyrus sans doute, ou une carte aux trésors peut-être ? Mais en tout cas vous la comprendriez comme une image, unité graphique dans votre contexte plus vaste.

Plus généralement, vous reconnaîtrez sans doute dans cette image non plus des caractères typographiques, mais des formes (formes des caractères, proximité des caractères intra-mots, espace entre les mots ou entre les phrases, disposition des paragraphes, etc).

Et si les images se suivent en séquence pour former une bande dessinée, un film (éventuellement interactif, comme dans un jeu vidéo), vous pourrez même attribuer des intentions, stratégies, buts, plans et actions à certaines de ces formes (par exemple, pour les chevaliers et démons, de l'article de Laurent Fischer)

C'est à cette notion d'image en I.A. que s'intéresse le dossier de ce Bulletin, coordonné par Eunika Mercier-Laurent (IAE, Lyon 3) et Patrick Saint-Jean (ENSC).

Ce Bulletin reproduit aussi une interview de Tom Mitchell, Directeur du Centre pour l'Apprentissage et la Découverte Automatique (CMU).

Amedeo Napoli (LORIA) nous propose la recension de l'Introduction à la logique, de René David, Karim Nour et Christophe Raffally, et Olivier Teytaud (LRI) nous offre un groupe thématique de recensions sur la notion d'aléatoire (génération de nombres aléatoires, convergence faible et processus empiriques, théorie des sondages, théorie probabiliste de reconnaissance de formes).

Le laboratoire LIRIS de l'Université Lyon I et le laboratoire KIN de la société ARCELOR sont ensuite à l'honneur, ce dernier étant un exemple de jonction entre les milieux académiques et industriels.

Enfin, un compte-rendu de l'atelier « Connaissance et Documents Temporels » organisé par la plateforme AFIA, et un compte-rendu de la conférence sur la planification, tenue en juin dernier à Monterey en Californie achèvent le sommaire de ce Bulletin.

Ensuite l'AFIA continue de se ré-organiser : d'abord, le Comité Stratégie (composé de Serge Dupuy, Jean-Paul Baquiast et Jean-Denis Muller) a défini en quels termes il fallait penser l'I.A., ce qui fera vraisemblablement l'objet d'une communication dans un prochain Bulletin. Ensuite, un Responsable Communication coté Industrie a été nommé (Gérald Petitjean) et un autre coté Académie est en passe d'être nommé. Enfin, toujours dans l'optique d'une plus grande synergie entre les internautes et notre site web (<http://www.afia-france.org>), nous sommes en train d'effectuer une refonte complète de ce site, pour une plus grande convivialité et ergonomie. Nous prévoyons également de mettre la table des matières des Bulletins en ligne sur ce site (et non plus seulement l'éditorial), avec éventuellement la liste des laboratoires et dossiers déjà présentés et d'autres surprises encore.

Nous renouvelons encore notre appel à contribution : si vous, cher lecteur, avez un sujet que vous aimeriez faire partager à la communauté française d'I.A. (chants d'amour ou coups de gueule, ou plus sérieusement recensions de livres que vous avez aimés, compte-rendus de conférences que vous avez aimées, etc), n'hésitez pas à nous faire parvenir vos textes, nous serions ravis de les publier.

Philippe MORIGNOT et Jérôme EUZENAT
Rédacteurs en chef du Bulletin de l'AFIA

Nous publions ici un résumé de l'article qui a reçu le prix de l'AFIA à la conférence Ingénierie des Connaissances de 2005.

Aligner des ontologies lourdes : une méthode basée sur les axiomes

Frédéric Fürst

LARIA - Laboratoire de Recherche en Informatique d'Amiens (CNRS-FRE 2733)
33 rue Saint Leu - 80039 Amiens Cedex 01
frederic.furst@u-picardie.fr

Francky Trichet

LINA - Laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique (CNRS-FRE 2729)
2 rue de la Houssinière - BP 92208 - 44322 Nantes Cedex 03
francky.trichet@univ-nantes.fr

Les ontologies de domaine sont actuellement au coeur de nombreuses applications de l'Ingénierie des Connaissances, en particulier le Web Sémantique, car elles ont pour objectif de supporter la gestion des connaissances et le raisonnement sur ces connaissances, dans une optique d'interopérabilité sémantique entre agents humains et/ou artificiels. Dans ce cadre, l'alignement d'ontologies, permettant d'établir des liens sémantiques entre concepts et relations de deux ontologies supposées bâties sur des domaines connexes, est une question centrale ; cet alignement ayant pour but de permettre la manipulation conjointe de plusieurs ontologies au sein d'une même application, ou de permettre à deux applications utilisant des ontologies différentes de communiquer.

Étant données deux ontologies O1 et O2 contenant chacune une hiérarchie de concepts, un ensemble (parfois hiérarchisé) de relations entre ces concepts, et un ensemble de propriétés de ces concepts et relations, aligner O1 et O2 consiste principalement à identifier des appariements (c1,c2) de concepts et des appariements (r1,r2) de relations d'O1 et O2. Ces appariements peuvent représenter des identités entre primitives conceptuelles (c'est-à-dire concepts et relations), mais également des subsomptions ou d'autres liens conceptuels (exclusion, incompatibilité, etc.). Les algorithmes d'alignement permettent de découvrir ces appariements et de les valuer en fonction de leur validité.

Les algorithmes existants peuvent être classés en trois grandes catégories selon les éléments pris en compte pour découvrir les appariements :

1 - les algorithmes s'appuyant sur la comparaison des

expressions linguistiques (labels éventuellement étendus à l'aide de thesaurus, définitions en langage naturel, etc.) des concepts et relations pour découvrir des analogies entre primitives conceptuelles ;

2 - les algorithmes s'appuyant sur la comparaison des instances des concepts et relations ;

3 - les algorithmes s'appuyant sur la comparaison des propriétés des primitives conceptuelles.

Nos travaux s'inscrivent dans le cadre de cette troisième approche exploitant le niveau axiomatique des ontologies. Cependant, contrairement à la plupart des travaux similaires ou seuls la propriété de subsomption est utilisée, notre algorithme d'alignement repose sur l'ensemble des propriétés exprimant la sémantique des primitives. Ces propriétés couvrent aussi bien les propriétés classiquement utilisées dans les ontologies dites légères (*lightweight ontologies*), telles que les subsomptions, les propriétés algébriques des relations, les abstractions de concepts, entre autres, mais aussi des propriétés du domaine ne pouvant être exprimées que sous forme d'axiomes, dont la sémantique formelle est celle d'une implication logique. L'intégration de tels axiomes de domaine dans une ontologie, en plus des propriétés classiques des ontologies légères, permet alors de parler d'ontologies lourdes (*heavyweight ontologies*), dont l'émergence est actuellement en cours et reconnue depuis quelques années comme nécessaire vis-à-vis des objectifs applicatifs des ontologies.

Pouvoir comparer à la fois les propriétés classiques (que nous appelons schémas d'axiomes) et les axiomes de domaine nécessite de pouvoir représenter ces deux types d'axiomes. Pour cela, nous proposons OCGL

(*Ontology Conceptual Graph Language*), un langage inspiré du modèle des Graphes Conceptuels, permettant la représentation d'ontologies lourdes dans un formalisme graphique. Ce langage est implémenté dans l'atelier d'ingénierie ontologique TooCoM (*A Tool to Operationalize an Ontology in the Conceptual Graph Model*, <http://sourceforge.net/projects/toocom/>), qui intègre également l'algorithme d'alignement.

Notre algorithme est basé sur deux principes : (1) l'utilisation de la **stabilité de modélisation** et de la rareté d'une propriété conceptuelle pour fixer le poids de cette dernière dans l'évaluation des appariements et (2) l'utilisation de **méta-représentations** des axiomes de domaine pour comparer leurs structures. La stabilité de modélisation d'une propriété (schéma d'axiome ou axiome de domaine) correspond à son degré de stabilité d'une ontologie à l'autre ; sa rareté est relative à sa fréquence d'apparition dans les ontologies. La comparaison des axiomes de domaine, qui correspondent formel-

lement à des implications logiques, doit se faire de façon topologique, indépendamment des labels des concepts et relations en jeu, puisqu'on désire comparer la sémantique de ces axiomes. C'est pourquoi ces axiomes sont d'abord représentés à un niveau plus abstrait à l'aide d'une ontologie de représentation du langage OCGL, elle-même exprimée en OCGL, et donc nommée MetaOCGL.

Ces deux principes nous permettent, à partir de deux ontologies lourdes exprimées en OCGL (une transformation XSLT d'OWL vers OCGL est disponible), de découvrir et de valuer des appariements de concepts et de relations. L'article décrit également une expérience d'alignement menée sur deux ontologies du domaine des relations familiales. Le matériel de cette expérience et ses résultats sont disponibles sur le site de TooCoM.

Site de TooCoM :

<http://sourceforge.net/projects/toocom/>

Du côté des éditeurs ...

Voici quelques livres que des éditeurs proposent aux membres de l'AFIA de reviewer.

Si vous souhaitez effectuer une recension d'un de ces ouvrages, envoyez un email avec le titre, les auteurs et l'éditeur du livre que vous souhaitez reviewer, ainsi que vos coordonnées postales à philippe.morignot@axlog.fr : nous vous enverrons ce livre (que vous garderez pour prix de votre recension). Généralement, la recension sera envoyée aux auteurs du livre, afin qu'il puisse répondre à la recension, s'ils le souhaitent (la recension et la réponse s'il y en a une seront publiées dans le Bulletin).

1. Jacques Richalet, Guy Lavielle et Joëlle Mallet. La commande prédictive. Eyrolles, Paris, décembre 2004, 256 pages.
2. Patrick Naïm, Pierre-Henri Willemin, Philippe Leray, Olivier Pourret et Anna Becker. Réseaux bayésiens. Eyrolles, Paris, mai 2004, 224 pages.
3. Gérard Dreyfus, Manuel Samuelides, Jean-Marc Martinez, Mirta B. Gordon, Fouad Badran, Sylvie Thiria et Laurent Hérault. Réseaux de neurones. Eyrolles, Paris, Avril 2004, avril 2004, 408 pages.
4. Philippe Lacomme, Christian Prins et Marc Sevaux. Algorithmes de graphes. Eyrolles, Paris, octobre 2003, 422 pages.
5. Johann Dréo, Alain Pérowski, Patrick Siarry et Eric Taillard. Métaheuristiques pour l'optimisation difficile. Eyrolles, Paris, septembre 2003, 356 pages.
6. Yann Collette et Patrick Siarry. Optimisation multiobjectif. Eyrolles, Paris, octobre 2002, 322 pages.
7. Antoine Cornuéjols, Laurent Miclet et Yves Kodratoff. Apprentissage artificiel. Eyrolles, Paris, août 2002, 638 pages.
8. Christelle Gueret, Christian Prins et Marc Sevaux. Programmation linéaire. Eyrolles, Paris, octobre 2000, 384 pages.

Impressions sur le rôle de correspondant régional

Arnaud DELHAY

Laboratoire Lannionais de l'IRISA

Il y a quelques temps, le bureau de l'AFIA a proposé de désigner des correspondants régionaux pour l'association. J'ai accepté cette tâche qui semblait être intéressante pour le laboratoire dont je fais partie et pour ses membres. J'ai également souhaité par ce geste contribuer (un tout petit peu) à l'action de l'association.

Avant de commencer à décrire mon rôle de correspondant, il me semble important de rappeler dans quel contexte s'effectue ma recherche et celle de mes collègues. Mon laboratoire, le Laboratoire Lannionais de l'IRISA (LLI), est située à Lannion, à environ 160 km de Rennes, dans un endroit tout à fait charmant appelé la Côte de Granit Rose¹, quoiqu'un peu éloigné de notre université de tutelle, Rennes I. Tous les membres de mon laboratoire, qui regroupe 3 équipes, sont des enseignants-chercheurs et deux de ces équipes, CORDIAL et BADINS, sont intéressées par les activités liées à l'IA. Je me suis donc proposé pour être le correspondant local (plutôt que régional, car je ne couvre pas véritablement une région au sens administratif du terme) du LLI pour l'AFIA. Tous ces détails situent la *localité* de mon rôle de correspondant, représentant une dizaine de permanents.

Les impressions principales que je tire d'une année « d'activité » sont que les collègues, en particulier les nouveaux arrivants semblent peu concernés ou peu informés de l'existence de l'AFIA. La question principale à laquelle j'ai eu à répondre est donc « qu'est-ce que l'AFIA ? ». Je mets à la disposition du laboratoire la version papier et électronique du bulletin qui me semble consulté, sans pour autant dire qu'on se l'arrache. Personnellement, je le trouve enrichissant pour quelqu'un qui cherche à découvrir des référents dans un domaine particulier de l'IA. Le rôle de correspondant

est donc important à ce niveau pour promouvoir l'action de l'AFIA.

En ce qui concerne les collègues connaissant l'AFIA, il semble que l'image de l'association soit bonne, que l'association apporte des informations intéressantes à ses adhérents et qu'elle prenne des initiatives enrichissantes (comme les cours en ligne ... dommage que cela ne soit pas encore assez populaire). Son rôle de soutien aux conférences est également connu.

En conclusion, je dirais que l'AFIA est relativement bien connue, mais qu'il faut faire un effort de communication vers les jeunes chercheurs (dès la thèse) pour la faire connaître. Toutefois, j'ai l'impression que les collègues (et moi-même) n'utilisent pas complètement ce soutien à l'IA. Le PortAI est à mon avis mal connu et sous-employé. Si chacun voulait bien remplir les données concernant les activités de son laboratoire ou de son équipe, je pense que cela apporterait beaucoup à la communauté. J'aimerais bien retrouver les éléments d'enquête sur les thématiques que nous trouvons dans les différents bulletins.

L'implication dans l'association n'est pas extraordinaire à Lannion, mais nous comptons des adhérents fidèles et nous nous intéressons à ses activités. Je me rends compte à l'écriture de ce papier qu'il me reste encore beaucoup de travail de communication à faire pour informer les collègues ne serait-ce que de l'existence de certains services offerts par l'AFIA qui seraient très appréciés. Je viens d'ailleurs de rencontrer une jeune collègue qui devrait bientôt rejoindre les adhérents...

1. Que vous aurez le plaisir de découvrir en mai 2006 si vous participez à la Conférence CAp !

Nouvelles du Québec

Nicole Tourigny

Voici deux résumés de thèses soutenues en mai 2005 au département d'informatique et de génie logiciel (<http://www.ift.ulaval.ca>) de l'Université Laval (<http://www.ulaval.ca>). Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du Laboratoire des Systèmes Intelligents (LSI), composé d'équipes (groupes). Ces résumés reprennent ceux utilisés pour l'annonce de la soutenance par l'auteur concerné.

Titre : **FATMAS : A Methodology to Design Fault-tolerant Multi-agent Systems**

Diplôme: Ph.D.

Auteur : Sehl Mellouli

Soutenance : 28 avril 2005

Groupe : Groupe de recherche en informatique computationnelle

Examineurs :

Guy Mineau, Ph.D. (directeur de thèse), Université Laval

Bernard Moulin, Ph.D. (co-directeur), Université Laval.

Sylvain Delisle, Ph.D. (examineur) Université du Québec à Trois-rivières

Andrea Omicini, Ph.D. (examineur) Université de Bologne, Italie

Marie-Pierre Gleizes, Ph.D. (examinatrice) Université Toulouse, France

Résumé :

Chaque agent, dans un système multi-agent (SMA), pour diverses raisons, peut rencontrer des problèmes pendant l'exécution de ses tâches, ce qui peut induire un dysfonctionnement du SMA. Cependant, le SMA doit être en mesure de détecter les sources de problèmes (d'erreurs) afin de les contrôler et ainsi continuer son exécution correctement. Un tel SMA est appelé un SMA tolérant aux fautes. Il existe deux types de sources d'erreurs pour un agent : les erreurs causées par son environnement et les erreurs dues à sa programmation. Dans la littérature, il existe plusieurs techniques qui traitent des erreurs de programmation au niveau des agents. Cependant, ces techniques ne traitent pas des

erreurs causées par l'environnement du SMA. L'environnement d'un SMA représente toutes les composantes que le système ne contrôle pas mais avec lesquelles il interagit. Cette thèse présente une méthodologie de conception de SMA tolérants aux fautes, nommée FATMAS, qui permet au concepteur du SMA de détecter et de corriger, si possible, les erreurs causées par les composantes du SMA. Cette méthodologie permettra ainsi de délimiter la frontière entre le SMA (interne) et son environnement (externe). La frontière d'un SMA est déterminée par les différentes composantes (matérielles ou logicielles) que le système contrôle. Ainsi, le SMA, à l'intérieur de cette frontière, pourra corriger les erreurs provenant de ces composantes. La méthodologie proposée doit couvrir les trois phases d'un développement logiciel qui sont l'analyse, la conception et l'implémentation tout en intégrant, dans son processus de développement, une technique permettant au concepteur du système de délimiter la frontière du SMA et ainsi de détecter les sources d'erreurs et y remédier afin que le système multi-agent soit tolérant aux fautes (SMATF).

Titre : **A Pragmatic and Semantic Unified Framework for Agent Communication**

Diplôme: Ph.D.

Auteur : Jamal Bentahar

Soutenance : 16 mai 2005

Groupe : Groupe de recherche en informatique cognitive

Examineurs :

Bernard Moulin, Ph.D. (directeur de thèse),
Université Laval

Brahim Chaib-draa, Ph.D. (co-directeur), Université
Laval

Yves Lespérance, Ph.D. (examineur), York
University

Josée Desharnais, Ph.D. (examinatrice), Université
Laval

Frank Dignum, Ph.D. (examineur) Utrecht
University, The Netherlands

Résumé :

Le succès des applications multi-agents nécessite un système sophistiqué de communication. Cette thèse propose un cadre unifié pour la pragmatique et la sémantique de la communication entre agents logiciels dans un système multi-agent. La pragmatique traite la façon avec laquelle les agents utilisent les actes communicatifs lorsqu'ils participent aux conversations. Elle est liée à la dynamique des interactions entre agents et à la manière avec laquelle les actes individuels sont reliés pour construire des conversations complètes. La sémantique, quant à elle, porte sur la signification de ces actes. Elle établit la base pour une signification concise et non ambiguë des messages échangés entre les agents. Ce cadre unifié vise à résoudre trois problèmes majeurs dans le domaine de communication entre agents : 1. L'absence d'un lien entre la pragmatique et la sémantique ; 2. L'inflexibilité des protocoles actuels de communication entre agents; 3. La vérification des mécanismes de communication entre agents. Les

contributions principales de cette thèse sont : 1. Une approche pragmatique formelle basée sur les engagements sociaux et les arguments ; 2. Un nouveau formalisme pour la communication entre agents appelé Réseau d'Engagements et d'Arguments; 3. Un modèle logique basé sur la logique temporelle et la logique dynamique définissant la sémantique des éléments utilisés dans l'approche pragmatique; 4. Une technique de vérification de modèles basée sur une méthode à tableaux pour vérifier une famille de protocoles flexibles de communication entre agents appelée protocoles à base de jeux de dialogue; 5. Une Spécification formelle et une implémentation d'un nouveau protocole de persuasion à base de jeux de dialogue.

Pour plus d'informations, vous pouvez contacter les personnes concernées à partir du site du département d'informatique et de génie logiciel (<http://www.ift.ulaval.ca>) de l'Université Laval. Il me fera également plaisir de répondre à vos questions. Vos commentaires seront appréciés.

Nicole Tourigny, Ph.D., professeure titulaire
Directrice LSI
Département d'informatique et de génie logiciel
Faculté des sciences et de génie
Pavillon Adrien-Pouliot
Université Laval
Québec, CANADA
G1K 7P4
Nicole.Tourigny@ift.ulaval.ca
<http://ericae.ift.ulaval.ca/>

Intelligence Artificielle et Image

Coordonnateurs :

Eunika Mercier-Laurent (IAE Lyon 3, eml@wanadoo.fr),
Patrick Saint-Jean (ENSC, ACM SIGGRAPH, pstjean@ens-cachan.fr)

« Avec l'image numérique, un mode d'automatisation radicalement différent apparaît. L'image n'est plus le produit d'une trace matérielle (physique ou énergétique), mais d'un calcul automatique effectué par un ordinateur. Sa morphogénèse, son mode de distribution (conservation, duplication, circulation), et par là son statut sémiotique et son économie symbolique changent radicalement. L'image atteint un niveau d'automatisation sans commune mesure avec les niveaux précédents (optiques, mécaniques, électroniques). Après avoir emprunté aux mathématiques et à la physique, elle a désormais recours à des techniques de simulation sophistiquées issues des sciences cognitives et des sciences du vivant. Ce faisant, elle acquiert des capacités qui semblaient jusqu'à maintenant n'appartenir qu'au règne animal, et à l'homme en particulier : la vie et l'intelligence. »

Edmond Couchot, théoricien de l'art, Professeur émérite de l'Université Paris-VIII, extrait de la conférence de l'Université de tous les savoirs du 9 juillet 2004

George Lucas, le père du cinéma numérique, et producteur d'exploits cinématographiques visionnaires comme *Star Wars* et *Indiana Jones*, a révélé sa motivation et ses plans futurs :
- « *I am a storyteller at heart* »
- *Looking to the future, Lucas expressed his belief that advancements in artificial intelligence will vastly change technology and particularly the game industry. « I want to get to the point where you can talk to a game and the game will talk back. »*

- Lucas stressed that his quest for innovation was a quest for « immaculate reality ».

Extrait de la conférence invitée de George Lucas au SIGGRAPH 2005, voir <http://paris.siggraph.org>

http://www.siggraph.org/siggraph_2005_keynote

Introduction¹

La puissance des ordinateurs a permis le développement rapide de diverses techniques pour le traitement d'image et la vision artificielle. Après les consoles de jeux, l'image est arrivée sur les téléphones portables, les PDA et autres « devices ». Les applications sont nombreuses : jeux, communication, formation et e-learning, réalité virtuelle, design, maintenance, e-business, médecine, robotique, jouets, domotique, sécurité, cinématographie...

Toutes ces applications sont ou pourraient être intelligentes et efficaces. Les spécialistes de l'image (computer graphics) n'invoquent que très rarement l'expression intelligence artificielle, bien que depuis la sortie du film de Steven Spielberg on la cache moins.

Ce dossier a pour objectif de faire le point sur les recherches menées conjointement par des spécialistes de différents domaines de l'IA, ceux de l'image et d'autres domaines associés. Quelques sujets : compréhension de l'image, représentation et découverte de connaissances, interaction dynamique avec utilisateur, immersion et bien d'autres.

Les approches et les techniques IA symboliques et numériques sont certainement utilisées et peuvent être utilisées d'avantage dans le traitement d'image, vision artificielle, simulation, divertissement pour améliorer les applications actuelles. Ce dossier aborde quelques applications existantes et en proposera

1. La plupart des images de ce dossier étant en couleur, elles ne donnent sans pas toute leur mesure en niveaux de gris. Aussi nous invitons les lecteurs intéressés à se reporter à la version en ligne de ce Bulletin sur le site de l'AFIA : www.afia-france.org

d'autres, ainsi que quelques idées pour une recherche applicative.

En France, RFIA intègre ce sujet dans le programme depuis 1988. Un Groupe de Travail ASTI y est consacré ainsi que les programmes PRIAM et RIAM. Des événements comme Imagina et Laval virtuel regroupent des chercheurs et des professionnels de l'image. La création de Pôles Image témoigne de l'intérêt stratégique pour ces domaines. Selon cordis.lu deux programmes de la Commission Européenne et 258 projets y sont consacrés. Au niveau international le SIGGRAPH fait le point annuel sur les techniques, les outils et les applications. AAAI s'intéresse également au sujet.

Ce dossier présente des acteurs que nous avons sollicités qui ont répondu à l'appel. Nous citons quelques-uns qui sont impliqués dans le sujet et qui n'y figurent pas. Merci à tous ceux qui souhaitent être visibles dans la suite de ce dossier de nous contacter.

**Eunika Mercier-Laurent,
Patrick Saint-Jean.**

**Paris ACM SIGGRAPH
Professional
and Student Chapter**

Association 1901, non commerciale et à but non lucratif.

Contact : Patrick Saint-Jean
Tel : 01 49 73 96 11
Email : paris-chapter@siggraph.org
Web : <http://paris.siggraph.org>
Adresse : 16, Villa Thérèse
94240 - L'Hay les Roses

Membres de l'équipe concernés par le thème :

Patrick Saint-Jean, Chair Paris ACM SIGGRAPH Chapter, chargé du Groupe

Image de l'ASTI (Sciences et Technologie de l'Information), MC à l'ENS Cachan, Département Design, Ingénieur, docteur en biologie de Paris XIII, travaille d'une part sur la polyagogie en espace virtuel (PolyAgogic CyberSpace), et d'autre part sur les Texturologies Quantiques, systèmes de représentation, de mesure et d'auto-organisation, dans des processus d'intelligence (langage), de vie (développement, évolution), de conscience (représentation, émergence de sens) et d'âme (anima, sensorium, émergence d'imaginaire, d'émotion et de comportement) artificielles pour le Design du concept multimédia (spatialisation de l'information, aide au scénario, partition multimédia) pour le spectacle de la connaissance.

Pierre Berger, Trésorier de Paris ACM SIGGRAPH Chapter, journaliste co-éditeur d'ASTI-Hebdo, et artiste peintre numérique en quête d'intelligence artificielle (projet Roxame).

Les autres membres (Thierry Frey, Bernard Ferrif, Pierre Hénon, Anne-Marie Kempf, Jean-Paul Couder, Renaud Jungmann, Alexis Casas, Thierry Le Boité, Frank Pettita) de par leurs responsabilités ou leur activités de recherche, d'enseignement, d'édition ou de développement sont également impliqués ou confrontés à l'intelligence artificielle (jeux, animation numérique, effet spéciaux, Réalité Virtuelle, Web).

La bibliothèque numérique d'ACM (Association for Computing Machinery) comporte près de 53000 articles ayant le terme « artificial intelligence » dans le titre, et la base de données bibliographique Computer Graphics d'ACM SIGGRAPH (Special Interest Groups on Graphics) en comporte 93. Une recherche Web sur Google fournit près de 900 pages « pertinentes » sur 15 millions.

Thème général de l'équipe :

Promotion de l'image et de la culture numérique sous toutes ses formes en relation avec ACM SIGGRAPH (Computer Graphics and Interactive Techniques) et les activités professionnelles de ses membres (acquisition, analyse, traitement, synthèse, visualisation et processus de l'image, multimédia interactif, de la R&D à la production de

film d'animation, de scénario, de jeux, et de systèmes interactifs).

L'I.A. et l'image au SIGGRAPH

Contact : Patrick Saint-Jean

Tel : 01 49 73 96 11

Email : pstjean@design.ens-cachan.fr

Web : <http://creaci.free.fr>

De façon générale, aborder l'I.A. et l'image, c'est ouvrir un champ R&D vaste du fait qu'avec le film d'animation numérique, la 3D temps réel (OpenGL), le jeu et la réalité virtuelle, augmentée et simulée, pouvant faire appel à l'interactivité, tout processus global en chaîne directe ou bouclée, faisant intervenir soit une caméra ou une prise de mesures 2D, soit un support de visualisation et d'expression 2D (écrans, moniteur de contrôle de processus ou de projection), sans oublier les mémoires d'image non visualisée (base de données, pages composites multimédia ou hypertextes pour l'Internet), et les images mentales virtuelles en robotique (image de « soi », de son environnement et des autres, image de l'image que se font les autres de « vous »), sont susceptibles d'accueillir un processus d'I.A. particulier, spécifique et intrinsèque dès qu'il y a génération de propositions et de choix avec prise de décision et action selon des règles (automates), des connaissances dictées ou apprises (systèmes experts), ou des processus (adaptabilité, moteur d'I.A.). La forme et sa reconnaissance dans l'image est généralisée à son traitement informatique (image abstraite de données, structure et traces de processus) et à sa mise en forme dans l'information et la communication.

L'introduction du subjectif objectivé et l'objectivation subjectivée dans les systèmes numériques d'information, de représentation, de recherche et même de loisir (entertainment), posent de nouvelles problématiques où se projettent ceux qui veulent « mécaniser, électrifier, électroniser, technologiser et cybernétiser » l'être humain, et ceux qui veulent rendre biologique, vivant, émotif, conscient, logique, social et intelligent voire humain la machine, le robot, le système informatique et le réseau numérique. Face à l'arrivée des pseudo-sciences (Larivée, S : L'influence socio-

culturelle sur la vogue des pseudo-sciences. *Revue de Psychoéducation et d'Orientation*), les sciences, arts et technologies ont besoin de se repositionner à des fins d'objectivation du subjectif culturel pour mieux l'appréhender, le capter, le simuler, le contrôler et l'intégrer dans des processus de véracité (analyse, interprétation) impliquant les propriétés mentales et émotionnelles de l'être humain.

La notion d'image numérique, flux 2D pixelisé et matérialisé, constant ou variable dans le temps, se rapproche plus de la notion de vision numérique. De la robotique au personnage de synthèse, il n'y a qu'un pas, l'un pouvant être la maquette virtuelle de l'autre, mais aussi dépasser l'austère physionomie de robot pour devenir l'acteur synthétique vraisemblable, suffisamment crédible (believable characters), vision de tous les fantasmes et de tous les espoirs, comme de tous les monstres et de toutes les chimères. Parafite, c'est déjà créer une image dont la perception répond aux exigences des autres ou à ses propres désirs.

L'interactivité a déplacé ou plutôt étendu la problématique de l'intelligence artificielle du jeu des états, des positions, des formes statiques, au jeu des transitions d'état, des mouvements, des stratégies et de leurs apparences. Le bras robotisé avec retour de force (Phantom, plug-in pour 3DsMax ou Maya) de SensAble, permet de dépasser le 2D de l'écran en touchant réellement la matière virtuelle et où le designer/sculpteur numérique creuse, lisse, casse avec appréhension tactile, mettant en boucle sa propre vision (comme il le voit) et la formation d'images mentales (comme il le sent).

L'intelligence artificielle se place également dans les effets spéciaux comme le moteur d'IA de Cinema 4D de MediaWorks avec Thinking particles, un système de particules basé sur l'événementiel.

De la caricature théâtrale au plus près du simulacre ou de la simulation, le personnage dans sa dynamique est considéré comme un caractère, un avatar autonome ou contrôlable générateur d'images, d'expressions visuelles.

Personnages crédibles (Believable Characters) : Les personnages ou

acteurs synthétiques contrôlés par l'I.A. sont-ils de l'ordre du possible, et où nous conduisent-ils ? Là est la question qui sera posé cet été au SIGGRAPH, le Mercredi 3 Août dans le cadre des Panels. La capacité de traitement augmente à la même vitesse que les espérances, demandes et besoins des joueurs, qui soulève bien plus de questions que de réponses :

- Où en sommes-nous (et nos caractères) en termes d'intelligence artificielle ?
- Comment évolue le divertissement interactif dans les jeux sur les Playstation3 et Xbox2, avec des environnements massivement multi-joueurs à jeu de rôle en ligne ?
- Comment l'I.A. affecte-t-elle le développement des caractères crédibles à forte expression émotionnelle ?
- Comment pouvons-nous doser les priorités et équilibrer les techniques graphiques pour soutenir le réalisme perçu dans un caractère ?
- Y a-t-il des règles ou des orientations que nous puissions faire ressortir des caractères les mieux réussis du jeu ?
- Quels éléments subliminaux peuvent corrompre l'illusion des caractères crédibles ?

Dans ce Panel, les experts en matière d'industrie, les artistes, les animateurs de caractère, et les développeurs pourront partager leurs pensées profondes qui devraient nous aider à nous faire une idée, avec en image de fond les technologies graphiques, pour découvrir quelques gemmes crédibles (le quanta émotionnel) du caractère d'un personnage, et pour répondre à quelques questions de principe fondamental.

Une autre virtualité, que le jeu, est le Web ou, plutôt, le Web ne serait-il pas un des plus grand jeu virtuel où l'I.A. apporte ou pourrait apporter toute sa contribution, autrement que de le transformer en « Big Brother ».

WWAI : Comment le Web se développe-t-il ? Dans une Super-Organisation sociale ou dans une masse d'information fortement déconnectée ? Nouveau questionnement le jeudi 1er après-midi. Alors que le World Wide Web pourrait devenir le centre nerveux pour une super-organisation sociale, il demeure terriblement rudimentaire dans toutes ses frustrations. Les documents manquent de mise en

forme et de structuration ; l'enchaînement est inintelligent et instable ; l'interaction est limitée, pilotés suivant les auteurs et les navigateurs. Cependant, les choses changent. Des avancées en intelligence artificielle ont pu être appliquées au WWW, le transformant en un univers « wetware-orienté » (d'après le roman de Rudy Rucker, en opposition au hardware et software du système lui-même, le wetware représente le système nerveux humain des développeurs, opérateurs et administrateurs utilisateurs), globalement distribué et massivement parallèle. Les développeurs de tous les domaines du Web discuteront cette problématique et d'autres possibilités pour le futur du Web.

On remarquera également que le Computer Science and Artificial Intelligence Laboratory du Massachusetts Institute of Technology (MIT) est fortement présent cette année dans de nombreuses communications au SIGGRAPH.

Les savoirs et savoir-faire ne sont pas que dans les Universités et Laboratoires, l'Industrie présente au SIGGRAPH 2005, développe ses produits à forte composante d'intelligence artificielle. Parmi eux :



- Act-3D, B.V. (www.quest3d.com) a créé Quest3D, un programme de logiciel pour les artistes 3D, de multimédia et les réalisateurs de réalités virtuelles. Quest3D est orienté pour des productions de temps réel 3D, comme l'architecture, la formation à la réalité virtuelle, le divertissement et les présentations interactives. Les points culminants de Quest3D™ incluent la simulation de phénomènes physiques, la connectivité de base de données, la gestion de réseau à utilisateurs multiples, l'intelligence artificielle, le rendu optimisé de paysages et de foules et des possibilités graphiques puissantes.
- Activeworlds, Inc. est réalisateur d'un navigateur 3D, avec plus de 1.5 million de téléchargements, qui assure la livraison efficace de contenus 3D via l'Internet. Avec 3Dlive, vous vous retrouvez dans des environnements 3D où des caractères contrôlables à distance vous aident à la visite guidée et commentée de laboratoires, de galeries ou de boutiques avec une force de vente obtenue par intelligence artificielle.



- AFA Products Group, Inc. apporte des solutions en matière de rapide isolation d'objets en mouvement comme s'ils bougeaient en superposition d'une séquence d'images (incrustation) pour permettre des travellings ou des fenêtres de correction de couleur (TRAX'IM).
- Deshiva Intelligent Systems Co. est l'un des organismes importants chinois pour le développement de l'animation 2D/3D, des jeux, du Design virtuel, de la fabrication virtuelle et des produits d'application intelligents.
- DigiPen Institute of Technology est un établissement d'enseignement se concentrant sur le graphique, le traitement d'images (dont l'intelligence artificielle), le 2D et le rendu 3D.

- Massive Software est spécialisée dans la vie artificielle pour l'animation numérique dans la création d'animation d'agents-contrôlés (pilotés) autonomes, pour le cinéma et la télévision, dont les plus connus se trouvent dans des effets visuels de foules.
- MUSE Technologies est spécialisée dans une gamme complète de logiciels, de matériels, et de solutions pour la visualisation de données, la simulation, la Réalité virtuelle, et la collaboration gérée en réseau.
- Stottler Henke Associates, Inc. développe des logiciels intelligents pour résoudre les problèmes qui défient la solution en utilisant des approches traditionnelles, en se spécialisant dans les logiciels d'intelligence artificielle pour les simulations d'e-enseignement et apprentissage (e-learning) et de jeu, la gestion et la découverte de la connaissance, la planification et la gestion des délais, et celles d'aide à la décision (http://www.stottlerhenke.com/ai_general/using_ai.htm). Son site nous révèle l'Histoire de l'I.A. depuis l'écriture d'un papyrus de 3000 ans avant Jésus-Christ ! sans doute à compléter (http://www.stottlerhenke.com/ai_general/history.htm).
- Mais c'est peut être BioGraphic Technologies (BGT) qui développe AI.Implant, le logiciel (ou SDK) le plus performant en intelligence artificielle pour les développeurs de jeu, producteurs d'animation, et développeurs de simulation, à l'heure actuelle (<http://www.biographictech.com/>). Imago by students from ETPA Toulouse



D'autres entreprises plus orientées sur la vente de produits intelligents sont également présentes.

Conclusion

Dans la Société de l'information, banalisée comme l'ordinateur et le

numérique omniprésent, l'intelligence artificielle infuse et se diffuse discrètement mais fondamentalement dans de nombreuses disciplines pour même souvent se mettre en avant à titre de marketing dans la production industrielle. Cette étendue provoque des expériences nouvelles et des mises en situation motrices de renouveaux ou de réécriture, voire de nouvelles écritures dans de nouveaux contextes. Les arts, sciences et technologies du graphisme en sont des domaines actuels privilégiés en plein essor avec la Réalité Virtuelle, Augmentée et Simulée qui nécessitera non seulement beaucoup d'intelligence pour ne pas seulement paraître mais être et encore plus pour interpréter l'apparence d'une situation et le paraître situationnel de l'être.

Publications accessibles par : <http://www.siggraph.org/s2005/> avec recherche sur « Intelligence artificielle » (artificial intelligence) ou plus directement :

<http://www.siggraph.org/cgi-bin/cgi/idCatResults.html&CategoryID=10>

Projet Roxame

Contact :

Pierre Berger pberger@noos.fr

Adresse : 24 avenue du Général de Gaulle, 78600 Maisons-Laffitte.

<http://www.roxame.com>

Thème général

Roxame est un « système artiste-peintre », transposant à l'art le concept de « système expert ». Lancé il y a quatre ans, on peut considérer qu'elle a passé son « test de Turing » puisque plusieurs salons de peinture ont accepté ses oeuvres, et qu'elles sont perçues comme des oeuvres d'art même par des personnes non prévenues. A preuve deux anecdotes à la Siana (Semaine internationale des arts numériques et alternatifs, INT d'Evry, avril 2005), dont nous gardons volontairement l'expression spontanée :

- un informaticien, passé là par hasard, écrit dans un courriel : « Je me retrou-

ve dans le hall face à des trucs qui m'attirent l'oeil, me font un choc, m'intriguent et me plaisent énormément, sans que je n'y comprenne rien... » ;

- après le repas, le couple des gestionnaires de la cantine, poussant un grand chariot de vaisselle, s'arrête devant les panneaux. Elle : « Dis, lequel on pourrait mettre dans notre séjour ». Lui « ... Tu n'imagines pas le prix que ça coûte, ces trucs là ».

Etat technique actuel du projet

1. Précédents

Roxame a un prédécesseur prestigieux, le logiciel Aaron, développé au début des années 1980 par Harold Cohen [6]. Tout en répondant lui aussi au « test de Turing », ce projet a eu peu de suites et pourrait se ranger dans la ligne des multiples systèmes experts qui sont retombés dans l'oubli à partir des années 1990. Mais il est toujours bien présent sur Internet.

Roxame a aussi un grand frère, réalisé en 1979, Max « robot à maximisation de variété », conçu pour concrétiser une théorie de l'autonomie comme intégrale, sur la vie d'un système, de son espérance de variété [1]. Le développement de cette théorie a été aussi une des raisons de concevoir Roxame. Cependant, jusqu'à présent, la volonté d'obtenir des résultats plaisants à l'oeil, pour disposer d'une sorte de « théorème d'existence » l'a emporté sur le travail d'élaboration théorique.

2. Constituants techniques de base

Le projet a visé d'abord à élaborer le minimum d'éléments nécessaires : une palette de 16 couleurs inspirées par la pratique antérieure de l'aquarelle par l'auteur, et une série de générateurs de formes (pixels, lignes, rectangles, ellipses). Pour obtenir des effets plaisants, ce premier jeu a été complété avec

- des opérateurs de mélange (additif et soustractif),
- des formules de flou et de dégradé...
- un algorithme de tracé, aléatoire dans des proportions variables, afin que les traits, ou les bords des surfaces, aient l'air « naturel » d'un tracé à main levée, c'est à dire ni trop rectiligne, ni trop erratique,

- le tout s'organisant en séquences de générations aléatoires.

Le système a ensuite été muni d'algorithmes pour le traitement d'images fournies de l'extérieur (filtres plus ou moins sophistiqués, contourage, segmentation).

Enfin, générateurs de formes et traitement de documents se combinent, par exemple dans une génération en alternance de quadrilatères et d'ellipses dans chacune des régions obtenues par la segmentation.

3. Programmation et expression physique

Des raisons de convenance pratique ont jusqu'à maintenant limité le projet au langage C++ (13 000 lignes à mi 2005). Ce langage se prête à la réécriture à bas niveau de toutes les fonctions graphiques dans une optique artistique, par exemple le classique « line to », adapté ici à des tracés « à main levée ».

Une base de donnée associée, appelée par la programmation et y renvoyant (par appel de fonctions), fournit un volet « linguistique » ou plus modestement « terminologique » pour la description des objets et des actions du système.

Étant donné qu'un mot peut désigner aussi bien une forme géométrique qu'une image photographique, un modèle abstrait, une couleur ou état émotif, ce dictionnaire offre une sorte de pivot pour l'ensemble des problèmes et des développements que nous envisageons pour l'avenir.

Enfin, l'expression physique du travail a son importance un artiste peintre. Après de simples présentations sur écran puis une impression sur papier de type aquarelle ou photographique, le système fait appel à une impression à jet d'encre sur papier mat, suivie de plusieurs couches de vernis acrylique. L'expérience a montré l'importance de ce « détail » pour l'appréciation des oeuvres par tous les publics.

L'IA au centre des développements en cours

Construit progressivement de manière empirique, plus ascendante que descendante, le système se présente aujourd'hui comme une plate-forme permettant différents types de dévelop-

pements. Les axes les plus intéressants sont les suivants

Le système pourrait progresser indéfiniment par simple enrichissement de la gamme des formes et des couleurs, la complexité et la finesse des traitements, l'étendue du dictionnaire, etc. Mais d'autres questions, on pourrait presque dire d'autres « mystères » de l'art s'offrent de manière plus intéressante à l'expérimentation.

1. Explicitation des règles esthétiques

Jusqu'à présent, les modes créatifs de Roxame ont été mis au point empiriquement, sans formulation explicite de règles esthétiques. Où trouver ces critères ? Il n'existe pas de méthode générale pour élaborer un tableau. Les derniers à s'y être essayés ont été Kandinsky [3] et Klee [4] au Bauhaus. Pire : le monde de l'art contemporain rejette l'idée même d'une recherche du beau, et ne s'intéresse plus qu'aux ruptures, à la provocation. Il n'y a plus d'esthétique, sinon "à l'état gazeux" [7]

Ce thème va dominer les travaux dans les mois à venir. Des critères esthétiques permettraient notamment de répondre à une question souvent posée : « A quel moment s'arrête-t-elle de peindre ? ». Actuellement, le programme est séquentiel et s'arrête quand la dernière instruction a été exécutée. Il serait beaucoup plus intéressant de considérer l'œuvre finie « quand il n'a plus rien à y ajouter », ce qui implique une évaluation de l'œuvre et des actions possibles.

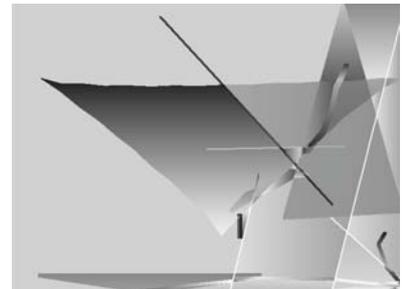


2. Passage de l'imprévisibilité stochastique à une véritable autonomie

Dans la mesure où nous pourrions expliciter ces critères, ce sont alors eux qui guideront, par évaluation comparée des actions possibles, les choix successifs de la construction, et non plus une combinaison empirique de règles impératives et de tirages aléatoires.

L'imprévisibilité brute de la fonction « random » s'effacera derrière les vraies bonnes surprises nées de la richesse même des moyens et des critères du système artiste.

L'autonomie est un point essentiel pour beaucoup d'artistes aujourd'hui. Ils la recherchent surtout dans le mouvement, comme le dit par exemple Antoine Schmitt « Si cela fonctionne, au sens d'une oeuvre, tout à coup elle prend vie... et, à partir d'un certain moment, je ne peux plus la toucher, la modifier, parce que j'aurais l'impression de la détruire, ou au moins de l'abîmer, de la dévoyer. » [8]. De nombreux travaux sur ce thème sont répertoriés par Alain Lioret [5]



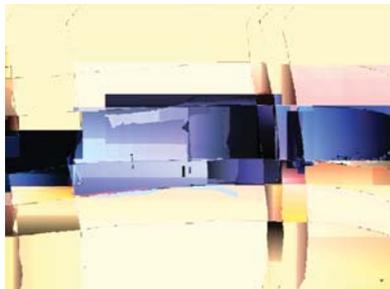
3. Pilotage à partir dans une boucle vision/action

Jusqu'à présent aussi, Roxame (de même qu'Aaron), « ne voit pas » ce qu'elle fait. Voir, c'est essentiellement reconnaître des formes, décrire une scène. Cela n'est possible, que dans une mesure assez étroite, très éloignée des capacités de notre oeil et de l'importante partie de notre cerveau qui se consacre à ces fonctions.

Mais nous pouvons nous concentrer sur les quelques formes et paramètres que nous pouvons à la fois générer et reconnaître : couleurs et ensembles de couleurs, quelques formes, caractéristiques générales d'une scène. Dans cette panoplie limitée, nous faire fonctionner des boucles vision/action, transposant la boucle, essentielle pour un peintre humain, qui va de la main à la toile, de la toile à l'œil et de l'œil à la main.

Le champ reste merveilleusement ouvert car, comme l'écrit Lioret [5] « Nous n'avons pas encore (et peut-être ne l'aurons-nous jamais) la connaissance et la compréhension de toute la portée produite par les résultats de tels systèmes, qui ne sont pas qu'aléatoires, qui

ne sont pas du seul ressort de l'humain, ni de celui de la machine seule. »



Éléments bibliographiques

- [1] P. Berger, *L'informatique libère l'humain*, L'Harmattan, 1999.
- [2] F. Forest, *Pour un art actuel. L'art à l'heure d'Internet*, L'Harmattan 1998.
- [3] W. Kandinsky, *Point et ligne sur plan*, Gallimard, 1991.
- [4] P. Klee, *Cours du Bauhaus*. Weimar 1921-22. Contributions à la théorie de la forme picturale. Editions des musées de Strasbourg 2004.
- [5] A. Lioret, *Emergence de nouvelles esthétiques du mouvement*. L'Harmattan 2004.
- [6] P. McCorduck, *Aaron's code. Meta-art, artificial intelligence and the work of Harold Cohen*, Freeman 1991.
- [7] Y. Michaud, *L'art à l'état gazeux*, Essai sur le triomphe de l'esthétique. Hachette 2003.
- [8] A. Schmitt. *Interview* dans Stic-Hebdo no 27 (<http://www.asti.asso.fr/pages/Hebdo/sh27/sh27.htm>)

On trouvera l'ensemble des références de l'auteur ainsi qu'une sélection d'oeuvres sur le site <http://www.roxame.com>

Equipe : ESIEA – Pôle ECD

Adresse : 38, rue des Docteurs Calmette et Guérin, Parc Universitaire de Laval-Changé, 53000 Laval.

Contact : recherche@esiea.fr
poulet@esiea-ouest.fr

Thème général : Visualisation et extraction de connaissances

Membres de l'équipe concernés :

- François Poulet
- Lydia Boudjeloud
- Edwige Fangseu-Badjio
- Thanh-Nghi Do (jusqu'en Janvier 2005).

Description :

Notre activité de recherche est concentrée sur la visualisation et l'extraction de connaissances. L'extraction de connaissances dans les données (ECD) peut être définie comme le processus non trivial de découverte de connaissances nouvelles, potentiellement utiles et compréhensibles dans les données. La fouille de données est le coeur de ce processus. Ce domaine relativement récent de l'ECD regroupe des travaux de plusieurs domaines : les bases de données, l'apprentissage, les statistiques, l'analyse de données et la visualisation.

Dans les approches usuelles, la visualisation n'intervient généralement que lors de deux étapes particulières du processus de fouille de données :

- dans l'une des toutes premières étapes pour « voir » les données ou leur distribution,
- dans l'une des toutes dernières étapes du processus pour prendre connaissance des résultats.

Entre ces deux étapes il y a exécution d'un algorithme automatique de fouille. Le but de nos travaux est d'augmenter le rôle de la visualisation dans ce processus. Ceci peut être mené à bien de plusieurs façons :

- en faisant collaborer des méthodes visuelles avec les méthodes automatiques (en pré-traitement ou en post-traitement),
- en remplaçant l'algorithme automatique de fouille par un algorithme graphique interactif, on parle alors de fouille visuelle de données ou « Visual Data Mining ».

Par ailleurs une limite des algorithmes de visualisation est la difficulté à traiter des données de grandes tailles. L'approche coopérative utilisant simultanément des algorithmes automatiques et graphiques est un moyen efficace pour dépasser ces limites, on parle de « passage à l'échelle ».

Nous allons décrire les travaux menés dans ces directions.

Collaboration entre méthodes graphiques interactives et automatiques

Dans le processus d'ECD, il y a au moins deux moyens de faire collaborer les méthodes graphiques interactives

avec les automatiques : en pré ou post-traitement de l'algorithme automatique.

Pré-traitement graphique

Un exemple de pré-traitement est celui qui consiste à préparer les données avant d'utiliser un algorithme d'induction d'arbre de décision. La plupart des algorithmes d'arbres de décision ne savent faire que des coupes univariées (ne faisant intervenir qu'un seul attribut (colonne) des données, la coupe est parallèle aux axes). Dans le cas d'une frontière oblique, celle-ci sera approximée par des coupes successives formant un « escalier ». L'arbre obtenu aura beaucoup de nœuds et sera difficilement interprétable. Une solution est alors de visualiser ces données, de tracer interactivement la coupe oblique puis de calculer un nouvel attribut : la distance à la droite. Ce simple pré-traitement graphique permet d'une part d'améliorer la compréhensibilité des résultats (la taille de l'arbre a diminuée) et d'autre part d'améliorer le taux de précision de l'algorithme.

Post-traitement graphique

Dans le cas de post-traitement graphique, l'algorithme de visualisation est utilisé pour aider l'utilisateur à comprendre le résultat obtenu par l'algorithme automatique. L'idée ici est de trouver une représentation graphique pour expliquer plus facilement les résultats obtenus par les algorithmes de classification. Nous avons développé des algorithmes de visualisation de résultats d'arbres de décision et de SVM (Support Vecteur Machine, cf. fig.1).

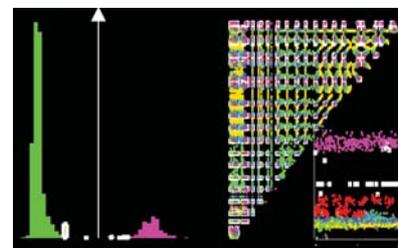


Figure 1 : A gauche distribution des points en fonction de la distance à l'hyperplan, à droite visualisation des individus les plus proches de l'hyperplan (Segment Classe 7)

Ces quelques outils illustrent l'intérêt de faire coopérer entre elles des

méthodes automatiques et graphiques interactives. La compréhensibilité des résultats est ainsi accrue et la précision des algorithmes automatiques peut être améliorée.

Fouille visuelle de données

La dernière possibilité pour augmenter la part de la visualisation dans les outils de fouille est de remplacer l'algorithme automatique par un algorithme graphique interactif. On parle alors de fouille visuelle de données. Ce type d'approche, relativement récent présente aux moins les avantages suivants :

- la confiance dans le modèle obtenu et sa compréhension sont accrues puisque l'utilisateur a participé à sa création,
- on peut utiliser les capacités humaines en reconnaissance de formes,
- on peut bénéficier de l'expertise du domaine tout au long du processus de fouille, si l'utilisateur est le spécialiste des données.

Nous avons développé un algorithme de construction interactive d'arbres de décision. Celui-ci est basé sur une représentation des données sous la forme des projections 2D de l'ensemble des paires d'attributs. Les résultats de l'algorithme ont été comparés avec des algorithmes automatiques tels que CART, C4.5 et OC1. Ils montrent que l'on obtient un taux de précision à peu près équivalent aux algorithmes automatiques avec une taille d'arbre souvent inférieure.

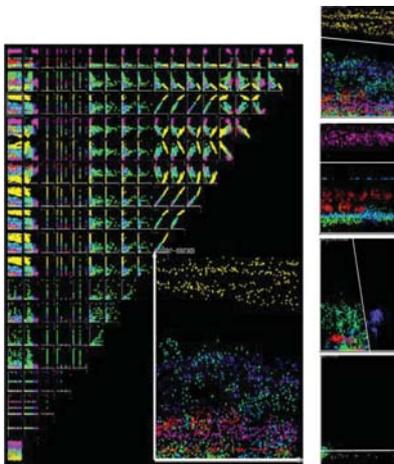


Figure 2 : Construction interactive d'arbre de décision, à gauche l'en-

semble de données initial, à droite les 4 premières coupes de l'arbre

Traitement de données symboliques

Cet algorithme d'arbre de décision a ensuite été étendu pour traiter des données symboliques de type intervalle ou taxonomique. Lorsque l'on a affaire à des données de types intervalles et continues, dans le cas d'une projection 2D, il y a 3 cas possibles :

- deux variables continues, on affiche un point,
- un variable continue et une variable intervalle, on affiche un segment,
- deux variables intervalles, on affiche une croix.

Le principe de construction interactive de l'arbre de décision reste inchangé. Il s'agit actuellement du seul algorithme d'arbre de décision capable de traiter simultanément des données continues, intervalle et taxonomiques (cf. fig.2).

Traitement de grands ensembles de données

La plupart des algorithmes de fouille actuels ne sont pas bien adaptés aux grands ensembles de données (jusqu'à un milliard d'individus et plusieurs milliers de dimensions). Plusieurs approches peuvent être suivies pour pouvoir effectuer un tel traitement. Nous avons développé plusieurs algorithmes permettant de traiter des ensembles de grandes tailles et utilisant à la fois des méthodes automatiques et graphiques.

Approche coopérative pour la classification supervisée de grands ensembles de données

Une première solution est d'utiliser des algorithmes de SVM en coopération avec des algorithmes de visualisation. Dans ce cas précis nous avons utilisé un algorithme de SVM norme 1 pour réduire le nombre de dimensions de l'ensemble de données. Une fois ce nombre de dimensions ramené à une ou deux dizaine(s), on peut utiliser l'algorithme de création interactive d'arbre de décision pour effectuer la classification des données. Il est intéressant de remarquer que la réduction du nombre de dimensions par exemple sur l'ensemble de

données Breast Cancer du Kent Ridge Bio-medical Data Set Repository, permet de passer de 24481 dimensions à 10 dimensions sans perte d'information (le taux de précision est même augmenté de plus de 5%). Cette réduction de dimensions permet aussi d'interpréter graphiquement les résultats obtenus ce qui est totalement impossible avec l'ensemble de données initial.

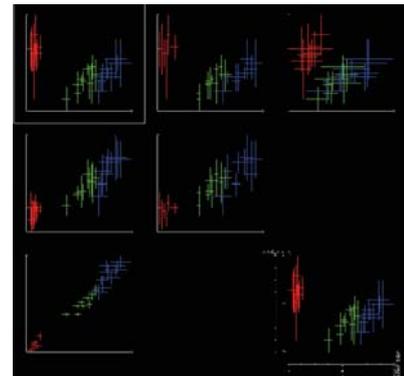


Figure 3 : Version intervalle de l'ensemble de données iris

Approche symbolique pour la classification supervisée de grands ensembles de données

Pour pouvoir traiter des ensembles de données ayant un très nombre d'individus, nous utilisons une représentation de plus haut niveau des données. La première étape du traitement consiste alors à utiliser un algorithme de classification non supervisée sur les individus de chaque classe. Pour chaque cluster, on retient les valeurs minimum et maximum sur chaque attribut pour créer des variables intervalle. On utilise ensuite l'algorithme de création interactive d'arbre de décision sur ces données symboliques. On peut ainsi traiter des ensembles de données de tailles arbitrairement grandes en nombre d'individus.

Approche hybride pour la classification non supervisée et la détection d'outliers

Dans ce dernier cas nous nous intéressons à la détection d'outliers dans des ensembles de données ayant un très grands nombre de dimensions (colonnes). Le problème des données en très grandes dimensions est que les

notions de proximité ou de distance perdent de leur signification et que tout individu devient un outlier potentiel. Pour éviter ce problème nous utilisons un algorithme génétique pour la sélection d'un sous-ensemble de dimensions. On arrive ainsi à ramener le nombre de dimensions utilisées à environ une dizaine. De plus, avec l'aide du spécialiste des données, il est possible de qualifier l'outlier : est-ce une erreur (valeur impossible) ou un individu ayant un comportement différent des autres individus ? Ceci est absolument impossible à effectuer si le spécialiste des données doit examiner plusieurs dizaines de milliers de valeurs.

Bibliographie :

F.Poulet: "Full-View: A Visual Data-Mining Environment", IJIG: International Journal of Image and Graphics, 2(1):127-144, 2002.
 T.N.Do, F.Poulet: "Enhancing SVM with Visualization", Discovery Science 2004, E.Suzuki and S.Arikawa (Eds), LNAI-3245, Springer-Verlag, 2004, 183-194.
 F.Poulet, P.Kuntz: "Visualisation et Extraction de Connaissances", numéro spécial Revue des Nouvelles Technologies de l'Information, RNTI-E-4, Cépaduès, 2005.
 F.Poulet: "SVM and Graphical Algorithms: a Cooperative Approach", IEEE-ICDM'2004, 4th International Conference on Data Mining, Brighton, UK, Nov.2004, 499-502.
 L.Boudjeloud, F.Poulet: "Visual Interactive Evolutionary Algorithm for High Dimensional Data Clustering and Outlier Detection", PAKDD'2005, IXth Pacific Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, Hanoi, Vietnam, May 2005.

GREYC (équipe image)

Adresse : 6, boulevard Maréchal Juin, 14050 Caen cedex

Site web : <http://www.greyc.ensicaen.fr/EquipeImage/>

Contact : Régis Clouard ;

Regis.Clouard@greyc.ensicaen.fr

Membres de l'équipe concernés :

Régis Clouard, Arnaud Renouf, Marinette Revenu

Thème général de l'équipe IMAGE :

Les activités de recherche de l'équipe Image du GREYC portent sur le traitement et l'analyse du contenu des images

en considérant les deux aspects, numérique et symbolique.

Sous l'aspect numérique, l'équipe se focalise principalement sur les approches géométriques (*caractérisation par géométrie discrète, modélisation par cartes et pyramides, modèles de style*) et statistiques (*analyse harmonique, méthodes variationnelles et EDP, modèles statistiques*) du traitement et de l'analyse d'images. Il s'agit de proposer de nouvelles méthodes et de nouveaux outils pour traiter les images.

Sous l'aspect symbolique, l'équipe s'intéresse à la capitalisation des connaissances du développement d'applications de traitement d'images. Le développement d'une application est en effet considérée comme une activité particulièrement complexe. Si les traitements relèvent bien d'une approche purement numérique, le développement d'une application complète n'est pas un problème numérique. En effet, la plupart des problèmes de traitement d'images sont considérés comme mal posés, c'est à dire qu'ils sont impossibles à résoudre en l'état parce qu'il y a trop d'inconnues. Seules des connaissances sur le domaine de l'application permettent de guider leur résolution. L'équipe se propose alors de faire le lien entre la spécification des problèmes placés dans leur domaine et la résolution numérique, en s'appuyant sur les approches et techniques de l'Intelligence Artificielle et de l'Ingénierie des Connaissances.

Description des travaux ou projets en lien avec le thème

Le thème « Ingénierie des connaissances en traitement d'images » a pour objet d'étude le développement d'applications de traitement d'images. La motivation est non seulement d'aider les spécialistes du traitement d'images à produire des applications, mais aussi de constituer un patrimoine des connaissances expertes.

L'étude se limite strictement au traitement d'images. Nous considérons le traitement d'images comme circonscrit aux six classes d'objectifs de transformation d'images en images : la *restauration*, la *compression*, l'*amélioration* subjective et objective, la *reconstruction*

(3D, surface, mouvement), la *détection* (à partir de modèle de forme ou d'apparence) et la *segmentation*. L'image s'entend dans le sens le plus général, comme toute représentation 2D, 3D ou 4D d'un phénomène mesuré ou calculé. Une photographie ou une échographie sont des exemples d'image.

A long terme, l'objectif du thème est la conception d'un système à base de connaissances capable de produire automatiquement des logiciels de traitement d'images à partir des spécifications d'un utilisateur naïf. A court terme, nous visons la maîtrise du savoir-faire et la capitalisation des connaissances au travers de l'étude de productions existantes. Les efforts de recherche actuels du thème se concentrent sur deux projets complémentaires qui sont préalables à la réalisation du système à base de connaissances :

Projet 1- L'élaboration d'une théorie cognitive du développement d'applications qui s'appuie sur la définition d'une modélisation destinée à capturer toute la sémantique des applications ;

Projet 2- La définition d'un modèle de formulation de problèmes de niveau application n'utilisant que des connaissances images, puis sa mise en œuvre par un système d'interaction Homme/Machine.

Projet 1- Modélisation d'applications de traitement d'images

Notre vision de la modélisation d'une application se fonde sur l'idée forte qu'une application de traitement d'images s'étudie et se conçoit selon quatre points de vue distincts mais complémentaires, dont la sémantique est capturée par quatre modèles spécifiques : le *modèle du système*, le *modèle du domaine*, le *modèle des tâches* et le *modèle du programme*. Chaque modèle s'élabore sur une hypothèse simplificatrice qui permet une vision partielle et abstraite de l'application.

1. Le *modèle du système* correspond au point de vue fonctionnel sur l'application d'où l'on cherche à savoir quels sont les objectifs à atteindre par l'application. Il repose sur l'hypothèse téléologique qui suggère une spécifi-

cation des objectifs de l'application, orientée tâches à accomplir plutôt qu'orientée données à construire. L'approche systémique fournit alors le contexte théorique pour modéliser une application de traitement d'images comme un système fonctionnant. Celle-ci conduit à représenter une application par la liste des tâches à accomplir, les *contraintes de régulation* (niveaux de détail, critères à optimiser, erreurs acceptables), les *contraintes de rétroaction* (éléments à inclure et à exclure et les règles d'évaluation) et les *contraintes de l'environnement* (performance, ressource, qualité). Par exemple, pour la tâche « extraire les plaques d'immatriculation », un niveau de détail est « détecter toutes les occurrences de plaque », un critère à optimiser est « maximiser la détection » avec l'erreur acceptable « préférer les fausses alarmes aux oublis », et une contrainte de performance est de « limiter le temps d'exécution à une seconde ».

2. Le *modèle du domaine* correspond au point de vue contextuel sur l'application d'où l'on cherche à connaître quelle est la classe d'images traitée par l'application. Il est basé sur l'hypothèse phénoménologique qui réduit la définition d'une classe d'images à une dénotation des seules informations qui ont une influence sur la manifestation visuelle des objets de la scène. L'approche sémiotique nous fournit ici le contexte théorique pour modéliser la classe d'images en considérant qu'il faut distinguer trois niveaux d'information : le niveau *signal* (la description des effets de l'acquisition, le type et la qualité du signal résultant), le niveau *perceptif* (la description du rendu visuel de l'image par les caractéristiques des primitives visuelles – par exemple la forme, la taille ou la couleur des régions, des contours ou des points d'intérêts) et le niveau *sémantique* (la description des concepts et des objets de la scène en terme de primitives visuelles).

3. Le *modèle des tâches* correspond au point de vue méthodologique sur l'application d'où l'on cherche à comprendre comment est conçue l'application. Il repose sur l'hypothèse

qu'une solution conceptuelle s'élabore comme un arbre de tâches hiérarchiques qui associe en plusieurs niveaux, les objectifs de traitement initiaux aux chaînes d'algorithmes numériques adaptés à leur accomplissement. La construction d'une solution s'envisage alors comme un problème de planification hiérarchique, qui fait appel à des stratégies pour définir les étapes de traitement (ex: analyse ascendante, descendante ou mixte) puis à des tactiques pour choisir les méthodes numériques (ex: classification de pixels, détection de contours, fusion division de régions) et enfin à des techniques pour choisir les algorithmes (ex: détection de contours par différenciation, par différence entre dilatation et érosion ou séparation de texture). Ce sont les informations collectées par le modèle du système et le modèle du domaine qui permettent d'orienter et d'évaluer la planification.

4. Enfin, le *modèle de programme* correspond au point de vue logiciel sur l'application d'où l'on cherche à détailler comment est codée l'application. Il repose sur l'hypothèse qu'un programme de traitement d'images se conçoit comme un graphe d'opérateurs s'échangeant des images et des valeurs numériques. Un opérateur réifie un algorithme de traitement. La programmation prolonge la conception de la solution conceptuelle. Elle se pose comme un problème de contrôle, qui consiste à sélectionner des opérateurs implémentant les algorithmes de la solution conceptuelle, ajuster leurs paramètres et les enchaîner.

Sur la de base de cette modélisation, nous avons développé un atelier logiciel dédié au traitement d'images. Cet atelier se présente comme un éditeur de formulaires élaborés à partir des quatre modèles. Nous y étudions aussi la définition d'une représentation plus formelle des informations qui nous permettra de développer des mécanismes d'analyse du contenu des formulaires à des fins de vérification.

Projet 2- Formulation d'applications de traitement d'images

L'étude porte sur la formulation com-

plète de problèmes définissant des applications de traitement d'images. Il s'agit d'une part de définir un modèle de la formulation de telles applications indépendamment de tout domaine et d'autre part de définir un modèle d'interaction permettant de guider l'utilisateur dans sa formulation.

Le modèle de formulation d'applications de traitement d'images organise et structure les informations nécessaires et suffisantes au développement de telles applications. Ce modèle se fonde sur les deux modèles précédents que sont le modèle du système et le modèle du domaine. Il en reprend les mêmes hypothèses et les mêmes fondements théoriques. Ceci fait qu'une application se formule à partir d'objectifs exprimés par la liste des tâches à accomplir sur les images avec son réseau de contraintes et de la classe d'images définie par intensité sous la forme d'une liste de caractéristiques invariantes partagées par toutes les images de la classe.

Le modèle d'interaction conduit la session de formulation des problèmes ainsi que la validation des résultats. Il s'appuie pour cela sur une *ontologie utilisateur* qui propose une liste des tâches de traitement et des contraintes associées permettant la spécification des objectifs, et une liste des concepts visuels et des caractéristiques de la chaîne d'acquisition permettant la définition de la classe d'images (Fig. 4).

Ce modèle est utilisé pour concevoir un système d'interaction homme-machine. L'interface pilote le système de résolution de tâches de traitement d'images BORG (déjà développé au sein de notre laboratoire) pour construire des résultats intermédiaires, autorisant ainsi une formulation itérative et incrémentale. BORG permet de construire des programmes de traitement d'images à partir d'une requête quantitative formelle. Pour communiquer, les deux systèmes partagent une *ontologie du traitement d'images*. Le système d'interaction doit alors profiter de l'utilisateur pour résoudre le problème de l'ancrage des symboles, c'est à dire donner une valeur quantitative aux caractéristiques définies par l'utilisateur sous forme qualitative. Par exemple, il faut traduire la caractéristique : « couleur= rouge » par « la teinte $\square \in [0, \text{PI}/3] \cup [3\text{PI}/2, 2\text{PI}]$ ». Il

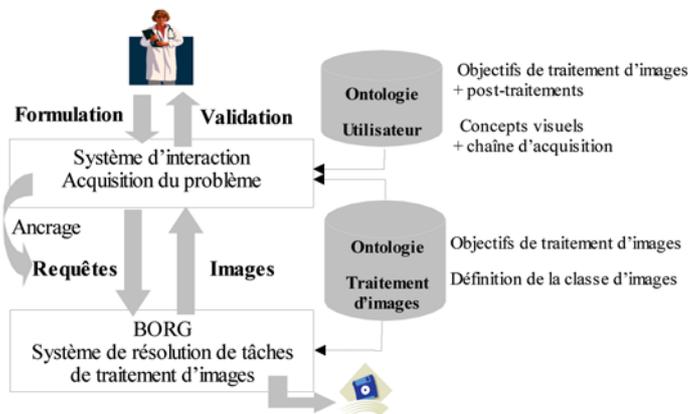


Figure 4 : Architecture globale du système de formulation d'applications de traitement d'images.

implique aussi l'utilisateur pour la validation des résultats conduisant si nécessaire à une modification de la formulation.

Bibliographie

- A. Renouf, R. Clouard, M. Revenu, "Un modèle de formulation d'applications de traitement d'images", *ORASIS'05*, Fournols, mai 2005.
- A. Renouf, R. Clouard, M. Revenu, "Un modèle de formulation d'applications de traitement d'images", *16e journées francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC)*, Nice, juin 2005.
- R. Clouard, "Une méthode de développement d'applications de traitement d'images", *Traitement du signal*, Vol. 21, No. 4, p. 277-293, décembre 2004.
- R. Clouard, A. Elmoataz, M. Revenu, "Une méthodologie de développement d'applications de traitement d'images", *13e Congrès Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle (RFIA)*, Vol. III, p. 1033-1042, Angers, janvier 2002.
- R. Clouard, A. Elmoataz, C. Porquet, M. Revenu, "Borg: A knowledge-based system for automatic generation of image processing programs", *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 21, No. 2, p. 128-144, février 1999.



L'IA, on croit souvent en affronter, tout le monde en parle beaucoup, et au final, les joueurs n'en savent pas grand-chose. Pour avoir passé les 10 dernières années de ma vie dans des équipes de développement de jeu, à des postes allant de graphiste 3D à producteur exécutif, j'ai eu l'occasion de découvrir un peu mieux ce que cachait ce terme. En espérant que cette expérience vous permettra de mieux comprendre l'envers du décor... et le comportement de vos adversaires.

Le problème de l'IA, c'est qu'il y a beaucoup à dire à son sujet. A commencer d'abord par le fait que l'on qualifie de plus en plus d'IA, des systèmes qui ne le sont pas vraiment, intelligents. Le terme générique d'IA, est bien pratique pour englober à peu près tout ce qui va devoir prendre une décision un peu plus compliquée que « Si le compteur de points de vie du joueur passe sous zéro alors Game Over ». Pour cerner le



© Rockstar Studios - GTA3 n'utilise pas d'IA très avancée, mais donne une impression crédible de vie urbaine.

champ d'application de ces systèmes d'« Intelligence Artificielle », commençons par identifier les différents besoins auxquels l'IA doit répondre dans un jeu.

L'application principale de l'IA dans les jeux est souvent liée au déplacement des acteurs, que ce soit les ennemis, ou le personnage du joueur lui-même lorsque les déplacements se font par « point and click ». L'objectif est simple : trouver le chemin le plus efficace entre la position actuelle et le point d'arrivée. En général, on cherchera le trajet le plus court, sans traverser ni murs ni autre acteur. Certains jeux posent plus de problèmes que d'autres, comme les jeux de stratégie, par exemple, qui doivent déplacer des groupes d'individus. La recherche de chemin (*path finding*) est un point critique de jouabilité. En effet, un système de déplacement foireux mettra à terre n'importe quel concept, si bien pensé soit-il. Un autre point critique dans les jeux de stratégie réside souvent dans la gestion des ressources : sur quels critères décider de l'objectif suivant lorsque la source est épuisée ? Là aussi, un système mal pensé peut détruire la jouabilité. Simuler la communication des acteurs d'un jeu entre eux ou avec le joueur peut également se révéler critique. Donner l'illusion de la personnalité et de l'intelligence à un acteur (tactiques, stratégies...) ou d'un comportement collectif à une troupe relève du domaine de l'IA. Comme nous le verrons plus loin, plusieurs solutions existent, possédant divers degrés de complexité de mise en œuvre et de résultat, et la frontière est étroite entre ce qui fonctionne et ce qui pousse l'expérience de jeu en avant. Cela dit, on peut d'ores et déjà dégager deux grandes tendances au sein des solutions existantes : les solutions dites classiques et les solutions de type adaptatives.

Les solutions classiques : l'IA symbolique

Dans la famille des solutions classiques, nous avons les automates à état fini. On appelle ces systèmes automates car ils n'ont aucune autonomie décisionnelle, ils ne font que suivre un chemin logique. Ce sont des listes d'états reliés

L'IA dans les jeux

Publié dans *Joystick* n°141 (novembre 2002) Dossier Intelligence Artificielle partie 1
Par Fido



® Rockstar Studios - Voici un exemple de ce que peut donner un système de scripte (assez rigide) bien utilisé.

par des transitions logiques. Par exemple, « être en train de courir » est un état, « marcher » en est un autre et « ralentir » est une transition entre les deux. Half-Life, de Valve Software, et GTA3, de Rockstar Studios, utilisent très bien ce système de prise de décision pour les ennemis... et les vieilles dames. C'est une solution puissante, facile à mettre en œuvre et à déboguer. Le seul problème, c'est qu'elle devient fastidieuse à produire si le système est complexe. Dans ce cas, il faut écrire tous les états, toutes les transitions et les relier logiquement.



® Valve Software - Doté d'un système d'IA rudimentaire et rigide, Half Life a su néanmoins tirer son épingle du jeu.

Pour le développeur, donc, dès que les cas particuliers et les paramètres deviennent nombreux, cette solution perd de son intérêt. Pour le joueur, l'inconvénient de ce type de solution est sa prédictibilité. En effet, devant une situation donnée, la décision du système est toujours la même. L'utilisation de la logique floue (fuzzy logic) permet d'utiliser des opérations logiques sur des valeurs imprécises (« assez loin », « plutôt chaud ») permettant d'activer simultanément plusieurs états, mais à des niveaux différents (« en colère » mais

davantage « curieux ») donnant accès à des comportements moins tranchés et donc plus naturels. La série des Sims, de Maxis, et celle des Petz, d'Ubi Soft (simulateurs de cabots), utilisent ce type de solution.



® Ensemble Studios - La recherche de chemin de Age Of Empires est gérée par un algorithme de type A*.

Les systèmes les plus utilisés dans la gestion de déplacement utilisent un algorithme de recherche du nom de A* (prononcer a-étoile, ou a-star pour faire genre) : l'espace est divisé sous la forme d'un graphe représentant les différents chemins qu'il est possible d'emprunter, et l'algorithme permet de sélectionner le chemin le plus court d'un point à un autre du graphe. On retrouve ce système au cœur de la série Age of Empires, d'Ensemble Studios, ainsi que dans les jeux utilisant le même moteur comme Star Wars - Galactic Battlegrounds de Lucas Arts.



® Ensemble Studios - Le Système expert de Age Of Empires définit les stratégies d'attaque et de défense des villes.

Pour répondre aux besoins de décisions stratégiques, on utilise généralement des systèmes experts. Des règles fixées par le programme permettent de définir un ensemble de stratégies servant de base à la prise de décision en fonction des situations du jeu. La conception des règles est une étape cri-

tique. En effet, face à des situations non prévues ou ambiguës, le système peut être amené à prendre des décisions totalement inadaptées. Ici aussi, l'utilisation de la logique floue permet de prendre des décisions plus adaptées face à des situations imprévues et surtout d'avoir des comportements plus humains. Dans S.W.A.T., de Yosemite Software, un terroriste plutôt nerveux peut décider de fuir ou d'attaquer. Dans Age of Empires, un système expert définit les stratégies d'attaque et de défense des villes.



® Winward Studios - Dans Enemy Nations, un système complexe de tableau virtuel partageant les besoins stratégiques permet de fragmenter les problèmes à de nombreux sous-programmes.

L'idée que plusieurs personnes travaillent mieux qu'une seule a donné naissance aux techniques multi agents. Un agent est un petit bout de programme plus ou moins autonome. Il participe au fonctionnement du système ou bien gère un acteur simple. Parmi ces techniques, le système de tableau noir (blackboard) décrit un problème sur tableau virtuel et chaque agent en résout une partie en posant sur le tableau une solution ou un nouveau sous-problème. Peu utilisée car de conception très complexe, cette solution devait être au cœur de Close Combat, d'Atomic Games. A ma connaissance seul Enemy Nation, de Winward Studios, a osé appliquer ce type de système pour l'élaboration des stratégies militaires.

Les solutions adaptatives : l'IA. « située »

Les solutions adaptatives sont complémentaires des solutions classiques, puisqu'elles tentent de remédier au problème principal de ces dernières qui

n'utilisent que les solutions prévues par leur programme. Ces agents sont capables d'interroger leur environnement. Ils savent se situer, car ils possèdent un « système perceptif », et ils peuvent prendre des décisions en fonction de la situation. Un système capable de s'adapter à l'imprévu doit donc trouver ou inventer une solution « par lui-même », que ce soit par « auto préapprentissage » ou par « pseudo déduction ». Les techniques répondant à ce besoin, souvent inspirées de la biologie, sont gourmandes en puissance de calcul. La montée en puissance des processeurs de ces dernières années et le fait qu'ils n'aient plus à se soucier de l'affichage (en particulier la 3D), directement géré par les cartes vidéo, libère suffisamment de temps de calcul pour que des solutions complexes puissent être utilisées.



© Lionhead Studios – Dans Black and White, la créature apprend à évaluer ses motivations grâce à un réseau de neurones.

Parmi celles-ci, les réseaux de neurones tiennent une place importante dans les jeux de stratégies car ils permettent de prendre des décisions en tenant compte d'un grand nombre d'informations et de situations différentes. Les réseaux de neurones peuvent être entraînés en dehors du temps de jeu pour apprendre les stratégies convenant au jeu (déplacements, attaques, reconnaissance de forme...) le moteur simule des parties « contre lui-même » de façon à apprendre un maximum de situations et savoir y répondre efficacement. L'exemple le plus parlant d'utilisation de réseau de neurones est Black and White, de Lionhead Studios, où la créature apprend à évaluer ses motivations en fonction des actes du joueur (récompense/punition...), de son état (fatigue, faim...) et de certains modificateurs (collier d'apprentissage, d'agres-

sivité...). Le système se « souvient » de la façon dont ses actions sont notées par le joueur et essaye de reproduire ces solutions dans des cas similaires. Dans certains cas, le réseau de neurones peut être utilisé pour régler la valeur d'un paramètre en fonction d'un ensemble d'autres paramètres, le réseau simule les situations et choisit ou propose un certain nombre de choix intéressants.



© Creatures Lab - Les comportements des Norms de Creatures sont simulés par de petits réseaux de neurones travaillant chacun dans une spécialité.

Dans Creatures, de Creatures Labs, les créatures (Norms) utilisent plusieurs petits réseaux de neurones dédiés à des tâches précises (perception, actions, concentration de l'attention...). Les Norms apprennent pendant le temps de jeu, ce qui est assez coûteux en temps de calcul mais efficace pour ce type de gameplay. En associant un système d'algorithmes génétiques, le jeu peut faire évoluer les générations de Norms en sélectionnant les individus susceptibles d'avoir des réponses plus adaptées à leur milieu lors de croisements ou d'échanges de gènes.



© Masa - Dans conflict zones, l'I.A. très évoluée permet l'émergence de comportements crédible au sein des troupes.

Conflict Zone, de Masa, utilise à priori une I.A. assez complexe à base de graphes de comportements évolutifs. En effet, les différents acteurs du jeu « apprennent » réellement les actions du joueur sinon leurs tactiques. C'est l'un

des premiers jeux de stratégie temps réel à avoir poussé l'I.A. aussi loin.



© Bullfrog – Un système multi agents évolué permet le déplacement d'un grand nombre de créatures dans Dungeon Keeper.

Les systèmes « multi agents situés » ont naturellement leur place dans le domaine du jeu puisqu'il s'agit de simuler des populations d'individus. Pour obtenir un système assez simple à mettre en œuvre et suffisamment puissant pour simuler de façon crédible les déplacements de troupes, on programme de simples individus ne connaissant que leur points d'arrivée et ne communiquant que leur position et les points d'ancrage pour leurs voisins. Les formations de vaisseaux de Homeworld, de Relic, en sont un bon exemple. Une solution similaire permet de gérer les déplacements de façon naturelle dans Dungeon Keeper 2, de Bullfrog, à l'aide de règles simples pour les déplacements : Alignement, Cohésion et Séparation.



© Relic – Le déplacement des vaisseaux de HomeWorld est un bon exemple de système multi agents.

L'inconvénient des systèmes adaptatifs et d'apprentissage est de savoir définir l'espace d'apprentissage et ses limites d'une part et l'incertitude du résultat des solutions qui se basent sur l'apprentissage. En effet, l'émergence de

comportements est par définition peu prédictible, c'est ce qui en fait la puissance et l'intérêt.

Le Futur de l'I.A.

Tout ça c'est très bien, « mais où est HAL ? », demandait Marvin Minsky, du M.I.T., à la dernière GDC (Game Developers Conference). Quoi ? Toi le Jeune Du Fond, tu ne connais pas HAL, l'ordinateur psychopathe de 2001 l'Odyssée de L'espace filmé par Kubrick en 1968 ? Ni Minsky ? Peut-être Kubrick alors ? Bon, tant pis. Quoi qu'il en soit, dès le début de l'informatique, on a imaginé que les ordinateurs penseraient un jour. Et de fait, on n'en est pas si loin. Ce que l'on vise aujourd'hui ce sont plutôt des systèmes capables de se déplacer et de réagir à des situations plus ou moins prévues, cela dans le domaine du jeu ou de la robotique. L'objectif de demain est un peu plus complexe. Avant de simuler un vrai cerveau (même de poule), il faudrait savoir comment tout ça fonctionne vraiment. Aujourd'hui, on sait grosso modo de quoi les différentes zones sont responsables, mais il manque encore un peu le plan du machin. Des chercheurs y travaillent : décodage de l'ADN, nanotechnologies exploratoires... Mais c'est encore une autre histoire. Pour l'instant, le futur proche du jeu serait plutôt à la gestion de scénarios dynamiques et évolutifs, aux didacticiels qui s'adaptent au niveau du joueur, aux jeux perpétuels dont les acteurs sont capables d'évoluer avec l'apprentissage et la reproduction de comportements. Aujourd'hui, une bonne I.A. ne se mesure pas à son degré de réalisme : elle doit avant tout être crédible et surtout elle doit amener du plaisir au joueur.

Le monde de la recherche

Aujourd'hui le monde de la recherche se tourne de plus en plus sérieusement vers l'industrie du jeu vidéo. En effet, pouvoir développer des solutions d'I.A. et les tester sur des milliers de joueurs dans des environnements riches et proches de la réalité est pour eux une aubaine. Jusqu'à présent, pour mener à bien les expériences de perception, réaction et déplacement, les chercheurs

fabricaient des robots et les confrontaient à des formes plus ou moins géométriques. L'arrivée de mondes massivement multijoueurs met à leur portée un terrain d'expérimentation parfait.

Gabriel Robert écrit actuellement une thèse au sein du le Laboratoire d'Informatique de Paris 6 (www.lip6.fr), dont le sujet est « *Contribution des méthodologies animat et multi agents à l'élaboration des jeux en ligne, persistants et massivement multi utilisateurs* ». L'objet des travaux (à NevraX) accompagnant cette thèse est de créer des PNJ (Personnages Non Joueurs) de type adaptatifs –appelés animats- les méthodologies associées à ce domaine sont inspirées de la biologie et peuvent être appliquées à des animats individuels ou à des systèmes multi agents. En gros faire des bots pas cons (adaptatifs), qui apprennent (comportements émergents), et qui sachent se comporter de façon naturelle (profil psychologique). Objectif louable s'il en est.

Je tiens à remercier tout particulièrement Gabriel pour la clarté de ses travaux et sa bonne humeur permanente ainsi que son tuteur Sameh Chafick (Lead programmeur I.A. à NevraX) pour sa période de promo sur les questions à 2 francs.

Conflict Zone : Direct I.A.

Conflict Zone (Masa) a été développé autour du moteur d'I.A. comportemental générique « Direct I.A. ». Basé sur une gestion de graphe décisionnel à plusieurs entrées, ce système permet l'émergence de comportements non explicitement programmés. L'utilisation d'un graphe par rapport à un arbre permet une grande souplesse dans le parcours décisionnel. En effet, l'utilisation d'un arbre implique de suivre la « branche » sur laquelle on se trouve, pas un graphe. A partir de concepts simples comme se protéger, se soigner, attaquer, se faire blesser, un soldat accompagné d'un médecin continuera à attaquer là où un soldat seul fuira sachant qu'il ne pourra survivre. Dans ce jeu, les commandants utilisent en plus de ce type de comportement un système d'apprentissage tactique. Les résultats survivent d'une partie à l'autre sous forme de paramètres codés dans un fichier. A noter que ce jeu tourne sur PC,

PS2 et Dreamcast. Direct I.A. arrive bientôt en version commerciale. Gageons que les autres développeurs sauront quoi faire d'un tel moteur. (Merci à Stéphane Maruejols – Programmeur principal de *Conflict Zone*)

Ray Kurzweil : étonnant visionnaire

Ray Kurzweil a monté et vendu de nombreuses sociétés basées sur l'utilisation de l'I.A. depuis 1964, prophétise dans un de ses livres l'avènement de la machine plus intelligente que l'homme d'ici à quelques décennies à peine (*The Age of Spiritual Machines, When Computers Exceed Human Intelligence* - 1999). Je recommande chaudement la lecture de ce livre à condition de posséder une solide maîtrise de l'anglais.

Jean-Michel Truong : inclassable

Non content d'avoir un cursus impressionnant : psychologue et philosophe de formation, enseignant et chercheur universitaire, expert en I.A., fondateur de la première société européenne spécialisée en I.A., consultant en transfert de technologies avancées, Jean-Michel Truong est un romancier visionnaire de talent. A lire absolument : *Reproduction Interdite* (1989), *Le successeur de pierre* (1999) et *Totalement inhumaine* (2001). Ses autres livres sont de ouvrages techniques, à découvrir sur son site : www.jean-michel-truong.net. Entre science fiction et philosophie, on retrouve le thème de l'I.A. dans tous ses romans, traité de façon crédible et avec style. Je vous recommande là encore une visite sur son site et la lecture de ses romans.

Marvin Minsky : pionnier de l'I.A.

Marvin Minsky a beaucoup contribué à la communauté des chercheurs en intelligence artificielle, à la robotique, aux mathématiques, à la linguistique, aux systèmes optiques et à la psychologie cognitive (rien que ça). En 1951, il a construit le premier simulateur de réseau de neurones : le SNARC. Ces dernières années, il a surtout travaillé à essayer de donner aux systèmes une sorte de raisonnement avec des morceaux de bon sens dedans. Il expose ses théories sur la structure et les fonction de l'intellect humain dans « *The Society*

of Mind » qui est aussi le nom de son cours au MIT (Massachusetts Institute of Technology). Minsky explique entre autre la difficulté d'interprétation de la phrase : « je te dis un mensonge » par un système informatique. Il fait appel aux travaux de Freud sur l'interprétation de l'humour. Je vous conseille vivement une visite sur son site.

Quelques liens pour aller plus loin :
 L'incontournable Gamasutra : www.gamasutra.com
 Communautés de développeurs spécialisés en I.A. :
<http://www.gameai.com/ai.html>
 Idem : <http://ai-depot.com/GameAI/>
 Et encore :
<http://ai.eecs.umich.edu/people/laird/Game-AI-Resources.htm>
 En France : <http://animatlab.lip6.fr>
 Ray Kurzweil : <http://www.kurzweiltech.com/ray.htm>
 Marvin Minsky : <http://web.media.mit.edu/~minsky/>
 Pour les anglophobes : www.jean-michel-truong.net

Laurent Fischer (Octobre 2002)
laurentfischer@yahoo.fr

AnimatLab Laboratoire d'Informatique de Paris 6 (LIP6)

Adresse : 8 rue du Capitaine Scott
 75015 Paris
<http://animatlab.lip6.fr/>

Contact (pour ce projet) :
Gabriel.Robert@lip6.fr

Membres de l'équipe concernés par le sujet :
 Gabriel Robert et Agnès Guillot

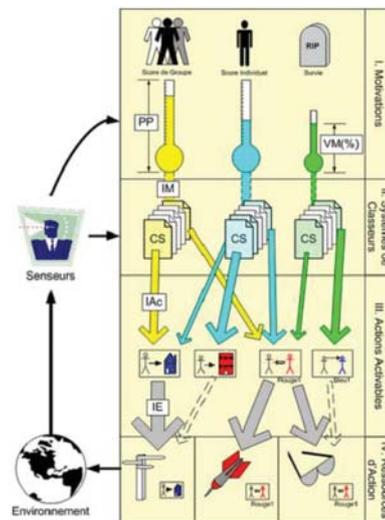
Thème général de l'équipe :

Les thèmes de recherche de l'AnimatLab sont axés sur les trois principaux processus adaptatifs que la nature a inventés pour assurer la survie des êtres vivants : l'apprentissage, le développement et l'évolution.

MHiCS, une architecture de sélection

de l'action Motivationnelle et Hiérarchique à Systèmes de Classeurs pour personnages non joueurs adaptatifs

Les jeux vidéo évoluant vers des univers toujours plus réalistes, leur peuplement par des personnages non joueurs (PNJ) aux comportements crédibles devient une problématique importante. La thèse de Gabriel Robert décrit MHiCS (Motivational - Hierarchical - Classifier Systems), une architecture de sélection de l'action équipant ces personnages en implémentant des mécanismes issus de l'approche animat, qui vise à la conception d'entités autonomes et adaptatives capables de survivre dans des environnements imprévisibles. Son originalité réside dans le fait qu'elle possède à la fois des règles comportementales transparentes (systèmes de classeurs), plusieurs motivations fluctuant en continu et des capacités d'adaptation en ligne. Elle a été testée avec succès dans une version du jeu Half-Life face à des PNJ confirmés. Ce travail contribue, d'une part, à une avancée dans la conception de systèmes de classeurs fonctionnant dans des environnements complexes et il participe, d'autre part, à une avancée dans la conception de PNJ dont l'autonomie décisionnelle est augmentée.



Une architecture motivationnelle signifie que toute action effectuée par un animat dépend d'un « besoin » (e.g., la faim) dont l'urgence est liée à la fois à des facteurs sensoriels internes (déplétion énergétique) et/ou externes (vue de nourriture appétissante), et qui corres-

pond à une motivation (Toates and Jensen 1991). Le niveau d'une motivation fluctue en fonction des actions accomplies, un niveau bas signifiant la satisfaction du besoin correspondant. Plusieurs motivations peuvent être définies, certaines étant compatibles et d'autres conflictuelles. Cette distinction correspond au fait que les actions correspondantes peuvent se réaliser soit parallèlement soit séquentiellement, selon qu'elles recrutent ou non les mêmes effecteurs.

Le processus décisionnel indiquant quelle action effectuer se situe au dernier niveau de l'architecture. Il fait suite à une diffusion hiérarchique de valeurs de motivations – situés dans un premier niveau – vers différents systèmes de règles « condition-action » – situés dans un deuxième niveau. Ils vont rendre activables des actions – situées dans un troisième niveau – qui pourront s'accomplir en fonction des ressources disponibles – situées dans un quatrième niveau.

Nous avons adoptée une diffusion hiérarchique dite à libres flux (Free-Flow Hierarchy : FFH) définie par (Rosenblatt and Payton 1989), car elle semble se révéler la plus efficace (Tyrrell 1993). Dans ce type d'architecture, plusieurs éléments d'un niveau supérieur peuvent envoyer leurs activations à tous les éléments des niveaux inférieurs – et non à un seul, comme dans un « winner-takes-all » (Tinbergen 1951). Au dernier niveau, les actions les plus activées peuvent donc être choisies en parallèle, ce qui permet d'effectuer des actions compatibles entre elles (e.g., marcher et tenir un drapeau), ou un compromis d'actions (e.g., se diriger vers une destination tout en évitant des obstacles) en fonction des ressources d'action recrutées. Bien entendu, une seule action peut être choisie s'il y a incompatibilité totale entre ses ressources et celles d'autres actions secondaires.

Références :

1. Rosenblatt K. and D. Payton. 1989. "A fine-grained alternative to the subsumption architecture for mobile robot control". In Proceedings of the IEEE/INNS International Joint Conference on Neural Network. IEEE Press, 317-324.

2. Tinbergen, N. 1951. L'étude de l'instinct.
3. Toates F. and P. Jensen. 1991. "Ethological and Psychological Models of Motivation - Towards a Synthesis". In From animals to animats. MIT Press, 194-205.
4. Tyrrell, Toby. 1993. "Computational Mechanisms for Action Selection". PhD Thesis. University of Edinburgh
5. Robert, G. and Guillot, A. (2003). MHICS, a modular and hierarchical classifier systems architecture for bots. In Mehdi, Q., Gough, N., and Natkin, S., editors, Game-on, pages 140-144.
6. Robert G. Thèse LIP6/AnimatLab, Université Pierre et Marie Curie, Paris, soutenue le 11 mai 2005, http://animatlab.lip6.fr/papers/these_gabriel_robert.pdf

GRIIARF : Groupe de Recherche en Informatique Intelligence Artificielle et Reconnaissance de Formes

Laboratoire appartenant à l'UFR ACSYS : Architecture et Conception de Systèmes Informatiques.

Adresse : GRIIARF, Faculté des Sciences, 4 Avenue Ibn Battouta B.P. 1014, Agdal, Rabat.

Site Web :

<http://www.fsr.ac.ma/GRIIARF/>

Contact : griiarf@fsr.ac.ma

Responsables : El Houssine Bouyakhf / Fakhita Regragui

Tél : + (212) 37 77 18 34 /

+ (212) 37 77 89 73

Fax : + (212) 37 77 89 73

GSM : + (212) 61 22 56 28

Email : bouyakhf@fsr.ac.ma

bouyakhf@mtds.com

regragui@fsr.ac.ma

Membres de l'équipe concernés par le thème :

Le laboratoire est constitué de membres permanents, internes à la Faculté des Sciences de Rabat, et de membres externes. Il est composé de :

- 11 enseignants chercheurs de la Faculté des Sciences de Rabat;

- Une vingtaine de Professeurs Chercheurs externes à la Faculté des Sciences, intervenants dans les Projets de Recherche, les encadrements et les co-encadrements de doctorants dans le cadre de l'UFR ACSYS dirigée par le groupe GRIIARF;
- 3 doctorants en thèse d'état.
- 20 doctorants au sein du GRIIARF
- 21 doctorants préparant la thèse nationale encadrés par les partenaires dans le cadre de l'UFR ACSYS

Thème général de l'équipe :

Les principaux axes de recherches développés au sein du laboratoire sont :

- Intelligence artificielle : *Algorithmique* (Complexité, Contraintes, programmation par contraintes, CSP distribués et valués), *Raisonnement* (Aide à la décision, Diagnostic, Planification, ordonnancement, Raisonnement temporel), *Systèmes multi-agents et systèmes distribués*
- Traitement d'image et du signal, Traitement du langage naturel, Traitement de l'information et cryptographie
- Réseaux et Télécommunications.

Description des travaux ou projets en liaison avec le thème du dossier

Les travaux en liaison avec le thème de ce dossier développés au sein du laboratoire le sont dans le cadre de sujets de thèses et/ou de projets de recherche :

- Mise en correspondance d'images stéréoscopiques : Application aux images de télédétection :
Outre les techniques de bas niveau, nous examinons plusieurs pistes issues de philosophies différentes. En effet, dans un niveau d'abstraction plus élevé, la mise en correspondance peut être vue comme un problème d'optimisation globale. Elle met en jeu des contraintes de cohésion plus fortes entre les candidats

à l'appariement pour inférer une solution globale optimale. Par exemple, pour l'algorithme de programmation dynamique, on cherche à modéliser le comportement du seuil de corrélation ainsi que l'introduction de fonctions coût pertinentes supplémentaires pour fiabiliser le processus. Nous suggérons aussi de revisiter l'algorithme en introduisant un mécanisme de remise en cause (backtracking) des solutions locales pour prévenir les problèmes d'initialisation et autoriser plus de flexibilité pour le choix du seuil de corrélation. Parallèlement, on pense reconsidérer le problème d'optimisation et l'exprimer dans le formalisme de la « Programmation Logique avec Contraintes » avec une « Modélisation Distribuée ». Les points à apparier de l'image esclave (variables) entreront en réaction pour se mettre en relation avec les points candidats de l'image homologue (ensemble restreint de points appelés domaine des variables). Le but étant de converger vers une solution optimale globale avec remise en cause des solutions élémentaires. On définira autant de coûts qu'il en faudra : score de corrélation, ordre, gradient de disparité, continuité figurale, etc.

- Traitement des images biomédicales : Détection automatique des lésions du sein par analyse de texture appliquée aux images mammographiques :

Le but de ce projet de recherche est la mise au point d'un système d'aide au diagnostic sur des images mammographiques pour permettre le traitement automatique des images afin de guider le spécialiste dans sa décision. L'outil capable de différencier un tissu sain d'un tissu pathologique se base sur une analyse de texture. Etant donné que les lésions recherchées ont des textures variées, l'approche multi résolution s'avère la mieux adaptée pour aborder ce problème. La texture est définie comme la répétition spatiale du même motif dans différentes directions de l'espace. L'analyse par ondelettes appliquée à l'image permet de décomposer celle-ci

en une image faible résolution qui est une approximation de l'image originale et 3 images de détails selon la verticale, l'horizontale et la diagonale. Ces images de détails sont de haute résolution et contiennent l'information sur la texture. La caractérisation de la texture se basera sur la détermination des propriétés statistiques du 1er ordre et 2nd ordre à l'aide du calcul des paramètres (énergie des images de détails, entropie, statistiques des textures...). Ces paramètres permettent de générer les vecteurs d'attributs de l'image qui seront utilisés par les algorithmes de décision afin de détecter les régions suspectes dans une mammographie.

- Etude des méthodes de détection de contour et comptage des anneaux saisonniers des otolithes du peuplement sardinier des cotes marocaines en utilisant les techniques d'analyse d'images :

La sardine représente l'une des espèces les plus abondantes au large des cotes marocaines. Cinq pêcheries se sont développées du Nord au Sud : la pêcherie méditerranéenne, la pêcherie Nord, la pêcherie traditionnelle de la région Safi_Agadir (zone A), la pêcherie Cap Noun_cap Boujdour (zone B), et la pêcherie Sud de Cap Boujdour au Cap Blanc (zone C). Actuellement, la gestion de ces pêcheries se base sur l'hypothèse de stocks. Le peuplement Sardinier des cotes marocaines, se subdivise en quatre unités de stock : un stock méditerranéen, et trois stock atlantiques (stock nord, stock central, stock sud, subdivisé en stock de zones A,B,C). L'objectif premier de ce projet est donc d'identifier les caractéristiques du contour des différents types d'otolithes après détermination de l'approche de segmentation et d'extraction de contours adaptée. Le deuxième objectif de ce projet est basé sur le comptage des anneaux saisonniers existants entre le nucleus et le bord de l'otolithe afin de déterminer l'âge de la sardine car la croissance de ce dernier se fait selon les saisons : rapide au printemps, tardive en

hiver. Ce comptage pourrait se baser sur le découpage de l'image en zones affectées chacune à un agent. Il sera le résultat d'un consensus entre les différents agents ; ce qui garantirait une certaine fiabilité.

Le développement des otolithes se fait normalement en formant : des zones opaques (croissance rapide) qui apparaissent sombres ; des zones hyalines (croissance lente) qui apparaissent claires. Donc une alternance de larges zones opaques avec des zones hyalines, et un cycle annuel est formé par une zone opaque et une zone hyaline.

- Compression adaptative d'image fixe et dynamique :

Notre but est de trouver une méthode qui permet de compresser une image avec des techniques différentes selon l'importance de l'information transmise, de telle sorte à ne pas dégrader l'image dans certaines zones qualifiées d'intérêt, et de dégrader de façon acceptable les autres zones qualifiées de contexte.

Nous nous intéressons ici à l'élaboration d'une méthode de compression adaptative. Cette méthode consiste aujourd'hui à extraire manuellement les zones qualifiées d'intérêt, appliquer une technique irréversible telle que les Ondelettes à celle-ci, tout en conservant une qualité visuelle élevée. Le contexte peut être compressé par une méthode classique telle que JPEG. Nous avons appliqué cette méthode aux images cartographiques et biomédicales et nous avons obtenu des résultats encourageants.

Dans la suite de notre travail, nous envisageons :

- de tester cette approche adaptative à l'aide d'autres techniques de compression sur plusieurs types d'images portant une ou plusieurs zones d'intérêt. Nous testerons les performances de ces techniques en termes du taux de compression et de la qualité visuelle surtout au niveau des zones d'intérêt compressées.
- d'extraire des zones d'intérêt à l'aide

de méthode automatique ou semi-automatique faisant appel aux techniques de l'IA (basées sur des approches heuristiques). Et de monter un système coopératif (SMA) affectant un algorithme de compression par zone d'intérêt et veillant sur l'optimisation du taux de compression globale.

- étendre cette approche aux images animées.

- Indexation d'objets 3D

Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une thèse, en collaboration avec l'équipe Robotique et Intelligence Artificielle du LAAS du CNRS. Il porte sur l'indexation d'Objets 3D en exploitant simultanément des indices géométriques sur la forme de l'objet et des indices photométriques couleur. Le modèle de l'objet sera appris automatiquement à partir des méthodes déjà disponibles. Le contexte est la reconnaissance et la localisation d'objets en vue de les saisir par un robot assistant de l'homme, équipé de vision stéréoscopique et d'un bras manipulateur, et contrôlé à distance via Internet.

- Traitement d'image appliqué à l'orthodontie

En médecine dentaire, l'orthodontie est utilisée pour réhabiliter une bonne occlusion des dents et rétablir la fonction du système stomatognathique. Le diagnostic des disharmonies dentomaxillaire nécessite le calcul de l'encadrement et une détermination précise de l'arcade dentaire inférieure. D'autre part, plusieurs moulages sont utilisés pour chaque patient durant la période de traitement; leur stockage pose un sérieux problème. Dans ce projet, nous nous proposons de :

- faire la modélisation mathématique de la forme d'arcade idéale à partir de mesures faites sur l'image du moulage en forme occlusale. Cette modélisation sera basée sur l'optimisation d'une fonction coût. Elle sera suivie par une étude de classification par diverses approches (classiques,

réseaux de neurones, flous) pour dégager le nombre de classes et le type de formes d'arcades caractérisant la population marocaine ;

- faire la reconstruction 3D du moulage à partir d'images 2D prises sous différents angles.

Bibliographie

(voir aussi :

<http://www.fsr.ac.ma/GRIIARF/>)

- M. BENABDELLAH, M. GHARBI, F. REGRAGUI, E.H. BOUYAKHF, Adaptive compression based on the wavelet of the cartografic images, International Computer Systems and Information Technology Conference ICSIT'05, Alger July 19-21, 2005.
- A. MGHARI, F. REGRAGUI, E. H. BOUYAKHF, Artificial Neural Network for Discrimination of Visual Evoked Potentials. AMSE Journal of Advances in modeling, signal processing and pattern recognition, Volume 46 N° 4, 2003 pp. 41-57
- M. BELAÏSSAOUI, E.H. BOUYAKHF, L'algorithme « Optimal Distributed Intelligent BackTracking », Revue Sciences et Technologies de l'Information, hors série / JFPLC 2003 pp. 303-310
- A. IDRISSE, D. BENSLIMANE, E.H. BOUYAKHF, Modeling and Solving Air Traffic Control Problem with Distributed Constraints IJCAI 01 International Joint Conference on Artificial Intelligence, August 4-10th 2001, Seattle, USA
- M. BENKHALIFA, A. MOURADI, E.H. BOUYAKHF, Integrating WordNet Knowledge to Supplement Training Data in Semi-Supervised Agglomerative Hierarchical Clustering for Text Categorization. International Journal of Intelligent Systems, volume 16, N° 8, August 2001 pp. 929-948

Equipe « Logique et Intelligence Artificielle »

Institut Montefiore (Département d'Electricité, Electronique et Informatique), Université de Liège

Contact : François Van Lishout

Tél : +32 43662619

Email :

vanlishout@montefiore.ulg.ac.be

Web : <http://www.montefiore.ulg.ac.be/~vanlishout>

Adresse : Grande Traverse 10, Campus du Sart-Tilman, B-4000 Liège

Membres de l'équipe concernés par le

thème : Pascal Gribomont, François Van Lishout

Thème général de l'équipe :

Nos sujets de recherche ont tous comme tronc commun la logique et se divisent en plusieurs catégories :

1. Vérification des systèmes parallèles

De nos jours, l'essentiel des programmes parallèles développés par le monde industriel sont vérifiés à l'aide de scénarios typiques de fonctionnement du programme. Ce genre de test manuel n'est malheureusement que rarement exhaustif et laisse donc la porte ouverte à des comportements imprévus. La vérification des systèmes parallèles a pour vocation d'automatiser le processus de test. Pour ce faire, de nombreuses approches existent. Nous nous intéressons à la **vérification par invariant**. Une propriété d'invariance est une propriété du système vraie tout au long de son exécution. Le genre de propriété qui nous intéresse est l'absence d'interblocage, d'exclusion mutuelle entre les processus, ... Ces propriétés peuvent s'exprimer en **logique de Hoare**.

L'utilisation des méthodes de vérification par invariant nécessite toujours une bonne connaissance de cette logique de la part de l'utilisateur, ainsi que des techniques de programmation assez spécifiques, rendant ainsi une utilisation pratique peu conviviale. Le futur du domaine consiste donc selon nous à **pousser plus loin l'automatisation** de manière à rendre ces techniques plus accessibles.

2. Programmation fonctionnelle et programmation logique

Dans le cadre des cours que nous enseignons, nous avons choisi le **SCHEME** pour l'apprentissage de la programmation fonctionnelle et le **PROLOG** pour les applications IA. Nous utilisons régulièrement ces langages dans nos applications.

3. Théorie des jeux

François Van Lishout débute actuellement des recherches en théorie des jeux à connaissance imparfaite. Pour rappel, il s'agit de jeux où les différents joueurs n'ont pas une connaissance totale de l'état du jeu (exemple : au poker on ne connaît pas les cartes des adversaires). Il s'intéresse principalement à la détection de stratégie d'adversaire.

Les domaines d'applications de ces techniques dépassent de loin les simples jeux classiques mais peuvent s'étendre à tout ce qui peut se modéliser comme un jeu entre plusieurs joueurs. Les sites de ventes aux enchères d'articles en ligne par exemple peuvent être considérés comme une aire de jeu où des acheteurs/vendeurs essaient de maximiser leurs profits en spéculant sur la valeur des biens. Dans ce contexte particulier, il est intéressant de se demander s'il est possible de détecter la stratégie d'achat des autres utilisateurs et déterminer ainsi la manière optimale de mener ses enchères.

Toutefois, avant de pouvoir répondre à ce genre de question dans des domaines étendus, il faut d'abord y arriver pour de vrais jeux. Il s'agit d'une part de trouver la manière statistique optimale de jouer (et ce sur base de l'équilibre de Nash) mais ensuite d'adapter cette stratégie à des adversaires particuliers sur base des parties déjà jouées contre ceux-ci. La logique modale convient parfaitement pour modéliser des jeux à connaissance imparfaite et c'est cette approche que nous nous proposons actuellement d'approfondir.

Description des travaux en lien avec le thème du dossier :

Dans le cadre de nos charges d'enseignement, il nous a semblé intéressant de fournir des applications graphiques se basant sur les langages de programmation enseignés. Pour ce faire, nous avons réalisé deux projets :

1. Utilisation de la programmation fonctionnelle pour la création d'images

Le logiciel de traitement d'image **the GIMP** est un logiciel très convivial à utiliser pour modifier des images et créer des animations. Il offre une série d'outils très pratiques pour développer toutes sortes de montages. Toutefois, pour obtenir des effets particuliers non triviaux, les outils de base de GIMP sont parfois insuffisants et dans ce cas il faut recourir à la programmation. Le langage utilisé par GIMP pour ajouter de nouvelles fonctionnalités est le **SCHEME**.

Ajouter une fonctionnalité qui écrit un nom à plus de 100 endroits différents sur une image, en respectant des critères de symétrie précis, ne semble pas facile à réaliser à la main. En effet, avec les outils de base de GIMP, il faudrait utiliser l'application d'écriture pour ajouter le nom une première fois, puis répéter l'opération autant de fois que désiré aux endroits présélectionnés. En utilisant **SCHEME** ce sera beaucoup plus simple. Il suffit en effet d'écrire un petit programme de 15 lignes qui va systématiquement écrire le nom à intervalles réguliers. De plus, si le programme est bien écrit, de simples paramètres permettront d'obtenir des variantes du problème (augmenter le nombre d'occurrence du nom, changer la taille de l'écriture, superposer plusieurs écritures de différentes tailles,...).

On trouvera une série d'exemples d'images et d'animations en **SCHEME** sur le site donné en référence ci-dessous.

2. Création d'interfaces graphiques en C pour programmes PROLOG

Le **PROLOG** convient bien pour développer la partie intelligente des applications de type IA, mais est plus difficile à manipuler lors de la phase graphique. Nous proposons donc de contourner ce problème en réalisant l'interface graphique en C (à l'aide de la plate-forme GTK) et la partie IA en **SWI-PROLOG**, puis en « fusionnant » finalement les deux codes. Pour démon-

trer la faisabilité de ce procédé, nous avons réalisé un programme graphique jouant à un bon niveau au jeu de puissance 4. Le détail de chacune des phases de développement ainsi que les codes obtenus sont fournis sur le site web donné en référence. Ici, nous parlerons brièvement de la communication entre les deux codes et de la création de l'exécutable.

Le **swi-prolog** possède une interface puissante pour interagir avec le C standard de Kernighan & Ritchie. Celle-ci permet soit la communication bidirectionnelle entre un code C et un code prolog (et ce sans limite d'emboîtement du C appelant du prolog, appelant lui-même du C, appelant du prolog, ...), soit d'écrire la fonction principale du programme en C et d'utiliser le prolog comme une machine logique enfouie dans le programme. C'est cette deuxième approche que nous avons utilisée, mais les concepts fondamentaux restent les mêmes dans les deux cas.

En résumé, une série de fonctions C prédéfinies est fournie avec le **swi-prolog** et il suffit d'utiliser ces fonctions pour appeler les prédicats prolog. Pour être un peu plus précis, on peut recenser trois types principaux de fonctions : celles permettant au code C d'instancier les arguments des prédicats prolog qu'on veut appeler, celles permettant de réaliser l'appel proprement dit et finalement celles permettant au code C d'obtenir les valeurs renvoyées suite à l'appel.

Il existe différentes méthodes pour lier les fichiers C et prolog entre eux. Une des plus simple consiste à utiliser la fonction **plld** (également fournie avec le **swi-prolog**) qui permet à partir des différents fichiers de créer un seul exécutable. Toutefois, celui-ci aura une taille non négligeable étant donné qu'il doit contenir un noyau pour exécuter le prolog.

Références :

<http://www.montefiore.ulg.ac.be/~vanlishout/>

P. Gribomont. *Éléments de programmation en Scheme*. Dunod, Paris, 2000.

P. Gochet et P. Gribomont. *Logique*. Hermès, Paris.

- Tome 1 : Méthodes pour l'information fondamentale (1991, 2e éd. 1998)

- Tome 2 : Méthodes pour l'étude des programmes (1994)

- Tome 3, avec A. Thayse : Méthodes pour l'intelligence artificielle (2000)

L. Moreau, D. Ribbens, P. Gribomont. *Advanced Programming Techniques Using Scheme*. Journée Francophones des Langages Applicatifs (Como, Italie). Collection didactique de l'INRIA, vol. 1998, pp. 69-90.

P. Gribomont. *Simplification of boolean verification conditions*. Theoretical Computer Science, vol. 239, pp. 165-185, 2000.

Laboratoire de méthodes architecturales Université de Liège

Le laboratoire de méthodes architecturales de l'ULG (Université de Liège) a créé un groupe de travail ayant pour but la mise en oeuvre d'une interface graphique réactive, capable de capturer et d'interpréter, en temps réel, les tracés dessinés à main levée. Il s'agit du **Lucid Group**. Le groupe existe maintenant depuis trois ans et les progrès réalisés sont impressionnants : leur programme **EsQUISE SMA** est aujourd'hui capable de comprendre les croquis créatifs réalisés par l'architecte et ce bien qu'ils soient totalement originaux et donc inconnus du système auparavant.

Pour ce faire le programme se base notamment sur le modèle SMA (système multiagent) qui consiste à programmer des agents ayant chacun une responsabilité particulière (la reconnaissance de texte, de ligne pointillée, la consultation d'un dictionnaire architectural, l'effacement des ratures,...) et qui communiquent entre-eux afin de déterminer ce que l'utilisateur avait vraiment voulu représenter. La quasi totalité de leur système repose sur du **COMMON-LISP** et voici donc encore un très beau cas d'application de la programmation fonctionnelle dans un domaine autre que l'informatique.

DOSSIER : INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET IMAGE

Quelques informations en plus

Surveillance de l'Environnement
CEA Direction des Applications
Militaires

<http://www-dase.cea.fr>

Une revue

<http://www.pixelcreation.fr>

Laval-virtual

<http://www.laval-virtual.org/>

Notes par Jean-Paul Baquiast et
Christophe Jacquemin sur

<http://www.admiroutes.asso.fr/larevue/2001/13/index.htm>

Une définition de la réalité virtuelle

de Benoît Kuhn, dans le numéro spécial

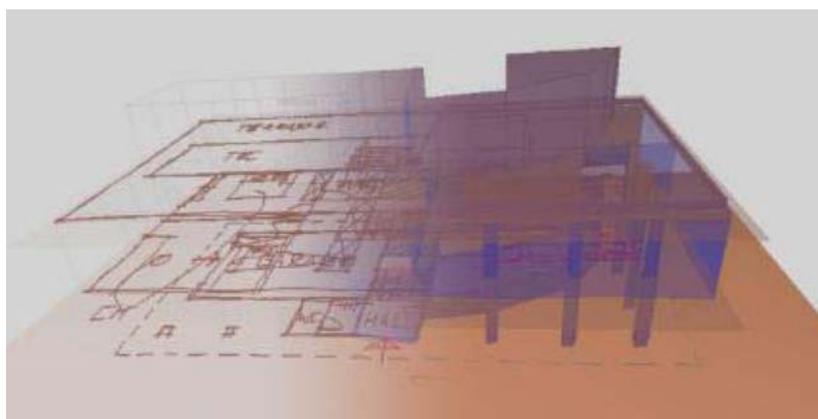
Réalité Virtuelle de PIXEL (n° 58 de
mai-juin 2001)

<http://www.pixelmag.com/>:

« Certains mélangent maintenant les termes "images de synthèse" et « réalité virtuelle ». Le mois dernier encore, une revue se disant spécialisée en infographie (mais il est vrai plutôt tournée vers le grand public) citait Jar Jar Binks (l'extraterrestre en 3D héros du dernier film Star Wars I) « comme exemple du devenir des avatars ». Ce qui voudrait donc dire que tout personnage 3D est un avatar, et tout film avec des effets numériques une réalité virtuelle...

Evidemment non. Le concept de Réalité Virtuelle suppose deux choses.

D'abord, la réalité virtuelle doit être immersive et entourer le spectateur soit directement (avec écrans ou lunettes par exemple), soit indirectement (le spectateur est représenté par un avatar à l'intérieur du monde virtuel). Et puis, ce spectateur (ou son avatar) doivent pouvoir se déplacer dans cet environnement virtuel, voire même interagir avec lui ou avec les autres participants. Cela va donc plus loin qu'un simple film, et les applications potentielles sont très variées ».



Extrait de pages de François van Lishout <http://www.montefiore.ulg.ac.be/~vanlishout/Welcome.html?scheme/applications.html>

Vos recensions dans le Bulletin

Vous avez récemment lu un livre sur l'I.A. et vous l'avez aimé ? Faites-nous part de ce coup de coeur ! Nous la publierons (avec review minimale, bien évidemment) pour en faire bénéficier le plus grand nombre.

Tom Mitchell



Traduction par Samuel Wieczorek de l'interview en anglais disponible à <http://www.cs.cmu.edu/interviews/mitchell/index.html>

Tom Mitchell est le directeur du Centre pour l'apprentissage et la découverte automatiques (Center for Automated Learning and Discovery) et professeur Fredkin d'I.A. et d'apprentissage, de l'Université Carnegie Mellon. Il est né en Pennsylvanie et pratique la planche à voile et le ski. Ici, vous pouvez en découvrir plus au sujet de son travail, de sa vie, et de sa cabane près du lac !

**Pouvez-vous me parler un peu de vous ?
Commençons par vos origines.**

Je suis originaire de Pennsylvanie. Je suis né dans la petite ville de Blossburg (située au centre de la Pennsylvanie). Mais j'ai grandi dans le nord de l'état de New York. J'ai fait mes études supérieures au MIT à Boston, puis à l'université de Stanford en Californie où j'ai vécu pendant 5 ans. Ensuite, je suis venu enseigner à l'université Rutgers dans le New Jersey durant 6 ans. Je suis finalement venu ici en 1986. J'ai été un peu partout...

Alors, pourquoi avez-vous choisi Carnegie Mellon ?

Oh, ça a été facile... J'ai choisi Carnegie Mellon parce que j'étais déjà professeur à l'université Rutgers, et je suis venu ici en tant que professeur invité durant un an. J'ai alors commencé à passer du bon temps ! J'ai enseigné un cours en collaboration avec Allan Newell et Geoff Hinton, ce qui était très bien. Et à la fin de l'année, lorsque j'étais supposé rentrer, nous avons tous été d'accord pour que je reste ici !! C'est un environnement tellement propice pour faire de la recherche en IA ou en informatique. Ça a donc été vraiment facile pour moi.

Pensez-vous que l'environnement soit très différent du MIT ou de Stanford ?

Je pense que oui. J'ai été étudiant aux deux endroits, et il me semble qu'il y a deux grandes différences : la première est qu'ici, il y a une très forte priorité sur l'informatique expérimentale - qui est, pour complimenter

la théorie, de travailler sur un programme qui réalise réellement quelque chose d'important dans le monde ; les associer est une bonne chose que Carnegie Mellon réalise, je pense, mieux qu'ailleurs. La seconde différence est qu'il y a cette absence formidable de frontières entre les disciplines. Par exemple, en ce moment, je collabore avec un professeur de psychologie tout en dirigeant le CALD qui est un immense rassemblement de compétences en informatique et en statistiques qui se côtoient tout le temps. Il n'y a pas de problème bureaucratique organisationnel à Carnegie Mellon, c'est comme si on s'attendait à ce que vous travailliez naturellement ensemble. Mais c'est en réalité assez unique que Carnegie Mellon soit ouvert à ce point.

Comme votre recherche se concentre beaucoup sur l'apprentissage automatique, avez-vous eu beaucoup de connaissances dans (ou appréciez-vous) les sciences biologiques ?

Vous savez, c'est amusant. Je n'ai pas beaucoup de connaissances en biologie, mais j'apprends de plus en plus en ce moment. Je suis une sorte d'étudiant, parce que durant ces deux dernières années, j'ai changé par rapport à mon métier précédent qui était seulement basé sur la façon dont nous pouvions amener des ordinateurs à apprendre. Je cherche maintenant à appliquer ceci à l'étude de données d'imagerie du cerveau. Je gagne à apprendre certaines choses à propos des neurosciences et je me considère comme un étudiant dans ce domaine qui me fascine.

Comment vous sentez-vous par rapport à l'imbrication de ces deux sciences : informatique et sciences naturelles ? Que pensez-vous que le futur apportera avec la combinaison des deux ?

Un domaine où vous pouvez déjà observer une grande croissance (et je pense qu'elle va être encore plus grande dans les 5 à 10 années à venir) est celui des sciences naturelles comme la biologie ou l'astronomie - qui produisent maintenant énormément de données... comparé à une centaine d'années auparavant, quand Mendeleev a réalisé son expérience sur les gènes de pois. Aujourd'hui, nous disposons d'immenses ensembles de données, provenant des microarrays, etc ; pour les expériences d'imagerie cérébrale nous avons des téraoctets d'images. Il n'est donc pas possible que les gens s'assoient et regarder un téraoctet de données à la main. Ainsi, de plus en plus, vous voyez des ordinateurs faire partie intégrante des sciences empiriques uniquement parce qu'elles disposent de gigantesques ensembles de données. En particulier, dans notre centre pour la découverte et l'apprentissage automatiques, nous sommes spécifiquement intéressés à trouver quel type d'algorithme nous pouvons mettre au point pour trouver des tendances générales dans de grands ensembles de données détaillées. Il y a une grande opportunité pour construire des programmes, comme ceux sur lesquels je travaille, qui apprennent les motifs d'activation du cerveau indiquant que vous pensez à des noms plutôt qu'à des verbes, ou dans le cas de la biologie cellulaire, nous apprenons les motifs d'aspects de protéines ou d'expression de gènes indiquant certains processus en cours dans la cellule. Il est vraiment difficile de trouver ces motifs à la main, et des algorithmes d'apprentissage pour trouver ces motifs - algorithmes de data mining - deviennent de plus en plus importants dans les sciences empiriques.

Apprendre les algorithmes du cerveau pour faire quelque chose est très difficile et n'est pas encore très bien compris. N'avez-vous jamais trouvé cela frustrant que de faire apprendre à un ordinateur des choses dont nous-mêmes ne connaissons pas les fonctionnements internes ?

C'est une observation très intéressante, je ne suis pas pour l'instant frustré par cela. Pourquoi ? [Rires] Je ne sais pas !

Peut-être que c'est curieux, mais il est vrai que la plupart des travaux en apprentissage artificiel (ou comment faire apprendre à un ordinateur), n'ont pas été guidés par notre connaissance de l'apprentissage humain. Ces travaux ont simplement évolué par eux-mêmes : « ok, comment pouvons-nous concevoir ce

système pour analyser beaucoup de données et découvrir des régularités ? ». Et donc, les gens ont mis au point de tels systèmes au lieu de chercher comment les humains apprennent et essayer de reproduire ces mécanismes. Mais récemment, comme je m'intéresse au cerveau, j'ai commencé à en apprendre un peu plus sur ce que les gens savent à propos de l'apprentissage humain, et c'est vraiment différent. Par exemple, lorsque nous, humains, apprenons, une grande partie de ce qui détermine si nous réussissons ou pas est lié à la motivation. Et il n'y a rien dans les algorithmes d'apprentissage artificiel qui corresponde, même de loin, à la motivation. C'est donc un phénomène très différent. Peut-être que dans 10 ans, nous le comprendrons mieux, mais pour l'instant, les deux sont vraiment différents.

Que préférez-vous à Carnegie Mellon?

Je pense que c'est un endroit où vous êtes encouragés à faire tout ce que vous aimez faire et vous n'avez pas à vous soucier de la discipline dans laquelle vous travaillez. Ici, je suis dans l'informatique et j'ai décidé d'étudier le cerveau, et c'est très bien. Il n'y a jamais la crainte de savoir si vous êtes autorisé à travailler sur un problème donné. Faites-le !

Avez-vous toujours voulu enseigner ?

Non. C'était un pur accident. J'aime enseigner. J'ai écrit un livre il y a quelques années parce que j'ai commencé à enseigner l'apprentissage artificiel et que j'avais remarqué que c'était plus agréable d'avoir des supports bien organisés. Mais ce qui m'a réellement motivé à devenir professeur est que j'étais intéressé par la recherche. Au départ, quand je suis devenu professeur, j'ai considéré l'enseignement comme une activité intéressante, mais quelque chose que je faisais simplement à côté du reste. Après avoir écrit le livre, j'ai décidé qu'enseigner était réellement une partie majeure de ce que je faisais mais je n'ai pas commencé par là !

Quel est le cours que vous préférez enseigner ?

J'aime beaucoup enseigner le cours d'apprentissage artificiel, parce que c'est le domaine dans lequel je travaille. Mais j'apprécie également choisir un thème que je ne maîtrise pas beaucoup et alors diriger un séminaire dessus : j'apprends autant que les étudiants. Ce genre de cours est amusant.

Avez-vous été le seul qui ait réellement fini par créer un cours d'apprentissage artificiel ici ?

Oui...C'est vrai ! [Rires]

Changeons un peu de sujet...pour un côté plus

personnel...De toutes les expériences que vous avez eues à Carnegie Mellon, quel a été votre souvenir le plus cher ?

Oh ! Il y en a tellement, c'est difficile à dire ! Bien, l'un de mes favoris est lorsque je suis venu ici pour la première fois et que j'ai enseigné ce cours avec Allan Newell et Geoff Hinton. Chacun d'entre nous a enseigné le cours, c'était sur les architectures pour les agents intelligents, un domaine sur lequel chacun de nous travaillait sous des angles différents. Nous avons eu le meilleur groupe d'étudiants, et le cours ne fut pas du tout magistral : nous avions un ou deux papiers chaque semaine que nous devions tous lire - les enseignants et les étudiants - et ensuite nous en discutons. Ceci a été un de mes meilleurs souvenirs de l'université de Carnegie Mellon parce que ça a été ma première expérience de la façon dont les choses fonctionnent ici et de cette opportunité de liberté.

Quels loisirs ou passions avez-vous en dehors du travail ?

J'aime faire de la planche à voile. Je joue un peu de musique, de la guitare. J'aime skier.

Si vous n'aviez pas été dans le milieu académique ou dans l'administration, qu'auriez-vous fait dans une autre vie ?

C'est amusant - parfois je pense que j'aurai voulu être un docteur...

Quel jour est votre anniversaire ?

Le 9 août.

Etes-vous marié et avez-vous des enfants ?

Je suis marié à une personne merveilleuse qui est responsable du système décimal Dewey - son poste officiel est : « Editeur du système décimal de Dewey » - elle élabore tous les numéros sur les livres... Et j'ai deux filles merveilleuses, toutes les deux mariées. L'une

d'elles est en thèse, elle fait croître des artères artificielles pour sa thèse à Duke. L'autre est professeur de mathématiques dans une école à Washington.

Quel est votre lieu de villégiature préféré ?

Ma maison ! [Rires]

Notre maison est dans le Maryland - j'ai un appartement à Pittsburgh, mais notre maison se situe dans un endroit appelé Deep Creek Lake, à environ deux heures de route d'ici. Nous avons l'habitude d'aller en vacances dans une cabane là-bas et d'avoir une maison ici, mais après que nos enfants aient quitté le collège, nous avons décidé que nous serions bien mieux près du lac et nous en avons fait notre résidence principale. Donc, je suis ici à Pittsburgh la semaine et les week-ends, je suis dans ma maison !

Quelle est votre cuisine favorite ?

Mon restaurant favori à Pittsburgh en ce moment est le Eleven. Il est au centre-ville. En général, j'aime la bonne cuisine - la cuisine française est ma préférée.

Quel est votre endroit préféré à Pittsburgh ?

J'aime bien aller au Café Zinho qui est à Shadyside. C'est seulement un très petit mais très agréable endroit où aller. Eleven est un joli endroit, cher et raffiné, mais le Café Zinho est mon préféré, un restaurant accessible. [Rires]

Quelle est votre couleur préférée ?

Bleu.

Complétez cette phrase : Quand les choses deviennent difficiles, je...

Cours plus vite! [Rires]

Quel est votre leitmotiv ou votre philosophie ?

Etre honnête...avec soi-même et autrui.



PRÉSENTATION DE LABORATOIRES

Présentations de laboratoires dans le bulletin de l'AFIA

LIFIA, Grenoble	Bulletin n°1	INRETS.....	Bulletin n°23
LRI, Orsay	Bulletin n°1	IRIN Nantes	Bulletin n°24
Service Systèmes Experts, Renault.....	Bulletin n°1	CRIN - INRIA Lorraine.....	Bulletin n°25
CEDIAG,.....	Bulletin n°2	DIRO - Université de Montréal	Bulletin n°26
CERT, ONERA, Toulouse.....	Bulletin n°2	IRIT - Toulouse (1).....	Bulletin n°28
IRIT, Toulouse.....	Bulletin n°2	IRIT - Toulouse (2).....	Bulletin n°29
LAAS, Toulouse.....	Bulletin n°2	LAAS - Toulouse (1).....	Bulletin n°30
HEUDIASYC, UTC.....	Bulletin n°3	Sony CSL.....	Bulletin n°31
IFP, Rueil Malmaison.....	Bulletin n°3	LAAS - Toulouse (2).....	Bulletin n°32
DIAM, INSERM U194	Bulletin n°3	LIMSI - Département CHM	Bulletin n°33
Lab. Math. Info., Fac Médecine de Marseille..	Bulletin n°4	LAMSADE	Bulletin n°34
GMD, St. Augustin (RFA)	Bulletin n°4	Institut autrichien de recherches en I.A.	Bulletin n°36
ONERA, Chatillon	Bulletin n°4	LIP6 – Université Pierre et Marie Curie.....	Bulletins n°37 & 38
KSL, Université de Stanford (USA)	Bulletin n°5	GREYC – Université de Caen	Bulletin n°40
Dépt Applications de l'IA au CNET, Lannion.	Bulletin n°5	LIFL – Université de Lille	Bulletin n°41
LAFORIA, Univ. Pierre et Marie Curie.....	Bulletin n°6	LRI (équipes IA et IASI).....	Bulletin n°43
L'institut FAW, ULM (RFA)	Bulletin n°6	IMAG - Grenoble.....	Bulletin n°44
Institut IIIA, Compiègne	Bulletin n°6	PSI (Perception, Système, Information - Rouen).....	Bulletin n°45
LAIR, OHIO State University (USA).....	Bulletin n°7	INRIA – Sophia Antipolis	Bulletin n°46/47
ARAMIHS, Labo mixte MATRA-CNRS,.....	Bulletin n°7	LIH – Laboratoire d'Informatique du Havre	Bulletin n°46/47
CEA, Service SERMA, Saclay	Bulletin n°8	Tech-CICO – Université de Technologie de Troyes	Bulletin n°51
Société ILOG.....	Bulletin n°8	LIFO – Université d'Orléans – Équipe Contraintes et Apprentissage.....	Bulletin n°52
LAIAC, Université de Caen	Bulletin n°9	LIIA – Ecole Nationale des Arts et Industries de Strasbourg	Bulletin n°52
Institut Français du Pétrole	Bulletin n°10	LRL – Laboratoire de recherche sur le langage – Université Blaise Pascal Clermont 2	Bulletin n°53
DFKI (Centre allemand de recherches en IA) .	Bulletin n°11	MIG – Mathématique, Informatique et Génome – INRA.....	Bulletin n°53
GRTC, Marseille	Bulletin n°11	ESIEA Recherche, Laval et Paris	Bulletin n°54
Inst. d'Analyse des Systèmes, Ac. Russe	Bulletin n°12	Équipe Intelligence Artificielle et Applications (IAA) du Crip5, Paris 5	Bulletin n°55
Georges Mason Univ., Center for AI (USA)....	Bulletin n°13	LAMIH – Univ. de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis.....	Bulletin n°55
IRISA, INRIA et Université de Rennes	Bulletin n°13	Université de Lund.....	Bulletin 58
Société INGENIA	Bulletin n°14	CRIL – Centre de Recherche en Informatique de Lens – Université d'Artois.....	Bulletin 58
LIPN, Université de Paris Nord	Bulletin n°14		
Institut EURISCO	Bulletin n°15		
LRDC, Université de Pittsburgh (USA).....	Bulletin n°15		
Société ISOFT	Bulletin n°16		
Dépt. d'Info de l'Université d'Ottawa	Bulletin n°16		
Equipe CHM, Université du Colorado (USA) .	Bulletin n°17		
LIRMM, Montpellier	Bulletin n°19		
Institut autrichien de recherches en I.A.	Bulletin n°20		
ENST Bretagne	Bulletin n°21		
LIA - Université de Savoie	Bulletin n°22		

Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information

LIRIS UMR 5205
Université Claude Bernard
Bâtiment Nautibus (710),
43, Boulevard du 11 Novembre 1918
69622 VILLEURBANNE CEDEX
Tél : +33 4 72 43 26 10 Fax : +33 4 72 43 15 36
Web : <http://liris.cnrs.fr> - Mél. : {prenom.nom}@liris.cnrs.fr

Présentation générale

Axes de recherche

Le LIRIS (Laboratoire d'InfoRmatique en Image et Systèmes d'information) est né début 2003 à la suite du regroupement de plusieurs laboratoires de recherche lyonnais (*LIGIM, LISI, RFV*) et d'individualités du domaine des Sciences et Techniques de l'Information et de la Communication. Il est associé au CNRS avec le label UMR 5205. Il a deux thèmes principaux de recherche : l'image numérique et les systèmes d'information, qui sont déclinés suivant quatre axes scientifiques :

- Axe 1 - Données, Documents et Connaissances (Responsable : S. Calabretto) ;
 - Axe 2 - Images et vidéos : segmentation et extraction d'information (Responsable : H. Emptoz) ;
 - Axe 3 - Modélisation et réalité augmentée (Responsable : B. Shariat) ;
 - Axe 4 - Systèmes d'information communicants (Responsable : A. Flory).
- et deux actions transverses :

Action A - Plate-forme d'Intégration d'outils logiciels pour le document numérique, en liaison avec l'*Institut des Sciences du Document Numérique* (ISDN) ;

Action B - Plate-forme d'Intégration logicielle : dossier médical multimédia réparti, en liaison avec le thème fédérateur « *Ingénierie de la Santé* ».

Seul l'axe 1 induit des recherches en Intelligence Artificielle et fait donc l'objet d'une présentation plus détaillée. Pour plus d'information sur les autres thèmes, vous pouvez consulter le site web du LIRIS.

Equipe

Le LIRIS comprend environ 200 personnes :

- 75 enseignants-chercheurs (dont 21 professeurs et 54 maîtres de conférences),
- 1 chargé de recherche CNRS,
- 105 doctorants,
- 7 post-doctorants,
- 8 ITA/IATOS.

Enseignements doctoraux

Le LIRIS est laboratoire d'accueil du Master Recherche Informatique de Lyon (responsables : Mohand-Saïd Hacid et Robert Laurini - site web : <http://matria.insa-lyon.fr/>). Les sept spécialités du Master sont :

- Connaissances et Raisonnement
- Aide à la Décision pour l'Entreprise
- Extraction de Connaissances à partir des Données
- Informatique graphique et images
- Systèmes d'information
- Réseaux, Télécommunications et Services
- Informatique Fondamentale

Le master est délivré par plusieurs établissements lyonnais : *Université Claude Bernard Lyon 1, Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, Université Lumière Lyon 2, Ecole Centrale de Lyon, Ecole Normale Supérieure de Lyon.*

Présentation générale de l'équipe D2C

Le défi à relever par les systèmes informatiques omniprésents en tant que supports pour les activités extrêmement variées de la société est de « faire sens » pour les utilisateurs et les uns pour les autres. Les utilisateurs (ou agents sys-

tèmes) peuvent exploiter les services mis à disposition en les interprétant comme connaissances ou comportements intelligents dans le contexte de leur tâche courante. Ce thème travaille à l'élaboration de propositions théoriques et pratiques pour relever ce défi ; qui pourrait se résumer par la question : « Comment faire émerger des connaissances ou/et des comportements intelligents des systèmes informatiques ? ».

Ce thème a pour cibles communes la découverte, la gestion, l'exploitation et le partage des connaissances telles qu'elles s'expriment dans ce que nous proposons d'appeler des « traces documentaires ». Une trace documentaire est un conteneur de connaissances qui peut prendre des formes très variées :

- les documents dans leur acception la plus habituelle du terme, en tant qu'artefacts construits, et en particulier les documents numériques,
- les contenus des bases de données en tant que conteneurs de connaissances,
- les traces d'interactions liées à l'usage du système informatique par l'utilisateur,
- les traces d'interactions entre agents informatiques,
- les traces d'usages captées dans les grandes bases de données (permettant de découvrir des profils),
- les codes complexes régissant des phénomènes d'évolution ou de comportement (génomés, séquences d'événements,...),
- etc.

Cinq axes thématiques structurent d'une manière plus spécifique les différentes facettes du thème général :

- Modélisation sémantique de documents.

- Cognition et expérience et agents situés.
- Représentation de connaissances, raisonnement et bases de données.
- Découverte de connaissances.
- Modélisation collaborative.

Thème : Modélisation sémantique de documents

Responsable

Jean-Marie Pinon

Chercheurs permanents

Sylvie Calabretto, Elöd Egyed-Zsigmond, Béatrice Rumpler

Thésards et post-docs

Rocio Abascal, Tiphaine Accary-Barbier (ATER), Noureddine Chatti, Vivien Guillet (ATER), Farah Harrathi, Hassan Nadery, Cristiane Vilar Mayer

Problématique

Force est de constater que nous disposons et consommons quotidiennement de plus en plus d'information, information diffusée selon de multiples formats et au contenu extrêmement varié. De ce fait, les systèmes de diffusion, de stockage ou d'accès à cette information multimédia doivent en permanence être repensés et s'adapter à ce volume disponible croissant tout en satisfaisant au mieux les besoins de l'utilisateur. Le problème de la recherche et de la sélection d'une information pertinente constitue l'objet essentiel de notre action de recherche. Plusieurs approches dans des domaines aussi variés que l'audiovisuel, les documents archéologiques, scientifiques, ou encore les hyper documents mono ou multilingues du WEB ont été explorées pour effectuer la recherche d'information par le contenu, mais dans chaque cas, il apparaît que l'indexation du document reste un élément clé pour garantir le meilleur succès dans la recherche.

Résultats

Modèle de représentation de documents audiovisuels

Le modèle Strates-IA, développé dans le projet SESAME, permet de structurer et de représenter des annotations de documents audiovisuels. Un

document audiovisuel est décomposé en morceaux appelés unités audiovisuelles. Ces morceaux de document sont annotés par des termes issus d'une base de connaissance hiérarchique. Les termes de la base de connaissance et l'ensemble des annotations d'un flux forment alors un graphe connexe orienté et étiqueté. Le graphe ainsi défini forme une base d'annotations. Pour accéder aux données contenues dans cette base d'annotations, on utilise des requêtes qui sont elles aussi traduites sous la forme de graphes. Le projet SESAME se poursuit par le projet RNRT RECIS dont l'objectif est d'étudier et de développer des outils permettant d'enrichir les services de recherche et d'accès à l'information multimédia. Dans le cadre du projet RECIS, le modèle E-SIA a été proposé. Ce modèle enlève la structure hiérarchique de la base de connaissances et rajoute les notions de Dimension d'Analyse et de Schémas de Description ainsi que des méthodes de traçage de l'annotation et de la recherche de documents par le modèle Trèfle?. Trèfle? permet de tracer les actions des utilisateurs toujours sous la forme de graphes et fournit des techniques pour réutiliser l'expérience ainsi capté pour aider l'utilisateur dans sa tâche d'annotation et de recherche de documents. Les techniques de réutilisation de l'expérience se basent sur le paradigme du raisonnement à partir de cas (RàPC). Ces résultats sont communs avec l'axe thématique « cognition-expérience ».

- *Modélisation du profil utilisateur pour la recherche et l'extraction d'information dans les documents scientifiques pour des déficients visuels*

A partir de bases de documents existantes, nous avons défini un système intelligent d'aide à la recherche d'information adapté aux utilisateurs déficients visuels. Ce système permet d'extraire les informations les plus pertinentes pour l'utilisateur et de les restituer selon la modalité la mieux adaptée à ses préférences : son, Braille ou texte. Nous avons défini la notion de profil utilisateur (connaissances du domaine, connaissances comportementales, connaissances cognitives). Le système exploite ces connaissances durant les différentes phases du processus de

recherche documentaire pour personnaliser l'assistance. Nous avons choisi le Raisonnement à partir de cas (RàPC) pour l'apprentissage du profil utilisateur. Le système que nous proposons effectue l'expansion de la requête de l'utilisateur, fournit la requête étendue au système de recherche documentaire Context de Oracle puis filtre les documents collectés avant de les présenter à l'utilisateur final. Cette démarche a été validée par un prototype : COSYDOR (COoperative System for DOcument Retrieval) dans le cadre de la thèse de Lobna Jeribi.

- *pour l'assistance au déplacement piéton.*

Dans le cadre du projet régional « OUVEJ », nous nous intéressons à l'aide au déplacement piéton en milieu urbain en particulier pour les personnes déficientes visuelles. Une assistance automatisée est possible si l'on prend soin d'intégrer les situations personnelles, les capacités et les besoins de l'utilisateur dans le système. La notion de profil utilisateur devient de fait un des éléments pivots de notre proposition. Notre approche s'appuie d'une part sur la définition du profil utilisateur et d'autre part sur la formalisation du profil en vue de son exploitation. Elle met en œuvre une adaptation à l'utilisateur, en effet, les trajets proposés et le niveau de détail dans les descriptions sont calculés en fonction du profil. De plus elle permet l'utilisation de modalités de restitution variées. L'instanciation du profil de l'utilisateur repose sur un « feedback » explicite de l'utilisateur (évaluation directe) et un « feedback » implicite (évaluation à travers l'exploitation de traces d'utilisation). Complémentairement, des stéréotypes sont formés. Ils remédient au problème de l'instanciation du profil.

Un prototype est réalisé en grandeur réelle sur le campus de la Doua, dans lequel, les trajets sont définis dans un dialecte de xml, les étapes d'adaptations étant réalisées par application de feuilles de transformation xslt.(Thèse de Vivien Guillet)

Modèle d'indexation sémantique de corpus multilingue

Catherine Roussey a proposé dans sa thèse un modèle de graphe sémantique

permettant d'améliorer la description sémantique des documents dans un contexte multilingue. Ce modèle est une extension du modèle des graphes conceptuels de Sowa tenant compte de l'existence de plusieurs vocabulaires. L'indexation d'un document s'effectue grâce à la définition préalable d'un thesaurus sémantique. Un thesaurus sémantique est un nouveau genre d'ontologie qui allie à une modélisation du domaine plusieurs terminologies. Nous avons montré la pertinence de notre proposition en implémentant un prototype appelé Système Documentaire Multilingue (SyDoM) pour la gestion et l'interrogation d'une collection de documents XML. Ainsi les termes sont dissociés des notions qu'ils dénotent, ce qui permet de clarifier les relations entre les termes et les notions et d'identifier les relations terminologiques des relations sémantiques. L'objectif du travail de thèse de Farah Harrathi est de proposer une méthode d'indexation automatique de documents multilingues pour permettre le passage à l'échelle de SyDoM. La méthode est fondée sur l'extraction des concepts et la détection de la présence de relations sémantiques entre concepts à partir des documents. Elle s'inspire, d'une part de certaines propriétés générales des langues naturelles, et d'autre part des méthodes linguistiques et statistiques.

Nouveaux modèles à base de points de vue pour les bibliothèques numériques spécialisées

La consultation de ressources hétérogènes (SGBD, banques d'images, bases documentaires) pose un ensemble de problèmes dits de sémantique. Deux approches sont possibles : une approche ontologique ou une approche à base de points de vue. Contrairement à l'approche ontologique qui nécessite un consensus entre experts, cette nouvelle approche permet de modéliser des points de vue contradictoires (intersubjectivité). En effet, dans le cadre de bibliothèques numériques spécialisées (destinées à des experts), limiter la description des documents à une indexation unique, fixe et effectuée par un tiers, reviendrait à nier l'expertise des chercheurs ou experts. Nous avons donc développé le modèle des « Réseaux de

Description » (thèse d'Aurélien Béné). Ce modèle se présente sous la forme d'un graphe orienté acyclique. Les nœuds sont appelés des « descripteurs » et les arcs des « spécialisations ». Le mécanisme que nous avons proposé pour comparer des points de vue entre eux est un filtre de graphe. Il permet par induction totalisante de trouver des rapports entre descripteurs, non-dits au niveau des modèles, mais apparaissant dans leurs usages. Ce filtre de graphe est également utilisé pour arpenter l'espace documentaire et donc rechercher des documents par navigation dans le réseau de descripteurs. Ces travaux ont donné naissance au système en open sources Porphyry (<http://www.porphry.org>). Le système Porphyry comprend aujourd'hui deux couches (au sens informatique) : la première permet de gérer les corpus documentaires, la seconde les points de vue. Nous travaillons actuellement sur la création d'une troisième couche pour l'intersubjectivité. Cet espace intersubjectif permettra de détecter des incohérences par propagation de contraintes, contraintes posées par l'expert à l'intérieur d'un même point de vue et entre des points de vue différents. Ces travaux sont menés dans le cadre de l'EPML Confrontation de points de vue du RTP Document.

Multistructuralité des documents

Nos travaux sur la multistructuralité des documents visent à proposer un modèle générique de l'approche à base de points de vue. En effet, dans le modèle des réseaux de description, seules des relations de spécialisation sont autorisées. Dans une première phase, nous avons étendu ce modèle à des documents temporels en ajoutant des relations de Allen (Thèse de Tiphaine Accary, Projet STIC-SHS Société de l'Information). L'objectif du modèle de document à structures multiples est de proposer un modèle générique qui supporte tout type de relation et tout type de document (Thèse de Noureddine Chatti, projet régional ISDN). Le modèle proposé a pour objectif de permettre la prise en compte de la multistructuralité des documents multimédias. Les structures documentaires sont habituellement modélisées sous la forme d'arbres. De façon plus générale, nous choisissons de

nous affranchir des outils de description « technologiques » et de représenter une structure documentaire par un graphe, ce qui offre de plus riches possibilités de description.

Une structure documentaire est une description d'un document par un ensemble d'éléments en relations les uns avec les autres, au cours ou en vue d'un usage. Un document multistructuré est un document structuré dans lequel on considère plusieurs usages possibles et donc plusieurs décompositions structurelles. L'une de ces structures, nommée structure première, est constitutive du document en tant qu'unité. Toute autre structure s'appuie sur la structure première par le biais d'une correspondance avec celle-ci, directement ou par l'intermédiaire d'une autre structure. Enfin, deux structures quelconques ne peuvent pas être mutuellement en correspondance, ni directement ni indirectement. Ces travaux se poursuivent dans le cadre de l'ACI Masse de Données SemWeb.

Des travaux sur la structure sémantique de thèses scientifiques sont menés dans la thèse de Rocio Abascal.

Elaboration d'un modèle de représentation sémantique des textes réglementaires

Il s'agit de modéliser la sémantique des textes réglementaires pour les mettre en relation lorsqu'ils appartiennent à des niveaux de droit distincts. L'ensemble de nos modèles permet de rendre compte de la sémantique de chacun des documents, mais aussi de leurs relations au sein de la pyramide réglementaire : un hyperdocument, depuis les textes les plus généraux, jusqu'aux textes les plus proches des spécifications des systèmes d'information qui mettent en œuvre cette réglementation. Notre contribution permet d'établir un support formel offrant en perspective une gestion de la cohérence (détection des incohérences, des contradictions et des tautologies) et de la conformité au sein du corpus réglementaire (thèse de David Jouve, convention CIFRE avec le CNEDI de Lyon).

Thème : Cognition, Expérience et Agents Situés

Responsable

Alain Mille (AM)

Chercheurs permanents

Béatrice Fuchs (BF), Nathalie Guin-Duclosson (NG), Salima Hassas (SH), Stéphanie Jean-Daubias (SJD), Simone Pimont (SP), Yannick Prié (YP)

Thésards et post-docs

Jesus Arana-Lozano, Frédéric Armetta, Magali Beldame, Rosanna Bova, Amélie Cordier, Carole Bavay-Eyssautier (Grenoble), Clément Faure, Olivier Georgeon, Julien Laflaquière, Leonardo Lana de Carvalho Sandra Nogry, Mick Philippon, Amjad Rattrout, Arnaud Stuber

Problématique

La pérennisation du savoir (et du savoir-faire¹) revêt une importance grandissante dans un nombre croissant d'entreprises². Les outils dans ce domaine peuvent se présenter comme des Aides à la Décision et aussi comme des Aides-mémoire³. Dans le premier cas (aides à la décision), on doit clairement se garder de l'utopie consistant à viser des systèmes de « décision automatique » ; il s'agit bien de fournir à l'utilisateur des éléments lui permettant d'avoir une vue plus précise de son problème et des conséquences prévisibles de ses choix. Le second cas inclut aussi bien la mémoire collective que celle d'un individu. Au-delà de l'utilisation par l'ingénieur pour l'aide à la conception par exemple, il convient d'envisager l'utilisation des informations à des fins pédagogiques, par exemple dans le cadre d'EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain). Il s'agit donc de mobiliser les possibilités des systèmes informatiques pour développer des assistants « intelligents » des tâches médiatisées. Les

interactions homme-homme médiatisées par les systèmes tout comme les interactions agents-agents forment le fond commun de l'axe thématique. Les systèmes informatiques eux-mêmes ne peuvent en effet plus être considérés comme des entités fermées intégrant des mécanismes automatiques pour des tâches spécifiques, mais constituent des systèmes ouverts, s'appuyant explicitement sur la prise en compte des *diverses interactions* qu'ils entretiennent avec un environnement complexe et changeant : il s'agira alors de voir à quel point il est possible de voir ces systèmes comme des « écosystèmes artificiels ». Cette facette de la problématique est en cours de construction dans l'axe thématique.

La prise en compte des interactions comme fondement de l'émergence du sens implique la collaboration avec les spécialistes des sciences cognitives. Une première application d'une telle collaboration concerne la prise en compte des aspirations des interlocuteurs d'un système (aussi bien ceux qui l'interrogent, ceux qu'il contribue à former, que ceux qui l'alimentent en connaissances). Une seconde approche consiste à étudier en parallèle (chez les humains et dans les logiciels), les mécanismes d'évocation, tels que ceux qui permettent de reconnaître dans un problème nouveau des éléments de similitude avec un problème déjà résolu en vue d'adapter sa (ré)solution.

Résultats

EIAH (NG, SJD, AM)

La conception des EIAH ne peut se résoudre à la mise en œuvre de bons outils, de bonnes méthodes, de bonnes pratiques. L'intégration des EIAH dans les pratiques d'enseignement et d'apprentissage passe par leur appropriation. L'équipe explore les moyens de faciliter cette intégration par l'évaluation pluridisciplinaire précoce des systèmes développés et par la conception d'outils d'appropriation des EIAH par les enseignants (Projets PERLEA et AMBRE) et par les apprenants (Projet Pixed).

L'appropriation des EIAH passe également par l'exploitation des processus d'apprentissage individuels en particulier lorsqu'il s'agit d'apprendre des méthodes (collaboration avec le Laboratoire de Psychologie Cognitive

de l'Université de Provence). Le projet AMBRE exploite le Raisonnement à Partir de Cas pour faire acquérir des méthodes issues de recherches en didactique des disciplines. L'acquisition de connaissances théoriques à partir de la résolution de problèmes par analogie exige de modéliser les connaissances de la méthode (fondées sur des connaissances de classification) pour expliciter ces connaissances, les explications associées, les liens entre les connaissances de classification et les connaissances du RàPC (en particulier la relation entre connaissance de recherche de problèmes similaires et connaissance d'adaptation d'une solution d'un problème similaire).

L'expérimentation en situation écologique (lycée et primaire) a démontré toute l'importance de l'appropriation de l'EIAH (plusieurs versions de l'EIAH ont été développées incrémentalement avec les utilisateurs).

L'appropriation d'un EIAH par l'apprenant passe par la capacité de celui-ci à l'exploiter pour partager et réutiliser l'expérience des apprentissages médiés par l'environnement. Le projet PIXED s'est intéressé à l'exploitation des traces d'apprentissages dans le cadre d'un EIAH pour l'apprentissage à distance tout à la fois pour assister réflexivement l'apprenant dans sa tâche d'apprentissage que pour mettre à disposition un mécanisme de traçage permettant d'échanger sur les processus d'apprentissage en les représentant sous formes d'épisodes d'apprentissage contextualisés dans leur trace et en autorisant leur manipulation par les apprenants (partage de ces épisodes avec les enseignants, les autres apprenants, etc).

RàPC (BF, AM)

Le Raisonnement à Partir de Cas est une source d'inspiration importante dans l'équipe pour orienter les travaux cherchant à remobiliser l'expérience pour remettre en contexte la tâche de l'utilisateur, facilitant la résolution de problème, l'apprentissage humain, la coopération, l'assistance, etc.

Ce domaine bénéficie d'une compétence ancienne et reconnue dans le domaine, en particulier dans la modélisation et la formalisation du Raisonnement, des ses différentes étapes et des connaissances qui les

1. Jean-Marc Fouet (décédé en mai 2000), *Peut-on exprimer le savoir-faire ?*, in Actes du congrès MLX, Namur, pp183-189, 1998

2. Jean-Marc Fouet, *Connaissances et savoir-faire en entreprise*, HERMES, 1997

3. Alain Mille, *Associer expertise et expérience pour assister la tâche de l'utilisateur*, Thèse HDR, UCB Lyon1, 1998

caractérisent. Un travail en collaboration avec l'équipe Orpailleur de Nancy a permis la théorisation des connaissances mobilisées dans le RàPC et l'expérience acquise permet d'envisager la réalisation d'un atelier du RàPC intégrant des capacités d'apprentissage des connaissances mobilisées par le RàPC.

Les traces et leur interprétation (YP, AM)

Les interactions homme-homme médiées par un environnement informatique peuvent se matérialiser sous la forme de traces laissées consciemment par l'utilisateur⁴. L'équipe propose une « théorie du traçage » (projet MUSE-TE) mettant en évidence le rôle central de ce qui est appelé « modèle d'utilisation » permettant de faciliter l'interprétation et l'exploitation des traces par les utilisateurs eux-mêmes ou par des chercheurs analystes des interactions humaines médiées par un environnement informatique. Une architecture de traçage et un mécanisme générique d'interprétation contextuelle (Signatures de Tâches Expliquées) complètent la théorie. Plusieurs projets exploitent cette approche pour la réalisation d'assistants fondés sur la réutilisation de l'expérience (généralisation d'une forme de RàPC) dans le domaine des EIAH (PIXED et divers EIAH), de la conception (Dassault-Systèmes), de l'indexation et la recherche d'information (RECIS), de l'assistance aux tâches collaboratives (Projets OSCAR et ISOCELE) et des maquettes et prototypes ont été réalisées avec succès. Plusieurs projets en cours sont orientés dans l'exploitation de la théorie pour réaliser des outils d'aide à l'interprétation d'usages par les chercheurs analystes de l'activité (collaborations INRETS, ICTT, cluster de recherche Rhône-Alpes, etc.).

Un autre champ applicatif de l'interprétation basée sur les traces concerne l'interprétation de documents par annotation/traces de relecture et réutilisation avec une application originale aux documents audiovisuels et à la génération d'hypervidéos (Projet Advène).

Une piste de recherche est ouverte sur la considération de l'interprétation et la

lecture de « constellations de mots » (beaucoup de pages Web mettent ainsi « en constellation » les mots plutôt que les organiser dans une syntaxe convenue.

Systèmes complexes (SH, SP, AM)

Les systèmes informatiques ne sont plus considérés comme des entités fermées, dotées de mécanismes automatiques de réalisation de tâche mais comme des systèmes ouverts, évoluant dans environnements complexes : utilisateurs, autres systèmes, réseau, etc. Sujets à d'incessantes perturbations liées aux interactions mutuelles, ils doivent constamment s'adapter. Les recherches sont d'une part théoriques pour fonder une nouvelle façon de voir l'acte de computation et d'autre part pratiques en s'appliquant au domaine des réseaux, du web (sémantique !), des chaînes logistiques et bien entendu dans le domaine de la cognition abordé au travers de l'étude de l'émergence de sens dans les interactions et des représentations associées (Projets OSCAR et ISOCELE).

Ce thème de recherche trouve également sa genèse dans la résolution de problèmes sous contraintes fortement combinatoires, et les CSP (problèmes de satisfaction de contraintes) se révélant trop figés pour s'adapter au caractère dynamique de l'environnement, les solutions fondées sur une approche décentralisée, flexible et adaptative à base d'agents réactifs (application aux problèmes d'ordonnement fortement dynamiques.

Travaux en collaboration avec les Sciences Humaines et Sociales

Par nature, les projets du thème Cognition, Expérience et Agents Situés nécessitent des collaborations fortes avec la recherche en SHS.

Le thème s'insère dans plusieurs communautés interdisciplinaires (communauté EIAH, communauté IC, communauté Systèmes Complexes, communauté ARCO...) et bien entendu a animé et participé à plusieurs groupes de travail nationaux (animation RTP38, RTP39, RTP14 ?) ; Européens (ESOA, AgentLink III, Cost 282)

Thème : Représentation de connaissances, raisonnement et bases de données

Responsable

Mohand-Saïd Hacid

Chercheurs permanents

Salima Benbernou, Fabien De Marchi, Etienne Pichat, Christine Solnon

Thésards et post-docs

Hassan Badir (ATER), Etienne Canaud, Samira Hammiche, Sébastien Sorlin, Adrian Tanasescu

Problématique

Approximation de requêtes dans les bases de données : L'utilisation de réponses approximatives à des requêtes posées à une base de données comportant des informations partielles a été explorée, au cours des années 80, par les communautés bases de données, intelligence artificielle et recherche d'information. Depuis, les types de données manipulés dans les nouvelles applications ont évolué pour inclure des données plus complexes comme les données multimédias. Les données multimédias ont la caractéristique d'être subjectives dans leur interprétation sémantique. Pour permettre une recherche efficace dans les bases de données multimédias, il est nécessaire d'extraire et de représenter la sémantique de ces données. Plusieurs travaux se sont intéressés à des descriptions qualifiées de « bas niveau », générées par des outils de traitement algorithmiques et celles de plus haut niveau, qualifiées de « sémantiques » afin d'obtenir des réponses précises aux requêtes soumises. Ces requêtes peuvent être sur les caractéristiques de bas niveau, la structure ou la sémantique des données. Les requêtes portant sur la sémantique ne permettent pas d'avoir des réponses précises à cause de la nature subjective des données. Pour remédier à ce problème, nous proposons de concevoir et d'explorer un cadre formel pour l'approximation sémantique de requêtes dans les bases de données multimédias. Il s'agit d'analyser les différentes situations pour lesquelles une réponse précise ne peut être obtenue dans le cas des données multimédias dans un contexte repart.

4. Cross Industry Standard Process for Data Mining (www.crisp-dm.org)

Sur la base de cette analyse, nous avons proposé un ensemble de constructeurs qui peuvent être utilisés pour modéliser les approximations et les algorithmes qui les implantent.

Entrepôts de Données Multimédias et Qualité de Service : Depuis son apparition, le rôle du multimédia dans la diffusion de l'information n'a cessé de croître, pour être aujourd'hui le principal support. La problématique d'une diffusion massive et de qualité n'a toujours pas été résolue. Nous disposons d'un héritage volumineux de documents multimédias (vidéo, audio, image), qui bien sûr ne fait qu'augmenter.

Nous avons donc de grandes quantités d'informations multimédias en notre possession et se pose alors le problème d'organiser ces informations et de retrouver une information particulière dans tous ces documents. Face au nombre de ceux-ci, une recherche exhaustive consistant à explorer chaque document est forcément impossible. Il est donc nécessaire de disposer d'outils d'archivage et de modèles de structuration permettant de rechercher efficacement une information donnée contenue dans de telles masses de documents multimédias.

Une exploitation sérieuse de cette masse d'information est pratiquement non réalisable sans un système logiciel intelligent. La future génération de systèmes reposera sur la possibilité de stocker, d'accéder et de raisonner sur de gros volumes d'objets multimédias (avec une distribution spatiale naturelle). Construire un entrepôt de données multimédias global contribuera à résoudre des problèmes importants.

Notre objectif est de développer un cadre pour une « nouvelle génération » d'entrepôts de données multimédias capables de supporter des traitements sophistiqués sur des informations complexes. Nous cherchons à concevoir et à combiner des techniques spécifiques développées dans les domaines des bases de données et de l'intelligence artificielle pour la manipulation d'objets multimédias.

Plusieurs domaines critiques où les facteurs de qualité ont une importance centrale seront explorés, comme : (1) l'enrichissement de la sémantique des entrepôts d'information avec des

modèles formels de qualité pour permettre une conception adaptative et quantitative d'entrepôts multimédias; (2) enrichir la sémantique des modèles d'information des sources pour permettre la résolution des conflits et une intégration simplifiée; (3) enrichir la sémantique des modèles de schémas des entrepôts multimédias pour permettre aux concepteurs et optimiseurs de requêtes de tenir compte de façon explicite de la nature des données multimédias.

Découverte Dynamique de Services Web : La notion de « Web service » désigne essentiellement une application (un programme) mise à disposition sur Internet par un fournisseur de service, et accessible par les clients à travers des protocoles Internet standards. Des exemples de services actuellement disponibles concernent les prévisions météorologiques, la réservation de voyage en ligne, les services bancaires ou des fonctions entières d'une entreprise comme la mise en œuvre de la gestion de la chaîne logistique. Par essence, les services Web sont des composants logiciels autonomes et auto-descriptifs et constituent par ce fait un nouveau paradigme pour la médiation d'applications. Ceci a pour effet de permettre une intégration des applications plus rapide et moins coûteuse et avec des perspectives d'évolution et de réutilisation réelles pour les entreprises. L'objectif ultime de l'approche services Web est de transformer le Web en un dispositif distribué de calcul où les programmes (services) peuvent interagir de manière intelligente en étant capables de se découvrir automatiquement, de négocier entre eux et de se composer en des services plus complexes. Ceci ouvre des perspectives de recherche et de transfert technologique à court et à moyen termes dans les domaines où l'interopérabilité entre applications est fondamentale.

Mesure de la similarité de graphes étiquetés : De nombreuses applications nécessitent d'évaluer la similarité de deux objets, ou de trouver parmi un ensemble donné d'objets, celui qui est le « plus similaire » à un objet donné. Ce travail a trouvé son origine dans le raisonnement à partir de cas, où pour résoudre un nouveau problème, il s'agit de trouver parmi un ensemble de problèmes précédemment résolus, celui qui

lui ressemble le plus, cela afin de pouvoir en réutiliser la solution par adaptation. On s'intéresse plus particulièrement à une application du raisonnement à partir de cas dans le domaine de la conception mécanique assistée par ordinateur et de recherche dans les bases de données images.

Thème : Découverte de connaissances

Responsable

Jean-François Boulicaut

Chercheurs permanents

Claire Leschi, Christophe Rigotti

Thésards et post-docs

Hunor Albert-Lorincz, Jérémy Besson, Sylvain Blachon, Clément Fauré, Cyrille Masson (ATER), Nicolas Meger (ATER et docteur), Ruggero Pensa

Problématique

Il est toujours plus facile de collecter des données mais notre capacité à en extraire des informations à forte valeur ajoutée reste limitée. Il est donc important de mettre au point de nouveaux modes d'interactions avec de grands volumes de données, qu'ils soient basés sur des déductions ou sur des inductions (ou généralisations). L'extraction de connaissances dans les bases de données (ECBD ou « Knowledge Discovery in Databases ») est le domaine de recherche au sein duquel coopèrent statisticiens, spécialistes en bases de données et en intelligence artificielle pour « apprendre » ou expliciter des connaissances enfouies dans les données. Nous considérons que l'ECBD est une évolution naturelle des bases de données au sens où la découverte de connaissances est étudiée comme un processus d'interrogation. Dans cette vision baptisée « Bases de données inductives », préparation des données, fouille mais aussi interprétation des motifs ou des modèles extraits sont confiés à des requêtes. A long terme, ce type de recherche doit conduire vers des langages de requêtes généralistes pour l'extraction de connaissances (i.e., le « SQL » de l'ECBD est à inventer). A court terme, les progrès dans cette direction sont

utiles pour fournir de nouveaux outils de « data mining » et mieux comprendre comment assister l'interactivité entre les analystes et les données qu'ils traitent. Depuis sa création en 1998, l'équipe s'est focalisée sur les techniques dites descriptives (non supervisées) et a privilégié le travail sur des données réelles, notamment dans le domaine bio-médical. Nous avons aujourd'hui une expertise reconnue pour l'extraction de motifs séquentiels et ensemblistes sous contraintes (i.e., des motifs locaux à partir desquels on peut calculer des règles descriptives comme les règles d'association) mais aussi sur le calcul de partitions ou de bi-partitions (construction de modèles dans le cadre de la classification non supervisée conceptuelle).

Résultats

Algorithmes et Outils pour l'extraction de motifs ensemblistes.

Nous avons d'abord travaillé sur le problème difficile mais bien posé de l'extraction de motifs fréquents dans de très grandes matrices booléennes denses et/ou dont les données sont fortement corrélées. Ceci nous a permis, entre autres choses, d'étendre significativement les contextes d'applications potentielles des règles d'associations. Avec nos travaux sur les ensembles libres, nous avons initié un courant de recherche concernant les représentations condensées d'ensembles fréquents (ensembles libres et fermés, ensembles v-libres, ensembles NDI, etc). Nous avons formalisé plusieurs de ces représentations condensées et nous avons étudié leurs usages multiples (i.e., pour dériver des règles d'association ou des règles de classification, pour servir de base à des classifications conceptuelles, pour représenter des groupes de synexpression en biologie moléculaire). C'est un domaine aujourd'hui bien identifié et très actif, aussi bien sur un plan national que sur un plan international. Les applications à l'analyse de données d'expression de gènes (analyse du transcriptome) nous ont conduit vers l'étude du bi-partitionnement (calcul heuristique optimisant localement l'association entre une partition des lignes ou objets et une partition des colonnes ou attributs) et les applications des treillis de Galois (collections de concepts for-

mels). Plus récemment, nous nous sommes intéressés à la notion de concept formel tolérant aux exceptions, une approche prometteuse dans le contexte des données bruitées. La plupart des outils développés pour l'extraction de motifs ensemblistes sont en cours d'intégration dans une plateforme logicielle appelée Bio++ car dédiée à l'analyse de données d'expression de gènes. Ce prototype est suffisamment fiable pour pouvoir être utilisé dans le cadre de l'enseignement et sa mise à disposition pour la communauté scientifique est envisagée à court terme.

Algorithmes et outils pour l'extraction de motifs séquentiels.

Nous avons également étudié l'extraction de motifs sous contraintes dans des données séquentielles, qu'il s'agisse d'une unique mais longue séquence d'événements (travaux sur la recherche de règles avec des fenêtres temporelles optimales dans le cadre du contrat Européen AEGIS pour l'analyse de données sismiques) ou bien de bases de séquences (e.g., des navigations sur un site WWW) éventuellement très grandes. Ainsi, nous avons conçu des algorithmes pour l'extraction de motifs séquentiels satisfaisant une contrainte de fréquence minimale (contrainte anti-monotone) en conjonction avec d'autres contraintes qui ne sont pas anti-monotones. Il s'agissait notamment de prendre en compte des contraintes de similarité à un motif de référence ou de satisfaction d'une expression régulière.

Deux autres directions de travail ont été fructueuses sur le plan algorithmique. Tout d'abord, nous avons proposé l'un des premiers algorithmes génériques d'extraction de motifs locaux (ensembles d'attributs) satisfaisant des conjonctions de contraintes anti-monotones et de contraintes monotones. Il s'agissait d'un travail important pour mieux comprendre les verrous scientifiques et technologiques posés par le cadre théorique des bases de données inductives (contrat Européen cInQ). D'autre part, dans le cadre d'une collaboration pluriannuelle avec l'Université de Munich, nous avons développé des techniques originales pour la découverte de règles utiles à la conception de sol-

veurs de contraintes décrits dans le langage CHR.

Applications.

Nous avons conduit plusieurs processus d'extraction de règles à partir de données sur les chômeurs du Rhône (source ANPE), de données sur la navigation sur des sites WWW (source INSA), de la fouille de données biomédicales (participation à plusieurs « discovery challenge » ECML/PKDD) et de données sismiques (contrat Européen AEGIS). D'autre part, deux conventions CIFRE ont été menées à terme, l'une sur la recherche de signatures pour l'étude de renversements de tendances dans le domaine boursier (Caisse des Dépôts) et la seconde sur la construction de résumés de grandes collections de règles d'association (Schlumberger SLB). Deux autres conventions CIFRE sont en cours de réalisation avec le groupe CIC pour la recherche de motifs dans des flux financiers et EADS pour des applications de nos méthodes et outils au problème de la fiabilité opérationnelle d'avions. Depuis 2001, nous nous sommes beaucoup investis dans le traitement de données d'expression de gènes en coopération avec des biologistes du Centre de Génétique Moléculaire et Cellulaire (CGMC CNRS-UCBL UMR 5534, contact : Dr. O. Gandrillon) et de l'unité INRA/INSERM 1235 (contact : Dr S. Rome). Les nouveaux problèmes posés mais aussi les promesses de résultats importants (étude de l'auto renouvellement de cellules souches, compréhension des actions de l'insuline sur la régulation des gènes chez l'homme obèse ou souffrant d'un diabète de type 2) ont alors motivé non seulement des applications mais aussi le développement de nouveaux algorithmiques (voir ci-dessus) et la proposition d'une méthode d'analyse originale (voir ci-dessous). Des résultats validés sur le plan de la pertinence biologique ont été obtenus (règles d'association décrivant des interactions nouvelles entre des gènes humains de tissus et organes variés, concepts formels permettant d'identifier de nouvelles voies de régulation impliquant des gènes humains réagissant à l'insuline).

Contributions méthodologiques et théoriques.

Notre contribution théorique au « data mining » réside essentiellement dans le rôle majeur que nous avons joué pour faire émerger le cadre des bases de données inductives, c'est-à-dire un cadre théorique permettant d'appréhender les processus de découverte de connaissances comme des processus d'interrogation. Une grande partie du travail a été réalisé dans le cadre du contrat Européen cInQ (FP5, IST FET 2000-26469, Mai 2001 – Mai 2004) qui a été coordonné par le LIRIS. Ce consortium a produit une soixantaine de publications scientifiques au meilleur niveau international et une communauté dédiée aux bases de données inductives commence à émerger, notamment grâce aux ateliers internationaux que nous avons organisé. Une première ébauche de théorie des bases de données inductives a été produite mais reste limitée à l'étude des motifs dits locaux. La principale contribution du LIRIS à ce cadre théorique a été la formalisation des représentations exactes et approximatives pour les motifs ensemblistes. Un nouveau contrat Européen baptisé IQ (FP6, IST FET, négociation achevée) va s'attaquer à plusieurs des problèmes ouverts déjà identifiés (e.g., la construction sous contraintes de motifs globaux comme des partitions ou des classificateurs). Notons aussi que dans IQ, nous avons décidé de privilégier les applications bioinformatiques pour motiver et valider nos contributions théoriques. Toujours sur un plan conceptuel, nous avons mis au point, instrumenté et exploité une véritable méthodologie d'extraction de connaissances à partir de données d'expression de gènes. Il s'agit d'abord de fournir des méthodes et des outils pour faciliter le processus de codage de propriétés booléennes, à partir notamment des données numériques fournies (e.g., données Pucés ADN). Nous proposons ensuite d'exploiter nos extracteurs pour calculer des collections de motifs a priori intéressants (associations pertinentes d'ensembles de gènes et d'ensembles de situations biologiques). Il s'agit enfin d'assister les difficiles phases d'interprétation de ces motifs par les spécialistes en biologie moléculaire. A cette fin, des outils de

post-traitement de grandes collections de motifs sont développés (e.g., la visualisation de groupes de motifs similaires ou l'interrogation de grandes collections de motifs stockés dans des bases de données relationnelles). Ce travail se poursuit notamment dans le cadre de l'ACI Masse de Données 46 Bingo (2004-2007).

Thème : Modélisation collaborative

Responsable

Parisa Ghodous

Chercheurs permanents

Lionel Médini, Denis Pallez (jusqu'au 1/9/2005)

Thésards et post-docs

Christel Dartigues (ATER), Kamel Slimani (ATER), Catarina Ferreira Da Silva (Doctorant), Patrick Hoffmann (Doctorant), Moisés Dutra Lima (Doctorant), Samer Abdel-Ghafour (Doctorant)

Problématique

Les connaissances mises en œuvre dans les processus de travail et plus particulièrement d'ingénierie collaboratifs requièrent une compréhension approfondie des processus de construction de structures de connaissances, de communication et d'échange de données entre les différents co-opérateurs travaillant dans des contextes applicatifs différents, et de résolution des problèmes de communication voire des conflits pouvant survenir dans le cadre du développement coopératif des objets. L'équipe modélisation collaborative du LIRIS aborde ces thèmes sous les trois angles suivants.

Modélisation générique et normalisée : l'une des approches permettant de faciliter l'échange et le partage de connaissances est l'établissement de normes et de standards partagés par l'ensemble des équipes coopérantes. Cette activité consiste à étudier, d'un point de vue structurel et sémantique, les modes de représentation des données, informations et connaissances au centre du processus collaboratif et partagées par tous.

Modélisation coopérative : de manière complémentaire, l'organisation et la mise en place des processus collaboratifs dans des organisations distribuées ont une influence sur les modes de représentation et de structuration des connaissances liées à l'objet de la conception. Nous étudions donc la modélisation et le lien de ces processus en tant que partie dynamique de l'ensemble du système de conception collaborative, tant d'un point de vue structurel (nature de l'activité collaborative) que fonctionnel (modalités de l'échange de données et de partage de connaissances).

Modélisation sémantique : la dimension multidisciplinaire de cette activité ne permet pas aux co-opérateurs de s'entendre sur la totalité des modèles de données et de connaissances qu'ils manipulent. La plupart d'entre eux sont spécifiques à des sous-domaines particuliers. Ces modèles, qui font sens pour leurs auteurs et les co-opérateurs qui travaillent dans le même contexte, ne sont pas nécessairement compréhensibles par les autres acteurs du processus collaboratif. Pourtant, ils peuvent renfermer des connaissances qui peuvent être utiles à l'ensemble du processus, à condition d'être rendues intelligibles pour chacun. Partant de ce principe, nous nous intéressons à la manière de rendre intelligibles ces structures de connaissances à travers les différents contextes applicatifs, en mettant notamment l'accent sur l'établissement de liens sémantiques entre des concepts issus de ressources sémantiques (dictionnaires, taxonomies, ontologies...) différentes et hétérogènes et la contextualisation de ces connaissances. Dans le même ordre d'idée, nous cherchons à faire émerger de nouvelles connaissances opérationnalisables, issues de la mise en relation de ces différentes structures de connaissances, et directement utilisables par les applications collaboratives. Nous visons donc l'interopérabilité, au niveau sémantique, de ces structures de connaissances.

Résultats

Modélisation Générique et Normalisée : nos premiers travaux ont concerné la résolution des problèmes d'échange et partage des connaissances

techniques. Nous nous sommes orientés vers une approche de la modélisation des caractéristiques technologiques des objets industriels. Dans ce cadre, nous avons participé au développement de la norme STEP et la norme PSL dans le cadre d'une collaboration soutenue depuis plusieurs années avec le NIST (National Institute of Standards and Technology, USA). Dans ce thème, nous avons développé une méthodologie originale pour la représentation intégrée des connaissances liées au produit et aux processus associés. Cette méthodologie permet aux différents experts du développement de produit et de processus existants. Elle permet également de transformer leurs modèles en modèles normalisés pour pouvoir les partager avec les autres experts. L'équipe a cherché à étendre cette méthodologie, en introduisant le concept de projet (de bien ou de service) avec établissement des relations entre projet, produit et processus ainsi que des relations entre projets. Ce travail a ensuite été poursuivi dans le cadre du projet européen PRO-DAEC. Une thèse et un DEA ont été soutenus dans ce sous-thème.

Modélisation Coopérative : les problèmes liés à un environnement de travail coopératif sont identifiés pour ensuite définir les différents modèles nécessaires au développement de manière à être capable de gérer plusieurs points de vue. Dans ce cadre, nous avons étudié plusieurs exemples du développement coopératif dans le domaine de la mécanique et mécatronique pour valider ces modèles. Un prototype d'infrastructure coopératif a été développé pour permettre aux experts de définir leurs points de vue de manière coopérative et de les intégrer. Pour l'extension de ce développement nous avons considéré le développement d'un environnement intelligent en utilisant les techniques de l'intelligence artificielle distribuée. Les projets 2IUF, COSMOCE de la région Rhône-Alpes et le projet Modélisation Coopérative avec le NIST servent de support à cette étude. Une thèse et quatre DEA ont été soutenus, et deux thèses sont actuellement en cours dans ce sous-thème.

Modélisation Sémantique : ce sous-thème se situe dans le domaine de la

représentation des connaissances appliquée aux environnements coopératifs, et s'intéresse d'une part à l'élaboration de structures de connaissances, et d'autre part à l'interopérabilité de celles-ci. Il a débuté par l'élaboration d'une méthodologie de construction d'ontologies, appliquée à l'intégration des deux phases de la conception et de la conception des gammes. Ce travail a été réalisé dans le cadre d'une thèse en coopération avec l'équipe de Pr. Ram Sriram du NIST (Professeur au MIT) et actuellement poursuivi dans le cadre d'une thèse en convention CIFRE avec la société DataKit. Concernant l'interopérabilité des ressources sémantiques, nous mettons en place un « référentiel sémantique » permettant de représenter l'ensemble des ressources et des processus collaboratifs en présence, en tirant notamment partie des travaux effectués dans les sous-thèmes précédents. Nous proposons une méthode d'« interopérabilisation contextualisée » des ressources sémantiques, en les positionnant et les interreliant dans ce référentiel. Il s'agit également de tester et d'affiner cette approche et de proposer une infrastructure comprenant ces différentes étapes et permettant l'intégration de ressources sémantiques dans le référentiel et leur gestion dynamique. Ce travail est réalisé en coopération avec le CSTB dans le cadre des projets européens e-COGNOS et FUNSIEC. Une thèse et trois DEA ont été soutenus et trois thèses sont actuellement en cours dans ce sous-thème.

Domaines d'applications

- Mémoire d'entreprises
- Environnements Informatiques d'Apprentissage Humain
- Assistants à la décision
- Gestion de la connaissance (partage, réutilisation, collaboration)
- Textes réglementaires
- Bibliothèques virtuelles distribuées et multilingues
- Web sémantique
- Documentations techniques, etc.
- Agents réseaux (applications orientées réseaux dont aspects liés à la sécurité)
- Assistants web (Internet et intranet)
- Génome et transcriptome
- Entrepôts de données

- Commerce électronique
- Gouvernements numériques
- Handicap (Assistance à l'utilisateur)
- Travail collaboratif (Ingénierie simultanée)

Projets en cours et animation scientifique

Projets Internationaux

Semantic Infrastructure for Content-Based Access to Distributed Video Material, Projet NSF (Partenaire)

HyperLearning, GDREuropéen Plus (Partenaire)

Projet modélisation coopérative du NIST (Partenaire)

Projets Européens

AEGIS, Projet Européen IST FP5 (Partenaire)

cInQ, Projet Européen IST FET FP5 (Porteur)

IQ, Projet Européen IST FET FP6 (Partenaire)

COST 282, (Partenaire)

PRODAEC, Projet Européen (Partenaire)

e-COGNOS, Projet Européen

FUNSIEC, Projet Européen

Projets Nationaux

AMBRE, Projet STIC-SHS (Porteur)
Porphyre2, Projet STIC-SHS Société de l'Information (Partenaire)

CASES, ACI Cognitive (Partenaire)

RECIS, Projet RNTL (Partenaire)

Bingo, ACI Masse de Données 46 (Partenaire)

Projet inter-EPST Bioinformatique (co-Porteur)

PLEXIR, EPML du RTP 33 (Partenaire)

Confrontation de points de vue, EPML du RTP 33 (Partenaire)

Archéologie et document en architecture, ACI Cognitive (Partenaire)

APMD, ACI Masse de Données (Partenaire)

SemWeb, ACI Masse de Données (Partenaire)

Acteurs, ACI Education et Formation (co-Porteur)

Abondement ANVAR (Porteur)

Projets Régionaux

ISDN, Axe « Document vivant » (Porteur)

ISOCELE, Projet régional (Partenaire)
 GUIDANCE Projet régional (Partenaire)
 OUVEJ Projet régional (Partenaire)
 2IUF, Projet régional (Partenaire)
 COSMOCE, Projet régional (Partenaire)

Participation à l'animation scientifique :

3 Réseaux d'excellence européens : KNet, ILP2Net, EvoNet, AgentLink II
 11 GdR I3 (1.1, 1.2, 1.4, 2.1,2.2,2.3, 3.1, 3.2, 3.3, 4.1, 6.1, 6.2, 6.3)

RTP 5 AS (Porteur d'une AS, participant à 2 AS)

RTP 9 (Bases de Données et d'Informations hétérogènes Distribuées) [AS Personnalisation de l'information - Participant]

RTP 12 AS (Participant aux AS GaFoDonnées et ASAB, porteur de l'AS Disco Challenge)

RTP 33 (Documents et contenu : création, indexation, navigation) [Porteur d'une AS, EPML]

RTP 34 (Handicaps) Participant

RTP 38 (Processus cognitifs & construction du sens)[Noyau]

Organisation de conférences internationales : ECML/PKDD 2004, ECAI 2002, ISMIS 2002, ISPE/CE 2000, DCMCE 2002, STAIRS 2002 et nationales (6)

Thèses et HDR

Thèses de doctorat

Lobna Jeribi : Aide à la recherche documentaire adaptée à l'utilisateur : approche par réutilisation d'expériences. Cas d'application : accès au contenu de documents scientifiques par les déficients visuels (2001)

Cécile Nicolle : Système d'accès à des bases de données hétérogènes réparties en vue d'une aide à la décision (SABaDH) (2001)

Catherine Roussey : Une méthode d'indexation sémantique adaptée aux corpus multilingues (2001)

Vasile-Marian Scuturici : Utilisation efficace des serveurs Web en tant que serveurs vidéo pour des applications de vidéo à la demande (2001)

Jean-Mathias Héraud, Projet d'intégration de l'expérience dans l'enseignement à distance (2002)

Pierre-Antoine Champin, ARDECO : Assistance à la réutilisation d'épisodes de conception en CAO (2002)

Artur Bykowski : Condensed representations of frequent sets: application to descriptive pattern discovery (2002)

Baptiste Jeudy : Optimisation de requêtes inductives: application à l'extraction sous contraintes de règles d'association (2002)

Mihaela Scuturici : Contribution aux techniques orientées objet de gestion des séquences vidéo pour les serveurs Web (2002)

Serge Fenet, Vers un paradigme de programmation écologique basé sur une architecture mobile distribuée : application à la sécurité des réseaux (2001)

Aurélien Bénel : Consultation assistée par ordinateur de la documentation en Sciences Humaines : Considérations épistémologiques, solutions opératoires et applications à l'archéologie (2003)

Thomas Daurel : Représentations condensées d'ensembles de règles d'association (2003)

Abraham Alvarez : Serveur actif pour la gestion de la cohérence de documents (2003)

Elöd Egyed-Zsigmond : Gestion des connaissances dans une base de documents multimédias (2003)

Luc Damas, Modélisation des processus de mémorisation pour le développement d'un assistant générique à la remémoration de l'apprentissage humain (2003)

Denis Jouvin, Délégation de Rôle et Architectures Dynamiques de Systèmes Multi-Agents Conversationnels (2003)

David Jouve : Modélisation sémantique de la réglementation (2003)

Marion Leleu : Extraction de motifs séquentiels sous contraintes dans des données avec répétitions consécutives (2004)

Nicolas Meger : Recherche automatique des fenêtres temporelles optimales de motifs séquentiels (2004)

Imad Elkhalkhali : Système intégré pour la modélisation, l'échange et le partage des données de produit (2002)

Christel Dartigues : Système de gestion de données techniques dans un environnement coopératif (2003)

Habilitations à diriger des recherches

Jean-François Boulicaut : Extraction de connaissances dans les données - des méthodes ad-hoc au cadre des bases de données inductives (2001).

Parisa Ghodous : Modèles et Architectures pour l'Ingénierie Coopérative (2002)

Salima Hassas : Systèmes complexes à base de multi-agents situés (2003)

Sylvie Calabretto : Modèles de représentation de la sémantique des documents. Applications aux Bibliothèques Numériques (2003)

Christophe Rigotti : Exploration d'espaces de motifs (2004)

Bibliographie

Sélection de publications significatives en MSD (parmi environ 70 depuis 2001)

- C. ROUSSEY, S. CALABRETTO, J.M. PINON. *A new model of Conceptual Graph Adapted for Multilingual Information Retrieval Purposes*. Proceedings of the 12th International Conference on Database and Expert Systems Applications DEXA'2001, Technical University of Munich (Germany), September 3-7 2001 Lecture Notes in Computer Science LNCS N°2113, pp. 92-101
- C. ROUSSEY, S. CALABRETTO, J.M. PINON. *SyDoM: A Multilingual Information Retrieval System for Digital Libraries*. Proceedings of International Conference EP'2001 (Electronic Publishing), 5-7 July 2001, University of Kent at Canterbury, United Kingdom, pp. 150-164
- A. BENEL, E. EGYED-ZSIGMOND, Y. PRIE, S. CALABRETTO, A. MILLE, A. IACOVELLA, J.M. PINON. *Truth in the Digital Library: From Ontological to Hermeneutical Systems*. Proceedings of the Fifth European Conference on Research and Advanced Technology for Digital Libraries, ECDL'2001, Darmstadt, September 4-9, 2001. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2163, Springer Verlag, pp.366-377.
- D. JOUVE, B. CHABBAT, Y. AMGHAR, J.M. PINON, *Modélisation sémantique de la réglementation*, Ingénierie des Systèmes d'Information, Hermès Sciences, 6 : 95-119, 2001.
- L. JERIBI, B. RUMPLER, J.M. PINON. *User Modelling and Instance Reuse for Information Retrieval Study Case : Visually Disabled Users Access to Scientific Documents*. International Conference FLAIRS 2002, Penscola, USA, May 16-18th, AAAI Press Proceedings of the

Fifteenth International Florida Artificial Intelligence research Symposium Conference, pp 51-56

- A. BENEL, S. CALABRETTO, A. IACOVELLA, J.M. PINON. *Porphyry 2001: Semantics for scholarly publications retrieval*. Proceedings of the thirteenth International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems [ISMIS], Lyon, June 26-29, 2002. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Vol. 2366, Springer Verlag, pp.351-361.
- V. GUILLET, B. RUMPLER, J.M. PINON. *Providing Help for Visually Impaired People's Navigation in an Urban Environment using GPS*. 8th International Conference on Computers Helping People with Special Needs- ICCHP'02 conference, Linz -Austria, published in Springer's Lecture notes in Computer Science, July 15 - 20th, LNCS 2398, pp. 429-436, 2002
- D. JOUVE, Y. AMGHAR, B. CHABBAT, J.M. PINON. *Conceptual Framework for Document Semantic Modelling: An Application to Document and Knowledge Management in the Legal Domain*, Data & Knowledge Engineering, Elsevier Science, 46(3) : 345-375, 2003.
- T. ACCARY, A. BENEL, S. CALABRETTO, A. IACOVELLA. *Confrontation de points de vue sur des corpus documentaires : Le cas de la modélisation du temps archéologique*. Actes du 14ème Congrès francophone de Reconnaissance des formes et d'Intelligence artificielle, RFIA 2004, Toulouse, 28 au 30 Janvier 2004, pp. 197-205
- V. GUILLET, B. RUMPLER, J.M. PINON. *Modélisation de l'utilisateur et exploitation dans un système "adapté" d'aide au déplacement piéton*. Revue RSTI Série ISI (ED. Hermes - Lavoisier), Volume 9, N° 2/2004 pp 107 à 128
- R. ABASCAL, B. RUMPLER, J.M. PINON. *Information Retrieval in Digital Theses Based on Natural Language Processing Tools*. J.L. Vicedo et al. (Eds): España for Natural Language Processing (EstAL'04), LNAI 3230, pp. 172-182, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, October 2004, Alicante, Spain.
- A. BENEL, S. CALABRETTO. *Ontologies ... déontologie : réflexion sur le statut des modèles informatiques*. Rivista « Linguistica Computazionale ». Volume XX-XXI. 2004, pp.31-47

Sélection de publications significatives du thème CEXAS (parmi environ 80 depuis 2001)

J. LAFLAQUIERE, P.A. CHAMPIN, Y. PRIÉ, A. MILLE. *Approche de modélisation de l'expérience d'utilisation de systèmes complexes pour l'assistance aux tâches de veille informatiquement médiées*. Conférence ISKO-France, 2005, INIST/CNRS

Nancy, 28-29 avril 2005, Vandoeuvre les Nancy.

- S. NOGRY, S. JEAN-DAUBIAS, N. DUCLOSSON. *ITS evaluation in classroom: the case of the Ambre ITS*. ITS 2004, Springer ed., Maceio, Brasil, p.511-520
- O. AUBERT, Y. PRIÉ. *From video information retrieval to hypervideo management*. In International Workshop on Multidisciplinary Image, Video, and Audio Retrieval and Mining, Sherbrooke-Canada, October 25-26 2004
- S NOGRY, S JEAN-DAUBIAS, M OLLAGNIER-BELDAME. *Évaluation des EIAH : une nécessaire diversité des méthodes*, TICE 2004, Compiègne, Novembre 2004, pp. 265-271.
- DUCLOSSON N. *Représentation des connaissances dans l'EIAH AMBRE-add*. Technologies de l'Information et de la Connaissance dans l'Enseignement supérieur et l'industrie, TICE'2004, Compiègne, 20-22 octobre 2004, p. 164-171.
- ARMETTA F., HASSAS S., PIMONT S., GONON E. *Managing dynamic flow in production chains through self-organization*. 2nd International Workshop on Engineering Self-Organising Applications (ESOA'04), AAMAS'04, Juillet 2004, New York
- N. FOUKIA, S. HASSAS. *Organising Systems Nature-inspired approaches to software engineering*. Chapter "Managing Computer Networks Security through Self-Organization: a Complex System Perspective", in G. DI MARZO SERUGENDO, A. KARAGEORGOS, O. F. RANA, F. ZAMBONELLI, (Eds), LNAI volume # 2977, Springer Verlag, 2004
- PA. CHAMPIN, Y. PRIÉ, A. MILLE, MUSETTE. *Modelling USEs and Tasks for Tracing Experience*. Proc. From structured cases to unstructured problem solving episodes - WS 5 of ICCBR'03, Trondheim (NO), NTNU, Trondheim (NO), pp279-286, June 2003
- A. STUBER, S. HASSAS, A. MILLE. *Combining MAS and Experience Reuse for assisting collective task achievement*. ICCBR'03-WS5 - June 2003 - Trondheim, Norway
- JM HÉRAUD, A. MILLE. *Pixed: towards the sharing and the re-use of experience to assist training*. In EDMEDIA 2002, AACE, Denver, pp 777-782
- L. DAMAS, R. VERSACE ET A. MILLE. *Le rôle de l'amorçage dans la remémoration : Expérimentations pour une application aux assistants informatiques*. in Actes de CJC4, Estigma, Lyon, mai 2001
- B. FUCHS, J. LIEBER, A. MILLE, AND A. NAPOLI. *An algorithm for adaptation in case-based reasoning*. In Werner Horn, editor, Proceedings of ECAI'2000, pages 45--49. IOS Press, Amsterdam, 2000
- B. FUCHS AND A. MILLE. *Representing knowledge for case-based reasoning: the rocade system*. In Enrico Blanzieri and Luigi

Portinale, editors, European Conference on Case-Based Reasoning, Lecture Notes in Artificial Intelligence, number 1898, pages 86--98. Springer, Berlin, 2000

Sélection de publications significatives du thème RCRBD

- S. HAMMICHE, S. BENBERNOU, M-S HACID AND A. VAKALI. *Semantic Retrieval of Multimedia Data*. The Second ACM International Workshop on Multimedia Databases. November 13, 2004. Washington DC. USA.
- E. BERTINO, MS HACID AND F TOUMANI. *Towards Structures Discovery in Video Data*. *Journal of Experimental and Theoretical Artificial Intelligence*, special issue Knowledge Discovery. Volume 17, Number 1-2, January - June 2005. pages 5-18. 2005.
- E. BERTINO, J. FAN, ELENA FERRARI, MS. HACID, AK. ELMAGARMID AND X. ZHU. *A Hierarchical Access Control Model for Video Database Systems*. In ACM Transactions on Information Systems (TOIS). Volume 21. Issue 2. Pages 155-181. April 2003.
- E. BERTINO, T. CATARCI, A.K. ELMAGARMID AND M.S. HACID. *Quality of Service Specification in Video Databases*. IEEE Multimedia, Vol. 10, Number 4, pages 71-81. October-December 2003.
- E. BERTINO, A.K. ELMAGARMID AND M.S. HACID. *Path and Ordering Constraints over Semistructured Data*. *Journal of Intelligent Information Systems (JIIS)*. Kluwer Academic Publishers. Volume 20, Issue 3, pages 181-206. March 2003.
- E. BERTINO, A.K. ELMAGARMID AND M.S. HACID. *A Database Approach to Quality of Service Specification in Video Databases*. *Sigmod Record*. Volume 32, Number 1. March 2003.7
- MS HACID, F. TOUMANI AND A.K. ELMAGARMID. *Constraint-Based Approach to Semistructured Data*. *Fundamenta Informaticae Journal*, Vol. 47 N° 1-2, pages, 53-73, 2002.
- B. BENATALLAH, MS HACID, A. LEGER, C. REY, F. TOUMANI. *On automating Web services discovery*. VLDB J. 14(1): 84-96 (2005).
- E. CANAUD, S. BENBERNOU, MS HACID. *Managing Trust in Active XML*. IEEE SCC 2004: 41-48.
- S. BENBERNOU, E. CANAUD, MS HACID, F. TOUMANI. *A Hybrid Approach to Semantic Web Services Discovery*. *Intelligent Information Systems 2004*: 505-512.
- S. SORLIN, C. SOLNON. *Une contrainte globale pour le problème de l'isomorphisme de graphes*. Dans dans « 13èmes Journées Francophones de Programmation en Logique et de programmation par

Contraintes (JFPLC 2004) », à paraître, Juin 2004.

S. SORLIN ET C. SOLNON. *A global constraint for graph isomorphism problems*. In « the 6th International Conference on Integration of AI and OR Techniques in Constraint Programming for Combinatorial Optimisation Problems (CP-AI-OR 2004) » Springer Verlag Avril 2004.

Sélection de publications significatives en ECBD (parmi environ 60 depuis 2001)

A. BYKOWSKI, C. RIGOTTI. *A condensed representation to find frequent patterns*. Proceedings ACM Symposium on Principles of Database Systems PODS 2001, May 21-24, 2001, Santa Barbara (USA). pp. 267-273.

S. ABDENNADHER, C. RIGOTTI. *Toward Inductive Constraint Solving*. Proceedings International Conference on Principles and Practice of Constraint Programming CP'01, Paphos (Cyprus), November 2001. Springer-Verlag LNCS Volume 2239. pp. 31-45.

B. JEUDY, J-F. BOULICAUT. *Optimization of association rule mining queries*. Intelligent Data Analysis journal, 6(4):341-357, 2002.

J-F. BOULICAUT, A. BYKOWSKI, C. RIGOTTI. *Free-sets: a condensed representation of boolean data for frequency query approximation*. Data Mining and Knowledge Discovery 7(1):5-22, 2003.

A. BYKOWSKI, C. RIGOTTI. *DBC: a condensed representation of frequent patterns for efficient mining*. Information Systems 28(8):949-977, 2003.

H. ALBERT-LORINCZ, J-F. BOULICAUT. *Mining frequent sequential patterns under regular expressions: a highly adaptive strategy for pushing constraints*. Proceedings SIAM International Conference on Data Mining SDM'03, San Francisco (USA), May 1-3, 2003. pp. 316-320.

M. LELEU, C. RIGOTTI, J-F. BOULICAUT, G. EUVRARD. *Constraint-based sequential pattern mining over datasets with consecutive repetitions*. Proceedings

European Conference on Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases PKDD 2003, Cavtat-Dubrovnik (Croatia), September 2003 Springer-Verlag LNAI 2838. pp. 303-314.

S. ABDENNADHER, C. RIGOTTI. *Automatic generation of rule-based constraint solvers*. ACM Transactions on Computational Logic. ACM Transactions on Computational Logic 5(2):177-205, 2004.

J-F. BOULICAUT, O. GANDRILLON (Coordinateurs) *Informatique pour l'analyse du transcriptome*, Hermes Science Publishing, Traité IC2, Juillet 2004. 310 pages.

R. PENSA, J. BESSON, J-F. BOULICAUT. *A methodology for biologically relevant pattern discovery from gene expression data*. Proceedings International Conference on Discovery Science DS 2004, Padova, Italy, October 2004. Springer-Verlag LNAI 3245, pp. 230-241.

C. MASSON, C. ROBARDET, J-F. BOULICAUT. *Optimizing subset queries: a step towards SQL-based inductive databases for itemsets*. Proceedings 2004 ACM Symposium of Applied Computing (SAC'2004), Special Track on Data Mining, March 2004, Nicosia, Cyprus. pp. 535-539.

N. MEGER, C. RIGOTTI. *Constraint-based mining of episode rules and optimal window sizes*. Proceedings European Conference on Principles and Practice of Knowledge Discovery in Databases PKDD 2004, Pisa, Italy, September 2004. Springer-Verlag LNAI volume 3202, pp. 313-324.

J. BESSON, C. ROBARDET, J-F. BOULICAUT, S. ROME. *Constraint-based concept mining and its application to microarray data analysis*. Intelligent Data Analysis journal 9(1):59-82, 2005.

Sélection de publications significatives du thème MC (parmi environ 40 depuis 2001)

P. GHODOUS, Series Editor, R. GONCALVES, J. CHA, A. STEIGER, Editors of "Enhanced Interoperable Systems", A.A. Balkema Publishers, 2003, ISBN 90 5809 623 8

P. GHODOUS, M. SOBOLOWSKI, Editors of "CE3: Smart and Concurrent Integration of Product Data, Services, and Control Strategies", Juin 2005, Omnipress publishers, USA.

C. FERREIRA DA SILVA, L. MEDINI, S. ABDELGHAFOUR, P. HOFFMANN, P. GHODOUS. *Interoperability of heterogeneous semantic resources*. InterDB'2005, International Workshop on Database Interoperability, April 2005, Namur Belgium. Numéro spécial de la revue ELSEVIER's ENTCS, Electronic Notes in Theoretical Computer Science".

K. SLIMANI, P. GHODOUS, J.F. BOUJUT. *Knowledge management for Cognitive Synchronization in collaborative design*. ICE2005, Munich, June 2005.

C. DARTIGUES, P. GHODOUS. *Product Data Exchange using Ontologies*. Artificial Intelligence in Design '02, Cambridge University, UK, 13-15 July 2002.

C. DARTIGUES, C. LIMA, L. MEDINI, P. GHODOUS. *Ontology Based Tool for Knowledge Management and Interoperability between Enterprises*. 10th International Conference on Concurrent Engineering, Research and Application'03, Madeira Island, Portugal, July 2003.

C. FERREIRA DA SILVA, L. MEDINI, P. GHODOUS. *Conflict Mitigation for Collaborative Design*. CE2004, Beijing, China, 22-26 July 2004.

P. GHODOUS, M. MARTINEZ. *Product and Process Modeling in a Cooperative Environment*. In International Journal of Internet and Enterprise Management", Vol. 1, No.3, April 2003, pages 336-349.

L. DESHAYES, C. DARTIGUES, P. GHODOUS, J.F. RIGAL. *Collaborative System for Cutting Data Management*. International Journal of Concurrent Engineering : Research and Applications (CERA), Volume 11, Number 1, March 2003, pages 27-36.

C. FERREIRA DA SILVA, L. MEDINI, P. GHODOUS. *Atténuation de conflits en conception coopérative*. 15ème journée francophones d'Ingénierie des Connaissances (IC2004), 5-7 mai 2004, Lyon, France.

Knowledge Innovation Research Center d'ARCELOR

Aceralia, Centro de Desarrollo Tecnológico. Apartado 90. E-34 000 Avilés Espagne

Directeur : **François-Marie Lesaffre**

Directeur Adjoint: **Nicolas de Abajo**

Ingénieurs : **Jose Arancon, Diego Diaz, Francisco Lago, Jan Van Hoecke**

Introduction

Le Centre KiN (Knowledge Innovation) a été créé en début 2004 avec la finalité de valoriser les **connaissances** de l'entreprise. Valorisation par et pour l'**innovation** du Groupe.

Il s'inscrit dans la poursuite des développements et réalisations menées dans Arcelor depuis 2 décennies.

Arcelor est le résultat d'une fusion réalisée en 2002 entre 3 groupes industriels : Aceralia, Arbed et Usinor qui chacun avait développé des compétences en IA et des développements significatifs.

Ces développements avaient principalement lieu dans le domaine de la production industrielle : process, approvisionnement, qualité, produit. Ces actions continuent au sein d'Arcelor qui a souhaité se doter de moyens de R&D pour adresser les questions de l'entreprise au sens plus général : comment réduire la durée du processus complet depuis la commande jusqu'à l'encaissement ?

Le Groupe a ainsi mis en oeuvre les techniques et les méthodes de l'IA dans les années 90 - 2000 dans le domaine industriel, il souhaite maintenant l'appliquer au domaine business. Cela étant, l'équipe KiN récente, se développe au début sur les thèmes industriels, mieux connus.

Les activités de KiN sont fondamentalement de la Recherche Appliquée : nous visons à mettre en oeuvre les technologies de l'IA pour le Groupe, dans le respect de sa stratégie de développement. Ces activités s'organisent autour de 3 axes: Knowledge Engineering,

Knowledge Discovery et Knowledge Management.

Dans cette optique, nous sommes ouverts à la **collaboration** avec des partenaires qui peuvent nous apporter l'expertise des développements les plus récents de la Recherche.

1. Knowledge Engineering

Nous englobons dans ces activités ce qui a trait à la réalisation de systèmes à bases de connaissances / systèmes experts.

Applications

Développement d'un système d'aide à la décision dans le domaine du process de fabrication de l'acier pour boîte boisson. L'acier nécessaire pour ce produit est extrêmement fin et donc susceptible d'être plié en cas de forte traction (comme une feuille de papier). Le projet vise à recueillir les connaissances opératoires, à les modéliser dans une ontologie, et à les mettre en oeuvre pour les opérationnels. L'objectif est de réduire la formation de ces défauts en les anticipant et en y remédiant.

Réalisation d'un système d'aide à la décision pour un opérateur dans le domaine de la logistique. Il s'agit d'optimiser des convois de transport sur rail de produits liquides entre 2 ateliers distants de plus de 20 km. L'objectif est de diminuer la perte de température par une meilleure affectation des transports et une meilleure utilisation des lignes de chemin de fer.

Une troisième application vise à

réduire la dispersion du modèle chargé du calcul des enfournements permettant de produire l'acier à la nuance désirée. L'objectif industriel est de réduire les coûts de production et d'améliorer la qualité de l'acier. L'objectif technique est de réduire l'imprécision constatée dans les prédictions du modèle. Elle a deux sources, d'une part l'imprécision (et parfois les erreurs) des mesures et d'autre part l'incomplétude du modèle. L'application mettra en oeuvre des techniques de réconciliation de données pour réduire la première et des techniques d'adaptation pour la seconde. La Réconciliation de Données consiste à trouver le vecteur de données d'entrée d'un modèle le plus proche possible des mesures dans leur domaine d'imprécision et qui satisfasse ledit modèle. La sortie du modèle (de prédiction par exemple) peut être améliorée en utilisant le vecteur réconcilié en lieu et place du vecteur mesuré. Quant aux techniques d'adaptation, le problème essentiel que nous devons résoudre est la définition d'une distance entre cas de production afin d'utiliser des techniques largement inspirées du CBR.

D'autres systèmes sont à l'étude dans le domaine de la conception des produits et de leur mise en oeuvre.

Ontologies

Pour chacun de ces projets, nous mettons en oeuvre une méthodologie basée sur KADS. Le Modèle Conceptuel sera écrit sous forme d'Ontologies. Nous envisageons, si les résultats des premiers tests sont encourageants de systématiser leur usage afin de construire

petit à petit une Ontologie du Domaine sidérurgique.

Le défi auquel nous pensons nous attaquer est double, considérant au préalable que nous trouverons sur le marché ou dans le milieu académique les outils ayant la puissance de représentation nécessaire. Le premier consiste en la **méta-ontologie** du domaine permettant le développement et l'intégration harmonieux des ontologies, qui seront développées sur le moyen terme, avec probablement des équipes distinctes. Le second, qui lui est lié, est la problématique de la **maintenance**, traditionnellement peu abordée dans les recherches universitaires mais essentielle dans les applications industrielles, considérant qu'une bonne part des budgets de développements de Systèmes d'Information (SI) est accaparée par les coûts récurrents des applications à maintenir.

Contraintes et méthodes

La mise en œuvre de Systèmes d'Information suit, dans le Groupe, une règle d'économie de bon sens : il faut être capable de faire du copy-engineering. Les systèmes à bases de connaissances, en tant que SI doivent faire de même. Les modèles de connaissances doivent donc être **génériques** et les développements faits, **réutilisables**. La généralité est la propriété qu'ont les connaissances modélisées de s'appliquer indépendamment de la ligne, ou plus exactement pour n'importe quelle ligne de production. Cette propriété permet le déploiement maîtrisé des applications, elle a également l'avantage de garantir la pertinence d'une application dans le temps. La réutilisabilité est la propriété qu'ont les composants des SI d'être utilisés pour d'autres applications.

2. Knowledge Discovery

Nous entendons ici les techniques permettant d'extraire de l'information symbolique à partir de données numériques.

Applications

Nous menons actuellement une étude concernant l'état de l'art en matière de reconnaissance automatique d'anomalies dans un corpus de larges données. L'objectif est de pouvoir identifier des événements significatifs pouvant conduire d'une part à déclassifier des produits qui n'auraient pas la qualité requise et d'autre part d'améliorer les process existants par la compréhension de telles anomalies.

Les process industriels sont à ce jour d'un très bon niveau de qualité, on peut donc en identifier un **modèle de bon fonctionnement et en déduire les situations d'anomalies**.

Notre propos est de tester à la fois les algorithmes disponibles dans les centres de recherche ou les universités ainsi que les produits du marché. Les SPC (Statistical Process Control) étant déjà fortement diffusés dans Arcelor, nous nous intéressons aux algorithmes de traitement multi-variables. On mentionnera la Maîtrise Globale des Processus, l'utilisation des Self Organized Maps, des Support Vector Machines ou des Moindres généralisés, parmi d'autres.

D'autres applications ponctuelles sont en cours pour lesquelles l'application au premier niveau des techniques statistiques s'avère insuffisante et requièrent l'utilisation des statistiques avancées (ANN par exemple) ou d'autres techniques d'apprentissage.

Framework

Ce qui nous guide à long terme est de disposer pour l'expert d'une **boîte à outils** qui lui permet de choisir celui qui est le plus adapté à la tâche à mener,

avec un niveau de service adéquat de l'IHM. Le souci majeur exprimé dans ces activités concerne la productivité de l'expert (ou plutôt des experts) afin que leur expertise puisse se concentrer sur la compréhension des phénomènes et leur traitements et non dans l'analyse des informations brutes.

Dans ce domaine, nous appliquons la méthode CRISP-DM¹.

3. Knowledge Management

Dans cette activité, nous considérons la connaissance comme un objet à manipuler et pour lequel le sujet majeur concerne le flux de gestion et la mise à disposition des connaissances pour les activités des acteurs de l'entreprise.

Applications

La première application concerne la mise en œuvre d'un moteur de recherche du commerce adapté à la population des chercheurs d'Arcelor afin de les aider dans leurs travaux d'établissements d'état de l'art (veille ponctuelle).

Nous nous sommes efforcés d'identifier les caractéristiques du travail du chercheur afin de proposer une ergonomie adéquate aux besoins – et conforme aux standards actuels.

La difficulté majeure à laquelle nous sommes confrontés est le traitement des ressources linguistiques permettant d'une part de catégoriser correctement les documents et d'autre part de proposer des moyens de gérer le multilinguisme de façon économique et pérenne. Nos travaux en ce domaine suivent 2 axes : l'utilisation des ontologies (cf. ci-dessus) et la gestion de dictionnaires. Notre idée est de disposer d'outils adéquats pour la gestion, permettant l'im-

1. Cross Industry Standard Process for Data Mining (www.crisp-dm.org)

portation dans les moteurs de recherche que nous utilisons.

La seconde application concerne le problème du départ en retraite et la perte de connaissances conséquente pour l'entreprise. Ce projet visera d'une part à recueillir les connaissances précieuses qui doivent rester dans le Groupe et d'autre part à mettre en place méthodes et outils pour permettre la capitalisation future.

4. Arcelor et l'IA

Le Centre KiN bénéficie de l'investissement important fait par Arcelor dans le domaine de l'IA.

Citons le projet Sachem, l'un des investissements les plus importants dans le domaine de l'IA au siècle précédent qui a produit un système d'aide à la conduite équipant 6 hauts-fourneaux d'Arcelor. La plateforme a été réutilisée pour d'autres applications, notamment pour la conduite du bain de galvanisation.

Une modélisation approfondie des défauts possibles de fabrication (qui a valu à son auteur l'intranet d'or en 1999) est disponible aux concepteurs

d'acier afin de prendre en compte dès la conception les contraintes de production.

Une autre aide à la conception de tôles grâce à une combinaison de réseaux de neurones et d'algorithmes génétiques.

D'autres applications ont été développées dans le domaine de l'optimisation.

Conclusions.

KiN RC est un jeune centre de recherche en IA appliquée pour un Groupe industriel. Son objectif est d'identifier, recueillir, modéliser, mettre en œuvre et valoriser les connaissances du Groupe dans une optique de rupture.

Son ambition est d'attaquer des domaines jusqu'alors peu investis par ces techniques, comme le service (vendre du savoir et pas seulement des bobines d'acier) ou les fonctions support de l'entreprise (achats, commerce, finances etc.), et d'initier / supporter des développements dans les domaines plus traditionnels que sont la production industrielle.

En tant que centre de recherche appliquée, KiN RC a pour vocation à nouer

des relations étroites avec les Centres Universitaires, en Europe, à même d'apporter les concepts et les technologies de demain dans ces domaines.

Références.

- [1] Introduccio_n a la inteligencia artificial : sistemas expertos, redes neuronales artificiales y computacio_n evolutiva Rau_l Pino Diez, Alberto Go_mez Go_mez, Nicola_s de Abajo Marti_nez. Editor/impresor Universidad de Oviedo, 2001. (B. Informa_tica)
- [2] KDD 2004:Nicolás de Abajo, Alberto B. Diez, Vanesa Lobato, Sergio R. Cuesta: ANN quality diagnostic models for packaging manufacturing: an industrial data mining case study. 799-80
- [3] Systèmes d'aide à la conduite des procédés industriels. François-Marie Lesaffre, Claude Thirion and Laurent Baudouin. Mécanique & Industries , Volume 1, Issue 5, October 2000, Pages 447-455
- [4] Dolenc N., Gobrecht A., Libralesso J.M., Helleisen M. , Lallier M. , Steiler J.M., Lemuet D., Lesaffre F.M. et Thirion C. , « The Sachem Project : a Computer Assisted Control System - Prospects and Opportunities, Development and Initial Results », Proceedings of the 6th International Conference on Man-Machine Interaction and Intelligent Systems in Business - Montpellier, France, May 28-30, 1997, pp 255-259

Vos cours sur le PortAI

Les enseignants et chercheurs sont invités à mettre leur cours à disposition des utilisateurs du PortAI :

www.afia-france.org

Si vous êtes membre de l'AFIA, cela consiste à mettre un fichier (par exemple, ppt) dans votre espace « valise » et à mettre un lien hypertexte dessus à partir de votre page personnelle. Signalez nous par email votre contribution !

Introduction à la logique - Théorie de la démonstration (cours et exercices corrigés)

René David, Karim Nour et Christophe Raffalli
(Université de Savoie à Chambéry),
Dunod, Paris, 2001.

Recension par Amédéo Napoli (LORIA).

Voici un livre dont la chronique aurait dû être faite depuis longtemps, mais les contraintes du marché aidant, la voilà qui arrive seulement. Ce livre d'introduction à la logique est avant tout destiné aux étudiants mathématiciens, qu'ils suivent un master de mathématiques ou d'informatique. Il est censé - selon les auteurs - être utile aux étudiants voulant mieux connaître la « grammaire » du raisonnement, et partant il ne peut qu'intéresser les gens d'intelligence artificielle, ainsi qu'être une introduction à la théorie de la démonstration, encore une raison de son intérêt en intelligence artificielle.

Le livre s'articule autour de sept chapitres qui vont des notions de formule et de démonstration à la démonstration automatique, en passant par la logique intuitionniste, le calcul des séquents et les logiques d'ordre supérieur. Le premier chapitre détaille minutieusement les notions de formules et de démonstration au premier ordre, suivi d'une bonne trentaine d'exercices, ce qui est le cas d'ailleurs pour tous les chapitres, exercices dont le corrigé figure en fin d'ouvrage. Si ce premier chapitre porte plutôt sur la syntaxe, le deuxième chapitre est en rapport avec la sémantique et aborde le problème de la complétude de la logique du premier ordre : peut-on prouver tout ce qui est vrai et réciproquement. Le chapitre trois propose des exemples de théories, comme celles de l'arithmétique de Peano (liée à la démonstration du théorème de Gödel) et la théorie des ensembles de Zermelo Fraenkel. Le chapitre se termine par une discussion sur les phénomènes d'incomplétude (toujours le théorème de Gödel), les paradoxes et la décidabilité. Le chapitre quatre aborde la logique intuitionniste et les modèles de Kripke (les preuves constructives).

Le chapitre passe en revue les cas du calcul des propositions, du calcul des prédicats et donne l'exemple classique de l'arithmétique de Heyting. Le chapitre cinq revient à des

considérations peut-être plus pragmatiques, et traite du calcul des séquents et les rapports avec la déduction naturelle introduite au chapitre un. Le chapitre six passe aux logiques d'ordre supérieur, qui ont toute leur importance même si elles ne sont pas si simples à appréhender. Dans le chapitre, des exemples sont proposés comme les logiques et arithmétique du second ordre, et les nombres réels. Le chapitre sept enfin porte sur la démonstration automatique, et il est peut-être le chapitre le plus en rapport avec l'intelligence artificielle (sachant que sa lecture est tout de même préparée par les chapitres précédents). Y sont abordées l'unification, la méthode des tableaux sémantiques et la méthode de résolution. Une annexe décrit le logiciel Phox, compagnon du livre (site www.lama.univ-savoie.fr/~RAFFALLI/PhoX.html toujours actif).

L'utilisation de ce logiciel permet d'obtenir des preuves et d'illustrer les méthodes présentées dans le livre.

Au final, ce livre présente quelques similarités avec l'ouvrage plus ancien de René Cori et Daniel Lascar (Logique mathématique, 2 tomes, Masson, 1993) avec un caractère ici volontairement plus didactique peut-être, et avec l'ouvrage plus récent de Pierre Marchand (Mathématiques discrètes, Dunod, Paris, 2003), dont ils sera question dans une prochaine chronique ; il pourrait compléter pour certaines parties le livre de Daniel Kayser sur la représentation des connaissances par exemple (La représentation des connaissances, Hermès, 1997). C'est donc là un bon livre de mathématiques, qui doit servir aux informaticiens théoriciens et que le spécialiste d'intelligence artificielle pourra consulter avec profit pour obtenir des premiers détails sur des thèmes précis en logique.

Aléatoire et presque-aléatoire en IA

Recension par **Olivier Teytaud** (LRI),
avec remerciements à **Sylvain Gelly** et aux éditeurs du bulletin.

Ce groupe thématique de recensions présente une sélection arbitraire de quelques livres qui me plaisent particulièrement quant à l'aléatoire et les voisins de l'aléatoire pour l'IA. La théorie de l'apprentissage, incluant le processus empirique, est particulièrement à l'honneur ; le quasi-aléatoire et la théorie des sondages sont aussi présents. Nous espérons ces éléments utiles dans différents cadres, la fouille de données et la théorie de l'apprentissage notamment (significativement affectées par chacun des livres cités), mais aussi l'optimisation (e.g. l'apprentissage par renforcement lié au processus empirique tel qu'étudié dans le livre de A.W. Van Der Vaart et J.A. Wellner, les algorithmes génétiques concernés par les suites à faible dispersion définies dans le livre de H. Niederreiter).

***Random Number Generation and Quasi-Monte-Carlo method*, Harald Niederreiter, SIAM, CBMS 63, 1992, 241p, ISBN 0898712955.**

1. Brève présentation

Considérons le calcul de l'intégrale de f sur l'hypercube $[0,1]^d$. La méthode de Monte-Carlo est l'approximation de cette intégrale I par la moyenne M_n des $f(x_i)$, pour i variant de 1 à n et où les x_i sont tirés au sort sur $[0,1]^d$ de manière indépendante identiquement distribuée. Sous des hypothèses très légères, on a convergence presque sûre de M_n vers I (par la loi forte des grands nombres). Le théorème central limite nous fournit des intervalles de confiance, d'ordre de grandeur $1/\text{racine}(n)$. Cet intervalle de confiance est seulement asymptotiquement consistant, mais en appliquant diverses inégalités selon ses préférences, on obtient des choses proches en non-asymptotiques, c'est-à-dire des intervalles de confiance, des vrais, des solides.

Quasi-Monte-Carlo est le passage au déterministe, basé sur le principe selon lequel le tirage de points est une affaire trop sérieuse pour être confiée au hasard. Quasi-aléatoire et pseudo-aléatoire sont ainsi tous deux des suites déterministes, mais alors que l'esprit « pseudo-aléatoire » consiste à chercher des suites aussi proches du hasard que possible, le « quasi-aléatoire » cherche à faire mieux. En fait, la méthode revient à chercher des points qui minimisent la discrédance, c'est-à-dire le sup des écarts $|M_n - I|$, pour l'ensemble des fonctions caractéristiques de rectangles (à bords parallèles aux axes en général).

Niederreiter nous rappelle donc diverses inégalités, majorant en particulier l'écart $|M_n - I|$, pour une suite x_i adéquatement choisie, par $O(V(f)\log(n)^d/n)$, où d est la dimension de l'hypercube et où $V(f)$ est la variation totale au sens de Hardy et Krause de f (notion affreuse à définir mais modérément restrictive). Des inégalités similaires sont montrées pour des fonctions restreintes à des domaines inclus dans l'hypercube, en se restreignant aux points inclus dans le domaine. Les constantes sont explicites. Notons la dépendance en d , à comparer à Monte-Carlo qui donne du $O(\text{sup } |F| / \text{racine}(n))$ en probabilité.

2. Table des matières commentée

La table des matières est comme suit :

- *Monte-Carlo methods and Quasi-Monte-Carlo methods* (introduction claire et nette au calcul d'intégrales par Quasi-Monte-Carlo).
- *Quasi-Monte-Carlo methods for numerical integration* : présentation formelle des résultats principaux en calcul d'intégrale par Quasi-Monte-Carlo. La notion de discrédance est introduite pour quantifier le fait qu'une suite de points est bien répartie pour faire de l'intégration avec. Les bornes sont formellement énoncées, sur la base de quantités très moyennement intuitives comme la variation totale au sens de Hardy et Krause.
- *Low-discrepancy point sets and sequences*. L'auteur explique comment construire des suites à faible discrédance et présente des inégalités quant aux discrédances minimales possibles. Des outils logiciels peuvent être trouvés sur le web quant à l'évaluation de la discrédance d'un jeu de points donnés ([Thiérmard, 2001]).
- *Nets and (t,s) sequences*. L'auteur présente une méthode spécifique de son crû pour optimiser la discrédance. Des outils logiciels efficaces peuvent être trouvés sur le web ([Burkardt, 2003]).
- *Lattice rules for Numerical Integration*. L'auteur présente des règles d'intégration qui permettent de tirer parti de la régularité de la fonction au delà de la variation totale au sens de Hardy et Krause. Malheureusement, l'approche est encore peu opérationnelle, et par là même intéressera peut-être peu les praticiens.
- *Quasi-Monte-Carlo methods for Optimization*. L'auteur présente grosso-modo des epsilon-nets pour faire du random-search amélioré. Partie intéressante pour les fans d'algorithmes génétiques.
- Quatre chapitres sont alors dédiés aux nombres qui ne sont pas aléatoires ni optimisés du point de vue de la discrédance, mais qui sont destinés à reproduire au mieux les caractéristiques du hasard.

3. Bilan

Livre clair et net, rigoureux. Dans un grand nombre de cas de calcul d'intégrales, les méthodes proposées sont infini-

ment meilleures que Monte-Carlo « brut ». Presque limité au calcul d'intégrale, discutant peu le problème de la grande dimension qui pose un réel problème et le fait que les hypothèses (Hardy-Krause) nécessaires pour valider les intervalles de confiance ne sont pas totalement anodines.

4. Inspiration pour l'IA

Selon nous, la lecture de livre est une bonne inspiration pour :

- apprentissage actif pour des relations déterministes (typiquement, la minimisation de l'espérance de coût $L1$ lors de l'approximation d'une cible t par une fonction f_- dans F est la recherche d'une fonction d'intégrale minimale parmi les $f-t$, où f_- dans F),
- apprentissage tout court, la loi du logarithme itéré permettant de déduire des bornes sur la discrétion de points aléatoires, et donc d'en déduire des inégalités sur les espaces de fonctions de variation totale bornée au sens de Hardy et Krause.
- optimisation stochastique (eg, apprentissage par renforcement) : pourquoi ne pas utiliser une représentation « quasi-aléatoire » des aléas ?
- application de la faible dispersion aux algorithmes génétiques (pourquoi ne pas répartir les mutations mieux qu'au hasard ?),
- applications des algorithmes génétiques à la faible discrétion (pourquoi ne pas générer des points à faible discrétion au lieu de chercher des méthodes analytiques qui fournissent des points « à peu près » optimaux ?).

Weak Convergence and Empirical Processes. Aad W. Van Der Vaart & Jon A. Wellner, Springer Series in Statistics. New York, 508p, 1996.

Le review présenté ci-dessous est complété par celui d'Evarist Giné, l'un des spécialistes du sujet, diffusé dans Zentralblatt et reproduit/traduit avec l'aimable autorisation de son auteur. D'autres reviews sont disponibles à <http://www.stat.washington.edu/jaw/RESEARCH/BOOKS/book4.rev.html>.

1. Brève présentation

Pour parler de ce livre il va falloir commencer par définir ce qu'est un théorème central limite fonctionnel. On considère un échantillon grosso-modo aléatoire simple x_1, \dots, x_n . On considère les moyennes de $(f_1, f_2, f_3, \dots, f_d)$ sur cet échantillon : ces moyennes sont (M_1, M_2, \dots, M_d) , où $M_i = (f_i(x_1) + f_i(x_2) + \dots + f_i(x_n)) / n$. On considère E_i la limite de M_i , et enfin le vecteur (D_1, \dots, D_d) où l'écart D_i est défini par $D_i = M_i - E_i$. La loi forte des grands nombres nous dit que $D = (D_1, \dots, D_d)$ tend presque sûrement vers $(0, 0, \dots, 0)$, sous des hypothèses très légères. Le théorème central limite multivarié nous fournit la limite de $G = \text{racine}(n) (D_1, \dots, D_d)$. Le

passage à $d = \infty$ est ce que l'on appelle un théorème central limite fonctionnel.

Plein de notions arrivent alors : une **classe de Glivenko-Cantelli** est une classe de fonctions pour laquelle D tend vers $(0, 0, \dots, 0)$ et une classe de **Donsker** est une classe de fonctions pour laquelle G tend vers un processus gaussien presque sûrement borné. On peut en fait dans le cas d'une classe de Donsker calculer les covariances du processus gaussien limite.

En particulier, la finitude des nombres de couverture¹ pour tout epsilon et pour une norme adéquate éventuellement dépendant de la distribution (cas particulier : finitude de la VC-dimension) entraîne le fait qu'une classe de fonctions est Glivenko-Cantelli (voir détails dans le résumé ci-dessous). Le fait que les nombres de couverture croissent polynomialement (en particulier, VC-dimension finie) entraîne le fait que la classe de fonctions est Donsker ; mais les nombres de couverture peuvent même être exponentiels (du moment que ça n'augmente pas trop vite quand même). En particulier, cette notion couvre beaucoup plus de familles de fonctions que la VC-dimension, et entraîne pourtant des convergences en $1/\text{racine}(n)$ (ce qui est bien, car le $1/\text{racine}(n)$ est fréquent dans la vraie vie).

Des parties censées être des applications présentent ensuite diverses méthodes : le bootstrap, les M-estimateurs, la delta-méthode, etc. Croire que les personnes moins matheuses et plus liées aux applications vont comprendre aisément cette partie conduit à une lourde déception ; mais le jeu (déchiffrer péniblement) en vaut la chandelle (à la fin on maîtrise des outils utiles). En particulier :

- Le bootstrap, c'est le fait de dire que G peut être approché par G' , où $G' = \text{racine}(n) (D'_1, \dots, D'_d)$, avec $D'_i = M'_i - E'_i$, où $E'_i = M_i$ et M'_i est une moyenne calculée sur un rééchantillonnage aléatoire simple (avec remise) de n éléments parmi x_1, \dots, x_n . Ce n'est pas complètement intuitif, mais finalement en le notant bien ça paraît pas délirant : le bootstrap stipule que $M_i - E_i$ est proche de $M'_i - E'_i$, ce qui est cohérent vu que M_i est une moyenne sur n tirages de points parmi la loi correspondant à E_i , et M'_i est une moyenne sur n tirages de points parmi la loi correspondant à E'_i .
- Les Z-estimateurs, c'est se demander à quelle vitesse $\{x_n; f_n(x_n) = 0\}$ tend vers x tel que $f(x) = 0$, quand f_n est une estimation statistique de f (e.g. et $f(x) = Eg(x, w)$ où w est une variable aléatoire dont w_1, \dots, w_n est un échantillon aléatoire simple).
- Les M-estimateurs, c'est se demander à quelle vitesse $\text{argmin} f_n$ tend vers $\text{argmin} f$, quand f_n est une estimation statistique de f .
- La delta-méthode, c'est se demander jusqu'où on peut généraliser les résultats précédents (en particulier, les classes de Donsker et le bootstrap) pour appliquer nos inter-

1. Le nombre de couverture $N(\epsilon)$ d'une famille de fonctions est le nombre de boules de rayon epsilon nécessaires pour recouvrir cette famille de fonctions.

valles de confiance à autre chose que des calculs de moyenne ; en particulier, aux estimateurs différentiables au sens de Hadamard en G .

2. Table des matières commentée & guide de lecture rapide

Une bonne première approche consiste en lire l'introduction de la partie II et de la partie III (plus secondairement, l'introduction de la partie I), puis les parties concernant les nombres de couverture, les théorèmes façon Donsker, le bootstrap et la delta-méthode. Partie I : stochastic convergence (la partie qui n'intéressera pas beaucoup la communauté IA)

- Introduction
- Outer integrals and measurable majorants
- Weak convergence
- Product spaces
- Spaces of bounded functions
- Spaces of locally bounded functions
- The ball sigma-field and measurability of suprema
- Hilbert spaces
- Convergence: almost surely and in probability
- Convergence: weak, almost uniform, and in probability
- Refinements
- Uniformity and metrization

Partie II : empirical process (la partie directement passionnante pour les fans de théorie de l'apprentissage)

- Introduction
- Maximal inequalities and covering numbers
- Symmetrization and measurability
- Glivenko-Cantelli theorems (partie pas indispensable, car déjà connue, pour ceux qui connaissent la théorie de l'apprentissage « usuelle » comme présentée dans le livre de Devroye, Györfi & Lugosi) ; on y lira en particulier que si les « bracketing nombre de couverture » $N_{[]}(\epsilon)$ sont en nombre fini pour tout ϵ alors la classe de fonctions est Glivenko-Cantelli pour la convergence presque sûre. On y lira aussi que si les nombres de couverture $N(\epsilon)$ pour $L_1(P_n)$ (ie, nombre de couverture pour la loi empirique) ont leur logarithme en $o(n)$ pour tout ϵ alors la classe est Glivenko-Cantelli pour la convergence presque sûre (résultat permettant en particulier de traiter le cas de la VC-dimension finie, qui conduit à des coefficients de pulvérisation polynomiaux, et donc à des nombres de couverture polynomiaux). Il est à noter que les conclusions obtenues vont très au-delà du cas de la VC-dimension finie, ce qui est instructif pour les personnes habituées à travailler en VC-théorie.
- Donsker theorems (partie fondamentale du livre - si vous ne devez en lire qu'une lisez celle-ci). On apprend notamment que si les logarithmes des nombres de couverture sont en $O(1/\epsilon^a)$ où $a < 2$ alors on a bien un théorème central limite fonctionnel intéressant - en particulier, on a convergence faible en $1/\text{racine}(n)$, donc du même ordre de vitesse que le cas de la VC-dimension finie. Mais contrairement à la VC-dimension qui ne peut traiter que des nombres de

couverture polynomiaux, ici on peut traiter des nombres de couverture exponentiels (en particulier, tant que le log est polynomial de degré inférieur à 2).

- Uniform entropy numbers. Cette section présente les inégalités classiques en théorie de l'apprentissage, inégalités montrant notamment comment borner les nombres de couverture indépendamment de la distribution avec les coefficients de pulvérisation, et comment borner, via le lemme de Sauer, les coefficients de pulvérisation avec la VC-dimension.
- Bracketing numbers. Cette partie présente des nombres de couverture différents des nombres usuels, forts commodes dans certains cas, et permettant notamment des espaces de fonctions « réguliers » au sens de Hölder par exemple - ce qui est particulièrement intéressant pour de l'imagerie ou de l'évaluation de risque de première ou seconde espèce. En particulier, on peut montrer que les « patatoïdes » réguliers au sens de Hölder sont une classe de Glivenko-Cantelli, et sont une classe de Donsker si la norme $_$ -Hölderienne est bornée pour un degré $_$ suffisamment grand, point riche d'enseignements pour la validation d'extraction de motifs spatio-temporels.
- Uniformity in the underlying distribution. Cette partie montre comment des classes de Glivenko-Cantelli, pour une distribution donnée, ou des classes de Donsker, pour une distribution donnée, peuvent être en fait uniformément Glivenko-Cantelli ou Donsker si les nombres de couverture sont bornés uniformément en la distribution. Cette partie malheureusement n'évoque qu'à peine le fait que la VC-dimension fait plus que garantir le caractère polynomial des nombres d'entropie et permet des inégalités non-asymptotiques, comme d'ailleurs les nombres de couverture eux-mêmes - le livre est définitivement orienté vers les résultats asymptotiques. Pour creuser plus ce point il faudra donc lire le livre de Vapnik, ou celui de Devroye, Györfi et Lugosi, ou celui de Vidyasagar, ou celui d'Antony et Bartlett.
- Multiplier central limit theorems. Cette partie fournit les outils techniques pour des méthodes de rééchantillonnage, comme notamment le bootstrap évoqué en partie III.
- Permanence of the Donsker property. Cette partie précise comment combiner des classes de Donsker pour obtenir de nouvelles classes de Donsker.
- The central limit theorem for Processes. Cette partie généralise les résultats précédents à des cas non-identiquement distribués.
- Partial-sum processes.
- Other Donsker classes.
- Tail bounds.

Partie III : statistical applications

- Introduction
- M-estimators (partie très importante et peu exploitée pour l'apprentissage par renforcement ou l'optimisation de fonctions stochastiques)
- Z-estimators
- Rates of convergence

- Random sample size, poissonization and Kac processes
- The Bootstrap (partie très importante pour la théorie de l'apprentissage et l'estimation de risque de première espèce)
- The two sample problem
- Independence empirical processes
- The Delta-Method (partie très importante pour l'estimation de risque de première espèce)
- Contiguity
- Convolution and minimax theorems

Appendix (contient divers éléments très intéressants, comme la perturbante inégalité de Sudakov et la non-moins perturbante inégalité de Borell - tristement, cette partie est un peu légère en discussions)

3. Bilan

- Avantages : trop peu connu en IA et en apprentissage (alors que tout un chacun connaît un minimum de VC-théorie), très complet, très propre. En outre, le livre est beaucoup plus lisible, tant pour des raisons pédagogiques que de pure forme (LaTeX!) que d'autres livres thématiquement proches, même des livres écrits par des spécialistes incontournables du sujet. Notons comme atout de ce livre les parties d'introduction de chaque section, qui présentent assez informellement l'ensemble des résultats. Quadrupler le volume de ces sections aurait ajouté une plus-value considérable à l'ouvrage ; en particulier, les appendices manquent de discussions.
- Inconvénients : les résultats sont certes vrais mais asymptotiques, et vraiment très asymptotiques. En particulier, l'inégalité de Borell, appliquée à un processus gaussien limite d'un processus empirique, est relativement peu crédible bien que mathématiquement vraie ; elle est certes vraie, mais pour parler avec un brin de provocation il faut « aller vraiment chercher loin l'asymptotique ». Malheureusement, on a beau démontrer des trucs asymptotiquement vrais, les intervalles de confiance qu'on va en déduire ne seront pas forcément fiables pour un nombre fini d'exemples. Les gens peuvent râler que la VC-dimension et les inégalités de concentration comme faisaient Kolmogorov et Tikhomirov [Kolmogorov et al., 1961], ce n'est pas bien car trop conservatif, n'empêche que les inégalités non-asymptotiques ont le mérite de ne pas mentir en général. Certes, encore faut-il que les points soient environ indépendants et identiquement distribués, et il faut beaucoup d'exemples, pourra-t-on objecter ; mais ce sont pourtant ces mathématiques là, bien que bien moins complexes, qui ont conduit à des développements très féconds comme les résultats de consistance universelle par des techniques de minimisation du risque structurel. Pourquoi éluder en quelques mots tous ces développements non-asymptotiques et leurs conséquences ? Les résultats de type Donsker, outre le fait qu'elles ne fournissent pas de résultats non-asymptotiques, et malgré leur plus grande complexité, ne rendent pas compte de l'efficacité de techniques de régularisation et c'est bien triste. L'impact philosophique d'un livre comme le bouquin de Devroye,

Gyorfi, Lugosi est ainsi beaucoup plus fort à bien des égards que celui du Van Der Vaart & Wellner. Finalement, de temps à autre on peut dire que les résultats présentés ici, avec toute leur élégance, sont une réponse parfaite à une question modérément adéquate. Reste néanmoins des justifications qui touchent au coeur de pourquoi le bootstrap ça marche, et ça n'est vraiment pas rien, car les résultats non-asymptotiques n'en rendent pas compte. Par ailleurs, la lecture est peut-être plus ardue que nécessaire, notamment par manque de discussion. Notons enfin que la loi du logarithme itéré est absente, ce qui fait un manque certain.

- Synthèse : il est à mon avis d'utilité publique que quelqu'un écrive une version de ce livre accessible à tous, en faisant éventuellement des hypothèses plus fortes de mesurabilité (qui se préoccupe de cela dans la communauté IA ?) pour simplifier l'exposé, et en mettant l'accent sur la compréhensibilité par tous (certes, il n'est pas valorisant pour un chercheur de se dire qu'il a simplement fait une version « pour les nuls » du Van Der Vaart & Wellner, mais qui dans la communauté IA trouve un intérêt à s'acharner des heures sur la partie I qui est dans cet ouvrage totalement indispensable ?). Les classes de Donsker ne « tuent » pas l'intérêt des résultats non-asymptotiques, elles ont de multiples défauts tout comme d'ailleurs les classes de type VC ; elles sont plus complémentaires que concurrentes de la théorie de l'apprentissage disons « classique », basée sur les inégalités non-asymptotiques comme celles de Hoeffding ou Chernoff ; les rendre plus accessibles serait un acte d'utilité publique.

4. Inspiration pour l'IA (exclusivement pour ceux qui aiment les maths) :

- Apprentissage actif (car les processus gaussiens se combinent mieux que les inégalités vapnikiennes, d'où la possibilité de considérer des stratifications du domaine d'apprentissage),
- Erreur de première voire seconde espèce dans l'extraction de connaissance dans les bases de données (via le bootstrap en particulier).
- Les M-estimateurs sont décisifs pour l'apprentissage par renforcement ou l'optimisation stochastique.
- Notons aussi que les conditions conduisant au caractère Donsker d'une famille de fonctions permettent de traiter les convergences uniformes sur des « blobs » réguliers dans une image ou un film, et donc permettent de traiter des risques de première espèce en modèles déformables ou en fouille de données « images ».

Vaart, Aad van der ; Wellner, Jon A. Weak convergence and empirical processes. With applications to statistics. (English) [B] Springer Series in Statistics. New York, NY: Springer, xvi, 508 p. DM 74.00; oeS 540.20; sFr 65.50 (1996). [ISBN 0-387-94640-3]

**Review de Zentralblatt 862.60002
par Evarist Giné (traduction O.Teytaud)**

Review 5 : Zentralblatt 862.60002. Evarist Giné, reviewer.

Soit (S, P) un espace de probabilité, et soit $X_i: \omega \rightarrow S$ les fonctions coordonnées et soit

$$P_n = \sum_{i=1..n} X_i/n, \text{ pour } n \text{ dans } \mathbb{N},$$

les mesures empiriques pour les « données » X_i . Le papier révolutionnaire de V. N. Vapnik et A. Ya. Chervonenkis « Theory Probab. Appl. 16, 264-280 (1971); translation from Teor. Veroyatn. Primen. 16, 264-279 (1971; Zbl 247.60005) » sur la convergence presque sûre de $(P_n - P)(C)$ uniformément en C sur des classes générales C de sous-ensembles mesurables de S , donna naissance à une nouvelle branche de la théorie du processus empirique dont l'objet est l'étude de la mesure empirique comme un processus indexé par une famille d'ensembles ou de fonctions, la nouveauté étant la généralité du cadre: l'espace S n'a pas besoin d'être \mathbb{R} ou \mathbb{R}^d , la classe C n'est pas nécessairement la classe des demi-lignes, etc. On cherche des théorèmes limites, des bornes exponentielles, des vitesses pour le processus empirique, uniformément sur la classe C d'ensembles ou la classe F de fonctions. Le développement de cette théorie requiert une généralisation de la théorie des convergences des variables aléatoires vers des éléments aléatoires prenant leurs valeurs dans des espaces de métrique non-nécessairement séparable (e.g., l'espace métrique $L^\infty(F)$ de toutes les fonctionnelles bornées $F \rightarrow \mathbb{R}$). De manière peut-être plus importante, cela nécessite aussi un enrichissement d'autres éléments de probabilité, dont une grande partie a été développée précédemment pour l'étude des propriétés des trajectoires des processus gaussiens et pour la théorie des probabilités dans les espaces de Banach séparables. Et il apparaît que la théorie du processus empirique ainsi développée a trouvé de nombreuses utilisations en statistiques asymptotiques. Bien que de nombreux problèmes demeurent, cette branche de la théorie du processus empirique est désormais arrivée à maturité après 25 ans d'intenses développements. Le livre de van der Vaart et Wellner constitue une excellente somme de la théorie générale du processus empirique et de ses applications, et vient précisément au bon moment. Les surveys précédents de la théorie : Gaenssler's 1993 IMS Lecture Notes, le livre de D. Pollard « Convergence of stochastic processes » (1984; Zbl 544.60045), les notes de lectures de R. M. Dudley [in: Ecole d'Ete de probabilités de Saint Flour XII-1982, Lect. Notes Math. 1097, 1-142 (1984; Zbl 554.60029)], le reviewer et J. Zinn [in: Probability and Banach spaces, Lect. Notes Math. 1221, 50-113 (1986; Zbl 605.60026)] et D. Pollard ["Empirical processes: Theory and applications" (1990; Zbl 741.60001)] et, de manière tangentielle, un chapitre dans le livre de M. Ledoux et M. Talagrand « Probability in Banach spaces: Isoperimetry and processes » (1991; Zbl 748.60004).

Le livre reviewé est divisé en trois parties: Stochastic convergence, Empirical processes et Statistical applications,

et il contient aussi une annexe avec des choses diverses et importantes comme des inégalités et des processus gaussiens. La première partie, « Stochastic convergence » (environ 80 pages) constitue un survol complet de la théorie des convergences en loi, presque sûre et en probabilité d'éléments aléatoires non nécessairement mesurable avec des valeurs dans des espaces métriques non nécessairement séparables. Il contient le nécessaire calcul intégral de fonctions non-mesurables, les propriétés de la définition de convergence en loi de fonctions non-mesurables par Hoffman-Joergensen, la convergence presque-uniforme de Dudley, etc. Quelques uns des points forts de cette introduction sont une nouvelle version du théorème de Prokhorov, avec la notion ajoutée de 'mesurabilité asymptotique', et le théorème de Skorokhod-Dudley-Wichura.

La deuxième partie, 'Empirical processes' (environ 200 pages), développe la théorie du processus empirique. Les outils de symétrisation et de randomisation, les inégalités exponentielles pour les sommes de variables indépendantes, et les inégalités maximales et les bornes d'entropie sont premièrement développées et alors appliquées pour prouver des lois uniformes des grands nombres (théorèmes de Glivenko-Cantelli), des théorèmes centraux limites (théorèmes de Donsker), des TCLs (NDT: théorèmes centraux limites) multiplicatifs et des vitesses de convergence. Les deux plus grands types d'hypothèses, du type Vapnik-Chervonenkis ou du type entropie-bracketing, sont présentés en détail, avec beaucoup d'exemples utiles. L'uniformité non seulement en f dans F , mais aussi en P , tant pour la LGN et pour le TCL, est aussi traité. Cette partie du livre a aussi un chapitre dédié aux bornes exponentielles tendues [principalement de M. Talagrand, Ann. Probab. 22, No. 1, 28-76 (1994; Zbl 798.60051)]. L'inclusion d'autant d'exemples, d'inégalités exponentielles tendues et de formes affiniées du théorème de Dudley sur les nombres de couverture des classes VC [D. Haussler, J. Comb. Theory, Ser. A 69, No. 2, 217-232 (1995; Zbl 818.60005)] sont parmi les caractéristiques les plus saillantes de cet exposé. Ni les conditions nécessaires pour la LGN et le TCL ou la loi du logarithme itéré ne sont traitées; bien qu'elles soient des parts très importants de la théorie, elles sont moins applicables que la plupart des sujets choisis par les auteurs.

La troisième partie, « Statistical applications » (environ 150 pages), inclut les M et Z estimateurs, les vitesses de convergences des M -estimateurs avec des applications e.g. à la régression, au bootstrap, à la méthode delta, les processus empiriques d'indépendance, les théorèmes de contiguïté, de convolution et de minimax. Peut-être la première application de la théorie moderne du processus empirique en statistiques a été le papier de D. Pollard [Econ. Theory 1, 295-314 (1985)] appliqué à la M -estimation. Les auteurs développent cela, incluant le travail suivant de J. Kim et D. Pollard [Ann. Stat. 18, No. 1, 191-219 (1990; Zbl 703.62063)], et présentent de très beaux et intéressants exemples, tels que l'estimateur de Grenander pour les densités monotones, l'estimateur court, etc. Ils présentent aussi des travaux récents, principalement de

van de Geer [Report 93-06, Univ. of Leiden] et L. Birge et P. Massart [Probab. Theory Relat. Fields 97, No. 1/2, 113-150 (1993; Zbl 805.62037)], sur la méthode des « sieves » et les estimateurs de contrastes minimaux. Le bootstrap du processus empirique [principalement, le reviewer et J. Zinn, Ann. Probab. 18, No. 2, 851-869 (1990; Zbl 706.62017)], et J. Praestgaard et le second auteur, Ann. Probab. 21, No. 4, 2053-2086 (1993; Zbl 792.62038)] est présenté très en détails. Cette présentation repose plus sur la randomisation que le travail original, et elle l'améliore significativement au niveau de la mesurabilité. Le chapitre sur la méthode delta est très complet et contient de nombreux exemples significatifs comme la statistique de Wilcoxon, l'estimateur de Nelson-Aalen de la « cumulative hazard function for censored data », les quantiles, la fonction de copula, Kaplan-Meyer et le produit intégral, etc. L'utilité de la différentiabilité au sens de Hadamard est soulignée [voir R. M. Dudley, e.g. Ann. Stat. 22, No. 1, 1-20 (1994; Zbl 816.62039)], ainsi que la différentiabilité au sens de Frechet vis à vis de la norme de la p -variation, avec des vitesses). La version du théorème de Prokhorov présentée en partie I trouve une bonne application dans les preuves de formes générales des théorèmes de convolution et de mini-max.

Il y a six annexes, la première et la sixième étant des collections d'inégalités utiles, la seconde avec une liste complète de faits sur les processus gaussiens utilisés dans l'ensemble du livre, la troisième sur les processus de Rademacher, la quatrième avec une preuve d'une des inégalités isopérimétriques de Talagrand pour les espaces produits, et la cinquième avec des théorèmes centraux limites dans R. Chaque chapitre contient une liste d'exercices, et chaque partie s'achève sur des notes bibliographiques.

La préface du livre explique ce qu'il essaie de faire : « The first goal is to give an exposition of certain modes of stochastic convergence_ » « A second goal is to use the weak convergence theory background developed in Part I to present an account of major components of the modern theory of empirical processes indexed by classes of sets and functions. » « Our third goal is to illustrate the usefulness of modern weak convergence theory and modern empirical process theory for statistics by a wide variety of applications. » Les auteurs ont amplement réussi : le livre fait exactement ce qu'il veut faire.

Le livre est d'intérêt immédiat aux statisticiens mathématiciens, particulièrement à ceux qui travaillent sur les théories asymptotiques utilisant des propriétés (non nécessairement asymptotiques) du processus empirique. Il est aussi d'intérêt pour les probabilistes et pour les statisticiens moins mathématiciens. Ce livre est approprié à la fois comme référence et comme livre d'étude (pour différents cours). Ce n'est pas le lieu pour faire des recommandations ; aussi, je vais seulement dire que je garde ce livre dans mon bureau, sur l'étagère la plus proche de mon bureau.

Citations: Zbl.247.60005; Zbl.544.60045;
 Zbl.554.60029; Zbl.605.60026; Zbl.741.60001;
 Zbl.748.60004; Zbl.798.60051; Zbl.818.60005;
 Zbl.703.62063; Zbl.805.62037; Zbl.706.62017;

Zbl.792.62038; Zbl.816.62039 Keywords: stochastic processes; empirical processes; convergence in law; central limit theorems; invariance principles; Glivenko-Cantelli theorems; sampling Classification: *60-02 Research monographs (probability theory) 62-02 Research monographs (statistics).

Théorie des Sondages.

**Yves Tillé. Dunod, Collection "Sciences Sup",
 296 pages. ISBN 2100054848, 2001.**

1. Brève présentation

La théorie des sondages est l'élaboration :

- d'intervalles de confiance quant à des informations extrapolées à partir d'échantillons finis (typiquement, on mesure 1000 français tirés au sort proprement, quelle est la taille moyenne des français au vu de ces résultats ?) ;
- la recherche de façons adéquates d'échantillonner, typiquement via la stratification (e.g., on mesure des enfants et des adultes, et on détermine de manière optimale (du point de vue de la variance) combien d'enfants et combien d'adultes doivent être mesurés).

La théorie des sondages est « un ensemble d'outils statistiques permettant l'étude d'une population au moyen de l'examen d'une partie de celle-ci ». On appelle « strates » une sous-population, supposée avoir une certaine forme d'homogénéité (e.g., pour des salariés les strates peuvent être les catégories socio-professionnelles), et « grappes » un ensemble d'individus dont la connaissance coûte beaucoup moins cher que la somme des coûts associés au fait de faire la connaissance de chacun des individus séparément (pour un sondage chez une population d'humains, une grappe peut être un foyer ou un immeuble). Des stratifications tant mobiles que fixes sont considérées. L'analyse est centrée sur le cas où aucun modèle de la population n'est supposé.

Quoique le livre soit centré sur le cas d'une population discrète, le lecteur extrapolera sans mal les résultats à des cas plus généraux ; en fait le livre peut être totalement adapté au Monte-Carlo biaisé.

2. Table des matières

- Introduction
- Une histoire des idées en théorie des sondages
- Les fondements de la théorie des sondages
- Plans simples
- Plans à probabilités inégales
- Échantillonnage par scission et estimation de variance
- Stratification
- Plans équilibrés
- Plans par grappes, à plusieurs degrés et à deux phases
- Estimation avec informations auxiliaires et plans simples
- Estimation avec informations auxiliaires et plans complexes
- Estimation de variance par linéarisation
- Traitements des non-réponses

3. Bilan

- rigoureux ;
- facile à lire ;
- de thème bien ciblé ;
- couvrant tant les aspects de planification du sondage, que d'estimation et de construction d'intervalles de confiance ;
- le cas des non-réponses est aussi présenté.

A Probabilistic Theory of Pattern Recognition.

Luc Devroye, Laszlo Györfi, Gabor Lugosi, Springer-Verlag, New York, 1996.

1. Brève présentation

Ce livre traite de la classification binaire supervisée. Le traitement est orienté théorie statistique, la clarté et la rigueur sont parfaites, de nombreuses références même hors théorie sont fournies. L'aspect algorithmique est peu traité. Les support vector machines ne sont pas évoquées. Les propriétés de consistance et de consistance universelle sont définies et traitées. Les vitesses de convergence, dans un cadre non-asymptotique, sont présentées de la manière la plus convaincante possible. Les discussions sont toutes pertinentes.

2. Table des matières commentées

Le chapitre 2 « The Bayes Error » présente le problème et les définitions fondamentales.

Le chapitre 3 « Inequalities and alternate distance measures » présente différentes distances stochastiques intéressantes.

Le chapitre 4 « Linear discrimination » présente des méthodes linéaires.

Le chapitre 5 « Nearest Neighbour rules » présente de manière très détaillée les méthodes de plus proches voisins et les résultats théoriques qui les concernent.

Le chapitre 6 définit et démontre des résultats de consistance et de consistance universelle, dont le très important théorème de Stone qui démontre d'un coup la consistance universelle d'un grand nombre de méthodes.

Le chapitre 7 démontre que des vitesses de convergence arbitrairement lentes peuvent avoir lieu. Le chapitre 14 approfondira ce point de manière très intéressante.

Le chapitre 8 « Error estimation » présente des applications classiques d'inégalité comme Hoeffding ou Chernoff à l'estimation d'erreur en généralisation ou à la sélection de classifieur.

Le chapitre 9 présente des résultats quant à la méthode par histogrammes (cette méthode consiste à quadriller le domaine et à faire un vote à majorité dans la zone d'un point à classer).

Le chapitre 10 présente des méthodes à noyau (consistant e.g. à placer des gaussiennes « sur » les exemples x_i , pon-

dérées par $y_i=1$ ou -1 selon la classe des exemples, et à effectuer un vote pondérée par $y_i \exp(-d(x,x_i)/2)$. La consistance est prouvée.

Le chapitre 11 prouve la consistance de la méthode des plus proches voisins.

Le chapitre 12 présente de manière très convaincante synthétique et rigoureuse la théorie de l'apprentissage à la façon de Vapnik et Chervonenkis. Le chapitre 13 quant aux aspects combinatoires est particulièrement précieux ; les inégalités basées sur les coefficients de pulvérisation sont souvent meilleures que les inégalités basées sur la VC-dimension. L'impact de l'erreur bayésienne nulle est présenté, ainsi que le cas moins souvent cité mais intéressant d'une erreur bayésienne faible.

Le chapitre 14 présente des bornes inférieures en théorie de l'apprentissage ; ces bornes inférieures sont très utiles notamment grâce à des lemmes très réutilisables. En particulier, la différence entre « VC-dimension infinie sans ensemble infini pulvérisé » et « VC-dimension infinie avec ensemble infini pulvérisé » est présentée ; cette différence est riche d'enseignements et est rarement soulignée. Des convergences arbitrairement lentes, même à erreur minimale nulle, sont présentées.

Le chapitre 15 discute le maximum de vraisemblance. On y rappelle notamment que le maximum de vraisemblance, ça n'est pas vraiment ça lorsqu'on n'est pas très sûr d'inclure la décision de Bayes dans notre famille de classifieurs, point simple mais important et peut être insuffisamment utilisé comme facteur explicatif de certains résultats expérimentaux. Le chapitre 16 discute la classification paramétrique. Le chapitre 17 discute la discrimination linéaire généralisée.

Le chapitre 18 complète très utilement les chapitres 12, 13 et 14 (VC-théorie) par la minimisation du risque structurel. Les résultats exposés sont les plus clairs et convaincants que je connaisse. La vitesse de convergence en $1/\sqrt{n}$, obtenue lorsque la décision de Bayes appartient à une famille de fonctions union dénombrable incrémentale de familles de VC-dimension finie, est en particulier prouvée. La constante dans cette convergence dépend de l'index de la famille de fonctions de VC-dimension finie à laquelle appartient la décision de Bayes, et non de la distribution elle-même.

Le chapitre 19 présente des compléments quant aux plus proches voisins (en particulier, utilisation de prototypes et plus proches voisins condensés).

Le chapitre 20 traite des arbres de décision, le chapitre 21 du partitionnement et des inégalités qu'on peut lui associer. Il est à mon sens particulièrement utile pour traiter de l'apprentissage non-supervisé et des prétraitements éventuels de données.

La section 22 traite de l'estimation « hold out » et de ses applications.

La section 23 traite de l'erreur empirique et de ses applications ; on y applique la VC-théorie des chapitres 12 à 14 à diverses méthodes, et on y développe aussi des méthodes spécifiques pour différents algorithmes d'apprentissage.

La section 24 traite des méthodes de type validation croi-

sée ; les résultats inférieurs et supérieurs soulignent l'habituelle efficacité du livre qui à chaque section prend la peine de souligner la question que l'on a envie de se poser en voyant les résultats ; les résultats montrant que ça ne marche pas. Outre des résultats généraux, des applications sont présentées aux k-plus proches voisins et aux règles à noyaux ou à histogrammes.

La section 25 complète le chapitre 10 par des « automatic kernel rules », comme le chapitre 26 complète le chapitre 11 avec des « automatic nearest rules » ; ces deux chapitres étudient le choix des hyperparamètres à partir de données (dans le cas des « kernel rules », la largeur des gaussiennes par exemple ; pour les plus proches voisins, le nombre de voisins). Le chapitre 27 traite de domaines discrets.

Le chapitre 28 traite de l'utilisation d'epsilon-entropie ; cette section basée sur l'approche utilisée autrefois par Kolmogorov et Tikhomirov est la seule à traiter de la régression. Les résultats de Kolmogorov et Tikhomirov quant aux nombres de couverture des espaces de Hölder, qui sont les plus naturels des espaces (dérivées alpha-ièmes bornées en gros), que l'on trouvera dans le livre de A.W. Van Der Vaart & J.W. Wellner, ne sont ici présentés que dans des sous-cas.

Le chapitre 29 traite de l'optimisation au sens des moindres carrés pour l'estimation de $P(Y=1|X)$ et montre des résultats de consistance. Il s'agit d'appliquer en fait des résultats comme ceux du chapitre 28 avec un accent particulier sur le calcul des nombres de couverture.

Le chapitre 30 traite de réseaux neuronaux. Des calculs de VC-dimension et de coefficients de pulvérisation sont au programme. Le livre d'Antony et Bartlett présentera l'avantage à ce niveau là de comprendre aussi la fat-shattering dimension. Une propriété de consistance universelle est aussi présentée (appliquant sans grande surprise les résultats de type minimisation structurelle du risque).

Le chapitre 31 traite de bootstrap et de quelques autres méthodes d'évaluation de l'erreur en généralisation. Le théorème montrant la remplaçabilité d'un algorithme stochastique par un algorithme déterministe est en particulier présenté.

Le chapitre 32 traite de sélection de variables et est instructif.

Les appendices sont un très bon ramassis de résultats utiles dans la vie quotidienne du data-mining (comme d'ailleurs l'ensemble des lemmes du livre) : quelques éléments de théorie de la mesure et d'intégrale de Lebesgue, des

résultats de densité toujours utiles, quelques bases de probabilité, l'inégalité de Cauchy-Schwartz, l'inégalité de Hölder, l'inégalité de Markov, l'inégalité de Tchébychev, l'inégalité de Tchébychev-Cantelli, l'inégalité de Jensen, l'inégalité, des notions sur les convergences des variables aléatoires (convergence en probabilité, convergence presque sûre, convergence dans L_p , lemme de Borel-Cantelli pour construire des convergences presque sûres à partir de convergences en probabilité, quelques infos sur les espérances conditionnelles, une très jolie section sur les binomiales (ça me sert au quotidien), l'inégalité de Hoeffding pour une distribution hypergéométrique, et quelques définitions sur les distributions multinomiale, exponentielle, gamma et gaussienne.

3. Bilan

La table des matières est éloquent quant à l'ampleur du livre ; tous les chapitres sont traités avec la même rigueur mathématique et la même clarté lumineuse. Les annexes sont précieuses au quotidien, et dans toutes les démonstrations les lemmes décisifs sont proprement extraits et présentés séparément. Les questions fondamentales sont traitées. Quel défaut peut-on trouver à ce livre ? On peut simplement regretter que la régression ne soit qu'évoquée et que les propriétés venues de la communauté du processus empirique ne soient pas utilisées : le livre est centré sur la théorie de l'apprentissage « classique » (non-asymptotique) et la classification binaire (non la régression ou la classification multi-classes). J'insiste en particulier sur le souci de clarté qui fait que ce livre se lit comme un roman, et le bonheur des discussions. Ayez-en deux pour pouvoir en prêter un à vos amis sans être pris au dépourvu.

Références

- [Thiemard, 2001] E. Thiemard, An algorithm to compute bounds for the star discrepancy, *Journal of Complexity* 17, 4, 850-880, 2001.
- [Burkardt, 2003] J. Burkardt, [niederreiter2.cc, niederreiter2.h, http://www.csit.fsu.edu/burkardt/cppsrc/niederreiter2/niederreiter2.html](http://www.csit.fsu.edu/burkardt/cppsrc/niederreiter2/niederreiter2.html) 2003.
- [Kolmogorov et al, 1961] A.-N. Kolmogorov, V.-M. Tikhomirov, *epsilon-entropy and epsilon-capacity of sets in functional spaces*, *Amer. Math. Soc. Transl.* 17, pp 277-364, 1961.

Connaissance et Documents Temporels

Journée scientifique organisée dans le cadre de la plate-forme AFIA

31 mai 2005 – Nice

Objectifs de la manifestation

Cet atelier fait suite à une journée consacrée au « Modèles documentaires de l'audiovisuel » (<http://liris.cnrs.fr/~yprie/Projets/SDN04/>) organisée lors de la Semaine du Document Numérique à La Rochelle du 21 au 25 juin 2004.

Cette année, l'atelier avait pour objectif de faire le point sur l'utilisation des connaissances (au sens large) dans les différents processus permettant de manipuler les documents temporels (i.e., documents multimédias dont au moins une des composante est temporelle, par exemple la vidéo). Nous avons ainsi identifié au moins trois grands champs d'applications qui ont recours à l'utilisation de connaissances pour exploiter, analyser, décrire ou publier des documents temporels : l'extraction automatique de descripteurs, la description sémantique et l'indexation du contenu des documents, et la génération et la publication de nouveaux documents temporels.

Participants et déroulement de l'atelier

Une quinzaine de personnes (chercheurs et doctorants) ont participé à cette demi-journée. Le programme de celle-ci était composé d'un exposé invité et de 4 présentations orales correspondant aux articles acceptés par le comité de programme de l'atelier. Les articles, présentations et acte de l'atelier sont disponibles à <http://liris.cnrs.fr/yannick.prie/Projets/AFIA05/>.

Synthèse des problématiques scientifiques débattues

L'hypothèse formulée en préambule de cet atelier (à savoir, les connaissances sont de plus en plus utilisées pour manipuler les documents temporels) peut être considérée comme validée au regard des différentes présentations. En revanche, cette notion de connaissance recouvre des choses larges, tant du point de vue de son objet (du paramétrage d'algorithme de traitement automatique à des modèles de connaissance d'un domaine) que de celui de sa représentation (plus ou moins formelle).

L'atelier a permis de toucher différentes commu-

nautés (traitement du signal et vision, document, représentation des connaissances) qui n'ont pas comme habitude d'interagir régulièrement bien que travaillant sur les mêmes objets !

Pourtant, de l'avis général, la "modélisation de connaissance" est sans doute UN moyen de combler le fossé sémantique généralement constaté lorsque l'on a à traiter des documents temporels.

Liste AVIS

Une liste de diffusion, public et archivée, sous abonnement, dénommée AVIS - Audio-Visual Information Systems (ou Systèmes d'Information Audiovisuelle) a été depuis mise en place. Elle est consacrée aux échanges d'informations concernant les systèmes d'information audiovisuels : aspects documentaires, aspects juridiques, normes, systèmes, produits, retours d'expériences, conférences, etc.

La page d'accueil de AVIS est :
<https://www.irisa.fr/wws/info/avis>

Cette liste a donc pour objectif de favoriser l'émergence d'une communauté autour de la problématique des SIAV, sans restriction, en mettant en relation aussi bien des documentalistes que des informaticiens, des sémiologues que des industriels, des praticiens que des théoriciens, etc.

Toute personne intéressée par cette liste, peut s'inscrire soit directement sur <https://listes.irisa.fr/wws/info/avis>, ou bien en nous demandant de l'inscrire à Yannick Prié (yprie@liris.univ-lyon1.fr) ou à Raphaël Troncy (raphael.troncy@isti.cnr.it).

Futur plans

Une autre journée organisée sur les mêmes thématiques nous paraît également d'actualité, mais sa forme reste à définir. Cette journée pourrait être organisée dans le cadre de la Semaine de la Connaissance 2006 ou de la Semaine du Document Numérique 2006.

Quinzième Conférence Internationale sur la Planification et l'Ordonnancement Automatisés (ICAPS'05)

6-10 juin 2005, Monterey, CA
<http://icaps05.icaps-conference.org/>

Compte-rendu rédigé par **Philippe Morignot** (AXLOG), **Sylvie Thiébaux** (ANU & NICTA), **Daniel Godard** (ILOG), **Olivier Bonnet-Torrès** (ONERA-Toulouse) et **Florent Teichteil** (ONERA-Toulouse).

ICAPS'05 fait partie d'une suite de conférences qui regroupent depuis 2003 la suite de conférences américaines AIPS (A.I. Planning Systems), dont la première édition a eu lieu en 1992 à College Park dans l'état du Maryland, et la série de workshops puis conférences EWSP (European Workshop on Planning), dont la première édition a eu lieu en 1991 à Sankt Augustin en Allemagne, transformée en ECP (*European Conference on Planning*) depuis 1997. Cette suite de conférences ICAPS a maintenant lieu chaque année en alternance de part et d'autre de l'Atlantique.

ICAPS'05 était organisé par Susanne Biundo, Karen Myers et Kanna Rajan, à Monterey, en Californie, non pas à Asilomar (et ses bungalows) mais au Hyatt Regency Conference Center, en bordure d'un parcours de golf.

ICAPS'06 sera organisé par Daniel Borrajo, Steve Smith et Lee McCluskey à Cumbria en Angleterre (Lake District). Durant ICAPS'05, le comité de pilotage a décidé de choisir Mark Boddy, Maria Fox et Sylvie Thiébaux pour organiser ICAPS'07 à Providence, dans l'état de Rhode Islands aux USA.

233 participants étaient inscrits (dont une quinzaine de français). 93 articles ont été soumis (dont 44 d'américains et 6 de français), 33 articles ont été acceptés pour présentation/publication (taux d'acceptation de 35%).

Le lundi et le mardi ont été réservés aux *Workshops*, *Tutorials* et à la compétition d'ingénierie des connaissances (*KE Competition*), organisés en sessions parallèles. Une visite du *Monterey Bay Aquarium Research Laboratory* a été organisée le lundi après midi (une vingtaine de participants). Ce laboratoire a été fondé par David Packard et comporte environ 2000 personnes explorant la faille au large de Monterey, traitant les données recueillies et les analysant pour étudier la faune, flore et géologie sous-marines. Les moyens d'exploration sont divers robots sous-marins filoguidés (pilotés depuis un bateau) ou autonomes (style torpille).

Le reste de la semaine a été consacré en une session unique à la séance plénière (avec posters, démonstrations de systèmes et *Doctoral Consortium* le soir).

Signalons un nouveau genre d'événement, baptisé « Festivus » (<http://rakaposhi.eas.asu.edu/festivus/>) et organisé par Subbarao Kambhampati, voulu comme une sorte d'exutoire libre expression où tout orateur pouvait proposer de s'exprimer (6 ont été sélectionnés) pendant 5 minutes et débattre avec la salle pendant 5 autres minutes, sur des thèmes commençant par « *Vous faites tous de la mauvaise recherche parce que ...* », « *Vous devriez travailler sur ...* », « *Si je vois encore un seul papier sur X, je vais hurler parce que ...* », « *Le vrai problème de la planification est ...* », « *Nous sommes coincés dans une impasse et la façon d'en sortir est de ...* », « *La meilleure chose qui s'est produite en planification est ...* » et des idées de démarrage de ce style.

Quelques photos de cette semaine sont disponibles sur le site de la conférence (ou à <http://homepage.mac.com/peterajarvis/Menu64.html>).

Nous résumons ici quelques¹ présentations (invitées ou reviewées) qui nous ont intéressés, soit en session plénière, soit dans les workshops, soit dans les posters. Les actes (papier et CD-ROM) de la conférence et des workshops sont disponibles au AAAI Press à Menlo Park en Californie (<http://www.aaai.org/Press/press.html>) - les actes des *Workshops* sont disponibles individuellement sur le site de la conférence.

Session plénière

*Exposé invité*² : Drew McDermott (Université de Yale) propose la notion d'expressivité comme étant au cœur de la planification. Après l'époque pionnière depuis STRIPS (introduisant les pré- et post-conditions par rapport à GPS), vinrent ABSTRIPS, puis NOAH puis NONLIN, ayant tous besoin d'un surplus d'expressivité (donc augmentant le contrôle ?). Après des âges sombres vint la Renaissance avec TWEAK et

1. Les auteurs de ce compte-rendu ayant aussi présenté un exposé, il a été décidé de présenter **tous** les articles français dans la session plénière, pour ne (dé)favoriser personne.

2. Les transparents des trois exposés invités sont disponibles sur le site de la conférence.

PRODIGY, puis UCPOP et le langage ADL, puis des « bons » algorithmes comme GRAPHPLAN, SAT-PLAN et la planification par relaxation de Geffner et Bonet. Puis vint la Compétition Internationale de Planification et le langage PDDL, maintenant dans sa version 4. Les leçons de PDDL sont de ne pas prendre en compte les limitations actuelles de planificateurs, mais de pousser la communauté, en rendant les planificateurs comparables entre eux et en y introduisant les réseaux de tâches hiérarchiques (HTN, e. g., SHOP2). Par exemple, introduire dans PDDL la notion de flot de données (une valeur attachée à une action) des HTNs, ou des variables instantiables à l'exécution uniquement. L'idée est d'effectuer le maximum de planification avant l'exécution et de pouvoir y inclure d'autres modules (e.g., ordonnancement) si besoin.

Exposé invité : Henry Kautz (Université de Washington) s'intéresse au suivi d'activités de personnes à partir de données marquées (des capteurs disposés sur des portions du corps, sur des objets, etc), à la reconnaissance des formes/patrons de déplacement pratiqués par ces personnes dans leur vie quotidienne, et à l'apprentissage du marquage de ces activités et de ces endroits où se déplacent ces personnes. En effet, un changement dans la routine étant souvent précurseur d'accident ou de maladie, il propose d'utiliser son système pour suivre les activités des personnes handicapées, malades ou vieilles. Le cœur du modèle est d'abord basé sur des modèles de Markov cachés, mais cela conduit à trop d'erreur. Il utilise ensuite des réseaux bayesiens dynamiques, ce qui réduit l'erreur mais ne traite toujours pas les objets nouveaux rencontrés. La notion d'abstraction permet ensuite de réduire l'erreur à un niveau acceptable. Il propose d'appliquer cette approche pour ces personnes handicapées ou malades, au moyen de compas électroniques, qui indiqueraient toute déviation importante par rapport à leurs activités quotidiennes.

Exposé invité : Kim Larsen (Université d'Aalborg au Danemark) a présenté son projet européen AMETIST d'ordonnancement optimal et temps-réel. L'ordonnancement d'un graphe de tâches est basé sur des automates temporisés. Comme il doit représenter plusieurs tels automates, des variables sont partagées entre eux. Ce formalisme permet de représenter des contraintes temporelles (e.g., $t_1 - t_2 < \text{durée}$). Pour représenter les ressources à associer aux tâches, il a recours à des automates temporisés avec prix (le coût d'affecter telle ou telle ressource à telle tâche). La recherche proprement dite des valeurs des variables dans ces automates est effectuée au moyen d'un algorithme A* symbolique. Il compare ses résultats avec la programmation linéaire en nombres entiers.

Russel Bent et Pascal Van Hentenryck (Brown University) proposent d'utiliser les données historiques au lieu d'utiliser une distribution pour faire de la planification stochastique en prenant pour hypothèse que le futur ressemblera au passé. Ils ont expérimentés leur approche à deux types de problème : un problème d'ordonnancement et un problème de « vehicle routing ».

Matthew Streeter et Stephen Smith (Carnegie Mellon University) ont étudié la distribution des solutions de makespan minimal dans les problèmes de type Job Shop. Ils montrent que quand le ratio nombre de jobs sur le nombre de ressources et égal à 1, les solutions de makespan minimal sont contenues dans une « big valley ». Au contraire, quand ce ratio augmente, les solutions de makespan minimal sont plus dispersées. Ces résultats permettent d'expliquer pourquoi les problèmes carrés sont en général plus difficiles à résoudre.

Pascal Van Hentenryck et Yannis Vergados s'intéressent à la minimisation du nombre de breaks dans la planification des tournois de sport. Leur approche est basée sur la recherche locale et le recuit simulé avec auto adaptation des paramètres du recuit. Les résultats obtenus sont impressionnants tant sur le plan de la qualité que sur celui des temps de réponses. A noter cependant qu'il existe un algorithme polynomial pour trouver une solution optimale à ce type de problème (Schreuder 1992).

Laurence Kramer et Stephen Smith décrivent de nouvelles heuristiques de réparation pour résoudre des problèmes d'ordonnancement sur-contraints et améliorent ainsi les résultats qu'ils ont publié à ICAPS'04.

Daniel Godard, Philippe Laborie et Wim Nuijten (ILOG) décrivent une approche de type « Large Neighborhood Search » pour résoudre des problèmes d'ordonnancement cumulatif et rapportent les résultats obtenus sur les instances de Lawrence, Fisher et Thompson: sur 36 instances ouvertes, 33 nouvelles bornes ont été obtenues.

Jörg Hoffman (Max-Planck Institut) et Ronen Brafman (NASA Ames) poursuivent leur idée de l'an dernier, sur la planification avec état initial partiellement connu et effets des actions partiellement connus, parce que dépendants d'observations effectuées à l'exécution (planification contingente, avec planification conformante comme cas particulier). Un plan devient ainsi un arbre ET/OU (représenter toutes les valeurs possibles des observations) et un plan solution possède les buts dans ses feuilles. Dans cette représentation, la combinatoire se manifeste par la co-NP-complétude du problème de la détermination de la valeur de vérité d'une proposition dans un état intermédiaire (elle dépend de toute l'historique de cette proposition). Pour trouver un plan solution (propositions-butts atteints dans

les états feuilles), les auteurs effectuent alors une recherche heuristique, par relaxation dans un plan de graphe, au moyen de l'algorithme AO*. Les résultats expérimentaux montrent que cette approche est souvent meilleure que l'état de l'art.

Un planificateur prend généralement entrée non seulement un état initial et des buts, mais une liste d'actions génériques (e.g., écrites en PDDL) instantiables dans le futur plan solution par le planificateur. Qiang Yang, Kangheng Wu et Yunfei Jiang (Université de Hong Kong) proposent le système ARMS, capable d'apprendre la formulation de ces actions à partir toujours d'un état initial, mais de plans corrects (dont ARMS ne connaît que le nom des actions), ainsi que d'une liste de prédicats seulement. En particulier, ne sont pas fournis à ARMS les états intermédiaires (ce qui est le cas par exemple dans le suivi d'objets ou le suivi de plan). Le cœur du modèle est constitué, en séquence, par (1) des analyses statistiques sur la fréquence d'apparition de certains noms d'actions dans les plans corrects (qui sont fournis aléatoirement par le planificateur MIPS), et (2) par la déduction des pré- et post-conditions des actions au moyen de clauses résolues par un solveur SAT. Qiang Yang et ses collègues mesurent le degré de correction des actions, ainsi que la redondance des prédicats trouvés par ARMS ; ils constatent une rapide convergence vers un minimum de ces 2 erreurs.

Mark Boddy, qui a toujours avancé que la planification classique n'avait pas d'application, vient de nuancer ses propos antérieurs. Avec ses collègues de Adventium Labs, il s'est intéressé au problème de l'analyse des vulnérabilités d'un système informatique aux potentielles attaques de pirates. Il a construit un logiciel d'aide aux administrateurs système qui génère des séquences d'actions qu'un pirate pourrait suivre afin d'atteindre des objectifs de nature malicieuse spécifiés par les administrateurs. Le problème est modélisé comme un problème de planification classique avec ressources numériques dans le langage PDDL, et est résolu à l'aide du planificateur metric-FF de Joerg Hoffmann. Le modèle actuel comporte 25 types d'objets différents, 124 prédicats, et 56 opérateurs. Une instance typique implique environ 200-300 faits et des séquences de 20 à 50 actions que metric-FF met moins d'une seconde à générer. Nous espérons que ce problème fera partie de ceux sur lesquels les planificateurs classiques plancheront pendant la prochaine compétition internationale de planification en 2006.

Rong Zhou et Eric Hansen (prix du meilleur papier étudiant) ont présenté une méthode pour transformer la recherche en faisceau (beam search) en un algorithme complet garantissant une solution optimale. La recherche en faisceau est une variante de la recherche

heuristique en largeur d'abord, qui élague, à chaque niveau de l'arbre de recherche, tous les noeuds sauf les k meilleurs. La clef de la méthode de Zhou et Hansen est une structure de données, appelée pile de faisceau (*beam stack*), grâce à laquelle on peut intégrer de façon efficace le retour en arrière systématique à la recherche en faisceau. L'algorithme résultant trouve de bonnes solutions qu'il améliore au fur et à mesure du temps de calcul, jusqu'à convergence vers l'optimal. Contrairement à la méthode de Weixiong Zhang (1998), celle-ci induit une complexité mémoire linéaire en la profondeur de l'arbre et le paramètre k. La complexité peut-être améliorée et rendue indépendante de la profondeur en considérant les versions « diviser pour régner » ou « *iterative deepening* » de la recherche en faisceau.

La planification temporelle probabiliste est un axe de recherche relativement nouveau qui cherche à unifier les résultats en planification temporelle, d'une part, et en planification probabiliste, d'autre part. L'objectif est de pouvoir traiter des domaines plus réalistes comprenant actions concurrentes, ressources et contraintes de temps, avec une incertitude sur la durée des actions, ainsi que leurs effets et le temps auquel ceux-ci se produisent. Mausam et Dan Weld de l'Université de Washington ont présenté une approche du problème basée sur une extension des processus de décision Markoviens concurrents (CoMPDs, i.e., des MDPs dont les transitions sont étiquetées par des ensembles d'actions concurrentes). Cette extension tient compte du temps et de l'état d'avancement des actions en cours d'exécution, grâce à un espace d'états plus complexe. Ces processus peuvent être résolus de façon optimale par des algorithmes de type programmation dynamique temps-réel (RTDP), moyennant des heuristiques performantes pour estimer le coût des états rencontrés. Mausam et Weld proposent plusieurs heuristiques qui sous-estiment le temps d'exécution de la politique (makespan) à partir d'un état donné et qui s'appuient sur la résolution exacte d'un processus plus simple (e.g. MDP ou CoMDP).

L'exploitation de connaissances de contrôle de la recherche spécifiques au domaine considéré a donné lieu à des planificateurs extrêmement performants tels que SHOP2, TLPlan, et TALPlanner. Une limite importante de ces approches est qu'elles ne s'appliquent qu'à des objectifs classiques d'atteignabilité d'un état but. En particulier, les mécanismes d'exploitation de ces connaissances reposent sur le fait que ces dernières se réfèrent à un état but fixé. Froduald Kabanza (Université de Sherbrooke) et Sylvie Thiébaux (ANU/NICTA) ont présenté une extension des mécanismes d'utilisation de connaissance de contrôle à des

comportements plus riches exprimables en logique temporelle linéaire (communément appelés buts temporellement étendus) tels que la maintenance de propriétés, les gardes, les séquences de buts, etc. Cette première approche du problème conserve le langage classique d'expression des connaissances de contrôle, mais analyse le but étendu pour générer une séquence de buts classiques à atteindre à partir desquels les connaissances seront successivement interprétées. Cette analyse se base sur la construction d'un automate de Büchi équivalent au but étendu et est mise en œuvre dans le planificateur TLPlan de Bacchus et Kabanza.

Une nouvelle technique pour la planification a été présentée par Menkes van den Briel (Université d'Arizona), Thomas Vossen (Université de Colorado à Boulder) et Subbarao Kambhampati (Université d'Arizona), au moyen de la programmation linéaire en nombres entiers (l'idée originale étant due à Thomas Vossen et d'autres étudiants de Dana Nau à l'Université de Maryland en 1999). Le modèle se base sur les changements d'états de variables entières (e.g., la valeur de vérité de la proposition « sur(A,B) ») et, de plus, utilise des variables entières à plusieurs valeurs (et non binaires) pour encoder différentes propositions (par exemple, la variable entière v à 1, 2 ou 3 représente les propositions « sur (A, B) », « sur (A,C) » et « sur (A, Table) »). La fonction objectif à minimiser est le nombre d'actions du plan. Les auteurs utilisent un algorithme de séparation / évaluation (*branch-and-cut*) pour améliorer les performances. Ils montrent trouver des plans corrects plus rapidement que SatPlan04.

Une autre nouvelle technique pour la planification a été proposée par Alexandru Horia Brie (Ecole Polytechnique) et Philippe Morignot (AXLOG), au moyen des algorithmes génétiques. Le cœur du modèle est une représentation d'un plan sous forme de chromosome de longueur variable, ainsi rechercher un plan correct revient à rechercher le meilleur individu dans une population. Différents imports de la communauté évolutionniste (multi-population, mimétisme faible, sélection par tournois, mutation/croisement des élites, ré-initialisation d'une population) permettent d'optimiser ce processus stochastique. Une analyse de l'influence des nombreux paramètres est effectuée, mais l'approche passe encore difficilement à l'échelle.

Workshop³ « Planification et ordonnancement en initiative mixte », organisé par George Ferguson, Caroline Hayes et Greg Sullivan.

L'initiative mixte est une grande nouveauté dans la communauté de la planification. Dans ces conditions, la

définition même du domaine reste à faire. Il apparaît donc deux grandes acceptations du terme.

D'une part, il peut s'agir de réaliser une planification pour des utilisateurs humains et automatiques. Berry, Yorke-Smith et al. proposent une application du type assistant agenda personnalisé. Les préférences peuvent être données par l'utilisateur ou apprises. Finzi et Orlandini utilisent la planification pour faciliter l'interaction entre des robots et un opérateur. Miller propose un cadre pour la délégation du pouvoir de décision vers des véhicules autonomes.

D'autre part, l'initiative mixte peut s'appliquer au processus de planification lui-même. Bresina, Jonsson, Morris et Rajan utilisent le planificateur MAPGEN pour l'aide à la génération de plans pour des rovers d'exploration martiens. Hayes, Larsen et Ravinder utilisent un planificateur pour générer des plans d'action d'un ennemi afin d'aider à la prise de décision pour l'armée américaine. Myers propose que l'opérateur entre des méta-informations pour guider la visualisation du processus de planification. Kirkpatrick, Dilkina et Havens améliorent la performance de calcul de l'ordinateur par l'intervention humaine dans des calculs d'optimisation.

Workshop « Planification et ordonnancement multi-agent », organisé par Bradley Clement

L'atelier propose à la fois des applications et des avancées théoriques.

Sur le plan des applications, on relève le projet COORDINATOR de Honeywell. Ce projet débutant (Musliner & Phelps) propose un système d'aide à la localisation et à la décision en ligne pour des équipes de pompiers. D'autre part, Wilkins *et al.* proposent un système de planification pour les missions de support de l'armée américaine. Du fait du nombre considérable de missions de par le monde, un plan initial est fourni *a priori*. L'approche met en œuvre une replanification en ligne pour répondre à l'afflux important de missions impromptues.

Les avancées théoriques quant à elles se partagent en trois catégories.

Tout d'abord, les problèmes de décision de Markov

3. Plusieurs autres Workshops existaient : « Le rôle des ontologies dans la planification et l'ordonnancement », organisé par Juan Fernandez Olivares et Eva Onaindia ; « Programmation par contraintes pour la planification et l'ordonnancement », organisé par Chris Beck, Andrew Davenport et Toby Walsh ; « Vérification et validation de systèmes de planification et d'ordonnancement basés sur les modèles », organisé par Maria Fox, Allen Goldberg, Klaus Havelund et Derek Long ; « Exécution de plan : une vérification de la réalité », organisé par Sailesh Ramakrishnan.

s'orientent, dans le monde multiagent vers une modélisation partiellement observable. Bernstein, Hansen & Zilberstein suggèrent de résoudre les DEC-POMDP par itération de la politique : l'idée est de proposer une amélioration locale puis de rechercher l'impact sur le groupe par calcul de la variation de corrélation. Dans une toute autre direction, Nair, Tambe *et al.* s'intéressent plutôt à la factorisation du problème en fonction de la structure du groupe d'agents, de façon à résoudre des sous-problèmes plus petits et faiblement corrélés entre eux.

D'un autre côté, les sociétés d'agents prennent en compte les difficultés de communication sous différentes formes. Rauenbusch, Grosz *et al.* explorent les règles de l'enchère pour l'allocation de tâches de façon à trouver les meilleures stratégies en fonction de la taille du problème. Han & Barber s'intéressent à des agents autonomes choisissant leurs buts dans une liste fournie *a priori*. Le choix, motivé par une récompense/punition prend en compte l'agent seul et son utilité mais aussi les effets sur les autres tâches et les autres agents et sert de base à une allocation par négociation. Van der Krogt & de Weerdt proposent une planification par enchères puis délégation et appliquent une replanification par raffinement et « déraffinement » pour prendre en compte les changements de dernière minute.

Enfin, les représentations par contraintes et/ou temporelles se partagent en deux catégories.

Premièrement, Jensen & Veloso proposent l'ordonancement d'atelier tolérant aux fautes par analyse de diagrammes de décision binaire pour des tâches temporellement incertaines. Léauté & Williams permettent aux plans une flexibilité temporelle de façon à générer un grand nombre de plans possibles. Ces plans relaxés sont ensuite contraints à nouveau tout en éliminant les candidats incohérents. Deuxièmement, Wehowsky, Block & Williams isolent des structures types (séquence, choix, parallélisme...) dans un plan partiel pour répartir le travail de planification temporelle entre les agents. La vérification est centralisée. De façon analogue, Bonnet-Torrès & Tessier proposent de structurer un groupe d'agents par les structures remarquables du plan. Cette approche fondée sur les réseaux de Petri facilite une replanification en ligne localisée.

Workshop « Planification sous incertitude pour les systèmes autonomes », organisé par Christophe Guettier et Neil Yorke-Smith

A la demande de Gérard Verfaillie, ce workshop a été l'occasion de tester une nouvelle forme de présentation. A chaque orateur était assigné un « critique » chargé de commenter, après chaque exposé, les points forts

et faibles du papier présenté. La formule semble avoir plu dans l'ensemble car elle permet d'ouvrir la discussion et d'améliorer le travail en cours.

La journée a commencé par une présentation de Roy Tuner, conférencier invité du workshop. Il a discuté des problèmes de planification de mission pour des véhicules sous-marins autonomes. Il a également présenté les différents types de sous-marins autonomes existants à ce jour. Plus particulièrement, il a expliqué où se trouve l'incertitude dans ce genre de mission, et dans quelles conditions elle doit être prise en compte : véhicule invisible et isolé aux grandes profondeurs, environnement sous-marin très dynamique, imprécision des capteurs (sonar, indicateur de charge de batterie), imprécision des actionneurs (bras du robot sous-marin).

On distingue deux types de planification sous incertitudes : la planification « proactive », qui s'appuie sur un modèle stochastique connu de l'environnement, et la planification « réactive », qui suppose que la dynamique stochastique de l'environnement n'est pas connue. Dans le premier cas, le plan obtenu est une politique qui indique l'action optimale à réaliser dans n'importe quel état (stochastique) où l'agent peut se trouver. Dans le deuxième cas, un plan partiel est recalculé régulièrement, basé sur un modèle supposé localement déterministe dans l'espace et le temps. Un tel comportement est « *anytime* » : les plans partiels successifs sont calculés en tâche de fond au cours de la mission durant le temps disponible, sur un horizon de raisonnement dont le modèle d'environnement est supposé être localement déterministe. Dans ce contexte, les décisions sont prises au plus tard, elles engagent le système sur la durée la plus courte possible, et le temps entre deux décisions est utilisé au maximum pour raisonner afin de prendre la meilleure décision possible. Les re-planifications sont nécessaires chaque fois qu'un événement imprévu apparaît.

Dans le cadre de la planification proactive, les papiers présentés se basaient sur des Processus Décisionnels de Markov (PDM). Ce modèle intègre l'incertitude de l'environnement dans les transitions stochastiques, supposées markoviennes, entre les états de l'agent. Deux papiers s'intéressent à la résolution de PDM de grande taille, qui modélisent des problèmes de réalisation séquentielle de sous-but. Ces travaux s'appuient sur un modèle hiérarchique de PDM visant à réduire l'exploration de l'espace d'états, qui est en général très grand. Han & Barber proposent de construire un « espace de désir » qui représente les buts qu'on désire réaliser, lorsque ceux-ci bougent au cours de la mission. Ils définissent alors des macro-actions qui agrègent les actions à réaliser pour transiter entre les buts de l'espace de désir. Au fur et à mesure de la modification dyna-

mique des buts, les meilleurs macro-actions à réaliser sont recalculées. Teichtel & Fabiani s'intéressent aux espaces d'état représentés sous forme de produit cartésien de variables qui décrivent l'ensemble de la mission, dont les objectifs à atteindre. Ils proposent de réduire les variables qui ont un grand nombre de valeurs possibles en énumérant localement le PDM factorisé, et en utilisant ensuite des techniques de décomposition de PDM énumérés qui visent à réduire le nombre d'états énumérés. Le PDM abstrait factorisé obtenu, qui contient des variables réduites, nécessite de définir des macro-actions qui ont la même sémantique que celles de Han & Barber. Les auteurs proposent également une classe d'algorithmes qui permettent de résoudre rapidement le PDM connaissant des états de départ et d'arrivée, mais au détriment d'une perte d'optimalité qui doit être contrôlée.

D'autre part, toujours dans le cadre des PDM, Benazera, Mausam, Hansen, Brafman et Meuleau s'intéressent à la résolution de PDM hybrides, dont l'espace d'états, factorisé, est constitué de variables discrètes et continues. Des travaux ont été récemment proposés sur ce sujet mais, contrairement à ce papier, ils ne permettent pas de résoudre des PDM hybrides de grande taille. Les auteurs proposent ici d'utiliser une variante de l'algorithme AO*, appelée « Hybrid AO* », qui prend en compte des variables discrètes et continues. Les noeuds du graphe développé durant la recherche d'une solution correspondent à chaque valeur distincte de la composante discrète de l'espace d'états du PDM factorisé.

Les autres articles s'intéressaient à des approches réactives, où le modèle choisi pour décrire le problème n'a pas de connaissance sur l'incertitude de l'environnement. Ferguson, Likhachev & Stentz ont d'abord présenté une revue de différents algorithmes de planification d'itinéraires dont A*, D*, D* Lite et Delayed D*, ces trois derniers algorithmes étant une extension de A* qui permet de gérer les changements dans le graphe de planification durant la mission. Ils présentent également deux algorithmes adaptés à un comportement *anytime* : *Anytime Repairing A** et *Anytime Dynamic A**. Ensuite, Damiani, Verfaillie et Charneau s'intéressent à la gestion en temps réel d'une constellation de satellites de surveillance de la Terre. Une coordination minimale des satellites est assurée par le centre de contrôle qui centralise les requêtes des utilisateurs. La décision des observations à bord utilise un algorithme *anytime* capable de construire itérativement des plans optimaux sur un nombre croissant de requêtes d'observation futures. Par ailleurs, Guettier et Yorke-Smith ont présenté une étude expérimentale des « mixed-CSP », qui sont une version des problèmes de satisfaction de

contraintes (CSP) adaptée à la planification *anytime* sous incertitudes. Leur étude s'appuie sur une décomposition du domaine des variables en « environnements », qui sont des produits cartésiens de sous-ensembles des domaines de chaque variable. Ils proposent deux améliorations à cette approche : des heuristiques pour sélectionner l'environnement suivant à décomposer, et une méthode pour résoudre des sous-problèmes dont la taille augmente de manière incrémentale. Enfin, Chanthery, Barbier et Farges proposent un modèle de problème de planification en-ligne de mission pour des véhicules aériens autonomes. Leur modèle se base sur un espace d'états hiérarchique : le niveau supérieur représente les points de passage de l'aéronef et les objectifs à atteindre ; le niveau inférieur décrit les trajectoires et les itinéraires entre les différents points de passage. Ils proposent un algorithme de résolution adapté à leur formalisme, dérivé de A*.

Enfin, le workshop s'est terminé par la présentation de deux papiers courts (« position papers »). Fabiani, Bensana, Farges, Morignot, Poncet, Baltié et Patin ont présenté le projet ARTEMIS de re-planification distribuée sous contraintes de ressources. L'approche choisie est basée sur un modèle de planification sous-contraintes adapté à un contexte de re-planification distribuée. Axmann et Wickler ont présenté l'architecture d'un module de décision embarqué à bord du satellite BayernSat. L'approche de planification choisie est réactive, mais le modèle et les techniques de résolution ne sont pas encore spécifiées.

Compétition d'ingénierie des connaissances

ICAPS-05 marquait la première édition de la compétition d'ingénierie des connaissances (KE), organisée par Roman Barták et Lee McCluskey. L'ingénierie des connaissances y est définie comme le processus qui mène à l'acquisition, la validation, et la maintenance des modèles de planification, ainsi que la sélection et l'optimisation d'outils de planification s'y appliquant. L'enjeu est important : l'impact des recherches en planification, qui passe par son utilisation hors de la communauté, repose directement sur des solutions satisfaisantes aux problèmes liés à l'ingénierie des connaissances. Les buts de la compétition sont de promouvoir et d'accélérer les recherches dans ce domaine et d'encourager et le développement et la diffusion de logiciels dédiés à ces problèmes.

Parmi les sept finalistes figuraient des systèmes intégrant une solution complète aux problèmes d'ingénierie des connaissances (élaboration, apprentissage, et validation de modèles, sélection d'outils de planification appropriés), en l'occurrence ModPlan (Stefan Edelkamp

et collègues), GIPO (Ron Simpson), et ItSimple (Tiago Vaquero et collègues). On comptait aussi des systèmes d'apprentissage automatique de modèles (ARMS, Wu et collègues) ou de connaissances de contrôle de la recherche (Hamlet, Borrajo et collègues), ainsi que des systèmes plus spécialisés pour browser et débbugger des plans temporels générés par les planificateurs à base de contraintes (PlanWorks, Daley et collègues), ou encore pour l'aide à la modification de procédures du type de celles utilisées par PRS (Tailor, Jim Blythe et collègues).

Le jury (Amedeo Cesta, Sylvie Thiébaux et David Wilkins), avait la tâche difficile de primer un ou deux de ces systèmes, en se basant sur les articles les décrivant, les reviews de ces articles, ainsi que les présentations orales et démonstration des systèmes par les auteurs. Les prix furent décernés à GIPO (Ron Simpson, University of Huddersfield) dans la catégorie systèmes complets, et ARMS (Kanghen Wu, Hong Kong University of Science & Technology) dans la catégorie outils. ARMS faisait par ailleurs l'objet d'une présentation ayant suscité beaucoup d'intérêt en session plénière.

Rendez-vous pour la prochaine édition de la compétition qui devrait avoir lieu à ICAPS 2007.

Festivus

David Smith effectue le constat suivant sur le mécanisme du reviewing à AAAI: (1) un article avec un « nouvel algorithme sympa » (*cool new algorithm*) est rejeté par les reviewers ; (2) un article avec un nouvel algorithme sympa et des preuves est rejeté par les reviewers ; (3) un article avec seulement des expériences est rejeté par les reviewers ; (4) un article avec un nouvel algorithme sympa, des preuves et des expériences est accepté par les reviewers. Il conclut que l'ennemi de la communauté est la communauté elle-même, à savoir le reviewer.

Craig Knoblock estime que la communauté de la planification est au moyen-âge : il y a 5 fois plus d'articles sur les algorithmes, techniques et heuristiques de planification que sur des applications ; et il constate que quasiment personne ne fait le lien entre ces deux bords.

Pour y remédier, il propose de considérer la planification dans un sens plus large, de définir un prix pour la meilleure application et d'accepter plus d'articles issus des workshops.

Martha Pollack constate qu'il y a très peu de femmes dans la communauté scientifique de la planification, par rapport au nombre d'hommes. Elle relie cet état de fait à la position de la femme dans la société, souvent inférieure à celle des hommes à compétence égale.

Dan Weld met la communauté de la planification en jugement devant un tribunal. La défense plaide que 10% des articles à AAAI et IJCAI traitent de la planification, que les articles à ICAPS sont bons et qu'il existe une compétition entre planificateurs. Le jury doute que cela crée des emplois. Le procureur demande « où sont les applications ? ». La défense répond qu'elles existent en manufacturing, en robotique et en observation depuis l'espace. Mais « est-ce que les planificateurs clé en main s'appliquent à cela ? » La plupart du temps, non. « Alors pourquoi les construisez vous ? ». Le jury ne sait pas décider si la communauté est coupable ou non : il faut que la communauté s'oriente vers les bons problèmes menant à des applications (problème que d'autres communautés ont aussi).

Adele Howe estime que la recherche appliquée n'est pas respectée, parce que ce qui importe à Mr. Toutle-monde est ce qui change sa vie. Selon elle, l'exemple à suivre est la RoboCup en robotique. Elle suggère aux reviewers et auteurs de changer leurs critères : pour les reviewers, de ne pas s'attendre à avoir une vérification expérimentale d'un algorithme, de changer leurs critères de review et de suivre les buts à long terme de la communauté ; pour les auteurs, de faire un travail didactique d'explication et rendre accessible leurs données et code source. Enfin, elle dit qu'elle sera heureuse le jour où un planificateur dans le monde des cubes saura construire des châteaux de cubes aussi créatifs que ceux faits par n'importe quel enfant de 5 ans.

Amedeo Cesta a disserté sur une citation d'Henry David Thoreau : « Les forêts seraient très silencieuses si aucun oiseau ne chantait sauf ceux qui chantent le mieux ».

Méthodologie d'évaluation de la cohérence inter-représentations pour l'intégration de bases de données spatiales - Une approche combinant l'utilisation de méta-données et l'apprentissage automatique

David Sheeren

Thèse de Doctorat

Soutenue le 20 mai 2005 à l' Institut Géographique National à Saint-Mandé

Jury : J.-D. Zucker : Directeur de thèse - Université Paris 13. S. Mustiere : Encadrant - COGIT / Institut Géographique National. S. Spaccapietra : Rapporteur - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne. C. Weber : Rapporteur - Université Louis Pasteur, Strasbourg. A. Doucet : Examinateur - Université Paris 6. C. Puech : Examinateur - UMR TETIS, CEMAGREF-ENGREF. J.-P. Donnay : Invité - Université de Liège

Résumé : A l'heure actuelle, la plupart des bases de données spatiales sont gérées de manière indépendante. Cette indépendance pose différents problèmes : elle multiplie les efforts de maintenance et de mise à jour, elle rend difficile la mise en oeuvre d'analyses multi-niveaux et ne garantit pas une cohérence entre les sources.

Une gestion conjointe de ces sources nécessite leur intégration qui permet de définir des liens explicites entre les bases et d'en fournir une vision unifiée. Notre thèse s'inscrit dans ce cadre. Le sujet que nous traitons porte en particulier sur la mise en correspondance des données et l'évaluation de la cohérence inter-représentations. Nous cherchons à analyser automatiquement chaque différence de représentation entre les données appariées afin d'en déduire si celle-ci résulte des critères de saisie différents des bases ou d'erreurs de saisie. Cette évaluation vise à garantir une intégration cohérente des données.

Pour étudier la conformité des représentations nous proposons d'exploiter les spécifications des bases. Ces documents décrivent les règles de sélection et de modélisation des objets. Ils constituent des méta-données de référence pour juger si les représentations sont équivalentes ou incohérentes. L'utilisation de ces documents est toutefois insuffisante. Les spécifications décrites en langue naturelle peuvent être imprécises ou incomplètes. Dans ce contexte, les données des bases constituent une seconde source de connaissances intéressante. L'analyse des correspondances à l'aide de techniques d'apprentissage automatique permet d'induire des règles rendant possible la justification de la conformité des représentations.

La méthodologie que nous proposons repose sur ces éléments. Elle se compose de deux méthodes : MECO et MACO. La première est la Méthode d'Evaluation de la COhérence. Elle comprend plusieurs étapes : l'enrichissement des données, le contrôle intra-base, l'appariement, le contrôle inter-

bases et l'évaluation finale. Chacune de ces étapes exploite des connaissances déduites des spécifications ou induites des données par apprentissage automatique, en appliquant MACO (Méthode d'Acquisition de connaissances pour l'évaluation de la Cohérence). L'intérêt d'utiliser l'apprentissage est double. Outre le fait qu'il permet d'acquérir des règles pour l'évaluation, il met en évidence l'écart toléré sur les données par rapport aux spécifications papiers. Notre approche a été mise en oeuvre sur des bases de données de l'IGN présentant différents niveaux de détail.

Recherche ciblée de documents sur le web

Amar-Djalil Mezaour

Thèse de Doctorat

Soutenue le 8 juin 2005 au LRI à Orsay.

Jury : Examinateur : Dr. Alain Léger, Directeur scientifique du pôle Knowledge Processing, France Télécom R&D, Rennes. Examinateur : Dr. Yves Kodratoff, Directeur de recherche CNRS, Université Paris-Sud, Orsay. Directrice de thèse : Pr. Marie-Christine Rousset, Professeur, Université Paris-Sud, Orsay. Rapporteur : Pr. Bernd Amann, Professeur, Université Paris 6, Paris. Rapporteur : Pr. Mohand-Saïd Hacid, Professeur, Université Claude Bernard, Lyon.

Résumé : Depuis sa création, le web a vu sa taille croître de manière phénoménale rendant la recherche d'informations difficile et fastidieuse. Cette difficulté est perceptible lorsqu'il s'agit de rechercher des documents complexes tels que des documents thématiques. Ceci se traduit par des réponses nombreuses et souvent imprécises. Il est, dans ce cas, nécessaire de recourir à un expert humain pour filtrer les réponses impertinentes. Cette imprécision s'explique par le principe même du fonctionnement des outils de recherche actuels de documents sur le web. En effet, les requêtes mots clés utilisés par la plupart des moteurs de recherche sont peu expressives pour caractériser les documents souhaités. Par ailleurs, les techniques utilisées par ces moteurs pour constituer leur index de documents, sur lequel les requêtes sont évaluées, parcourent le web dans le but de rapatrier tout type de documents. Je montre dans cette thèse que l'hétérogénéité des index des moteurs de recherche et leur technique non ciblée pour alimenter ces index peut être source d'imprécision lors de l'évaluation des requêtes. Pour améliorer la précision de la recherche sur le web, je propose WeQueL, un langage de requêtes déclaratif et multicritères. Par ce langage, je montre qu'une façon d'augmenter la précision des requêtes mots clés consiste à les combiner sur différentes parties de la structure d'un document. Je propose également une approche sélective d'exploration du web guidée par une requête WeQueL. Cette approche repose sur une technique d'anticipation du score d'un document sans avoir encore rapatrié son contenu. Pour cela, un système d'apprentissage bayésien est mis en place.

SOMMAIRES DES REVUES

N'hésitez pas à envoyer un message à Brigitte Grau (grau@limsi.fr) pour lui indiquer toute suggestion permettant d'améliorer cette rubrique. Les revues figurant régulièrement au sommaire mais n'ayant pas de nouveau numéro apparaissent seulement avec leur nom et leur adresse WEB.

REVUE D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

<http://ria.e-revues.com/>

RIA V18 N°5-6 2004

Conception, modélisation géométrique et contraintes en CAO : une synthèse, *R. MACULET, M. DANIEL*

Un modèle de mémoire dans un système multi-agent de géosimulation, *J. PERRON, B. MOULIN*

Traitement des erreurs d'accord. Une analyse syntagmatique pour la détection et une analyse multicritère pour la correction, *L. HADRICH BELGUITH, A. BEN HAMADOU*

LOGUS : compréhension de l'oral spontané. Présentation et évaluation des bases formelles de LOGUS, *J. VILLANEAU, O. RIDOUX, J. ANTOINE*

Un modèle de résolution de problèmes utilisant des agents réactifs pour la localisation et le suivi, *F. GECHTER, V. CHEVRIER, F. CHARPILLET*

RIA V19 N°1-2 2005

Alternatives en sciences cognitives: enjeux et débats. Colloque ARCo'04 sous la direction de *O. GAPENNE, M. C. MANES GALLO, C. BRASSAC, L. MONDADA*

Désir et connaissance : le mort saisi par le vif. Eléments pour une organologie de la libido, *B. STIEGLER*

Les enjeux de la cartographie du cerveau pour les sciences cognitives. Réduction, traduction ou transformation ?, *A. BEAULIEU*

Formes symboliques et émergence de valeurs. Pour une cognition culturalisée, *J. LASSÈGUE*

Prendre en compte la phénoménalité. Propositions pour une psychophénoménologie, *P. VERMERSCH*

L'esprit du corps en psychologie, *P. KELLER*

Expériences corporelles et reconnaissance de soi. L'exemple des mammifères marins, *F. DELFOUR, P. CARLIER*

Qu'est-ce qui détermine le choix de la main utilisée par l'enfant ? Influence combinée de la demande de la tâche, de la posture et de la consistance manuelle, *P. LECONTE, J. FAGARD*

Kinesthèse, corps propre et espace objectif. Sur les limites de la constitution kinesthésique du corps propre, *A. KHAT-CHATOUROV*

Recherche d'informations sur le web. Etude de l'influence de facteurs liés à l'interface, à l'utilisateur et à la tâche, *A. CIACCIA, D. MARTINS*

Mobilisation et construction de ressources dans l'utilisation d'artefacts électroniques de lecture, *V. FOLCHER, A. LÉAL*

Le rôle des connaissances dans l'identification automatique d'icônes. Une comparaison avec des humains, *P. DESSUS, D. PERAYA*

Ergonomie, culture, scénario. Trois facteurs pour la conception d'une plate-forme de coopération, *N. GRÉGORI, J. HAUTECOUVREMENT, C. GODART, F. CHAROY*

Le dialogue en contexte. Pour une approche dialogique des environnements d'apprentissage collectif, *P. COTTIER, C. SCHMIDT*

Cognition située chez le singe capucin, *M. DUBOIS, P. CARRIER*

L'origine du sens : l'Affect Inconditionnel, *S. TOUSSEUL*

Similarité en intension versus similarité en extension. A la croisée de l'informatique et du théâtre, *A. BONARDI, F. ROUSSEAU*

Les statuts de l'action dans la perception d'une œuvre, *N. SZILAS*

L'émergence d'une perspective écologique en psychologie ergonomique. Distinction entre différents niveaux de contrôle cognitif dans l'activité, *T. MORINEAU*

Évaluer un site web. Les concepteurs et utilisateurs parviennent-ils à identifier les problèmes d'utilisabilité ?, *A. CHEVALIER*

Analyse de l'exploration tactile sur support traditionnel chez la personne aveugle et conception de l'interface de lecture Tactos, *A. AMMAR, O. GAPENNE, E. BLOMME, K. ROVIRA*

Quel paradigme pour la conception ? Combiner approche fonctionnelle et située, *J. HAUE*

Simulation d'un amorçage intermodal sur un réseau de neurones impulsifs, *D. MEUNIER, H. PAUGAM-MOISY*

Une contribution de la dynamique non linéaire à l'étude du développement cognitif. L'exécution d'une série de dessins géométriques, *C. BISCARA, R. BALDY*

Amorçage masqué cognate inter-alphabet. Rôle des facteurs morphologique et phonologique, *M. VOGA-REDLINGER*

RIA V19 N°3 2005

Applying context management, directed by *P. BRÉZILLON, T. ROTH-BERGHOFER R., S. SCHULZ*

Context-aware Web Engineering: Modeling and Applications, *J. WOLFGANG KALTZ, J. ZIEGLER, S. LOHMANN*

Context-Aware Information Delivery. An Application in the Health Care Domain, *J. JAHNKE, Y. BYCHKOV, D. DAHLEM, L. KAWASME*

Context: Representation and Reasoning. Representing and Reasoning about Context in a Mobile Environment, *A. KOFOD-PETERSEN, M. MIKALSEN*

A Quality Framework for the Storage and Retrieval of Context, *J. SILJEE, I. BOSLOPER, J. NIJHUIS*

Context-based Retrieval for Explainable Reasoning, *S. SCHULZ, T. ROTH-BERGHOFER*

SOMMAIRES DES REVUES

Reinforcing Shared Context to Improve Collaboration, *P. BRÉZILLON, R. MENDES DE ARAUJO*

A Context-Based Representation of Knowledge Flows in Dynamic Organizations, *A. GACHET, P. BRÉZILLON*
Contextualizations in a Social Network. Context in Social networks and virtual communities, *P. BRÉZILLON*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

<http://www.elsevier.nl/inca/publications/store/5/0/5/6/0/1/>

AI V163 N°2 APRIL 2005

Neural network ensembles: evaluation of aggregation algorithms, *P.M. GRANITTO, P.F. VERDES, H.A. CECCATTO*

A logic-based model of intention formation and action for multi-agent subcontracting, *J. GRANT, S. KRAUS, D. PERLIS*

Redundancy in logic I: CNF propositional formulae, *P. LIBERATORE*

Bayesian network modelling through qualitative patterns, *P.J.F. LUCAS*

AI V164 N°1-2 MAY 2005

A formal analysis of why heuristic functions work, *B.J. OOMMEN, L.G. RUEDA*

The complexity of contract negotiation, *P.E. DUNNE, M. WOOLDRIDGE, M. LAURENCE*

MaxSolver: An efficient exact algorithm for (weighted) maximum satisfiability, *Z. XING, W. ZHANG*

On the logic of cooperation and propositional control, *W. VAN DER HOEK, M. WOOLDRIDGE*

A formal framework for the decentralised diagnosis of large scale discrete event systems and its application to telecommunication networks, *Y. PENCOLE, M.O. CORDIER*

Understanding planning with incomplete information and sensing, *M. OGLIETTI*

Knowledge updates: Semantics and complexity issues, *C. BARAL, Y. ZHANG*

Qualitative decision under uncertainty: back to expected utility, *H. FARGIER, R. SABBADIN*

AI V165 N°1 JUNE 2005

E-generalization using grammars, *J. BURGHARDT*

Automatic identification of music performers with learning ensembles, *E. STAMATATOS, G. WIDMER*

Automatic cinematography and multilingual NLG for generating video documentaries, *C. CALLAWAY, E. NOT, A. NOVELLO, C. ROCCHI, O. STOCK, M. ZANCANARO*

Unsupervised named-entity extraction from the Web: An experimental study, *O. ETZIONI, M. CAFARELLA, D. DOWNEY, A.-M. POPESCU, T. SHAKED, S. SODERLAND, D. S. WELD, A. YATES*

AI V165 N°2 JULY 2005

Decision making on the sole basis of statistical likelihood, *P. H. GIANG, P. P. SHENOY*

An optimal coarse-grained arc consistency algorithm, *C. BESSIÈRE, J.-C. RÉGIN, R. H.C. YAP, Y. ZHANG*

Self-stabilizing defeat status computation: dealing with conflict management in multi-agent systems, *P. BARONI, M. GIACOMIN, G. GUIDA*

Book review

M. Dorigo and T. Stützle, Ant Colony Optimization, MIT Press, 2004, by *C. BLUM*

AI MAGAZINE

<http://www.aaai.org/Magazine/magazine.html>

AI MAGAZINE V25 N°1 SPRING 2005

Semantic Integration, *N. F. NOY, A. DOAN, A. Y. HALEVY*

Semantic Integration through Invariants, *M. GRÜNINGER, J. B. KOPENA*

Automatic Ontology Matching Using Application Semantics, *A. GAL, G. MODICA, H. JAMIL, A. EYAL*

Automatically Utilizing Secondary Sources to Align Information Across Sources, *M. MICHALOWSKI, S. THAKKAR, C. A. KNOBLOCK*

Semantic Integration in Text: From Ambiguous Names to Identifiable Entities, *X. LI, P. MORIE, D. ROTH*

Data Integration: A Logic-Based Perspective, *D. CALVANESE, G. DE GIACOMO*

Ontology Translation for Interoperability Among Semantic Web Services, *M. H. BURSTEIN, D. V. MCDERMOTT*

Semantic Integration Research in the Database Community: A Brief Survey, *A. DOAN, A. Y. HALEVY*

COGNITIVE SCIENCE

<http://www.elsevier.com/inca/publications/store/6/2/0/1/9/4/>

APPLIED ARTIFICIAL INTELLIGENCE

<http://www.tandf.co.uk/journals/tf/08839514.html>

APPLIED AI V19 N°1 FEBRUARY 2005

Resource Management In Wideband Cdma Systems Using Genetic Algorithms, *T. M. CHANS, S. KWONGK, K. F. MAN*

Electrocardiogram Diagnosis Using Hybrid Case-Based Reasoning, *C.-S. HO, Y.-F. YEH*

Fuzzy Methods For Medical Diagnosis, *P. R. INNOCENT, R. I. JOHN, J. M. GARIBALDI*

SOMMAIRES DES REVUES

APPLIED AI V19 N°2 FEBRUARY 2005

Planning To Optimize The Umts Call Setup For The Execution Of Mobile Applications, *R. ENGLERT*

Topic Detection Of Unrestricted Texts: Approaches And Evaluations, *Y. CHALI*

The Act Of Creating Humorous Acronyms, *O. STOCK, C. STRAPPARAVA*

A Genetic Algorithm Approach To Minimize Transmission Error Of Automotive Spur Gear Sets, *D. J. FONSECA, S. SHISHOO, T. C. LIM, D. S. CHEN*

Selection Of Variables By Genetic Algorithms To Classify Apple Beverages By Artificial Neural Networks, *M. GESTAL, M. PAZ GÓMEZ-CARRACEDO, J. M. ANDRADE, J. DORADO, E. FERNÁNDEZ, D. PRADA, A. PAZOS*

APPLIED AI V19 N°3-4 MARCH 2005

Not Quite An Editorial: Educational Agents And (E-) Learning, *S. PAYR*

Lessons From Emotion Psychology For The Design Of Lifelike Characters, *J. GRATCH, S. MARSELLA*

Learning By Feeling: Evoking Empathy With Synthetic Characters, *A. PAIVA, J. DIAS, D. SOBRAL, R. AYLETT, S. WOODS, L. HALL, C. ZOLL*

The Empathic Companion: A Character-Based Interface That Addresses Users' Affective States, *H. PRENDINGER, M. ISHIZUKA*

Affect In Tutoring Dialogues, *D. HEYLEN, A. NIJHOLT, R. OP DEN AKKER*

Toward Reusable Roleplayers Using An Appraisal-Based Architecture, *S. RANK*

Sensitizing Social Agents For Virtual Training, *H. NAKANISHI, S. SHIMIZU, K. ISBISTER*

Learning By Teaching: A New Agent Paradigm For Educational Software, *GAUTAM BISWAS, KRITTAYA LEELAWONG, DANIEL SCHWARTZ, NANCY VYE*

Close Encounters Of The Virtual Kind: Agents Simulating Copresence, *M. GERHARD, D. MOORE, D. HOBBS*

Using Theatrical Concepts For Role-Plays With Educational Agents, *M. KLESEN*

APPLIED AI V19 N°5 MAY-JUNE 2005

Intelligent Sensor Fusion And Learning For Autonomous Robot Navigation, *K. C. TAN, Y. J. CHEN, L. F. WANG, D. K. LIU*

On The Performance Of Estimation Of Distribution Algorithms Applied To Software Testing, *R. SAGARNA, J. A. LOZANO*

Constraint Satisfaction In "Conscious" Software Agents—A Practical Application, *A. KELEMEN, S. FRANKLIN, Y. LIANG*

Motion Planning Of An Intelligent Robot Using Ga Motivated Temporal Associative Memory, *S. PATNAIK, K. KARIBASAPPA*

A Distributed Neural Approach For Causal Reasoning Using Cooperative And Competitive Neural Computations, *L. B. ROMDHANE, B. AYEB*

COMPUTATIONAL INTELLIGENCE

<http://www.blackwellpublishing.com/journal.asp?ref=0824-7935&site=1>

COMPUTATIONAL INTELLIGENCE V21 N°1 FEBRUARY 2005

Strategic Interactions In A Supply Chain Game, *M. P. WELLMAN, J. ESTELLE, S. SINGH, Y. VOROBEYCHIK, C. KIEKINTVELD, V. SONI*

Compact Diagnoses Representation In Diagnostic Problem Solving, *P. TORASSO, G. TORTA*

Feature-Based Korean Grammar Utilizing Learned Constraint Rules, *S.-Y. PARK, Y.-J. KWAK, H.-C. RIM, H.-S. LIM*

Fast And Robust Incremental Action Prediction For Interactive Agents, *J. DINERSTEIN, D. VENTURA, P. K. EGBERT*

COMPUTATIONAL INTELLIGENCE V21 N°2 MAY 2005

On Knowledge Grid And Grid Intelligence: A Survey, *W. K. CHEUNG, J. LIU*

XML Declarative Description With First-Order Logical Constraints, *C. ANUTARIYA, V. WUWONGSE, K. AKAMA*
Semantics-Assisted Problem Solving On The Semantic Grid, *L. CHEN, N. RICHARD SHADBOLT, F. TAO, C. GOBLE, C. PULESTON, S. J. COX*

Building A Data-Mining Grid For Multiple Human Brain Data Analysis, *N. ZHONG, J. HU, S. MOTOMURA, J.-L. WU, C. LIU*

Query Routing In A Peer-To-Peer Semantic Link Network, *H. ZHUGE, J. LIU, L. FENG, X. SUN, C. HE*

APPLIED INTELLIGENCE

<http://www.kluweronline.com/issn/0924-669X/>

APPLIED INTELLIGENCE V22 N°2 MARCH 2005

Personalized Course Navigation Based on Grey Relational Analysis, *H.-M. LEE, C.-C. HUANG, T.-T. KAO*

Building Bayesian Network Models in Medicine: The MENTOR Experience, *S. MANI, M. VALTORTA, S. MCDERMOTT*

Searching the Solution Space in Constructive Geometric Constraint Solving with Genetic Algorithms, *M. V. LUZON, A. SOTO, J. F. GALVEZ, R. JOAN-ARINYO*

SOMMAIRES DES REVUES

3-D Container Packing Heuristics, *A. LIM, B. RODRIGUES, Y. YANG*

Multi-Instance Learning Based Web Mining, *Z.-H. ZHOU, K. JIANG, M. LI*

Optimal Control of Fed-Batch Processes Based on Multiple Neural Networks, *Z. XIONG, J. ZHANG*

APPLIED INTELLIGENCE V22 N°3 MAY 2005

Evolutionary Radial Basis Functions for Credit Assessment, *E. LACERDA, A. C. P. L. F. CARVALHO, A. PADUA BRAGA, T. B. LUDERMIR*

Methods for Operations Planning in Airport Decision Support Systems, *J. GARCIA HERRERO, A. BERLANGA, J. M. MOLINA, J. R. CASAR*

A Hybrid Neural-Genetic Algorithm for the Frequency Assignment Problem in Satellite Communications, *S. SALCEDO-SANZ, C. BOUSONO-CALZON*

A Prioritized Information Fusion Method for Handling Fuzzy Decision-Making Problems, *S.-J. CHEN, S.-M. CHEN*

Multileveled Symbiotic Evolutionary Algorithm: Application to FMS Loading Problems, *J. YUN KIM, Y. KEUN KIM*

Similarity Analysis of Video Sequences Using an Artificial Neural Network, *S. M. BHANDARKAR, F. CHEN*

MINDS AND MACHINES

JOURNAL FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE PHILOSOPHY AND COGNITIVE SCIENCE

<http://www.springeronline.com/sgw/cda/frontpage/0,0,5-0-70-35534114-0,0.html>

MINDS AND MACHINES V15 N°1 FEBRUARY 2005

Problem for Massive Modularity, *J. COLLINS*

Attractor Spaces as Modules: A Semi-Eliminative Reduction of Symbolic AI to Dynamic Systems Theory, *T. ROCKWELL*

Cognition and the Power of Continuous Dynamical Systems, *W. SCHONBEIN*

Computing Machinery and Emergence: The Aesthetics and Metaphysics of Video Games, *J. COGBURN, M. SILCOX*

Book Reviews:

David Papineau, *Thinking About Consciousness*, Clarendon Press (Oxford University Press), 2002, by *R. WYATT*

George Lakoff and Rafael E. Nunez, *Where Mathematics Comes From*, New York: Basic Books, 2000, by *G. M. SHUTE*

Franz Baader et al. (eds.), *The Description Logic Handbook*, Cambridge: Cambridge University Press, 2003, by *M. BREMER*

Patrick Blackburn, Maarten de Rijke and Yde Venema, *Modal Logic*, Cambridge: Cambridge University Press, by *M. BREMER*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE REVIEW

<http://www.kluweronline.com/issn/0269-2821/contents>

AI REVIEW V23 N°1 2005

Statistical, Evolutionary, and Neurocomputing Clustering Techniques: Cluster-Based vs Object-Based Approaches, *P. LINGRAS, X. HUANG*

A Study on Distribution Preservation Mechanism in Evolutionary Multi-Objective Optimization, *E. F. KHOR, K. C. TAN, T. H. LEE, et al.*

Some Reflections on Intelligent Control, *H. TIANFIELD*

AI REVIEW V23 N°2 2005

Spatial Models for Wide-Area Visual Surveillance: Computational Approaches and Spatial Building-Blocks, *R. J. HOWARTH*

Graded Relative Evidence, *D. BELL*

A Comparative Study of Game Theoretic and Evolutionary Models of Bargaining for Software Agents, *S. S. FATIMA, M. WOOLDRIDGE, N. R. JENNINGS*

AI REVIEW V23 N°3 2005

Feature Recognition in Solar Images, *V. ZHARKOVA, S. IPSON, A. BENKHALIL, S. ZHARKOV*

Evolving Dynamic Multi-Objective Optimization Problems with Objective Replacement, *S.-U. GUAN, Q. CHEN, W. MO*

Intelligent Fixture Design through a Hybrid System of Artificial Neural Network and Genetic Algorithm, *M. HAMED*

AI REVIEW V23 N°4 2005

Relation Algebras and their Application in Temporal and Spatial Reasoning, *I. DUENTSCH*

Characterisation of a Novel Indexing Technique for Case-Based Reasoning, *D. W. PATTERSON, M. GALUSHKA, N. ROONEY*

On Paradox of Fuzzy Modeling: Supervised Learning for Rectifying Fuzzy Membership Function, *S. LIN*

AI REVIEW V24 N°1 2005

Airport Gate Scheduling with Time Windows, *A. LIM, B. RODRIGUES, Y. ZHU*

Review on Computational Trust and Reputation Models, *J. SABATER, C. SIERRA*

Evaluating Six Candidate Solutions for the Small-Disjunct Problem and Choosing the Best Solution via Meta-Learning, *D. R. CARVALHO, A. A. FREITAS*

SOMMAIRES DES REVUES

MINDS AND MACHINES

JOURNAL FOR ARTIFICIAL INTELLIGENCE PHILOSOPHY AND COGNITIVE SCIENCE

<http://www.springeronline.com/sgw/cda/frontpage/0,0,5-0-70-35534114-0,0.html>

MINDS AND MACHINES V15 N°1 FEBRUARY 2005

Problem for Massive Modularity, J. COLLINS

Attractor Spaces as Modules: A Semi-Eliminative Reduction of Symbolic AI to Dynamic Systems Theory, T. ROCKWELL

Cognition and the Power of Continuous Dynamical Systems, W. SCHONBEIN

Computing Machinery and Emergence: The Aesthetics and Metaphysics of Video Games, J. COGBURN, M. SILCOX

Book Reviews:

David Papineau, *Thinking About Consciousness*, Clarendon Press (Oxford University Press), 2002, by R. WYATT

George Lakoff and Rafael E. Nunez, *Where Mathematics Comes From*, New York: Basic Books, 2000, by G. M. SHUTE

Franz Baader et al. (eds.), *The Description Logic Handbook*, Cambridge: Cambridge University Press, 2003, by M. BREMER

Patrick Blackburn, Maarten de Rijke and Yde Venema, *Modal Logic*, Cambridge: Cambridge University Press, by M. BREMER

INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN-COMPUTER STUDIES

<http://www.academicpress.com/ijhcs>

IJHCS V62 N°2 FEBRUARY 2005

Special issue

Subtle expressivity for characters and robots, edited by N. SUZUKI, C. BARTNECK

Computers that care: investigating the effects of orientation of emotion exhibited by an embodied computer agent, S. BRAVE, C. NASS, K. HUTCHINSON

Subtle emotional expressions of synthetic characters, C. BARTNECK, J. REICHENBACH

TelMeA-Expressive avatars in asynchronous communications, T. TAKAHASHI, C. BARTNECK, Y. KATAGIRI, N. H. ARAI

Variations in gesturing and speech by GESTYLE, H. NOOT, Z. RUTTKAY

Using human physiology to evaluate subtle expressivity of a virtual quizmaster in a mathematical game, H. PRENDINGER, J. MORI, M. ISHIZUKA

Cooperative embodied communication emerged by interactive humanoid robots, D. SAKAMOTO, T. KANDA, T. ONO, M. KAMASHIMA, M. IMAI, H. ISHIGURO

Differences in effect of robot and screen agent recommendations on human decision-making, K. SHINOZAWA, F. NAYA, J. YAMATO, K. KOGURE

Manipulation of non-verbal interaction style and demographic embodiment to increase anthropomorphic computer character credibility, A. J. COWELL, K. M. STANNEY

IJHCS V62 N°3 MARCH 2005

Presence, memory and interaction in virtual environments, A. SUTCLIFFE, B. GAULT, J.-E. SHIN

The emergence of the contextual role of the e-book in cognitive processes through an ecological and functional analysis, T. MORINEAU, C. BLANCHE, L. TOBIN, N. GUEGUEN

The effects of task complexity and time availability limitations on human performance in database query tasks, H. TOPI, J.S. VALACICH, J.A. HOFFER

The mechanics of trust: A framework for research and design, J. RIEGELSBERGER, M.A. SASSE, J.D. MCCARTHY

Erratum to: "The production and recognition of emotions in speech: features and algorithms", P.-Y. OUDEYER

<http://mitpress.mit.edu/catalog/item/default.asp?sid=8563C099-9701-4DD2-85C8-8F3502E9C8AE&tttype=4&tid=10>

COMPUTATIONAL LINGUISTICS V31 N°1 MARCH 2005

Some Points in a Time, K. SPÄRCK-JONES

Squibs and Discussions

Real versus Template-Based Natural Language Generation: A False Opposition?, K. VAN DEEMTER, E. KRAHMER, M. THÈUNE

Articles

Discriminative Reranking for Natural Language Parsing, M. COLLINS, T. KOO

The Proposition Bank: An Annotated Corpus of Semantic Roles, M. PALMER, D. GILDEA, P. KINGSBURY

Clustering Syntactic Positions with Similar Semantic Requirements, P. GAMALLO, A. AGUSTINI, G. P. LOPES

Book reviews

Ontological Semantics by S. Nirenburg and V. Raskin, by J. F. SOWA

Argumentation Machines: New Frontiers in Argumentation and Computation edited by C. Reed and T. J. Norman, by I. ZUKERMAN

NATURAL LANGUAGE ENGINEERING

http://titles.cambridge.org/journals/journal_catalogue.asp?mnemonic=nl

SOMMAIRES DES REVUES

NLE V11 N°1 MARCH 2005

Robust parsing with weighted constraints, *K. FOTH, W. MENZEL, I. SCHRÖDER*

A comparison of parsing technologies for the biomedical domain, *C. GROVER, A. LASCARIDES, M. LAPATA*

Visualization-enabled multi-document summarization by Iterative Residual Rescaling, *R. ANDO, B. BOGURAEV, R. BYRD, M. NEFF*

Correcting real-word spelling errors by restoring lexical cohesion, *G. HIRST, A. BUDANITSKY*

Industry Watch, *R. DALE*

Book reviews

Charles D. Yang. Knowledge and Learning in Natural Language. Oxford University Press., 2002, by *P. BUTTERY*

Ali Farghlay, editor. Handbook for Language Engineers (CSLI Lecture Notes, No. 164). CSLI Publications, Stanford, by *M. STEVENSON*

USER MODELING AND USER-ADAPTED INTERACTION

<http://www.wkap.nl/jrnltoctoc.htm/0924-1868>

UMUAI V14 N°5 JANUARY 2005

Exploiting Query Repetition and Regularity in an Adaptive Community-Based Web Search Engine, *B. SMYTH, E. BALFE, J. FREYNE, et al.*

Knowledge Discovery with Genetic Programming for Providing Feedback to Courseware Authors, *C. ROMERO, S. VENTURA, P. de BRA*

COMPUTER SPEECH AND LANGUAGE

http://www.sciencedirect.com/science?_ob=JournalURL&_isn=08852308&_auth=y&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=be00614a6a8826664cf3538182118628

COMPUTER SPEECH & LANGUAGE V19 N°3 JULY 2005

Estimation of stochastic context-free grammars and their use as language models, *J.M. BENEDÍ, J.A. SÁNCHEZ*

A computational approach to the variations in Arabic verbal orthography, *S. ALNAJEM*

Efficient computation of the frame-based extended union model and its application in speech recognition against partial temporal corruptions, *A. CHAN, M. SIU*

Using semantic analysis to improve speech recognition performance, *H. ERDOGAN, R. SARIKAYA, S. F. CHEN, Y. GAO, M. PICHENY*

Genericity and portability for task-independent speech recognition, *F. LEFEVRE, J.-L. GAUVAIN, L. LAMEL*

MACHINE LEARNING

<http://www.wkap.nl/jrnltoctoc.htm/0885-6125>

MACHINE LEARNING V58 N°2-3 2005

Evolutionary Rule Mining in Time Series Databases, *M. LIEHETLAND, P. SAETROM*

Automatic Feature Extraction for Classifying Audio Data, *I. MIERSWA, K. MORIK*

Clustering Time Series with Clipped Data, *A. BAGNALL, G. JANACEK*

Classification of Multivariate Time Series and Structured Data Using Constructive Induction, *M. WALEED KADOUS, C. SAMMUT*

Principle Components and Importance Ranking of Distributed Anomalies, *K. BEGNUM, M. BURGESS*

Fast and Exact Warping of Time Series Using Adaptive Segmental Approximations, *Y. SHOU, N. MAMOULIS, D. W. CHEUNG*

Discovery of Time-Series Motif from Multi-Dimensional Data Based on MDL Principle, *Y. TANAKA, K. IWAMOTO, K. UEHARA*

Elastic Translation Invariant Matching of Trajectories, *M. VLACHOS, G. KOLLIOS, D. GUNOPULOS*

NEURAL NETWORKS

<http://www.elsevier.com/inca/publications/store/8/4/1/>

NEURAL NETWORKS V18 N°2 MARCH 2005

Cogent confabulation, *R. HECHT-NIELSEN*

Intelligent initialization of resource allocating RBF networks, *M. WALLACE, N. TSAPATSOULIS, S. KOLLIAS*

Mathematical and Computational Analysis

Chaotic dynamics of a behavior-based miniature mobile robot: effects of environment and control structure, *MD. MONIRUL ISLAM, K. MURASE*

Adaptive algorithms for first principal eigenvector computation, *C. CHATTERJEE*

Analysis of global exponential stability and periodic solutions of neural networks with time-varying delays, *H. HUANG, D. W.C. HO, J. CAO*

On the global output convergence of a class of recurrent neural networks with time-varying inputs, *S. HU, D. LIU*

Engineering and Design

NEUROM: a ROM based RNS digital neuron, *G. ALIA, E. MARTINELLI*

Technology and Applications

SOMMAIRES DES REVUES

TAO-robust backpropagation learning algorithm, A. V. PERNÍA-ESPINOZA, J. B. ORDIERES-MERÉ, F. J. MARTÍNEZ-DE-PISÓN, A. GONZÁLEZ-MARCOS

Experimentally optimal ℓ_1 support vector regression for different noise models and parameter settings, A. CHALIMOURDA, B. SCHÖLKOPF, A. J. SMOLA

NEURAL NETWORKS V18 N°3 APRIL 2005

A model of smooth pursuit in primates based on learning the target dynamics, T. SHIBATA, H. TABATA, S. SCHAAL, M. KAWATO

Information theory, novelty and hippocampal responses: unpredicted or unpredictable?, B.A. STRANGE, A. DUGGINS, W. PENNY, R.J. DOLAN, K.J. FRISTON

Dynamical behaviors of Cohen-Grossberg neural networks with discontinuous activation functions, W. LU, T. CHEN

Global exponential stability of delayed competitive neural networks with different time scales, H. LU, Z. HE

An asymptotic statistical analysis of support vector machines with soft margins, K. IKEDA, T. AOISHI

Improved local learning rule for information maximization and related applications, R. LINSKER

The dynamic wave expansion neural network model for robot motion planning in time-varying environments, D.V. LEBEDEV, J.J. STEIL, H.J. RITTER

Self-organizing information fusion and hierarchical knowledge discovery: a new framework using ARTMAP neural networks, G.A. CARPENTER, S. MARTENS, O.J. OGAS

Predictive neural networks for gene expression data analysis, A.H. TAN, H. PAN

Book review: Exploratory analysis and data modeling in functional neuroimaging, A. NIETO-CASTANON

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE

<http://www.elsevier.com/inca/publications/store/5/0/5/6/2/7/>

AI IN MEDICINE V33 N°2 FEBRUARY 2005

Information extraction and summarization from medical documents. C.D. SPYROPOULOS, V. KARKALETSIS

Automatic processing of multilingual medical terminology: applications to thesaurus enrichment and cross-language information retrieval, H. DEJEAN, E. GAUSSIER, J.-M. RENDERS, F. SADAT

Bio-medical entity extraction using support vector machines, K. TAKEUCHI, N. COLLIER

Comparative experiments on learning information extractors for proteins and their interactions, R. BUNESCU, R. GE, R.J. KATE, E.M. MARCOTTE, R.J. MOONEY, A.K. RAMANI, Y.W. WONG

Summarization from medical documents: a survey, S. AFANTENOS, V. KARKALETSIS, P. STAMATOPOULOS

Customization in a unified framework for summarizing medical literature, N. ELHADAD, M.-Y. KAN, J.L. KLAVANS, K.R. MCKEOWN

AI IN MEDICINE V33 N°3 MARCH 2005

A reliable probabilistic sleep stager based on a single EEG signal, A. FLEXER, G. GRUBER, G. DORFFNER

A method for detection of Alzheimer's disease using ICA-enhanced EEG measurements, C. MELISSANT, A. YPMA, E.E.E. FRIETMAN, C.J. STAM

Applying instance-based techniques to prediction of final outcome in acute stroke, C. GOTTRUP, K. THOMSEN, P. LOCHT, O. WU, A.G. SORENSEN, W.J. KOROSHETZ, L. OSTERGAARD

An arrhythmia classification system based on the RR-interval signal, M.G. TSIPOURAS, D.I. FOTIADIS, D. SIDERIS

A classifier based on the artificial neural network approach for cardiologic auscultation in pediatrics, S.R. BHATIKAR, C. DEGROFF, R.L. MAHAJAN

Applying spatial distribution analysis techniques to classification of 3D medical images, D. POKRAJAC, V. MEGALOOIKONOMOU, A. LAZAREVIC, D. KONTOS, Z. OBRADOVIC

AI IN MEDICINE V34 N°1 MAY 2005

Artificial Intelligence in Medicine in Europe AIME'03, M. DOJAT, E. KERAVNOU

A framework for distributed mediation of temporal-abstraction queries to clinical databases, D. BOAZ, Y. SHAHAR

Temporal data mining for the quality assessment of hemodialysis services, R. BELLAZZI, C. LARIZZA, P. MAGNI, R. BELLAZZI

Generalised reliability characteristics for probabilistic networks, D. SENT, L.C. VAN DER GAAG

Decision support of inspired oxygen selection based on Bayesian learning of pulmonary gas exchange parameters, D. MURLEY, S. REES, B. RASMUSSEN, S. ANDREASEN

A new method for sleep apnea classification using wavelets and feedforward neural networks, O. FONTENL-ROMERO, B. GUIJARRO-BERDINAS, A. ALONSO-BETANZOS, V. MORET-BONILLO

Constraint reasoning in deep biomedical models, J. CRUZ, P. BARAHONA

AI IN MEDICINE V34 N°2 JUNE 2005

Merging multimedia presentations and semistructured temporal data: a graph-based model and its application to clinical information, C. COMBI, B. OLIBONI, R. ROSSATO

Predicting breast cancer survivability: a comparison of three data mining methods, D. DELEN, G. WALKER, A. KADAM

Evaluation of radiological features for breast tumour classification

SOMMAIRES DES REVUES

cation in clinical screening with machine learning methods. The UK MARIBS Breast Screening Study, *T.W. NATTKEMPER, B. ARNRICH, O. LICHTER, W. TIMM, A. DEGENHARD, L. POINTON, C. HAYES, M.O. LEACH*

Characterization of clustered microcalcifications in digitized mammograms using neural networks and support vector machines, *A. PAPADOPOULOS, D.I. FOTIADIS, A. LIKAS*

Neural network predictions of significant coronary artery stenosis in men, *B.A. MOBLEY, E. SCHECHTER, W.E. MOORE, P.A. MCKEE, J.E. EICHNER*

A spatio-temporal Bayesian network classifier for understanding visual field deterioration, *A. TUCKER, V. VINCIOTTI, X. LIU, D. GARWAY-HEATH*

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING

<http://www.elsevier.com/inca/publications/store/5/0/5/7/8/7/>

IJAR V39 N°1 APRIL 2005

Behavioral design to model a reactive decision of an expert in geothermal wells, *A.L. LAUREANO-CRUCES, G. ESPINOSA-PAREDES*

The development of a robust fuzzy inference mechanism, *W.W. MELEK, A.A. GOLDENBERG*

Foundations of probabilistic inference with uncertain evidence, *F.J. GROEN, A. MOSLEH*

Representing human uncertainty by subjective likelihood estimates, *F.A. DAHL*

An adaptive fuzzy observer-based approach for chaotic synchronization, *C.S. TING*

IJAR V39 N°2-3 JUNE 2005

Credibility via imprecise probability, *M. ZAFFALON*

An introduction to the imprecise Dirichlet model for multinomial data, *J.M. BERNARD*

Partial identification with missing data: concepts and findings, *C.F. MANSKI*

Graphical models for imprecise probabilities, *F.G. COZMAN*

Utilizing belief functions for the estimation of future climate change, *E. KRIEGLER, H. HELD*

Benefits of embedding structural constraints in coherent diagnostic processes, *A. CAPOTORTI*

Upper entropy of credal sets. Applications to credal classification, *J. ABELLAN, S. MORAL*

Dynamic programming for deterministic discrete-time systems with uncertain gain, *G. de COOMAN, M.C.M. TROFFAES*

Inference in credal networks: branch-and-bound methods and the A/R+ algorithm, *J.C. FERREIRA DA ROCHA, F.G. COZMAN*

Uncertainty modelling and conditioning with convex imprecise previsions, *R. PELESSONI, P. VICIG*

IJAR V40 N°1-2 JULY 2005

Introduction to special issues on data mining and granular computing, *T.Y. LIN*

Design of nearest neighbor classifiers: multi-objective approach, *J.H. CHEN, H.M. CHEN, S.Y. HO*

Rough representation of a region of interest in medical images, *S. HIRANO, S. TSUMOTO*

Rough set theory for topological spaces, *E.F. LASHIN, A.M. KOZAE, A.A. ABO KHADRA, T. MEDHAT*

Mining association rules with multiple minimum supports using maximum constraints, *Y.C. LEE, T.P. HONG, W.Y. LIN*

A simplicial complex, a hypergraph, structure in the latent semantic space of document clustering, *T.Y. LIN, I.J. CHIANG*

The investigation of the Bayesian rough set model, *D. SLEZAK, W. ZIARKO*

The structure analysis of fuzzy sets, *L. ZHANG, B. ZHANG*

A new fuzzy clustering algorithm for optimally finding granular prototypes, *Y. XIE, V.V. RAGHAVAN, P. DHATRIC, X. ZHAO*

Raisonnement à partir de cas	Bulletin n°59
Multimédia et I.A.	Bulletin n°58
Planification et heuristiques	Bulletin n°56/57
Systèmes d'Information	Bulletin n°55
Web sémantique	Bulletin n°54
L'IA dans le RNTL	Bulletin n°53
IA et diagnostic	Bulletin n°52
Temps, espace et évolutif	Bulletin n°51
Equipes d'IA en France	Bulletin n°49/50
IA et Médecine.....	Bulletin n°48
Fouille de données	Bulletin n°46/47
IA et document	Bulletin n°44
IA et connexionnisme	Bulletin n°43
IA et Vie Artificielle	Bulletin n°42
IA et CHM	Bulletin n°41
IA et EIAH.....	Bulletin n°40
Plates-formes multi-agents	Bulletin n°39
IA et WEB.....	Bulletin n°38
Mémoires d'entreprises.....	Bulletin n°36
IA et logique	Bulletin n°35
Ingénierie des connaissances	Bulletin n°34
IA et Télécommunications	Bulletin n°33
IA et Terminologie.....	Bulletin n°32
Décision et IA	Bulletin n°31
Raisonnement IA et Image	Bulletin n°30
Raisonnement temporel et spatial	Bulletin n°29
Systèmes Multi-agents	Bulletin n°28
IA et robotique.....	Bulletin n°27
I.A . et biologie moléculaire	Bulletin n°26
A. et droit	Bulletin n°25
I.A. et fusion de données	Bulletin n°24
I.A. et musique	Bulletin n°23
Apprentissage	Bulletin n°22
Les explications dans les SBC.....	Bulletin n°20
Pétrole-Chimie.....	Bulletin n°19
Le raisonnement à partir de cas	Bulletin n°18
I.A. et temps-réel.....	Bulletin n°17
Planification et action.....	Bulletin n°16
Traitement automatique des langues	Bulletin n°15
I.A. et médecine	Bulletin n°14
Diagnostic à base de modèles	Bulletin n°13
Validation des SBC	Bulletin n°12
Le connexionnisme	Bulletin n°11
I.A. et jeux.....	Bulletin n°10
E.I.A.O.	Bulletin n°9
I.A. et gestion	Bulletin n°8
Conception et I.A.	Bulletin n°7
Intelligence artificielle distribuée	Bulletin n°6
Acquisition des Connaissances.....	Bulletin n°5
IA et ordonnancement	Bulletin n°4

Dossier « IA et Bioinformatique »

Coordonnateurs :

François Coste (IRISA, Rennes, fcoste@irisa.fr),
Christine Froidevaux (LRI, Orsay, chris@lri.fr)

Objectifs

La bioinformatique a connu ces dernières années un essor considérable suite à l'explosion des technologies permettant d'obtenir à haut débit un grand nombre de données en génomique nécessitant des méthodes automatiques de traitement. L'outil informatique est alors devenu indispensable pour le stockage et la manipulation de ces données.

Après cette phase d'acquisition des données, le nouveau défi de la *post-génomique* consiste à extraire de la connaissance à partir de cette masse de données. Face au changement d'échelle du nombre de données disponibles, l'informatique a un rôle à jouer pour assister le biologiste dans sa quête de la compréhension du vivant, l'élaboration de nouveaux concepts et la formulation de nouvelles hypothèses. En particulier, l'intelligence artificielle peut aider le biologiste à modéliser des systèmes complexes composés d'objets de types différents en fortes interactions.

L'intelligence artificielle peut être utilisée avantageusement dans différents domaines clés de la bioinformatique, par exemple : la structuration et l'évolution des génomes, la prédiction de la topologie de protéines et de leurs sites actifs, la compréhension du contrôle du niveau d'expression, la modélisation des réseaux d'interactions et de leur niveau d'organisation, la découverte de voies thérapeutiques, etc.

Toutes les composantes de l'intelligence artificielle sont concernées. Le choix judicieux d'une bonne représentation de connaissances est crucial pour une modélisation pertinente. Le recours à des méthodes d'apprentissage permet de découvrir des régularités dans ces masses de données et de proposer des modèles à partir d'exemples pouvant conduire à l'identification de nouveaux éléments satisfaisant le modèle. L'interprétation des phénomènes biologiques passe par l'intégration de données très hétérogènes pouvant bénéficier de l'utilisation d'ontologies pour leur mise en correspondance.

Ce dossier a pour objectif de recenser et présenter les équipes dont les travaux se situent à l'intersection de l'intelligence artificielle et de la bioinformatique.

Qui peut soumettre ?

Toute équipe de recherche de la communauté francophone appartenant à un établissement public ou industriel, impliquée dans des actions de recherche et de développement correspondant aux objectifs du dossier.

Les industriels sont fortement sollicités.

Comment soumettre ?

Les contributions devront présenter succinctement l'équipe et les principaux travaux concernant le thème « IA et bioinformatique » : concepts, outils, expériences, applications mises en œuvre. Elles seront organisées selon le schéma suivant :

- Identification de l'équipe : nom, adresse, site Web, personne à contacter (téléphone, mél) ;
- Membres de l'équipe concernés par le sujet;
- Thème général de l'équipe ;
- Description des travaux ou projets en lien avec le thème du dossier ;
- Courte bibliographie ciblée (5 références maximum) et adresse d'un site Web où l'on peut trouver l'ensemble des références et articles.

Présentation

Les contributions feront **1400** mots au maximum et devront être envoyées par courrier électronique au format Word ou RTF. Aucune mise en forme particulière ne doit être faite sur les textes autre que gras, italique et la taille des caractères. Si vous êtes concernés par cet appel, merci d'envoyer votre contribution

*** avant le 15 octobre 2005 ***

aux coordonnateurs.

Pour tout renseignement, s'adresser par courrier électronique, à l'un des coordonnateurs.

Adhésion individuelle et abonnement Demande Renouvellement

Nom : Prénom :
 Affiliation :
 Adresse postale :
 N° de téléphone : N° de télécopie :
 Adresse électronique :
 Activités (à titre professionnel / à titre privé (*rayez la mention inutile*)) :

	Consultation du bulletin sur WEB (pour une personne)	Envoi du bulletin papier + un accès pour consultation du bulletin sur WEB
<input type="checkbox"/> Adhésion simple :	30 Euros	60 Euros
<input type="checkbox"/> Adhésion étudiant (sur justificatif) :	15 Euros	30 Euros
<input type="checkbox"/> Adhésion de soutien	Sans objet	90 Euros
<input type="checkbox"/> Abonnement au bulletin sans adhésion	Sans objet	55 Euros

- Adhésion au collège *IAD-SMA* : ajouter 7,5 Euros pour les étudiants, 15 Euros pour les autres.
 Adhésion au collège *Cafe (Apprentissage)* : gratuit.

Adhésion Personne morale Demande Renouvellement

Organisme :
Adresse postale commune aux bénéficiaires couverts par cette adhésion :
 Nom et prénom du représentant : Fonction :
 Mél : Tél : Fax :
 Adresse postale :

Le tarif d'adhésion comprend une partie fixe et une partie par bénéficiaire

Coordonnées des bénéficiaires (10 maximum) :

NOM, prénom	Mél.	Tél.	Fax

	Tarif de base fixe :	Tarif par bénéficiaire :
<input type="checkbox"/> Laboratoires universitaires	100 Euros	30 Euros
<input type="checkbox"/> Personnes morales non universitaires	300 Euros	30 Euros
<input type="checkbox"/> Adhésion de soutien	600 Euros	Sans objet

- j'accepte que les renseignements ci-dessus apparaissent dans l'annuaire de l'AFIA.
 j'accepte que les renseignements ci-dessus soient transmis à l'ECCAI pour constituer un fichier européen.

Veillez trouver un règlement (à l'ordre de l'AFIA) de Euros

Trésorier AFIA : Jérémie MARY, LRI, Bâtiment 490, Université Paris-Sud, 91405 ORSAY.

Mode d'adhésion :

De préférence, en ligne via le site Internet de l'AFIA : <http://afia.lri.fr>

A défaut, cette page doit être envoyée au trésorier.

Modes de paiement :

- 1) par chèque, à l'ordre de l'AFIA, envoyé au trésorier.
- 2) par bon de commande administratif, à l'ordre de l'AFIA, envoyé au trésorier.
- 3) Par virement bancaire sur le compte de l'AFIA : Société Générale, Résidence du Val de Seine, 78430 LOUVECIENNES. Code banque 30003, code guichet 01902, numéro de compte 00037283856 clef RIB 3.

TVA non applicable, article 293B du CGI

SOMMAIRE DU BULLETIN N° 60

Editorial.	3
Prix AFIA	4
Débat	6
l'I.A. au Québec	7
Dossier : Intelligence Artificielle et Image	9
Interviews	28
Présentation de Laboratoires	31
Laboratoires	32
Revue bibliographique	47
Conférences	56
Resumé de thèses et d'HRD	64
Sommaires des Revues	64
Appels à dossiers	74

CALENDRIER DE PARUTION DU BULLETIN DE L'AFIA

<i>Hiver</i>	<i>Eté</i>
Réception des contributions: 15 décembre	Réception des contributions: 15 juin
Sortie le 31 janvier	Sortie 31 juillet

<i>Printemps</i>	<i>Automne</i>
Réception des contributions: 15 mars	Réception des contributions: 15 septembre
Sortie le 30 avril	Sortie le 31 octobre