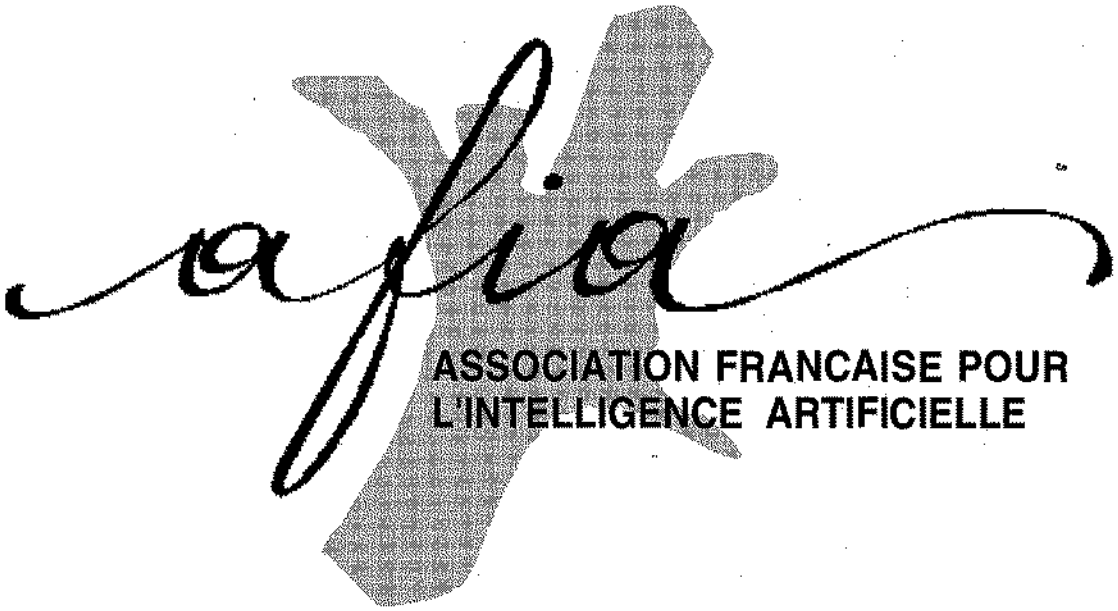
BULLETIN DE L'



JUILLET 1995

N°22

Association Française pour l'Intelligence Artificielle

Présentation du bulletin

Le **Bulletin de l'AFIA** est le bulletin de l'**Association Française pour l'Intelligence Artificielle**. Il 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 compte-rendus de conférences, les notes de lecture, les articles de débat sont particulièrement 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. De plus, les articles signés n'engagent que le point de vue de leurs auteurs.

Pour contacter l'AFIA

Jean-Marc DAVID (Président)
Renault DSCIT Service 0497
860, Quai Stalingrad
92109 Boulogne- Billancourt

Laurent SIKLOSSY (Secrétaire)
ESIGEC - LIA,
Université de Savoie
2, route de Chambéry
73376 Le-Bourget-Du-Lac Cedex

Brigitte TROUSSE (Trésorière)
INRIA 2004, Route des Lucioles
BP93 06902 Sophia-Antipolis

Adhésions,
Liens avec les adhérents
René QUINIOU
INRIA / IRISA
Campus de Beaulieu
35042 Rennes Cedex
e-mail : quiniou@irisa.fr

Parrainage de manifestations
Claudette SAYETTAT
Université de Compiègne
BP 649
60206 Compiègne Cedex

Personnes morales adhérentes à l'AFIA

AFCET, CAMS, CEA-LIA, CEREMADE, CISI, CNET LANNION, CNET PARIS, CRISS, ELF-ANTAR, ENST, FRAMATOME, FRANCE TELECOM, GIST, GRASCE, ILOG, INFORMATIQUE CDC, INGENIA, INRETS, INRIA, INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, IRIT-UPS, ITMI, LAAS, LI2A, LLP CESALP, MATRA MARCONI SPACE, MATRA-DEFENSE, NEUROAGENT, PEUGEOT, SLIGOS, SOLLAC, UTC.

Bureau de l'AFIA

Jean-Marc DAVIO, président
Marc AYEL, vice-président
Laurent SIKLOSSY, secrétaire
Brigitte TROUSSE, trésorière

Jean-Paul BARTHES, Bertrand BRAUNSCHWEIG, JeanCHARLET, Jaan ERCEAU, Philippe JORRAND, Jean-Paul KRIVINE, Philippa LAUBLET, Eunika MERCIER-LAURENT, René QUINIOU, François ROUSSELOT, Marie-Christine ROUSSET, Claudette SAYETTAT, Christian de SAINTE-MARIE, Manuel ZACKLAD

Comité de rédaction

Philippe LAUBLET
Rédacteur en chef
CAMS - Université Paris 4
96 boulevard Raspail, 75006 PARIS
laublet@laforia.ibp.fr

Monique BARON
rubrique «Résumés de thèses»
LAFORIA, Université Paris 6
4, Place Jussieu, 75005 PARIS
baron@laforia.ibp.fr

Jean CHARLET
rubrique «Annonces et comptes rendus de conférences»
INSERM U194 - DIAM
91 boulevard de l'Hôpital
75634 Paris Cedex 13
charlet@biomath.jussieu.fr

Anne COLLINOT
rubrique «Débat»
LAFORIA, Université Paris 6
4, Place Jussieu 75005 PARIS
collinot@laforia.ibp.fr

Françoise GAYRAL
LIPN, Université Paris Nord
Avenue J-B. Clément
93430 Villetaneuse
fg@lipn.univ-paris13.fr

Gilles KASSEL
rubriques «Présentation de laboratoires» et «Présentation de sociétés»
Univ. Technologique de Compiègne
HEUDIASYC
BP 649 60206, Compiègne Cedex
gkassel@hds.univ-compiegne.fr

Jean-Paul KRIVINE
E.D.F., D.E.R.
1, avenue du Général de Gaulle
92141 Clamart Cedex
Jean-Paul.Krivine@der.edf.fr

Bernard LE ROUX
ONERA,
BP 72, 92322 Chatillon
leroux@onera.fr

Philippe VOLLE
rubrique «IA et Internet»
NON STANDARD LOGICS S.A.
57-59, rue Lhomond, 75005 Paris
volle@nsl.fr

Imp. Augustin Paris - 40.36.10.15

Editorial

Nouvelles terres pour l'IA, nouvelle pensée de l'informatique.

Manuel Zacklad
Ingénieur de Recherche & Développement
France Telecom - CNET
manuel.zacklad@issy.cnet.fr

Egarements de l'IA : comme le soulignait déjà Philippe Jorrand dans son précédent éditorial, on s'accordera sans peine à considérer que l'IA traverse depuis plusieurs années une crise même si le malade est encore vigoureux, comme en témoigne le succès des manifestations scientifiques qui présentent les résultats de travaux de recherche de notre discipline. Cette crise a commencé avec le déclin de sa légitimité industrielle et a été suivie de doutes quant à son identité scientifique. Les sociétés de services comme les départements IA des grandes entreprises, florissants dans les années 80, ont fondu comme neige au soleil. Les enseignements d'IA, surtout dans les écoles d'ingénieurs, voient souvent diminuer leurs effectifs, maquillent l'intitulé des enseignements ou sont, plus rarement, simplement supprimés. Les étudiants sortant de DESS, de DEA ou de Doctorat d'Intelligence Artificielle ont de plus en plus de difficulté à valoriser leur formation sur le marché du travail par rapport à d'autres spécialités de l'informatique, que ce soit dans le privé ou lors des concours de l'enseignement supérieur et de la recherche. Les crédits de recherche nationaux et européens affectés à l'IA sont réduits à la portion congrue. Faut-il abandonner l'IA et se recycler prestement en oubliant les résultats jusqu'alors obtenus ? Si certains esprits pessimistes ont déjà suivis cette voie je pense qu'elle serait néfaste non seulement sur un plan scientifique mais aussi en regard des besoins de la société et de l'industrie. Cependant, même si je rejoins Philippe Jorrand dans sa conclusion, l'argumentation que je développe en défense de notre discipline s'éloigne assez radicalement de la sienne.

Commençons d'abord par une analyse schématique de ce qui est pour moi la méprise à l'origine de l'embourbement actuel. L'IA se fourvoie quand elle se considère sur un plan technique comme une ingénierie des machines intelligentes sachant résoudre des problèmes de manière automatique et sur un plan théorique, comme une branche particulière des mathématiques dont la spécialité serait de développer des modèles formels du raisonnement. Ces deux objectifs, tout en étant souvent utiles, sont un débouché accessoire de recherches dont la focalisation doit être différente. Si la réalisation de machines intelligentes automatiques est une conséquence heureuse de certaines recherches en IA, elle ne saurait en être le fondement. Quant au développement de modèles calculatoires formels, qui ont souvent aussi leur utilité, ils s'inscrivent d'avantage dans le contexte de recherches en mathématiques. Or, si ces recherches mathématiques peuvent être l'occasion de collaborations fructueuses, nous pensons que les ériger en modèle pour l'IA est dommageable sur un plan scientifique et épistémologique.

Mais, malheureusement, à cause de leur formation d'origine principalement dans le domaine des mathématiques ou d'une informatique encore majoritairement à dominante "formelle" dans les universités françaises, nombre de chercheurs en IA ont tendance à penser qu'ils commencent à aborder les "vrais problèmes" quand ils rencontrent les aspects liés à la formalisation logique ou à la résolution de problème d'algorithmique. Je pense qu'il faut résolument adopter la position inverse. Quand on aborde ces dimensions, le problème cesse d'être un problème d'IA et nos collègues feraient mieux de sous-traiter la solution de ces difficultés à des collègues logiciens et mathématiciens pour se concentrer sur les enjeux réels de leur discipline. Toutes les grandes réalisations de l'IA, langage naturel, planification et robotique, systèmes à base de connaissances dans le domaine du diagnostic ou de la conception, reconnaissance des formes, pour ne citer que quelques exemples, sont partis d'une problématique de modélisation heuristique des connaissances dans laquelle la conception de modèles mathématiques formels n'a constitué qu'une réécriture après coup dans le contexte de projets de valorisation académique ou d'optimisation marginale des systèmes. Or, tout se passe comme si l'activité centrale pour l'IA de modélisation heuristique des connaissances, était celle qui était la moins valorisée dans la carrière des chercheurs ou dans la formation des étudiants.
Quel est selon moi le cœur de l'IA, discipline à la pointe des sciences informatiques, et qu'elle peut être son originalité au sein de ces dernières ? Dans sa dimension théorique, l'activité centrale de l'IA est la conception d'architectures fonctionnelles et de primitives de représentation de haut

EDITORIAL

niveau (ou primitives de modélisation ou ontologie de modèles) dédiées à des domaines aussi variés que la langue naturelle, la psychologie de la mémoire, l'organisation du travail coopératif, la vision, le diagnostic médical, le raisonnement en logique 'naturelle', l'intelligence collective des insectes, le raisonnement juridique etc.... Ces architectures et ces primitives de représentation de haut niveau ont le plus souvent un caractère semi-formel ce qui n'est pas incompatible avec le fait qu'elle servent de spécification pour le développement de langages informatiques. En effet, en même temps qu'elles guideront une modélisation 'papier' des systèmes que l'on souhaite étudier, elles serviront à spécifier des langages de représentation des connaissances qui permettront de conduire des simulations ou de réaliser plus rapidement et plus efficacement des systèmes opérationnels. Les programmes réalisés avec ces langages fourniront alors de véritables modèles informatiques de ces systèmes.

Dans sa dimension appliquée, l'IA utilise les langages de représentation dont elle dispose pour concevoir des modèles qualitatifs originaux de systèmes, pour répondre à des besoins de compréhension ou d'action. Son développement scientifique se fait donc dans un mouvement de va et vient, d'assimilation et d'accommodation pour reprendre les termes de Piaget. Dans le temps d'assimilation, correspondant à sa dimension 'appliquée', l'IA se confronte à de nouveaux domaines de connaissance et applique les primitives ou les langages de modélisation disponibles. Dans le temps d'accommodation, elle procède à des élaborations théoriques en utilisant les domaines de connaissance auxquels elle s'est confrontée pour concevoir de nouvelles primitives de modélisation.

Nouvelle pensée de l'informatique : or, la position que je défends par rapport à l'IA me semble importante parce qu'elle peut permettre d'éclairer d'un jour nouveau les recherches en informatique qui elles aussi gagneraient, selon moi, à s'émanciper du contexte 'mathématique' dans lesquelles elles sont souvent appréhendées. En tant que technologie, l'informatique n'est pas plus formelle ni "mathématique" que ne l'est une automobile. Elle est simplement plus complexe. Les idées qui en sont à l'origine proviennent d'inventeurs cherchant à automatiser le calcul. Mais si le calcul, qui a d'abord été une pratique sociale, a aussi été un des enfants chéris des mathématiques, l'invention des moyens technologiques et des idées pratiques qui ont permis de l'automatiser dans des ordinateurs proviennent du même esprit d'invention et des mêmes intuitions heuristiques qui sont à l'œuvre dans toutes les découvertes techniques. Même dans le domaine des langages, les grands progrès du génie logiciel et de la programmation comme, par exemple, les langages orientés objets, ne viennent pas de progrès dans la formalisation mais sont au contraire le résultat d'une présentation plus heuristique, voire plus ergonomique, de notions calculatoires à l'origine grossières et éloignées des domaines de connaissances auxquelles sont confrontés les concepteurs de programmes.

En tant que science théorique, l'informatique n'a pas davantage de raison d'être considérée comme formelle ou mathématique. Si l'on considère que sa vocation scientifique réside dans la problématique de la représentation et du traitement de l'information, question très éloignée des réflexions théoriques sur son " codage " physique, les problématiques des "sciences informatiques" nous semblent très différentes de celles des sciences mathématiques même si, dans un cas comme dans l'autre, il s'agit de construire des modèles abstraits d'une réalité pour mieux en appréhender les structures. En effet rappelons cette évidence : dans le domaine de la technique, de l'humain et du social, l'information n'a d'existence qu'en fonction des capacités de perception et de traitement, c'est à dire notamment des buts et des connaissances, des systèmes de traitement de l'information entre lesquels elle circule. Pour bien expliquer notre vision de l'informatique théorique faisons un parallèle avec une autre discipline, plus intimement liée, celle-là, aux recherches mathématiques, la physique.

Les physiciens ont coutume de séparer trois types de profils dans leur discipline : les expérimentalistes, les numériciens et les théoriciens. Les premiers, plus proches des ingénieurs, construisent les expériences et les dispositifs physiques qui les rendent possibles. Les seconds, plus proches des informaticiens, construisent des simulations sur ordinateur pour résoudre les problèmes posés par les expériences et les théories. Les troisièmes manipulent de façon experte les concepts théoriques de la physique construisent des théories et des équations. Comment pouvons-nous voir ces trois spécialités dans la recherche en informatique ?

Voici le découpage que je propose. Les expérimentalistes sont des assembleurs de technologies nouvelles en situation. A partir d'une analyse des besoins de l'industrie, des services ou de la société, ils élaborent des idées de fonctionnalités innovantes et ils assemblent des composants technologiques et informationnels en mesure de répondre aux besoins. Les numériciens, sont chez nous des concepteurs d'outils que ces outils soit matériels, logiciels ou formel, que l'on peut appeler (faute de mieux et en attendant mieux...) des informaticiens instrumentalistes. A partir de problèmes posés par les expérimentalistes et les théoriciens, ils définissent et améliorent sans cesse les nouveaux algorithmes, langages, systèmes qui fourniront les composants technologiques de demain en testant leur faisabilité et en les validant sur un plan formel et opérationnel. Les théoriciens, quant à eux, sont des concepteurs de

EDITORIAL

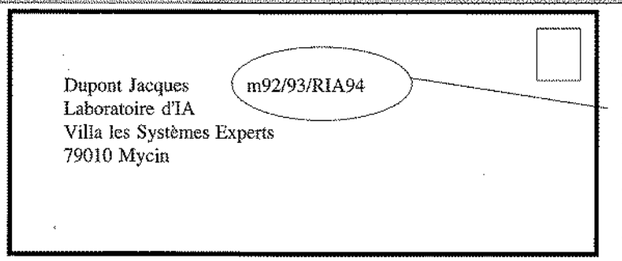
méthodologie. Ils théorisent la relation qui existe entre les besoins et les outils et ils définissent sur un plan abstrait les processus qui permettent de passer du monde et ses problématiques aux outils permettant de répondre aux besoins. Dans cette position théorique, l'IA modélisatrice de connaissances occupe la place de choix que nous avons indiquée, créant un lien entre les sciences humaines et les langages de modélisation plus formels, abordant de front la problématique de la modélisation de la cognition et des processus de traitement d'information symbolique et subsymbolique. Ces trois spécialités sont tout aussi indispensables au développement des recherches en informatiques. Aucune n'est moins noble que l'autre.

Ce découpage met bien l'informatique théorique à sa place. Nous ne devons plus accepter que certains mathématiciens braconniers s'approprient l'expression "d'informatique théorique" en faisant, par exemple, de la théorie des graphes ou des langages. Ces recherches sont certes utiles mais elles ne sont qu'un composant qui peut être nécessaire à l'activité des informaticiens instrumentalistes quand ils définissent certains langages et algorithmes. La vraie théorie de notre discipline est ailleurs et comme nous l'avons dit très proche de l'IA quand celle-ci ne se dénature pas dans une hyper-formalisation qui la coupe des problématiques méthodologiques qu'elle rencontre quand elle aborde de front la question de la modélisation des connaissances.

En réalité, la question de l'autonomie et de l'originalité intrinsèque de l'informatique par rapport aux mathématiques ou à la physique, comme celle de son lien très intime, dans sa dimension théorique, avec les sciences cognitives, recouvre l'opposition célèbre faite par H.A. Simon entre sciences naturelles et sciences de l'artificiel. Alors que les premières, physique, biologie, psychologie, sociologie, économie, chimie, anthropologie, mathématiques (?) cherchent à comprendre le fonctionnement de la nature, ou de la société prise comme une donnée, les secondes, architecture, médecine, génie industriel, informatique, gestion, droit, intervention psychosociologique, ergonomie, pédagogie... cherchent à orienter rationnellement l'action. Là où une tradition philosophique continentale funeste établit une hiérarchie absolue des sciences de la nature sur les sciences de la conception, qui n'ont qu'à peine le droit à l'appellation de science, la philosophie pragmatique américaine, représentée, par exemple par John Dewey, défend le point de vue opposé d'une complémentarité fructueuse entre ces deux démarches rationnelles entre lesquelles aucune hiérarchie de scientificité ne saurait être établie.

Abordons pour conclure la question des besoins des industriels par rapport à ce débat. On entend parfois dire qu'ils ne financent pas de recherche fondamentale et qu'ils ne sont intéressés que par des applications à courte vue. Or, là aussi, notre point de vue nous amène à prendre une position radicalement différente. Les industriels sont au plus haut point demandeurs de recherches et de contributions théoriques qui s'inscriraient dans la perspective d'une informatique abordant de front les questions méthodologiques posées par la gestion de l'information et des connaissances. Mais ce domaine est le plus souvent laissé à des consultants plus ou moins doués et il n'existe à notre connaissance aucun programme de recherche scientifique proprement informatique, au CNRS par exemple, qui se propose de traiter de front et sur le long terme, ces questions. Dans ce contexte industriel également, l'IA est la mieux armée pour fournir les bases théoriques à une authentique science informatique de la modélisation de l'information et des connaissances. En effet qu'il s'agisse de la gestion informatique documentaire, de la gestion de production, de la gestion des réseaux et du travail coopératif, de la conception assistée par ordinateur... dans tous ces domaines, la résolution des problèmes nécessite de modéliser des connaissances. Or, en collaboration avec nos collègues des sciences cognitives, et malgré les difficultés, nous sommes aujourd'hui les seuls en informatique à continuer de développer cette compétence incontestablement stratégique pour l'avenir...

LE COIN DU TRÉSORIER



Les chiffres et lettres à droite de votre nom indiquent votre situation vis à vis de la trésorerie. Vous pouvez ainsi vérifier que vous êtes bien à jour de votre cotisation pour cette année.

- Le code RIA indique une adhésion couplée avec l'abonnement à RIA.
- La lettre "m" indique une adhésion en tant que personne morale
- Les chiffres sont les deux derniers chiffres de l'année.

Ne jetez pas l'enveloppe d'expédition du Bulletin sans regarder de plus près l'étiquette portant votre nom et adresse...

VIE DE L'A.F.I.A.

Proposition de Groupe de Travail AFIA AOIA « Applications Opérationnelles de l'IA »

Bertrand Braunschweig
Eunika Mercier-Laurent, Pierre Wey

Nous annonçons la création du 8e groupe de travail de l'AFIA : « Applications Opérationnelles de l'Intelligence Artificielle » (AOIA). Nous publions ici des extraits de la présentation.

Objectif

L'objectif du groupe de travail est de constituer un lieu d'échanges entre les personnes intéressées par les applications opérationnelles des techniques d'IA, dans l'industrie, les entreprises, les centres de recherche. Le groupe s'intéressera plus particulièrement aux aspects liés à la mise en place d'applications opérationnelles répondant aux besoins des utilisateurs, comme par exemple :

- traiter des problèmes complexes;
- fédérer des connaissances dispersées et de natures diverses;
- gérer des contraintes d'intégration avec des systèmes informatiques préexistants;
- gérer des contraintes liées au mode d'utilisation du système;
- les aspects économiques;
- les aspects stratégiques, organisationnels et d'intégration;
- les questions de fiabilité, de pérennité, de maintenance;
- les choix d'outils;
- la convivialité.

Techniques

Le groupe s'intéressera à toutes les techniques réunies habituellement sous les noms d'IA numérique et symbolique, dont la liste ci-après (non exclusive) :

- capitalisation des connaissances
- systèmes à base de connaissances
- programmation par contraintes
- raisonnement qualitatif ou à base de modèles
- raisonnement par cas
- logique floue
- résaux neuronaux
- algorithmes évolutionnaires
- systèmes multiagents
- systèmes coopératifs multimédia

Fonctionnement

Le groupe se réunira sous la forme de séminaires d'une journée, sur un thème précis défini à l'avance. Le rythme sera fonction de l'intérêt et de la motivation - notamment à présenter leurs travaux - des participants. Dans ces séminaires, des applications opérationnelles seront présentées, de préférence en présence d'un utilisateur. Les présentations mettront en lumière des aspects liés aux contraintes d'utilisation opérationnelle des systèmes :

- historique, à partir de l'expression des besoins;
- gestion du projet;
- techniques mises en œuvre;
- outils utilisés, intégration dans l'environnement de travail;
- résultats obtenus;
- organisation de l'utilisation et de la vie du système;
- problèmes spécifiques liés à l'utilisation d'une ou plusieurs techniques IA;
- généricité de la solution.

Participants

Une vingtaine de personnes ont participé à la réunion de constitution du groupe et en ont défini les modalités de participation.

La participation aux travaux du groupe sera réservée à des "membres" dont la liste est gérée par les animateurs. Le groupe sera fermé aux démarches à caractère commercial.

Les copies des documents ne seront fournies qu'aux membres du groupe de travail régulièrement inscrits.

Autres missions du groupe de travail

En complément de cette volonté de constituer un lieu d'échanges sur le sujet, nous donnons également au groupe de travail les buts suivants :

- Contribuer à la préparation de la prochaine conférence «Applied AI» en 1996 à Montpellier, dans la continuation de la journée «L'IA dans les Entreprises» ayant eu lieu en 1994;
- Identifier les applications de l'IA susceptibles de faire l'objet de promotion auprès des médias, y compris du grand public;
- Susciter la création de sous-groupes sur des thèmes plus particuliers (e.g. problématique de la modélisation des connaissances de l'ingénieur);
- Faire le lien entre l'AFIA et les associations professionnelles sectorielles (SCI, SEE, SIA etc.) ou non sectorielles (Clubs CRIN, ADIT etc.);
- Susciter des motivations *individuelles* pour préparer des dossiers applicatifs dans le Bulletin de l'AFIA.

Contact
Bertrand.Braunschweig@ifp.fr
Institut Français du Pétrole
BP 311 92506 Rueil Malmaison Cedex France
tel. 1 47 52 66 48
fax 1 47 52 70 22

CONGRES AFIA

10e Congrès Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle

R.F.I.A.'96
AFCET - AFIA

RENNES
les 16–17–18 janvier 1996

La X[ème] édition du congrès RFIA (Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle) se tiendra à Rennes. Organisé conjointement par l'AFCET et l'AFIA, le congrès RFIA est une occasion unique de rassemblement des chercheurs en Reconnaissance des Formes et en Intelligence Artificielle, et d'échanges indispensables au débat scientifique en RF et IA. La spécificité de RFIA se situe en effet à la rencontre de ces deux disciplines que la conjoncture scientifique et l'émergence de nouvelles applications rapprochent de plus en plus, en particulier au travers de la problématique de la perception au sens large. Une deuxième exigence, essentielle en RF comme en IA, que RFIA'96 affiche clairement, est la nécessaire rencontre entre la démarche formelle et théorique et la démarche expérimentale. Les communications illustrant ces intersections sont particulièrement sollicitées, comme celles qui présenteront des travaux théoriques et/ou appliqués à l'originalité marquée et portant, entre autres, sur les thèmes ci-dessous :

THEMES

- **PERCEPTION** : agrégation/détection d'attributs, segmentation, mise en correspondance et mouvement, analyse et synthèse d'images, vision modélisation des formes et de l'environnement, modélisation sensorielle, fusion multisensorielle, perception active, planification sensorielle, reconnaissance des formes et des objets, interprétation de scènes.
- **RAISONNEMENT** : représentation des connaissances, logiques classiques et non-classiques, systèmes d'inférence, diagnostic, aide à la décision, apprentissage, méthodes symboliques/ numériques, acquisition, validation et exploitation de l'expertise, explication, modélisation cognitive.
- **ACTION** : géométrie et mouvement, planification, contrôle d'exécution et réactivité, robotique manufacturière, robotique d'intervention, autonomie.
- **COMMUNICATION** : signal vocal, compréhension et synthèse de la parole, reconnaissance d'écriture, traitement de documents, analyse, génération et traitement du langage naturel, dialogue homme-machine, réalité virtuelle et augmentée, communication multi-modale.
- **ARCHITECTURES** : composants spécifiques, machines et langages spécialisés, multiagents et systèmes distribués, réseaux neuronaux et approches connexionnistes.

Renseignements
RFIA
AFCET, 156 Bd. Péreire, 75017 Paris (France)
Téléphone : 16(1) 47 66 24 19
Télécopie : 16 (1) 42 67 93 12
e-mail : rfia@laas.fr, afcet.congres@ibp.fr

15 janvier 1996
Journée de Tutoriaux

19 Janvier 1996
Journée Thématique

L.I.A. - UNIVERSITÉ DE SAVOIE

LABORATOIRE d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

ESIGEC-Université de Savoie
F-73376 - LE BOURGET DU LAC CEDEX

Tél : +33 79. 75. 87. 88. Fax : +33 79. 75. 87. 85.
E-mail : Nom.Prénom @univ-savoie.fr
www : http://lia.univ-savoie.fr

Historique

Le Laboratoire d'Intelligence Artificielle est l'émanation du Laboratoire d'Informatique Appliquée créé en 1982. Ce laboratoire a été rattaché à l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Chambéry, l'ESIGEC, en 1988. Il est l'un des trois laboratoires d'informatique de l'Université de Savoie avec le Laboratoire de Génie Informatique de Savoie, le LGIS, et le Laboratoire de Logiciels pour la Productique, le LLP. Ces trois laboratoires se sont fédérés en un Centre d'Etude et de Réflexion sur la Recherche en Informatique à l'Université de Savoie, le CERIUS.

Les orientations scientifiques

Le LIA a structuré ses activités de recherche autour de 4 axes :

- Validation des systèmes d'IA
- Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents
- Raisonnements à base de modèles
- Domaines mal représentés

et de trois projets :

- DIVA - Distribution et Validation des Systèmes d'IA
- Exploitation de bases de connaissances incomplètes
- Outils de conception de logiciel orienté agent

Axe : Validation des systèmes d'Intelligence Artificielle

L'équipe est connue depuis 1985 pour ses travaux sur la cohérence des bases de connaissances (Thèse de M. Ayel) et sur la génération de données de test (Thèse de L. Vignollet).

Tout en restant dans la thématique de la validation, des travaux ont été poursuivis sur la cohérence des bases de connaissances floues (Thèse de D. Kinkiélélé), sur l'étude de la complétude dans les systèmes à base de connaissances (travaux de R. Lounis), sur l'analyse structurelle de bases de connaissances partitionnées (travaux de B. Wendler), sur l'utilisation de mutants dans le processus de test (travaux de R. Stalker).

Ces travaux théoriques ont bénéficié d'un support important avec la participation du LIA au projet ESPRIT III, VIVA (n°6125) sur la validation, la vérification et la mise au point de systèmes à base de connaissances. Ce projet, a permis de tester en vraie grandeur les outils précédemment développés au LIA sur des applications fournies par l'Agence Spatiale Européenne, l'ESA.
Il s'agit de :

- SACCO pour l'étude de la cohérence statique et dynamique des bases de connaissances;
- SYCOJET pour la génération automatique de données de test permettant d'atteindre des taux de couverture de règles de production.

Ce projet Esprit est aussi l'occasion de développer de nouveaux outils :

- COCTO pour l'étude de la complétude des systèmes à base de connaissances,

- et un outil pour la vérification de bases de connaissances partitionnées, outil optimisant le calcul de labels dans de telles bases.

Ces outils sont en cours de développement ou sont redéveloppés pour certains, en C++. Cela doit permettre une intégration plus rapide dans les outils de développement de systèmes experts, et parmi ceux-ci, le système KAPPA (Intellicorp) est particulièrement visé.

Le LIA s'intéresse aussi aux méthodes de mise en œuvre de ces différents outils dans un processus général de validation.

Le projet ViVa

Ce projet, qui a pris la suite du projet Esprit I VALID, a démarré en septembre 1992 et depuis un an il a fait l'objet d'une redéfinition complète. La deuxième phase du projet a commencé en février 1995 et devrait se terminer en décembre 1996. Le consortium comprend, en plus du LIA, les sociétés suivantes : CRI (Danemark), SOFTLAB (Autriche), SIEMENS (Autriche).

L'objectif est de développer une méthode de validation et un ensemble d'outils pouvant contribuer à un processus de validation d'un système à base de règles de production et de frames. Cette méthode et ces outils seront implémentés et testés dans le cadre du projet ATOS de l'Agence Spatiale Européenne. Le projet ATOS concerne l'ensemble des logiciels nécessaires à l'envoi et au suivi de satellites.
L'ensemble du projet n'est pas décrit ici mais, seulement, les principaux centres d'intérêt du LIA dans ce projet.

L.I.A. - UNIVERSITÉ DE SAVOIE

Le LIA a la responsabilité du développement de l'ensemble des outils dont :

- SCNCT (LIA), un outil de vérification de la cohérence statique,
- KBCMCT (LIA), un outil de vérification des propriétés statiques de complétude,
- VTCG (LIA), un outil de construction aléatoire de données de test à partir d'une ou plusieurs spécifications,
- VTCGC (LIA), un outil de construction de données de test à partir de spécifications avec contraintes,
- TCEG (LIA), un outil de construction de spécifications de données de test avec contraintes,
- CTC (LIA), un outil pour le test d'achèvement d'un SBC,
- EXECUTION TOOL (CRI), un outil de test en mode batch à partir de différents ensembles de données de test,
- TRACE TOOL (CRI), un outil pour produire différentes traces d'exécution,
- METRIC TOOL (CRI), un outil fournissant le résultat du calcul de certaines métriques,
- RESULT CHECKING TOOL (CRI), un outil de vérification de la conformité des résultats obtenus aux résultats attendus pour des jeux de test,
- PROPR (CRI), un outil permettant de générer et de gérer les rapports associés aux différentes activités de validation pour un même SBC.

Le LIA participe aussi activement à la définition de «scénarios de validation» qui sont des processus qui permettent d'enchaîner des actions de validation en vue d'atteindre un objectif de validation. Ces actions de validation sont réalisées avec les outils développés par le consortium ou directement par le développeur ou par l'expert. L'objectif est de développer un catalogue associant objectifs de validation et scénarios de validation, ces derniers étant représentés sous la forme de graphes d'actions.
La définition de ces scénarios de validation constitue une approche par le bas (bottom-up) d'une méthode générale de validation de SBC qui sera complétée par une approche par le haut (top down).

Contact : Marc Ayel
ma@lia.univ-savoie.fr

Collaborations et Organisation de congrès

- Groupe de travail AFCET-AFIA sur la Validation

- Projet Esprit III VIVA (1992-1996)

- Réseau d'excellence sur «Machine Learning», MLNet.

- Conférence EUROVAV-95 organisée à Chambéry en juin 95.

Université de Savoie

Axe : Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents

Après le projet ESPRIT I n°932, le projet ESPRIT II n° 2434 a permis de créer des outils de modélisation du processus de décision dans une entreprise manufacturière. Ces outils utilisent naturellement les techniques de l'Intelligence Artificielle Distribuée.

Les travaux de ce projet ESPRIT ont été partiellement repris, avec la volonté de construire des produits industriels, dans le projet EUREKA TIME avec de très nombreux partenaires.

Ces différents projets nous ont montré que pour résoudre des problèmes complexes avec des systèmes multi-agents, le problème principal est d'organiser, de modéliser et d'implémenter la coopération et la négociation entre les agents informatiques. C'est cette direction de recherche qui est maintenant privilégiée (travaux de thèse de F. Guichard et de O. Belakhdar).

Les principaux centres d'intérêt sont donc :

- la réorganisation dynamique des systèmes multi-agents,
- la définition d'un langage de spécification de comportements d'interaction,
- la modélisation d'interactions entre agents cognitifs

A la lumière de notre expérience, nous nous sommes rendus compte qu'il était souhaitable qu'une société d'agents puisse se réorganiser au cours d'une résolution de problème. Cette réorganisation dynamique des agents peut être faite suivant différents points de vue. Il peut s'agir d'une réorganisation physique (déplacement des agents sur les différentes ressources du système physique) ou d'une réorganisation cognitive (réorganisation des compétences des agents). Nous avons en particulier défini des primitives de composition (regroupement de compétences au sein d'un même agent) et de décomposition d'agents (transfert des compétences d'un agent à un autre, existant ou à créer). Ce travail a conduit à l'implantation d'une plate-forme de développement de systèmes multi-agents, appelée MASDA, qui permet la réorganisation dynamique des agents. Cette plate-forme a été utilisée pour implanter un système multi-agents de traduction de hiéroglyphes.

Dans le cadre d'une résolution distribuée de problèmes par des agents informatiques, ces derniers sont amenés à coopérer. Ils le font souvent en utilisant un protocole (par exemple, le contract net) qui décrit les différentes phases du processus de coopération (appel d'offre, proposition de services, adjudication,...), leur enchaînement, la structure et le contenu des messages qui seront échangés. Nous travaillons actuellement à la définition d'un langage de spécification de protocoles de coopération. Pour définir les termes du langage, nous nous appuyons sur un schéma général de comportement d'interaction issu des travaux en linguistique. Le langage, appelé COOPLAS, permet à tout développeur de système multi-agents de décrire les protocoles qui seront utilisés par les agents du système. Ces protocoles seront stockés dans une bibliothèque que chaque agent pourra consulter au cours de la résolution pour déterminer son comportement vis-à-vis des autres agents (identification du protocole applicable, identification des poursuites possibles de la conversation

L.I.A. - UNIVERSITÉ DE SAVOIE

Une plate-forme de développement de système multi-agents est en cours de réalisation. Elle contient un système de gestion de la bibliothèque de protocoles et de contrôle d'exécution des protocoles.

Un autre aspect de notre travail consiste à proposer une modélisation du problème de l'interaction. Par analogie avec la méthode KADS, notre modélisation consiste à définir les concepts, les rôles, les méthodes, les tâches et les stratégies permettant de modéliser les comportements interaetifs entre agents. Dans notre approche, les méthodes sont appelés des protocoles d'interaction. Ce travail doit conduire à fournir une aide aux concepteurs de systèmes multi-agents en proposant une classification des différentes tâches intervenant dans un processus de coopération ainsi que des protocoles génériques pour réaliser ces tâches.

L'équipe s'est aussi intéressée à la modélisation multi-points de vue de connaissances expertes dans le cadre d'une collaboration avec Merlin-Gerin. Il s'agit là de travailler à la représentation des différents points de vue d'experts collaborant à la résolution d'un problème commun avant de voir en quoi ces divers points de vue influent sur la résolution elle-même.

Collaborations et organisation de congrès

- Groupe de travail AFCET-AFIA consacré à la thématique des systèmes multi-agents et de l'Intelligence Artificielle distribuée.

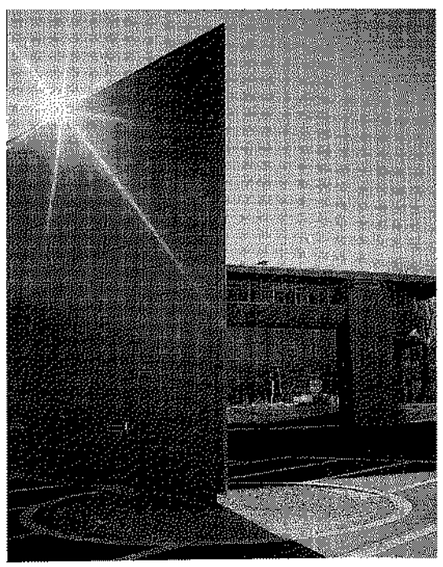
- GRACQ, Groupe de travail AFCET-AFIA sur l'acquisition des connaissances.

- Journées Francophones sur l'IA Distribuée et les Systèmes Multi-Agents du 15 au 17 mars 1995 à St Badolph

Axe : Raisonnement à base de modèles

La période 91-94 a vu la fin du projet ESPRIT II KB-Musica (n° 2671) auquel participaient, outre le LIA, la société anglaise ICI, la société allemande KRUPP et TITN-Alcatel-Alsthom, entre autres partenaires.

C'est à partir de l'expérience acquise dans ce projet que se sont développées des recherches sur le raisonnement à base de modèles (Thèse de M. Vescovi) et plus particulièrement sur le diagnostic des systèmes évoluant dans le temps (Thèses de Y. Belmeguenai et de J.P. Robles).



Le diagnostic des systèmes évoluant dans le temps pose de nombreuses difficultés. On peut mentionner en particulier la modélisation du système physique et la complexité algorithmique du diagnostic vu le nombre de variables qui peuvent intervenir.

Pour porter une solution à ces difficultés, notre recherche se focalise autour de trois axes complémentaires : (1) la modélisation qualitative, (2) le diagnostic hiérarchique des systèmes évoluant dans le temps et (3) l'utilisation de modèles de défaut.
En ce qui concerne la modélisation, nous avons mis en place une modélisation qualitative, qui tient compte de l'objectif final du modèle : le diagnostic. Et qui tient compte du manque de connaissances précises de la part des experts ou des opérateurs. Notre modélisation s'articule autour de la notion de causalité, notion qui est à la base du diagnostic. D'autre part, pour faire face au manque de précision, nous avons expérimenté l'utilisation des intervalles flous pour représenter la valeur des variables dans le temps.

En ce qui concerne la complexité algorithmique, un des intérêts le plus clair de la modélisation qualitative, consiste à réduire le nombre et la complexité des calculs lors de la simulation. Dans ce sens, nous proposons un diagnostic hiérarchique à base de deux modèles : un purement qualitatif (graphe signé), l'autre quantitatif.

L'utilisation de modèles de défaut semble bien indiquée si l'on désire obtenir des informations complémentaires sur la nature d'une défaillance. Deux approches sont actuellement explorées pour l'introduction de modèles de défaut : l'une repose sur une modélisation qualitative des défaillances, l'autre consiste à identifier et modifier (numériquement) les coefficients qui sont à la source des écarts observés entre valeurs mesurées et simulées.

De nouvelles applications sont envisagées, soit pour utiliser la simulation qualitative dans la conduite de projets, soit pour permettre les techniques qualitatives au service d'études d'environnement.
Les principaux centres d'intérêt sont donc :
- le diagnostic et la modélisation
- le raisonnement qualitatif.

Collaborations

- Groupe de travail PRC-IA et GDR Automatique, et aussi AFIA

- Partenariat avec DASSAULT Aviation et le LAAS (Toulouse) sur la modélisation qualitative appliquée aux problèmes de conception.

L.I.A. - UNIVERSITÉ DE SAVOIE

Axe : Domaines mal représentés

La représentation des connaissances est un des premiers problèmes auquel s'est confrontée l'Intelligence Artificielle. Les recherches menées par L. Siklóssy renouvellent le domaine en s'intéressant à des concepts qui n'ont pas encore été bien explorés bien qu'ils soient d'un usage très courant, et sont souvent traités de manière compétente par les êtres humains.

Le goût (travail de thèse de K. Bognár), l'émotion et les scénarios temporels (travail de thèse de D. Sol), et les informations incomplètes et de basse qualité (travaux de T. Heigl, D. Horváth et K. Rahe) font partie de ces concepts.

Le goût : l'analyse sensorielle mesure les réactions d'un individu à un mélange alimentaire. Une telle analyse est relativement stable : le même individu indique des réactions assez similaires lors de diverses analyses sensorielles du même mélange alimentaire. Nous cherchons à prédire l'analyse sensorielle d'un individu (donné),pour un plat donné, plat que l'individu n'a pas encore goûté. Le plat est représenté par sa recette (dans un langage appelé Cordon-Bleu), et nous utilisons des analyses sensorielles de l'individu pour un certain nombre d'autres plats. Les prédictions utilisent une analyse sensorielle neutre, calculée par l'ordinateur sur la base de la recette, et les apports dus à l'individu. Les premiers résultats indiquent que les prédictions sont en général plus proches des données réelles qu'une moyenne de différents assesseurs, ou qu'un autre assesseur.

L'émotion : un événement dynamique (manifestation politique, concours sportif, etc.) peut réveiller de nombreuses émotions chez le spectateur, car elles dépendent de caractéristiques individuelles du spectateur, sa compréhension de l'événement et ses attentes. Nous considérons les événements dynamiques comme des films, que nous analysons en termes de petits fragments de films, les film-bits. La compréhension des événements comprend tout particulièrement des développements futurs probables qui sont comparés aux attentes et préférences du spectateur. Les différences entre ces attentes et le déroulement réel de l'événement engendrent des réactions émotionnelles. L'utilisation de stratégies permet de prédire des développements futurs probables.

Les informations incomplètes : les informations, sur pratiquement n'importe quel objet ou événement, sont presque toujours incomplètes. Nous nous attaquons au problème où plusieurs observateurs transmettent des informations compatibles avec la réalité dans un contexte dynamique riche en contraintes de diverses sortes. Une implémentation permet d'amalgamer des informations provenant de différentes sources, si bien qu'il devient possible de répondre à des requêtes en donnant plus d'information que si un seul observateur répondait à la même requête. Dans ce même contexte dynamique, nous considérons également des contraintes incomplètes, provenant de différents informateurs.

Par ailleurs le programme COPERNICUS liant le LIA et l'Université Technique de Tallinn, Estonie, vise à progresser dans le raisonnement à base de connaissances incomplètes. Ce programme a débuté en juillet 1994.

Les principaux centres d'intérêt sont donc :
- la représentation de séquences temporelles, de l'émotion, du goût
- la collaboration hommes-machines
- les informations de basse qualité; l'ignorance.

Collaborations

Programme COPERNICUS
avec l'Université Technologique de Tallinn (Estonie).

Co-encadrements d'étudiants avec :
- l'Université Scientifique Lajos Kossuth de Debrecen (Hongrie)
- l'Université Scientifique Lóránd Eötvös de Budapest (Hongrie)
- l'Académie des Sciences de Hongrie.

Projet sur «Assistance Systems» avec l'Université de Magdebourg (Allemagne).

PROJETS

• DIVA : Distribution et Validation des systèmes d'IA

Ce projet interne au LIA, regroupe la presque totalité des chercheurs des thèmes «Validation des systèmes d'IA» et «Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents».
Il a pour objectif l'étude de la validation des systèmes d'IA distribuée.
Des travaux ont déjà commencé sur la validation de bases de connaissances partitionnées et sur la cohérence de systèmes d'agents évoluant dynamiquement, dans sa structure et dans ses compétences.

• Exploitation de bases de connaissances incomplètes

Ce projet intéresse l'ensemble des thèmes du LIA. Une collaboration est en cours d'élaboration avec le LISI de Lyon pour les Bases de données incomplètes.
L'objectif n'est pas seulement de représenter des connaissances approximatives ou incomplètes mais d'utiliser d'autres types de connaissances - modèles, contraintes, méta-connaissances - pour raisonner en dépit des imperfections de la connaissance. Par ailleurs l'utilisation simultanée de différents ensembles de connaissances incomplètes mais exactes, provenant de différentes sources, peut donner des résultats pertinents.

• Outils de conception de logiciel orienté agent

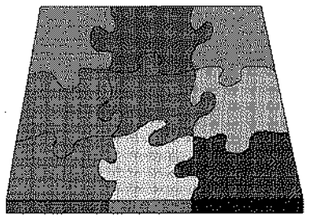
Ce projet est un projet du CERIUS, Centre d'Etude et de Réflexion sur la recherche en Informatique à l'Université de Savoie. Il concerne des chercheurs du LIA et du LGIS et, à l'intérieur du LIA, les chercheurs du thème «Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents».
Il permet de rassembler des compétences en modélisation des comportements d'interaction entre agents, des compétences en spécification et réalisation de formalismes multi-agents et des compétences dans la mise en oeuvre de systèmes répartis.

APPLICATIONS DE L'IA

L'application PMFP
Plan de Modernisation de la Fonction Personnel de l'armée de terre
Interview avec le lieutenant colonel BOULNOIS, directeur de programme de la partie prévision

Pouvez-vous retracer l'historique de l'application PMFP (Plan de Modernisation de la Fonction Personnel)?
En 1989, l'Armée de terre a décidé d'un audit pour réviser son système de gestion des ressources humaines. Cet audit a abouti au plan de modernisation de la fonction personnel PMFP. Il faut rappeler que ce n'est pas «une mince affaire» puisque les effectifs de l'armée de terre sont très élevés: plusieurs centaines de milliers d'individus et un million en incluant les réservistes.
L'idée était d'arriver à la définition d'un schéma directeur des ressources humaines de l'armée de terre permettant une réorganisation de ce service.
Ce projet global comporte différent pans dont le projet de prévision qui constitue une aide informatique à la définition de la politique des ressources humaines.
Après avoir affiné les spécifications de ce sous-système, nous avons défini un cahier des charges. Des outils ont été élaborés à partir de 1991 pour être finalement livrés entre fin 1992 et début 1995.
Nous espérons qu'en l'an 2000 l'ensemble du plan de modernisation aura atteint son rythme de croisière : connexions entre les différents sous-projets, connexions avec les autres réalisations de l'armée de terre, mise au point de procédures de mise en oeuvre...

Quelle différence voyez-vous depuis la mise en application réelle de PMFP ?
Avant, le système de prévision s'appuyait sur des tableurs de type Excel et ne donnait que des résultats quantitatifs. Aujourd'hui, le système est beaucoup plus complet : au delà des résultats quantitatifs, l'aspect qualitatif joue un grand rôle. Non seulement, il donne des prévisions en «masse» mais aussi il est capable de fournir des solutions en termes de moyens pour arriver à de tels résultats.
En fait, il y a deux grandes étapes. La première est une prévision sur



environ 15 ans quantitative et budgétaire donnant comme résultat des volumes et des coûts. La deuxième est plus qualitative et indique, à un horizon plus court de 5 à 10 ans, la qualification des individus. Ainsi, on obtient un résultat en terme de nombre d'individus avec en regard les moyens, notamment la formation qu'il faut assurer pour avoir les qualifications voulues au moment voulu pour le nombre d'hommes voulu.

Comment cela se passe-t-il concrètement ?
Le système fonctionne en trois phases.
Il s'agit d'abord de saisir la situation actuelle. Ceci se réalise par extraction d'informations à partir d'une base de données centrale.
Ensuite, il faut définir le but à atteindre. Cet objectif est fixé par une équipe de l'état-major qui obéit aux directives du pouvoir politique.
Puis le système tente de résoudre le problème : est-il possible d'atteindre cet objectif à partir de la situation actuelle et des contraintes fixées ? Si non, il exhibe la (les) contrainte(s) non satisfaites. Si oui, les résultats sont donnés à la direction du personnel qui a pour tâche de les «traduire» en individus en prenant en compte d'autres critères, humains notamment. Vous voyez que la solution finale n'est pas déshumanisée !

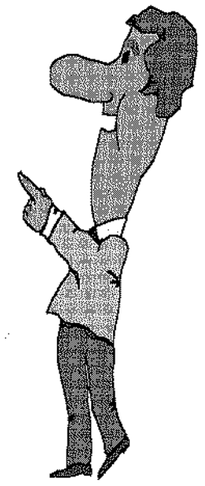
Ces différentes étapes se déroulent en début d'année ?
En fait, cela prend en gros 9 mois. Le premier mois concerne l'analyse de la situation de départ. En effet, on ne fait pas qu'extraire l'information mais il est nécessaire aussi de mesurer les écarts entre la situation actuelle et la situation qu'on aurait dû atteindre si les politiques de prévision avaient été appliquées «à la lettre».
Les trois mois suivants, il s'agit d'obtenir une solution la meilleure possible dans le domaine quantitatif. Cela ne se fait pas d'un coup vu le très grand nombre de contraintes. Il s'agit d'abord «d'accrocher» une solution en «ouvrant» certaines contraintes quitte à obtenir une solution même médiocre. Après, à partir de cette première solution, on fonctionne «par petites touches» en resserrant les contraintes petit à petit, en ajustant les valeurs minimum et maximum des flux jusqu'à obtention de la solution considérée comme le meilleur compromis.
La phase suivante, qui nous amène à l'automne, est la phase d'affinage qualitatif où les volumes d'individus sont découpés en spécialités. Ce découpage en spécialités est complété par le calcul des actes de formation à délivrer pour satisfaire les objectifs définis dans la phase précédente. Les objectifs en individus formés sont transmis à la direction du personnel du ministère de l'armée de terre qui a la charge de la mise en œuvre de cette politique. De même, les besoins en formation sont transmis au commandement des organismes de formation de l'armée de terre.
Il est à remarquer que l'intervention des experts en ressources humaines est importante. Ceci correspond à un choix délibéré de laisser la maîtrise de la politique des ressources humaines à l'homme et non pas à la machine qui ne doit constituer qu'une aide et non pas un outil de décision.

Qui utilise le système ? Et vous-même, quelle est votre formation ?
En gros, vingt cinq personnes sont concernées. Vingt sont des experts des ressources humaines et ils manipulent les outils. Ceux-ci sont très conviviaux ; néanmoins, la complexité du problème à traiter impose une formation relativement longue. Cinq sont des informaticiens dont la tâche consiste à effectuer cette formation, à exploiter les outils et à les maintenir.
Quant à moi, je suis ingénieur de l'école spéciale militaire de St Cyr et j'ai suivi une spécialisation à l'ENSTA en recherche opérationnelle. Je suis directeur de programme de la partie prévision à laquelle vous vous intéressez.

Comment qualifiez-vous la solution fournie ? Quel bilan en faites-vous ?
Au niveau du bilan, je dirai que cette application a été le fédérateur d'études qui jusque là n'étaient que partielles. Avant, ces études étaient réalisées séparément par des équipes différentes avec des méthodes non unifiées.
Cette application, en donnant une cohérence d'ensemble à ces études, a fortement contribué à la réorganisation du service des relations humaines. Cette restructuration ne s'est pas traduite en terme quantitatif (diminution d'effectifs ou autres) mais en terme qualitatif. Le bureau de planification des RH s'est même trouvé renforcé

Quant au logiciel lui-même, il a été développé en lisp et il utilise des outils de la société ILOG ce qui offre une très grande souplesse de développement. Les interfaces sont remarquablement conviviales et les recherches de solutions s'appuient sur la programmation par contraintes. Cette convivialité a joué un très grand rôle dans l'acceptation de l'outil par les personnes des ressources humaines pour qui l'informatique n'est plus apparue comme une contrainte insurmontable.

Interview par F.Gayral



Les dossiers du *Bulletin de l'AFIA*

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

DOSSIER APPRENTISSAGE

DOSSIER APPRENTISSAGE SYMBOLIQUE AUTOMATIQUE

Réalisé par A. Cornuéjols (*), M. Moulet (*), R. Vincent (**)
(*) Equipe Inférence et Apprentissage, L.R.I., Université d'Orsay
(**) Action ORION, I.N.R.I.A., Sophia-Antipolis
E-mail : antoine, marjorie@lri.lri.fr & Regis.Vincent@sophia.inria.fr

Présentation du dossier

La première partie de ce dossier a pour but de dresser un panorama succinct des problématiques et des recherches dans le domaine de l'apprentissage automatique et d'introduire, en les mettant en perspective, les travaux des équipes de recherche françaises présentés dans la seconde partie de ce dossier. Le domaine de l'apprentissage automatique a connu de vigoureux développements depuis son origine il y a plus de trente ans, et ne pouvait être présenté de manière exhaustive dans le cadre de ce dossier. Il est à noter en particulier que les travaux sur les algorithmes génétiques, le connexionnisme, et le raisonnement par cas, qui sont parties intégrantes de l'apprentissage automatique, n'ont pas été détaillés dans ce dossier parce qu'ayant déjà été, ou devant faire, l'objet de dossiers spécifiques (voir «Le connexionnisme», bulletin n°11; et «Le raisonnement à partir de cas», bulletin n°18). Sont également fournies des informations pratiques comme la liste des principales conférences, projets nationaux et internationaux, mailing lists et serveurs ftp... rattachés à ce domaine.

Pourquoi apprendre ?

Faculté d'intelligence et capacité d'apprentissage vont de pair. L'une et l'autre n'atteignent leur plein épanouissement qu'en association. Il est donc naturel que l'Intelligence Artificielle ait dès l'origine fait une large place à l'étude de l'apprentissage, que l'on songe aux premières «souris cybernétiques» ou au programme CHECKERS de Samuel (1963). De manière plus prosaïque, les praticiens ont d'excellentes raisons pragmatiques pour doter les systèmes «intelligents» de capacités d'apprentissage. De nombreuses tâches posent en effet de redoutables problèmes de programmation, notamment par l'infinité des situations possibles. Ainsi, en reconnaissance des formes, ou en évitement d'obstacles, il est souvent impossible de recenser et de définir a priori toutes les situations. De même, l'acquisition des connaissances est maintenant identifiée comme un problème majeur pour la construction des systèmes à base de connaissances. Il est bien tentant dès lors de faire apprendre à la machine les compétences nécessaires afin qu'elle puisse faire face aux situations inconnues. De même, il est souvent souhaitable qu'une machine améliore ses performances avec l'expérience ou les maintienne en face de situations ou de connaissances changeantes. Là encore, l'apprentissage est requis. Finalement, il est des problèmes, tels la découverte de nouvelles lois ou la détection de phénomènes nouveaux, qui sont intrinsèquement des problèmes d'apprentissage. Pour toutes ces raisons, l'apprentissage automatique fait l'objet de recherches actives depuis de nombreuses années, tant dans le monde qu'en France.

Apprentissages

De même que pour l'intelligence, il n'est pas possible de donner une définition brève de l'apprentissage. Herbert Simon propose de décrire l'apprentissage comme *«les changements d'un système lui permettant de refaire la même tâche ou une tâche tirée de la même population mieux et plus efficacement la fois suivante»*. Certaines limitations de cette définition sont immédiates. Ainsi, elle semble se restreindre à l'apprentissage de comportements et exclure l'acquisition de nouvelles connaissances. Par ailleurs, il n'est pas fait mention de la durée ni de la portée des modifications : temporaires ou définitives, à court ou à long terme ? Il est dès lors plus fructueux d'examiner l'apprentissage à la fois à travers les différents points de vue des disciplines participant à son étude (neurologie, psychologie, linguistique, didactique, intelligence artificielle) et sous ses différentes facettes révélées par les tâches et les mécanismes impliqués.

Historiquement, les premières formes d'apprentissage étudiées concernaient l'acquisition de réflexes (la salivation par exemple). La *physiologie*, découvrant l'existence des neurones, se concentrait sur le renforcement ou l'inhibition des circuits neuronaux, tandis que la *psychologie*, abandonnant dans un mouvement radical la prolifération d'états mentaux qui la caractérisait à la fin du 19ème siècle, ne retenait que l'apprentissage par renforcement de paires stimuli-réponses et professait le béhaviorisme. Cependant, deux mouvements parallèles allaient contribuer à l'avènement d'un nouveau point de vue sur l'apprentissage. D'une part, et sous l'impulsion en particulier de Piaget, la psychologie abordait les problèmes du développement de l'être humain de la naissance à l'âge adulte, et introduisait la notion de stades de développement de l'apprenti. D'autre part, la *cybernétique*, les premiers travaux sur les ordinateurs ainsi que la nouvelle *linguistique structuraliste* ont conduit au paradigme de la connaissance et de la pensée comme construction et manipulation de modèles du monde, singulièrement, pour ne pas dire nécessairement, à l'aide de représentations et de règles logiques. C'est ainsi, directement issues de cette lignée, que se sont constituées les *sciences cognitives*. L'apprentissage automatique, qui cherche à reproduire et à étudier l'apprentissage à l'aide de machines, est partagée entre une version «cognitive» avec son accent sur la manipulation de représentations, et une version plus systémique orientée vers l'auto-organisation.

Le développement de l'apprentissage automatique a suivi une évolution similaire à celle de l'Intelligence Artificielle. Au cours d'une première période qui s'étend jusqu'à la fin des années 60, de nombreux paradigmes ont été proposés et expérimentés, comme l'apprentissage par évolution simulée, l'apprentissage dans les réseaux de neurones, l'apprentissage par renforcement ou l'apprentissage par similarité. La période des années 1970-1980 a été marquée par la prééminence de l'approche symbolique (parallèlement à la conception des systèmes experts) et le développement de nombreux systèmes et applications. Par exemple, l'apprentissage de structures dans un domaine de blocs, l'apprentissage de règles pour parler au poker, l'apprentissage de macro-opérateurs en planification, la découverte de concepts et de conjectures en mathématiques, etc. Plus récemment, les recherches sur l'apprentissage ont connu un formidable essor. Les paradigmes issus de métaphores biologiques ont connu un regain de faveur, et l'accent a été mis à la fois sur l'intégration dans des systèmes plus vastes (par exemple en reconnaissance de la parole), sur la coopération entre plusieurs méthodes d'apprentissage, et sur la recherche de fondements théoriques de l'apprentissage.

Il existe plusieurs manières complémentaires d'appréhender l'apprentissage. Par exemple en adoptant un point de vue externe : les *tâches*, définies par les entrées et les sorties de l'apprenant, ou un point de vue interne : les *mécanismes d'apprentissage*. Les psychologues insistent davantage sur le premier aspect alors que les informaticiens s'attachent davantage au second.

I - Principales tâches d'apprentissage.

Elles peuvent s'organiser selon deux axes :

1) On peut d'abord caractériser les tâches en fonction de l'interaction de l'apprenti avec l'environnement, en particulier avec un professeur s'il en existe un, pour obtenir les types d'apprentissage suivants :

• *Apprentissage supervisé* : lorsque le système apprend sous la férule d'un «professeur» qui pourvoit les entrées et les sorties désirées.

Le terme d'*apprentissage à partir d'exemples* est fréquemment utilisé lorsque l'apprenti reçoit des exemples de concepts fournis par un professeur et doit apprendre comment associer les observations avec les concepts. Ainsi, peut-on faire apprendre à un système à reconnaître des champignons comestibles, dangereux ou mortels à partir de la description de plusieurs échantillons. Lorsque les concepts sont considérés comme des classes, on parle également de *tâche de classification*, la *discrimination* étant une tâche de classification entre une classe et son complémentaire. A ce type d'apprentissage est souvent lié le mécanisme de généralisation/spécification (cf. II).

• *Apprentissage non supervisé* : lorsque le système, à partir d'observations reçues (apprentissage passif) ou cherchées (apprentissage actif), doit trouver des régularités lui permettant d'expliquer les observations ou de les décrire de manière économe.

On parle de *formation de concepts* lorsque les régularités recherchées prennent la forme de regroupements (prototype avec notion de proximité, densité de probabilité, ou conditions d'appartenance logiques). Ainsi, le système peut retrouver les concepts de mamifère, oiseau et reptile en regroupant les observations ayant le même type de peau, type de nourriture ou température, ... On utilise encore fréquemment le terme de *découverte* lorsque les régularités recherchées prennent la forme de lois de dépendance ou de contraintes, symboliques ou numériques, entre les variables caractérisant les observations.

• *Apprentissage semi-supervisé* : lorsque les réponses du professeur prennent la forme d'un signal sanction pris entre deux bornes (qu'on peut assimiler à la douleur et au plaisir). Ainsi, un robot peut apprendre à éviter les obstacles si on lui donne une note à chacun de ses déplacements. Le type de mécanisme principalement associé est l'*apprentissage par renforcement*. (Cf. II).

2) On distingue ensuite principalement entre les *tâches de classification* ou caractérisation d'une classe définie de concepts, et les *tâches où l'on cherche une théorie cohérente* expliquant un ensemble de faits observés. Dans ce dernier cas, on s'attache soit à la synthèse d'une connaissance, soit au raffinement d'une connaissance. Une troisième catégorie tend à s'affirmer également : l'apprentissage de réflexes.

On distingue également couramment des tâches d'apprentissage particulièrement importantes, mais non exclusives des précédentes :

• *l'apprentissage de règles* : forme d'apprentissage qui peut être supervisée, c'est le cas le plus fréquent, ou non, et orientée vers l'apprentissage de règles, pour des systèmes experts ou des systèmes de planification.

• *la révision de théorie* : forme d'apprentissage mettant l'accent sur l'importance des connaissances préalables

Quelques systèmes historiques.

Voici quelques modèles et systèmes précurseurs qui ont marqué les débuts de l'apprentissage :

- le modèle du **perceptron**, ancêtre du connexionisme proposé par F. Rosenblatt (58), représentant un neurone du cerveau : activé par une ou plusieurs entrées binaires, il retourne une entrée binaire.
- un des premiers systèmes appliqués aux jeux et proposé par Samuel (63) **Checkers**, guidé par un grand nombre de paramètres, mais introduisant des concepts nouveaux pour l'apprentissage.
- Winston (75) fut parmi les premiers à s'intéresser à l'acquisition de connaissances structurées, dont fut issu le système ARCH qui introduisit l'exemple classique du monde des blocs.
- dans le domaine des mathématiques, EURISKO (Lenat, 83) améliore le système AM (Lenat, 77) par la découverte de nouvelles heuristiques.
- de même en biologie moléculaire **Meta-Dendral** (Buchanan et Feigenbaum, 78) a été conçu pour apprendre de nouvelles règles permettant de guider le système DENDRAL qui découvre la formule chimique d'une molécule à partir de son spectre de masse.

DOSSIER APPRENTISSAGE

et leur transformation par l'expérience en vue, soit de les rendre plus efficaces ou plus opérationnelles, soit de maintenir leur cohérence face à de nouvelles informations. Il peut s'agir par exemple de corriger une règle afin qu'elle reste valable pour un nouveau cas. Dans ce cas, on parle également d'*apprentissage incrémental.*

II -Mécanismes d'apprentissage.

Des travaux sur l'apprentissage en général et sur l'apprentissage automatique en particulier ont résulté des propositions concernant plusieurs mécanismes d'apprentissage :

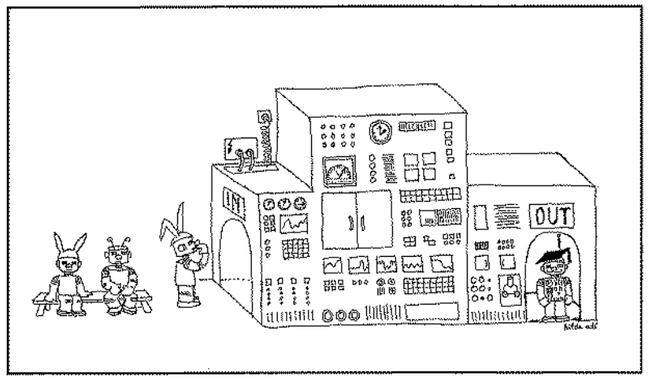
• L'*apprentissage par cœur* est évidemment la forme d'apprentissage la plus élémentaire, celle qui, à travers l'imitation, apparaît peut-être le plus tôt chez le bébé. Contrairement aux apparences, elle est loin d'être triviale et implique en général des processus de structuration de la mémoire et des notions de proximité à partir desquels sont possibles des formes de raisonnement tels que l'analogie ou le raisonnement par cas.

• L'*apprentissage par renforcement* concerne essentiellement l'acquisition de réflexes ou d'associations (situation, action). Dans sa version de base, l'apprentissage par renforcement consiste à modifier des probabilités de choix entre les décisions possibles dans un contexte donné. La difficulté de ce type d'apprentissage provient d'une part du délai avec lequel la sanction de l'environnement est connue, et, d'autre part, de la pauvreté informationnelle de cette sanction qui prend souvent la forme de -1 ou 1 ou d'un nombre compris entre deux bornes. Cette forme d'apprentissage, appropriée pour l'apprentissage par l'action et la planification réactive en temps réel, connaît un vif regain d'intérêt de la part des chercheurs depuis quelques années, surtout aux États-Unis.

• L'*apprentissage par reformulation* consiste non pas à acquérir de nouvelles connaissances, mais à reformuler les connaissances acquises de manière à les rendre plus opérationnelles. L'une des méthodes développées, l'*apprentissage par explications*, part d'un exemple et de la théorie du domaine pour construire d'abord une preuve de l'exemple, puis la généraliser pour en tirer une ou plusieurs règles exprimant des conditions suffisantes en termes opérationnels. L'*induction constructive* représente une autre méthode largement développée de nos jours, qui s'intéresse à l'introduction de nouveaux termes, par abduction par exemple, afin d'enrichir le langage de représentation et de préciser les connaissances précédemment apprises.

• L'*apprentissage par généralisation / spécialisation* est un apprentissage à partir d'exemples dans lequel l'apprenti explore un espace d'hypothèses structuré par une relation de généralité pour trouver une ou plusieurs généralisation(s) correcte(s) des exemples observés.

• L'*apprentissage dirigé par les erreurs* consiste à indexer les connaissances acquises de manière à éviter à l'avenir les erreurs commises dans le passé. Il s'agit donc d'expliquer les erreurs et d'apprendre des contraintes ou critiques en cours d'expérience. Cette forme d'apprentissage est souvent combinée avec un raisonnement par analogie qui permet de généraliser la notion d'erreurs aux cas semblables.



Les recherches

La recherche sur l'apprentissage automatique procède de deux démarches, l'une plus *théorique* et analytique où sont étudiées les conditions de possibilité de l'apprentissage en fonction de certaines hypothèses et contraintes posées a priori, l'autre plus *empirique* et synthétique où sont recherchés et expérimentés les moyens de donner des capacités d'apprentissage à une machine. C'est ainsi d'une part le «possible» et, d'autre part, le «comment» qui forment les objectifs des chercheurs qui, en particulier aux États-Unis, se sont organisés en deux communautés ayant leurs propres conférences et revues (voir encadré Conférences). Si nous devions vous présenter un recensement complet de toutes les approches empiriques des systèmes historiques (présentés en encadré) aux apports individuels de chacune des équipes présentées dans la seconde partie, un bulletin complet de l'AFIA n'y suffirait pas. Nous avons préféré vous présenter un panorama des applications réelles qui sont issues des nombreuses et diverses propositions méthodologiques vues précédemment.

Du fait des nombreuses approches empiriques, qui vont des systèmes historiques (présentés en encadré) aux apports individuels de chacune des équipes présentées dans la seconde partie, il nous est impossible de faire ici un recensement complet de ces approches.

Chacune des tâches ou des mécanismes cités précédemment correspondent en effet à de très nombreuses et diverses propositions méthodologiques. A la place, nous proposons un panorama des applications réelles qui sont issues de ces travaux.

Mais tout d'abord posons-nous la question : *Est-il possible de définir formellement ce qu'est l'apprentissage ?*

La section précédente a mis l'accent sur les tâches et les mécanismes sous-jacents. La définition d'un cadre théorique implique une option ou paradigme dans lequel traduire les différents aspects de l'apprentissage et formuler les questions. Les principaux paradigmes adoptés actuellement par la communauté des chercheurs incluent

• L'***apprentissage comme généralisation*** : il s'agit, à partir le plus souvent d'un ensemble d'exemples, de former une généralisation couvrant tous les exemples positifs et excluant les exemples négatifs. Selon les problèmes, on cherche une généralisation maximalement spécifique ou, au contraire, maximalement générale, voire on conserve toutes les généralisations valides (cet ensemble a été nommé par Mitchell l'*espace des versions*). Les travaux portent sur la définition de la relation de généralité en fonction du langage de représentation utilisé, sur la recherche dans l'espace des généralisations, sur l'utilisation des contre-exemples, etc. Cette approche s'accommode bien des représentations logiques et donne des outils pour travailler en logique d'ordre 1. L'essentiel des recherches dans ce paradigme porte sur la définition de l'espace d'hypothèses et de sa structure, et sur l'organisation et le contrôle de l'exploration de cet espace (cette approche est reprise ci-dessous pour illustration d'un problème d'apprentissage).

• L'***apprentissage comme approximation*** : l'idée est ici de considérer le concept à apprendre comme une fonction cible que l'on désire approximer. Les définitions de distance analytique appropriées et les problèmes de convergence sont alors au coeur de cette approche. Si de plus, on introduit une notion de distribution des exemples, entrent alors en jeu les théories de probabilité et de mesures sur les ensembles. C'est en combinant ces notions que Valiant, en 1984, a proposé le cadre formel d'*apprenabilité Probablement Approximativement Correcte* (PAC). Ce cadre s'est révélé très fécond et propre à rendre compte de nombreuses approches empiriques portant en particulier sur les tâches de classification. C'est actuellement le cadre théorique dans lequel s'inscrit la majorité des travaux théoriques (cette approche est également développée ci-dessous).

• L'***apprentissage comme confirmation d'hypothèses*** (approche bayesienne) : selon ce point de vue (largement partagé avec la Reconnaissance des Formes), ce qui est recherché est un modèle, parmi tous les modèles possibles, qui explique au mieux les données observées. La connaissance préalable inclut la représentation choisie et les connaissances expertes, y compris la donnée de probabilités a priori. Le modèle appris résulte de méthodes de recherche et d'optimisation, mais surtout d'un principe d'apprentissage fondé sur la révision bayesienne des probabilités conditionnelles et sur la théorie de la décision. Il est ainsi possible d'évaluer à tout moment l'utilité de chaque hypothèse (ou théorie). Ce cadre conceptuel a l'avantage d'être très général et de permettre de rendre compte facilement des connaissances a priori et du mécanisme d'apprentissage incrémental. Des liens fondamentaux existent avec les points de vue de l'approximation et de la compression d'information.

• L'***apprentissage comme compression d'information*** : dans ce paradigme, l'apprentissage est vu comme la découverte de régularités au sein des données. Comme toute régularité offre le moyen de résumer ou de comprimer l'expression des données, il s'agit de trouver la théorie permettant la compression maximale. Le principe est proche de celui de l'approche bayesienne, la différence principale étant que la qualité d'une hypothèse n'est plus évaluée en termes de probabilités mais en termes de longueur de codage. L'un des avantages de cette approche est d'établir un lien naturel avec les notions d'information et de complexité algorithmique mesurées à l'aide de bits et de taille de programmes, donc de s'intégrer directement dans un cadre computationnel.

Dans la suite, nous nous attachons essentiellement à l'apprentissage de concepts ou classification qui est la forme d'apprentissage la plus étudiée. Afin de donner une idée plus précise du type de questions étudiées et des résultats obtenus, nous développons ci-dessous chacun des deux premiers axes précédents, car prédominants l'un du côté empirique, l'autre dans la communauté théorique.

Adresses FTP et WWW

Les principaux serveurs World Wide Web dédiés à l'apprentissage :

• *Bibliographie annotée de D. Aha:* http://www.aic.nrl.navy.mil/~aha/slides.html

• *Knowledge Discovery Mine géré par G. Piatetsky-Shapiro:* http://info.gte.com/~kdd/ ou ftp anonyme à ftp.gte.com, cd /pub/kdd,

• *Serveur général sur l'apprentissage à l'Université d'Irvine :* http://www.ics.uci.edu/AI/ML/Machine-Learning.html

• *Archive du GMD :* ftp://ftp.gmd.de/MachineLearning contient un ensemble de papiers, d'articles, de rapports techniques, de jeux de tests.

• *Archive du réseau d'Excellence en Apprentissage (MLnet) au GMD:* ftp://ftp.gmd.de/MachineLearning/MLnet/MLnet.html

"Mailing Lists" associées à l'apprentissage auxquelles on peut s'abonner

• *ML-list (modérateur : M. Pazzani):*
Adresse pour s'abonner ou se désabonner :
ml-request@ics.uci.edu.
Archives par ftp anonymous sur ics.uci.edu, cd /pub/ml-list/
ou http://www.ics.uci.edu/AI/ML/Machine-Learning.html

• *ILPNewsletter (modérateur : Saso Dzeroski et Nada Lavrac),*
saso.dzeroski@ijs.si // nada.lavrac@ijs.si
Archives : http://www-ai.ijs.si/ilpnet.html

• *KDD- list : (Modérateur : G. Piatetsky-Shapiro)*
Adresse pour s'abonner ou se désabonner :
kdd-request@gte.com
Archives par ftp anonymous sur ftp.gte.com, cd /pub/kdd ou http://info.gte.com/~kdd/

DOSSIER APPRENTISSAGE

Définition d'un problème d'apprentissage

Nous supposons que l'objet de l'apprentissage est l'apprentissage de concepts, le plus souvent d'un concept à partir d'exemples, par opposition par exemple à l'apprentissage par construction d'une mémoire épisodique, ou à l'apprentissage de connaissances structurées (réseaux sémantiques, théorie en logique du premier ordre, ...). La notion de concept est cependant suffisamment large pour inclure de nombreuses formes de connaissances tels, par exemple, les arbres de décision, les grammaires, les circuits logiques.

Un problème d'apprentissage est alors défini par la donnée :

- des *entrées* : type de données (exemples, observations, réponses booléennes, explications ...), caractéristiques (bruitées ou non), forme de présentation (séquentielle, en masse, en réponse à des questions de l'apprenti, ...).
- de l'*espace d'hypothèses*: le plus souvent défini par un langage de représentation (k-CNF, arbre de décision, réseau de neurones d'une certaine architecture, ...).
- d'un *protocole d'apprentissage*, définissant le type d'interaction entre l'apprenti et l'environnement incluant par exemple un professeur ou un oracle, plus ou moins coopérant et informateur. L'apprenti peut ainsi être totalement passif, poser des questions ou même faire des expériences (apprentissage dit actif). De même, on peut imposer des restrictions sur la taille mémoire ou sur la complexité calculatoire.
- d'un *critère de succès*. Par exemple, on demandera que l'apprenti apprenne le concept cible sans émettre plus de n hypothèses erronées avant l'identification exacte, ou bien le succès sera obtenu dès que l'hypothèse produite sera suffisamment proche (suivant une distance à définir) du concept cible.

L'apprentissage comme généralisation

Cette approche souligne l'importance de la représentation des connaissances. L'apprentissage consiste d'une part à explorer un espace d'hypothèses prédéfini, et, d'autre part, à construire et à modifier la représentation utilisée pour exprimer les hypothèses et les données d'apprentissage.

Concernant le premier point, la recherche dans l'espace d'hypothèses peut se faire efficacement si l'on sait structurer cet espace. La relation de généralité entre hypothèses offre une relation d'ordre partiel naturelle permettant à la fois de caractériser économiquement l'ensemble des hypothèses considérées à l'instant t, et de guider la recherche, c'est-à-dire l'élimination des hypothèses incorrectes. T. Mitchell (1982) a ainsi proposé la notion d'*espace des versions* (l'ensemble de toutes les hypothèses potentielles correctes) et l'*algorithme d'élimination des candidats*. D'autres structurations de l'espace et donc d'autres algorithmes de recherche sont également possibles. Dans ce cadre, les recherches actuelles poursuivent deux types principaux d'extension. Sur un plan quantitatif, on cherche à améliorer l'efficacité des algorithmes en agissant soit sur les exemples, soit sur la représentation de l'espace des hypothèses. Sur un plan qualitatif, il s'agit d'obtenir de meilleurs résultats, en agissant soit sur le critère de sélection des hypothèses (pour faire face au bruit dans les données par exemple), soit sur le langage de généralisation.

Ce dernier point, construction et modification du langage de représentation, a été abordé dans deux directions. D'une part, une première approche s'est intéressée à l'induction formelle, en travaillant soit sur des programmes logiques (cas de la *Programmation Logique Inductive* (P.L.I.)), soit sur des grammaires. D'autre part, une autre approche, dérivée de l'analyse des données, a recherché des outils de classification conceptuelle, c'est-à-dire capables de produire à la fois une classification et la caractérisation des classes. La P.L.I. essaie principalement d'étudier les problèmes de généralisation de théorie et d'introduction de nouveaux termes dans une théorie exprimée dans un formalisme logique. En particulier, certains travaux s'attachent à la description des systèmes d'apprentissage en termes d'opérations élémentaires paramétrables par des contraintes explicites appelées biais, destinées à contrôler la complexité inhérente à tout processus d'apprentissage dans des langages complexes.

L'apprentissage Probablement Approximativement Correct (PAC)

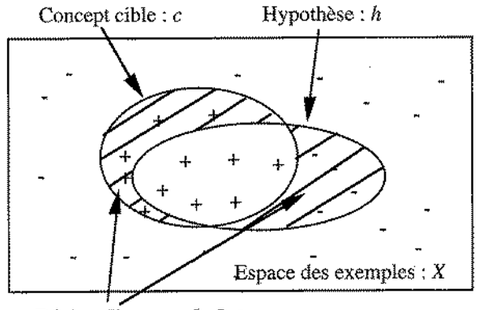
L'apprenabilité PAC, introduite par Valiant, définit l'apprentissage comme un processus (i) convergeant en probabilité vers une hypothèse et (ii) de complexité polynomiale. Plus précisément, d'une part, au lieu d'exiger une identification exacte du concept cible, comme dans le paradigme de Gold (1967) ou en général dans l'apprentissage comme généralisation, on se contente d'une hypothèse approchée telle que la probabilité d'erreur sur la classification d'une nouvelle observation soit bornée. En se reportant à la figure ci-contre, on cherche donc à limiter la probabilité correspondant à la région d'erreur $P(h \oplus c)$, ceci face à toute distribution arbitraire des exemples. Pour ce faire, il suffit de tirer suffisamment d'exemples. Cependant, rien ne peut garantir que le tirage aléatoire des exemples d'apprentissage n'ait pas été malencontreusement biaisé (par exemple, il n'est pas impossible que dans un échantillon aléatoire de personnes prises dans la rue, toutes sachent programmer en Lisp). De ce fait, même après l'observation de très nombreux exemples d'apprentissage, on ne peut avoir qu'une forte probabilité d'avoir effectivement obtenu une hypothèse approchée du concept cible. D'où l'usage du qualificatif de «Probablement Approximativement Correct» pour ce critère d'apprentissage. Plus formellement, on cherche à avoir : $Pr\{P(h \oplus c) \leq \varepsilon\} \geq 1-\delta$ pour ε et δ choisis. Ceci se traduit par une borne inférieure sur le nombre d'exemples à fournir à l'apprenti : c'est la *complexité en échantillon*. D'autre part, la seconde exigence sur l'apprentissage concerne sa faisabilité en un temps raisonnable, ce qui est traduit en une contrainte de calculabilité en temps polynomial (en fonction du nombre d'exemples et de la taille du concept cible). C'est la *complexité calculatoire* de l'apprentissage.

L'un des acquis fondamentaux en apprentissage automatique est que l'induction n'est nécessaire et possible que dans la mesure où l'espace des hypothèses accessibles à l'apprenti est limité et ne lui permet pas de représenter toute partition arbitraire de l'espace des exemples. Cette limitation sur l'espace des hypothèses considérées par l'apprenti est une forme de biais, déclaratif et statique, qui est ici un *biais de représentation*.

Il découle de cette remarque et du modèle d'apprenabilité défini précédemment que les questions les plus immédiates dans cette approche vont concerner la possibilité d'apprentissage (ou apprenabilité) en fonction (i) du concept cible, (ii) de l'espace des hypothèses, et donc des langages de représentation associés, ainsi que (iii) des entrées et (iv) du protocole d'apprentissage. En particulier les recherches au sein de ce modèle ont mis l'accent sur l'importance du biais de représentation dans ce qui est apprenable. Ainsi, la plupart des résultats obtenus, qu'ils soient positifs (possibilité d'apprenabilité) ou négatifs (impossibilité), concernent l'apprenabilité d'une classe de concepts (représentables suivant un certain langage) par une classe d'hypothèses (représentables dans un langage qui peut être identique ou différent).

Pour terminer ce panorama de l'approche théorique de l'apprentissage, on signalera des recherches récentes sur la généralisation en connexionnisme qui, au sein du paradigme bayesien, exploitent une analogie entre les réseaux de neurones et la physique statistique, et plus particulièrement entre l'erreur de généralisation et une énergie libre.

La recherche sur la théorie de l'apprentissage est donc très active, et si l'on a pu lui reprocher à ses débuts de ne fournir que des bornes d'échantillonnage extrêmement larges, elle s'attache maintenant à fournir des bornes plus précises, et pas seulement supérieures. Il reste cependant que la plupart des résultats sont de forme négatives (telle classe de concepts n'est pas apprenable sous telles conditions), et qu'ils concernent des classes de concepts jugés très (trop) simples par les praticiens. De même, les approches actuelles pêchent singulièrement en ce qui concerne la modélisation de l'apprentissage à partir de connaissances préalables, celles-ci ne pouvant prendre la forme que de biais de représentation ou de distributions particulières sur les exemples. Des travaux faisant la liaison entre apprentissage et problèmes de représentation des connaissances, notamment les logiques non monotones, doivent certainement être développés.



Région d'erreur : $h \oplus c$

Les Applications

L'apprentissage ne s'applique pas uniquement à des problèmes théoriques ou «jouets». Comme en témoignent les différents laboratoires présentés dans ce dossier, l'apprentissage s'applique dans des domaines aussi variés que la géologie (comme la détection de mouvements de terrains par l'IREMIA), la robotique (comme la commande de systèmes par l'ETCA), ou le génie logiciel (comme la correction de programmes au LISI),... L'apprentissage est également largement appliqué à la biologie (voir notamment les dossiers CRIL, IRISA, LIRMM et LIPN) et au traitement d'images (équipes LOFTI, ORION, OMLG).

On ne peut que constater, au travers de cette présentation de la recherche française, de la vaste étendue des domaines d'application de l'apprentissage, ce qui se retrouve de manière encore plus

Principales conférences nationales et internationales

ALT (Algorithmic Learning Theory) : Conférence annuelle sur les aspects formels de l'apprentissage, mais plus ouverte que COLT ou EuroCOLT. La première conférence date de 1990. Les actes sont publiés dans les Springer-Verlag Lecture Notes.

COLT (COmputational Learning Theory) : Conférence annuelle sur l'approche formelle de l'apprentissage. Rassemble les théoriciens du domaine. La première conférence date de 1988. La prochaine conférence sera probablement groupée avec ECML/ICML en juillet 1996. Les actes sont publiés par ACM Press.

ECML (European Conf. on Machine Learning) : Conférence annuelle générale sur l'apprentissage, essentiellement européenne. La première conférence date de 1986. La prochaine conférence est couplée avec ICML et aura lieu à Bari (Italie) en juillet 1996. Les actes sont publiés dans les Springer-Verlag Lecture Notes depuis 1991.

EuroCOLT (European Conf. on COLT) : Conférence bi-annuelle sur l'approche formelle de l'apprentissage. Essentiellement ouverte aux Européens. La première conférence date de 1993. Les actes sont publiés chez Oxford Univ. Press.

ICML (International Conf. on Machine Learning) : Conférence annuelle générale sur l'apprentissage, essentiellement américaine. La première conférence date de 1983, et la première conférence ouverte (pas sur invitation) de 1987. La prochaine conférence est couplée avec ECML et aura lieu à Bari (Italie) en juillet 1996. Les actes sont publiés chez Morgan Kaufmann.

DOSSIER APPRENTISSAGE

amplifiée sur le plan international. De ce fait, il serait impossible d'établir une liste complète de tous ces domaines. Il est cependant nécessaire de souligner que les systèmes de la lignée de ID3 (Quinlan, 86), technique classique de construction d'arbres de décision, sont à eux seuls à l'origine de la majorité des applications industrielles, dont de nombreuses applications médicales et biologiques. Ainsi, SKICAT (Fayyad et al., 95) est une des plus importantes réalisations récentes, effectuée à la NASA et consacrée à la classification d'objets astronomiques.

Parmi les nouvelles mouvances, de nombreuses applications sont issues actuellement de la programmation logique inductive, dont une application à la chimie moléculaire ayant fait l'objet d'une publication dans une revue de biologie (King et al., 92), le raisonnement par cas (voir dossier du Bull. 18) et l'apprentissage par renforcement. Enfin, il faut noter la découverte de connaissances dans les bases de données comme étant une source immense d'applications : issu à la fois de l'apprentissage symbolique, de l'analyse de données et des statistiques, ce domaine (appelé en anglais *Data Mining* ou *Knowledge Discovery in Databases*) est récent et connaît une forte croissance due à la prolifération des bases de données et à la difficulté d'y retrouver les informations jugées pertinentes qui s'y trouvent implicitement. L'enjeu est de faire coopérer les différentes techniques actuelles, notamment celles issues du connexionisme et de l'apprentissage symbolique, en vue de traiter de plus grandes quantités de données et provenant de sources multiples (voir KDD-list en encadré).

Sur le plan bibliographique, notons un dossier spécial de la revue *Applied Artificial Intelligence*, récemment publié sur les applications réelles de l'apprentissage (Vol 8, n°1, 1994). On y trouve en particulier, outre une nouvelle application d'ID3 à la construction aéronautique, une application intéressante d'apprentissage multi-stratégique (coopération d'une technique de classification et un algorithme de généralisation maximalement discriminante de type AQ) à l'analyse de documents, ainsi qu'une application originale d'une technique de généralisation en logique d'ordre 1 à la conception des VLSI. Enfin, à noter un livre à paraître sur la coopération de l'apprentissage et de l'acquisition des connaissances sous la direction de G. Tecuci et Y. Kodratoff (95).

Dans le cadre de ce bulletin, il est intéressant de se pencher sur les applications, nombreuses également, de l'apprentissage à l'intelligence artificielle. En effet, dans de nombreux problèmes, comme la classification, la conception et la planification, l'apprentissage a permis de compléter, de corriger, voire même d'acquérir automatiquement des connaissances. Nous présentons ainsi pour chacun de ces trois axes, les systèmes d'apprentissage complémentaires à des systèmes d'IA très connus.

Apprentissage appliqué à la classification et la prédiction

Une des composantes les plus importantes de l'intelligence est la capacité à classer les objets ou des évènements dans des classes connues. Les premiers systèmes comme MYCIN (Shortliffe and Buchanan, 1975) utilisent la classification de tâches, pour des problèmes de diagnostic. Michalski et Chilausky (1980) ont travaillé très tôt dans cette voie en utilisant une méthode d'induction de règles. Grâce à INDUCE 1.2, ils ont réussi à obtenir des diagnostics pour les maladies du soja comparables en précision à des experts humains. Quinlan et al. (1986) obtiennent des résultats similaires avec ID3, dans le domaine des maladies de la thyroïde. Jabbour, Riveros, Landsbergen et Meyer (1987) ont appliqué l'apprentissage à la prédiction de valeurs numériques, en particulier à la prédiction de la consommation électrique d'une région. Leur système ALFA utilise une variante de l'algorithme des k-plus proches voisins. ALFA est utilisé par la Niagra Mohawk Power Company avec une précision de prédiction d'environ 98 % à partir des mesures effectuées toutes les heures depuis 10 ans. ALFA effectue des prédictions comparables à celles des experts, mais répond seulement en deux minutes alors qu'il faut deux heures à un expert pour une prédiction.

suite page 22

Les JFA (Journées Francophones d'Apprentissage)

réunissent tous les ans une cinquantaine de personnes, pour la plupart chercheurs actifs du domaine. La formule des journées a peu à peu évoluée, avec une selection scientifique plus exigeante, un comité de programme international et le couplage avec deux autres conférences partageant des thèmes communs, donnant naissance aux JAVA (Journées Acquisition, Validation et Apprentissage).

Cependant, l'esprit de ces rencontres, la recherche d'une véritable animation de la communauté, est resté constant, favorisant des présentations avec des discussions conséquentes et des conférences invitées ouvrant les recherches dans le domaine sur les travaux d'autres disciplines pertinentes du point de vue des méthodes ou des applications.

Les domaines abordés vont d'aspects théoriques d'apprenabilité à des méthodes de discrimination symboliques-numériques, en passant par l'inférence grammaticale et la programmation logique inductive, avec un intérêt marqué pour le problème de la généralisation. Sans que cela procède d'une volonté du comité, on ne trouve actuellement que rarement des papiers sur le connexionnisme.

La dixième édition des JFA était présidée cette année par J. Nicolas et organisée par G. Bisson à Grenoble. Ont été particulièrement appréciées les conférences d'O. Gascuel sur les représentations arborées des proximités et de J.F. Puget sur l'Apprentissage et les Contraintes, ainsi que l'organisation d'une exposition de posters et démonstrations informelle permettant à chacun d'exprimer et de découvrir des travaux et projets variés se rapportant au domaine. Les prochaines journées seront présidées par O. Gascuel et organisées par J. Quinqueton à Montpellier.

J. Nicolas IRISA

DOSSIER APPRENTISSAGE

Projets et Réseaux Européens

MLT : Machine Learning Toolbox (projet ESPRIT P2154)
Durée : de 1989 à 1993
Coordinateur : Marc Uzinski, CGE, France.
11 partenaires - France : LRI -Orsay, Isoft - Orsay, CGE - Marcoussis.

Le projet a eu pour but de promouvoir l'utilisation de l'ASA dans l'industrie. La démarche suivie a été de (1) réaliser une «boîte à outils» comprenant 10 algorithmes d'apprentissage divers fonctionnant sur la même plate-forme sous la même interface utilisateur, communiquant dans un langage commun de représentation des connaissances, (2) traiter complètement une douzaine d'applications réelles dans des domaines industriels et médicaux, (3) proposer une méthodologie d'utilisation des techniques d'apprentissage.

ILP (ESPRIT III Basic Research Project No. 6020 Inductive Logic Programming)
Contact : M. Bruynooghe et L. De Raedt (Université Catholique de Leuven)
http://www.cs.kuleuven.ac.be/~ml/esprit/ilp6020.html

Partenaires : Université d'Oxford (S. Muggleton), Josef Stefan Institute de Ljubljana (I. Bratko), LRI- Université de Paris-Sud (C.Rouveirol), Université de Dortmund (K.Morik), Université de Turin, GMD (Bonn), Université de Stuttgart.

Le but de ce contrat est de développer à la fois des modèles d'apprentissage empirique de concepts fondés sur des concepts issus de Programmation Logique et une méthodologie d'évaluation et d'application propres aux systèmes d'apprentissage, en particulier en mettant en évidence et en explicitant leurs connaissances de contrôle.

ILPnet : The Inductive Logic Programming Pan-European Scientific Network.

Coordinateur : Nada Lavrac, Darko Zupanic
J. Stefan Institute, Jamova 39, 61111 Ljubljana, Slovénie.
Email : Nada.Lavrac, Darko.Zupanic@ijs.si
http://www-ai.ijs.si/ilpnet.html
durée : 3 ans à partir du 26 juillet 1993.
19 partenaires européens. En France : LRI (Orsay).

Le but du réseau scientifique ILPNET est de stimuler en Europe le développement, la coordination, la communication et l'échange de résultats et de personnes relatifs à la recherche en ILP ainsi que de répandre les résultats à une plus large communauté internationale. Sur le plan scientifique, le but du réseau ILPNET est de fournir une infrastructure pour la recherche actuelle en Europe en ILP, dont la plus grande partie est effectuée au sein du projet ILP décrit ci-dessus. En particulier, un des buts est de réaliser de nouveaux réseaux de communication et de les rendre accessibles aux chercheurs d'Europe Centrale et de l'Est concernés par ce domaine.

MLNet (European Network of Excellence in Machine learning)
Coordinateur : Derek Sleeman, Department of Computing Science, University of Aberdeen, King's College, Aberdeen AB9 2UE, Ecosse.
Email : mlnet, sleeman@csd.abdn.uk
ftp://ftp.gmd.de/MachineLearning/MLnet/MLnet.html
durée : 5 années à partir de 1993.

Actuellement le MLnet est composé de 10 noeuds principaux (le LRI en France) et de plus d'une trentaine de noeuds secondaires (du côté français, les industriels Alcatel, EDF, Isoft et les laboratoires LIA, LAFORIA et LIRMM) mais ce nombre est en expansion.
Principales activités : établissement d'un réseau de communication (dont le serveur ftp à GMD), contacts avec les industriels, organisation de workshops de familiarisation, création d'une base de données de tous les chercheurs européens travaillant en Apprentissage, collecte des différents cours effectués sur ce sujet. Un journal rend compte deux à trois fois par an des activités de ce réseau (MLnet NEWS).

LHM (Learning in Humans and Machines)
Coordinateur : Dr. Peter Reiman (Université de Fribourg, Allemagne)
(European Science Foundation).
http://www.di.unito.it/pub/WWW/lhm_programme/home.html

durée : 3 ans à partir de septembre 1994.
participants : une quarantaine de «senior scientists» et une vingtaine de «junior scientists» représentatifs de l'Intelligence Artificielle, de la psychologie cognitive, de la linguistique et de la philosophie.

Le but de ce programme est d'étudier l'apprentissage en conjuguant les approches de l'Intelligence Artificielle et des sciences humaines sur 5 thèmes : (1) les changements de représentation dans l'apprentissage, (2) l'apprentissage multi-objectifs avec des representations multiples, (3) les stratégies d'apprentissage et les effets de séquences, (4) l'apprentissage situé et transfert, (5) l'apprentissage collaboratif.

DOSSIER APPRENTISSAGE

Groupes de Travail en France

Projet Symbolique/Numérique au sein du PRC-IA.
Animateurs : O.Gascuel (LIRMM) et P.Callinari (LAFORIA)
Email : gascuel@lirmm.fr, gallinari@laforia.ibp.fr

Ce groupe de travail, organisé dans le cadre du PRC-IA, s'est terminé fin 1994. Durant 5 ans, il a réuni une trentaine de chercheurs issus à la fois de l'apprentissage symbolique et de l'analyse des données, et le travail a porté sur la comparaison des différentes techniques, notamment en discrimination. Un rapport de recherche peut être obtenu auprès des animateurs, et un numéro spécial de la Revue d'Intelligence Artificielle réunit des textes issus de travaux menés dans ce projet.

CogniSciences : Axe Apprentissage Humain et Apprentissage Machine
Animateurs : Andrée Tiberghien (CNRS, IRPEACS, Equipe COAST, ENS Lyon)
Durée 18 mois : 01/95 - 06/96
Nombre total de participants : 18 (environ 6 par thème)

Trois thèmes : (1) Problèmes d'appariements et incrémentalité en apprentissage, (2) Restructuration des connaissances , (3) Apprentissage collaboratif.
L'un des objectifs de cet axe est également d'établir un document comparant les approches de l'apprentissage par les différentes disciplines représentées de manière à favoriser la compréhension mutuelle et les coopérations futures.

Groupe de Travail et de Réflexion sur l'Apprentissage automatique.
Animateurs : D.A. Zighed, H. Paugam-Moisy
Email : Zighed@diogene.univ-lyon2.fr, Helene.Poigam-Moisy@lip.ens-Lyon.fr

Né il y a moins d'un an, ce groupe de travail est commun à l'AFCET et à l'AFIA. Il a pour but de réunir toutes les personnes intéressées par les différents aspects de l'apprentissage, non réduit à l'apprentissage symbolique. Il a déjà donné lieu à deux réunions lors du premier semestre 1995. A suivre ...

Groupe de Travail Intelligence Artificielle, Statistique et Probabilité.
Animatrice : Irina Tchoumatchenko (LAFORIA)
Email : irina@laforia.ibp.fr

Créé cette année, ce groupe de travail a déjà donné lieu à 5 réunions à Paris au Laforia. Les sujets de discussion de ce groupe portent sur l'étude critique des méthodes statistiques et probabilistes, l'étude comparative des applications de ces méthodes pour divers problèmes d'IA, le développement de nouveaux algorithmes hybrides ainsi que de nouveaux algorithmes pour des problèmes spécifiques. Une page html décrit ce groupe dont l'accès par web est : http:www-laforia.ibp.fr/irina1/ai-stat.html

Apprentissage pour la configuration et la conception
Un autre aspect important de l'intelligence est la capacité à configurer et à créer de nouvelles situations ou de nouveaux systèmes qui vérifient certaines spécifications données. Un des systèmes experts les plus connus dans ce domaine est *XCon* (Bachant and Soloway, 1989), qui configure des ordinateurs. *XCon* fait appel à des milliers de règles, dont la maintenance seule requiert des efforts permanents en introduisant en outre des erreurs. Récemment, Schlimmer (1991) a proposé un système d'apprentissage CARPER permettant de détecter de telles erreurs. Pour chaque attribut rencontré dans la base de connaissance de *XCon*, son système CARPER construit un arbre de décision qui prédit la valeur de cet attribut en fonction des valeurs des autres attributs. Ensuite, le système compare sur les exemples, les valeurs prédites et celles réellement utiisées, les différences étant soumises pour vérification aux ingénieurs cogniticiens. Sur une partie de la base de *XCon* qui décrit 80 unités centrales, CARPER a détecté environ 20 erreurs dont un tiers ont été jugées importantes par les ingénieurs de DEC et ont nécessité des corrections.

Apprentissage appliqué à la planification et à l'ordonnancement
Pour atteindre des objectifs, un agent intelligent doit être capable de planifier, c'est à dire de sélectionner et d'ordonner des actions dans un environnement. L'ordonnancement est une tâche relativement proche de la planification, mais généralement on connaît les actions et on souhaite leur affecter un ordre et une durée. Depuis des années, de nombreux systèmes ont été développés, tels que GPS et STRIPS. La planification, comme la conception ou la classification soulève des problèmes d'explosion combinatoire, auxquels une réponse peut être apportée grâce à l'apprentissage afin d'acquérir des connaissances auprès de l'expert. Minton (1990) a réalisé un des systèmes les plus connus dédiés à cet axe : PRODIGY. Ce système recherche au départ les plans les plus utiles, puis apprend des règles de contrôle pour la sélection des opérateurs et des états en se basant sur ses succès et échecs. Les résultats de Minton montrent bien l'apport réel de l'apprentissage pour la planification.

DOSSIER APPRENTISSAGE

Perspectives

Sur le plan empirique, les recherches actuelles portent notamment sur l'apprentissage dans des environnements réels, impliquant par exemple de très nombreuses données (e.g. travaux sur le génome), éventuellement bruitées, dans certains cas une théorie du domaine en évolution, et de plus en plus des exigences d'intelligibilité des résultats.

Sur le plan théorique, tandis que des efforts sont faits pour rapprocher les modèles théoriques de la réalité et fournir des conditions d'apprenabilité et des bornes de complexité en échantillon et en temps plus précises et plus réalistes, la formalisation et la prise en compte de nouvelles formes d'apprentissage et de nouveaux protocoles se poursuivent : apprentissage par renforcement, modélisation du professeur idéal, apprentissage en environnement dynamique, apprentissage actif, apprentissage multi-stratégies, extension à des langages plus complexes (réseaux sémantiques par exemple), etc.
Les questions sont nombreuses et les applications potentiellement très importantes. Le nombre de chercheurs travaillant sur l'apprentissage ne cesse de croître de même que sa représentativité au sein de l'IA comme en témoigne le nombre de papiers dédiés à ce thème dans les grandes conférences générales (plus de 20% des papiers à IJCAI-93).

A. Cornuéjols, M. Moulet, R. Vincent

Bibliographie du texte

Bachant J., Soloway E. The engineering of XCon, Communications of ACM 32:pp 311-317, 1989.
Botta M., Saitta L., Brancadori F., De Marchi D., Radicchi S. Automatic Construction of Second Generation Diagnostic Expert Systems, International Journal of Expert Systems 4, 389-400, 1992.
Buchanan B.G., Feigenbaum E.A. Dendral and Meta-Dendral: their application dimension. Artificial Intelligence, Vol 11, North-Holland, pp 5-24, 1978.
Fayyad U.M., Weir N., Djogorvski S. SKICAT: a machine learning system for automated cataloging of large scale sky surveys. In Proceedings of the Tenth International Conference on Machine Learning, Morgan Kauffman, 1993.
Fayyad U.M., Roden J.C., Weir N., Djogorvski S. Automated Sky Survey Cataloging and Analysis: The SKICAT System, in Fielded Applications of Machine Learning, Langley P. and Kodratoff Y. (Eds.), to appear, 1995.
Gold E. Language identification in the limit. Information and Control, 16:447-474, 1967.
Jabbour K., Riveros J. F. V., Landsbergen D., Meyer W. ALFA: Automated load for forecasting assistant. Proceeding of IEEE Power Engineering Society Summer Meeting, 1987.
Lenat D.B. EURISKO : A program that learns new heuristics and domain concepts. Artificial Intelligence 21, pp 61-98, 1983.
Michalski R. S., Chilausky R. L. Learning by being told and learning from examples: An experimental comparaison of two methods of knowledge acquisition in the context of developing an expert system for soybean disease diagnosis. International Journal of Policy Analysis and Information Systems, 1980.
Miller C. A., R. Levi K. R. «A Machine Learning Approach to Knowledge-Based Software Engineering.» in Machine Learning and Knowledge Acquisition: Integrated Approaches, Tecuci G., Kodratoff Y. (Eds.), Academic Press 1995.
Minton S. Quantitative results concerning the utility of Explanation-Based Learning, Artificial Intelligence 42: 363-391, 1990.
Quinlan J. R., Compton P., Horn K. A., Lazarus L. Inductive knowledge acquisition: A case study, Proceeding of the Second Australian Conference on Applications of Expert Systems., Sydney, 1986.
Samuel A.L. Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers. Computers and Thought, E.A. Feigenbaum and J. Feldman (Eds), McGraw-Hill, New York, pp 71-105, 1963.
Schlimmer J. C. Learning meta-knowledge for database checking. Proceeding of the Ninth International Conference of Artificial Intelligence, AAAI Press, pp. 335-340, 1991.
Shortliffe E., Buchanan B. G. A model of inexact reasoning in medecine, Mathematical Biosciences 23: 351-379, 1975.
Tecuci P., Kodratoff Y. (Eds) Machine Learning and Knowledge Acquisition: Integrated Approaches, Academic Press, 1995.
Winston P.H. Learning Structural Descriptions from Examples. The Psychology of Computer Vision, Winston P.H. (Ed), Chapter 5, McGraw-Hill, 1975.

DOSSIER APPRENTISSAGE

Glossaire

Apprentissage supervisé : Lorsque le système apprend à partir d'*exemples* fournis par un «professeur» et doit identifier la loi qui permet de prédire la classe d'un exemple à partir des mesures le caractérisant.

Apprentissage non supervisé : Lorsque le système apprend à partir d'*observations* et doit chercher des régularités (par exemple des concepts (nuages de points) ou des lois) au sein des données.

Biais : Toute connaissance qui restreint l'ensemble des hypothèses à envisager. On distingue en particulier le *biais de représentation* lié au langage de représentation des hypothèses, le *biais de préférence* qui induit un ordre de préférence (fondé par exemple sur la simplicité), le *biais de contrôle* dû à la stratégie d'exploration de l'espace d'hypothèses.

Concept / Hypothèse : Système de critères permettant de «reconnaître» des observations comme instance ou non du concept. On assimile souvent l'espace de concepts et l'espace d'hypothèses, mais ils ne sont pas nécessairement identiques.

Exemple : Observation étiquetée par un concept ou une classe grâce à un professeur. Lorsqu'il y un seul concept, on parle d'exemples positifs et d'exemples négatifs ou contre-exemples.

Formation de concept : Voir *apprentissage non supervisé*.

Induction : Se rapporte à la dérivation de lois générales à partir d'observations ou d'exemples particuliers. Une induction ne peut pas faire l'objet d'une preuve, mais peut être infirmée. La grande majorité de ce que nous savons par notre expérience quotidienne et par nos expériences scientifiques est de nature inductive. C'est pourquoi une grande partie des recherches en apprentissage automatique est orientée vers l'automatisation de l'induction sous toutes ses formes.

Inférence inductive : Processus par lequel un apprenti, connaissant a priori les classes possibles de concepts et faisant des mesures sur une forme, identifie le concept correspondant.

Induction constructive : Lorsque le système d'apprentissage est capable d'augmenter le langage de représentation des hypothèses.

Apprentissage PAC : Apprentissage Probablement Approximativement Correct. Approche formelle de l'apprentissage l'assimilant à l'approximation en temps polynomial d'un concept cible étant donnés une suite d'exemples tirés aléatoirement et des critères d'erreur et de confiance.

Généralisation : Forme d'apprentissage où l'on cherche une hypothèse permettant de «couvrir» les exemples positifs et d'exclure les exemples négatifs.

EBL (Apprentissage par Explications) : Dans sa forme pure, apprentissage supervisé de type déductif qui apprend à partir d'un très petit nombre d'exemples. Le principe est d'utiliser une riche connaissance du domaine pour chercher une explication causale prouvant pour chaque exemple son appartenance à une classe de concepts.

Observation : Ensemble de mesures correspondant à un «objet» ou «forme».

SBL (Apprentissage à partir des similarités) : Apprentissage empirique dont le résultat, issu d'en ensemble d'exemples, est une expression de leurs point communs, de leurs caractéristiques similaires.

Bibliographie Générale

Boucheron S. *Théorie de l'apprentissage. De l'approche formelle aux enjeux cognitifs.* Hermès, 1992.

DeJong G., Mooney R. Explanation-Based Learning: An Alternative View. In *Machine Learning*, 1:145-176, 1986.

Fisher D. Knowledge Acquisition via Incremental Conceptual Clustering. In *Machine Learning*, 2: 139-172, 1987.

Kaelbling L.P. *Learning in Embedded Systems.* MIT Press, 1993.

Kodratoff Y. *Leçons d'apprentissage symbolique.* Cépaduès, Toulouse, 1986.

Lavrac N., Dzeroski S. *Inductive Logic Programming : Techniques and Applications*, Ellis Horwood series on Artificial Intelligence, 1994.

Machine Learning, LA revue qui fait référence dans le domaine.

Michalski R.M., Carbonell J., Mitchell T., Kodratoff Y. (Eds) *Apprentissage symbolique : Une approche de l'Intelligence Artificielle.* Cépaduès-Editions, 1993. Reprise partielle et traduction de chapitres pris dans Michalski, Carbonell & Mitchell (eds pour les vol. 1 & 2), Kodratoff & Michalski (vol. 3): *Machine Learning: An Artificial Intelligence Approach*, (vol.1) Tioga, 1983, (vol.2 & vol.3) Morgan Kaufmann 1986 & 1990.

Mitchell T. Generalization as Search. In Artificial Intelligence, 18:203-226, 1982.

Mitchell T, Keller R., Kedar-Cabelli S. Explanation-Based Generalization: A Unifying View. In *Machine Learning*, 1, 1986.

Morik K., Wrobel S., Kietz J., Emde W. *Knowledge Acquisition and Machine Learning*. Academic Press, London, 1993.

Morik K. Applications of Machine Learning, in Wetter (ed.) *Current Developments in Knowledge Acquisition*. Springer-Verlag, 1992.

Muggleton, S. (Ed) *Inductive Logic Programming*, The APIC Series, n° 38, Academic Press, 1992.

Quinlan J. Induction of Decision Trees. In *Machine Learning* 1:81-106, 1986.

Shavlik J., Dietterich T. (Eds) *Readings in Machine Learning*. Morgan Kaufmann, 1990.

Valiant, L. A Theory of the Learnable. *Communications of the ACM*, Vol.27:1134-1142, 1984.

DOSSIER APPRENTISSAGE

Présentation des équipes

Liste des laboratoires présentés :

CRI (Paris I)
CRIL (Lens)
E3i (Tours)
Evolution Artificielle et Apprentissage (Ecole Polytechnique)
ERIC (Lyon 2)
ETCA (Arcueil)
ICOG (Pau)
INRIA :
Projet ORION (Sophia)
Projet REPCO (Rennes)
Projet SHERPA (Grenoble)
IREMIA (Ile de la Reunion)
IRESTE (Nantes)
LAFORIA (Paris VI)
LIFO (Orléans)
LIPN (Paris XIII)
LIRMM (Montpellier)
LISI (Lyon 1)
LIUAPV (Avignon)
LRI (Paris XI)
Katholic University of Leuven (Belgique)
OMLG (Ottawa)

CRI ; Centre de Recherche en Informatique

Responsable: Colette Rolland
Contacts: Nicolas Prat, Georges Grosz
Université de Paris I
17, rue de Tolbiac
75013 Paris
Tél.: (1) 44 24 93 65 Fax: (1) 45 86 76 66
Email: prat@lamsade.dauphine.fr, grosz@masi.ibp.fr

Thèmes de recherche

L'activité de recherche du CRI porte sur la conception des systèmes d'information et plus spécifiquement sur l'ingénierie des besoins. L'ingénierie des besoins, première phase dans la conception d'un système d'information, aboutit à une spécification de haut niveau du système d'information, sous forme de schéma conceptuel. Cette phase est généralement supportée par des ateliers de génie logiciel.
Les ateliers de génie logiciel actuels sont avant tout des gestionnaires de spécifications. Ils ne sont pas intelligents en ce sens qu'ils n'apportent pas une aide efficace durant le processus de production de schéma conceptuel. Un objectif majeur des recherches effectuées au CRI est de guider le concepteur durant le processus d'ingénierie des besoins. A cet effet, un méta-modèle de processus, qui permet de modéliser tout processus d'ingénierie des besoins, a été développé dans l'équipe. Ce méta-modèle, dont une première version est présentée dans (Grosz, 90), est utilisé dans le système expert ALECSI (Atelier Logiciel Expert en Conception de Système d'Information).
Le méta-modèle de processus a été raffiné (Rolland, 94). Ce méta-modèle met l'accent sur l'aspect décisionnel du processus d'ingénierie des besoins. La notion centrale du méta-modèle est le concept de contexte. Un contexte est l'association d'une situation et d'une décision prise sur cette situation.

Projet ESPRIT NATURE (Novel Approaches to Theories Underlying Requirements Engineering).

Ce projet utilise le méta-modèle de processus du CRI ainsi que le méta-modèle de produit associé (Schmitt, 93). Il vise à proposer un outil intégré d'ingénierie des besoins. Un prototype est en cours de développement dans l'équipe.

L'outil repose sur un dictionnaire à trois niveaux d'abstraction:
- Le niveau supérieur est constitué du méta-modèle de processus défini par le CRI. Par instanciation du méta-modèle, il est possible de décrire toute méthode d'ingénierie des besoins (modèle de processus), par exemple la méthode MERISE. Plus généralement, le méta-modèle permet de décrire tout processus de décision.
- Au niveau intermédiaire sont définis les modèles de processus (méthodes).
- Au niveau inférieur, les traces de processus sont enregistrées. Une trace reflète l'utilisation effective d'un modèle de processus donné pour une application donnée. Il y a une trace pour chaque application développée. La trace mémorise ce qui se passe lors du développement de l'application, pourquoi et quand cela se passe, ainsi que les transformations opérées sur le produit. Lorsque l'ingénieur d'application suit à la lettre les recommandations du modèle de processus, la trace est une instance de celui-ci. Cependant, l'ingénieur d'application a la possibilité de «diverger», c'est-à-dire qu'il n'est pas obligé de se conformer au modèle de processus. Il peut par exemple prendre une décision non prévue dans le modèle. Les divergences, dont l'étude permettra d'améliorer le modèle de processus, sont enregistrées dans la trace.

L'architecture de l'outil s'articule autour du dictionnaire. Elle comprend quatre modules:
- un module qui permet de définir des modèles de processus par instanciation du méta-modèle,
- un module qui guide l'ingénieur d'application dans le processus de développement, en s'appuyant sur le modèle de processus utilisé,
- un module d'enregistrement des traces,
- un module d'apprentissage.

Apprentissage à partir de traces

Le module d'apprentissage permet d'améliorer une méthode par réutilisation des traces produites lors de l'utilisation de cette méthode (Jarke, 94). Il s'agit donc d'une forme d'apprentissage par l'expérience, puisque les traces indiquent comment la méthode a été effectivement utilisée.
Dans NATURE, le processus d'apprentissage est considéré comme un processus de décision, qui peut à ce titre être décrit par instanciation du méta-modèle de processus. Même si le processus d'apprentissage ne peut pas être totalement

DOSSIER APPRENTISSAGE

automatisé, il peut être facilité et rendu plus efficace par l'utilisation de techniques d'apprentissage automatique. Nous adaptons donc ces techniques à notre problème, en nous inspirant particulièrement des techniques d'apprentissage inductif, puisqu'il s'agit, à partir de traces (niveau d'abstraction inférieur) d'améliorer des méthodes (niveau d'abstraction intermédiaire).
Nous faisons dans NATURE la distinction entre l'apprentissage par divergences, sur lequel nous nous focalisons actuellement, et l'apprentissage par statistiques. L'apprentissage par statistiques consiste à détecter des régularités dans l'utilisation de la méthode (c'est-à-dire dans la trace) et éventuellement à modifier la méthode en prenant en compte ces régularités. L'apprentissage par divergences consiste à étudier les divergences une par une, et éventuellement à les prendre en compte pour améliorer la méthode. Ce type d'apprentissage utilise surtout des techniques d'apprentissage symbolique, contrairement à l'apprentissage par statistiques qui utilise des techniques numériques.

Bibliographie

Grosz G., Rolland C. Using artificial intelligence techniques to formalize the information system design process, *DEXA'90*, Vienne, Autriche, 1990.
Jarke M., Pohl K., Rolland C., Schmitt J.R. Experience-based method evaluation and improvement: a process modeling approach, *CRIS'94* (IFIP WG 8.1), Maastricht, Pays-Bas, 1994.
Rolland C. Reformuler les démarches de conception des systèmes d'information, *Ingénierie des Systèmes d'Information*, volume 2, numéro 6, 1994.
Schmitt J.R. Product modeling for requirements engineering process modeling, *ISDP'93* (IFIP WG 8.1), Como, 1993.

CRIL
Centre de Recherche en Informatique de Lens

Contacts : Engelbert Mephu Nguifo, Brigitte Bessant, Eric Grégoire
Rue de l'Université SP 16
62307 Lens cédex
Tél: 21 79 32 55 / 53 Fax: 21 79 32 40
Email: {mephu, bessant, gregoire}@lens.lifl.fr

Le CRIL est un centre de recherche en création de l'Université nouvelle d'Artois. Son thème fédérateur de recherches concerne les *outils logiques et formels de l'informatique*. A cet égard, différents travaux sont effectués dans le domaine de l'apprentissage symbolique automatique.

Thème de Recherche : Apprentissage et Logique

Nos recherches sur l'apprentissage concernent plusieurs aspects :
- La conception et l'implantation des systèmes d'apprentissage automatique. Ce travail a donné naissance au système d'apprentissage de concepts à partir d'exemples : LEGAL. Ce système symbolique est basé sur une description attribut/valeur et utilise le principe de la correspondance de Galois pour structurer la connaissance apprise. A partir de cette connaissance, LEGAL utilise deux mécanismes de raisonnement (empirisme et analogie) pour reconnaître de nouvelles données. LEGAL est également doté d'un mécanisme d'explication du raisonnement qui s'appuie sur le principe des objections en interaction avec un usager. LEGAL a été évalué sur des problèmes de biologie et d'archéologie.
- La définition de cadres logiques non standards pour l'apprentissage automatique (notamment intuitionnistes et non monotones).
- La définition du concept de *nouveauté* apportée par des informations au sujet d'un thème.
- L'analyse des fondements logiques des procédés de généralisation et de spécialisation.

Projets en cours :

-Etude critique des différents schémas de généralisation inductive et déductive.
-Poursuite de l'expérimentation de LEGAL dans le domaine de la biologie.
-Amélioration de l'interaction usager-LEGAL durant la phase d'explication. Ce projet va bénéficier des résultats du groupe de travail "Collaborative Learning " du projet européen "Learning in Human Sciences" auquel nous participons. L'un des buts principaux de ce groupe est de cerner et de définir les mécanismes qui régissent la collaboration en Apprentissage.
-Incorporation dans LEGAL d'un mécanisme de révision des connaissances.

Bibliographie

Besnard Ph., Grégoire E. Deductive Generalization in a default logic setting, In *Proc. of 2nd Intl. Workshop on Nonmonotonic and Inductive logics*, Brewka *et al.* (eds) p.141-152, LNCS 659, Springer Verlag, 1993.
Besnard Ph., Grégoire E. About Deductive Generalization, In *Proc. of 2nd European Workshop on Logic in AI* (JELIA), D. Pearce and G. Wagner *et al.* (eds) p.212-231, LNCS 633, Springer Verlag, 1992.
Mephu Nguifo E. Galois Lattice: A Framework for Concept Learning. Design, Evaluation and Refinement, In *Proc. of 6th Intl. Conf. on Tools with AI* (ICTAI), p.461-467, New Orleans, November 6-9th, IEEE Press, 1994.
Mephu Nguifo E. LEGAL-E: une Méthode d'Apprentissage de Concepts à partir d'Exemples, basée sur le Treillis de Galois, *Maths., Informatique et Sci. Hum.*, 124:19-38, Eds. CAMS, EHESS, 31ème année, 1994.
Mephu Nguifo E., Sallantin J. Prediction of Primate Splice Junction Gene Sequences with a Cooperative Knowledge Acquisition System, In *Proc. of 1st Intl. Conf. on Intelligent Systems for Molecular Biology (ISMB)*, p.292-300, AAAI Press, 1993.

DOSSIER APPRENTISSAGE

E3i Tours
Ecole d'Ingénieurs en Informatique pour l'Industrie

Laboratoire d'Informatique, Equipe Reconnaissance des formes et Analyse d'images

Responsable : Jean-Pierre Asselin de Beauville
Université de Tours,
64, Avenue Jean Portalis, Technopole Boîte No 4,
37913 Tours Cedex 9
Tél : 47 36 14 14 Fax : 47 36 14 22
Email : asselin@univ-tours.fr

Le laboratoire d'Informatique est constitué d'une équipe *Ordonnancement et Conduite* dirigée par Christian Proust et d'une équipe *Reconnaissance des formes et Analyse d'images* dirigée par Jean-Pierre Asselin de Beauville qui s'intéresse aux techniques d'apprentissage utilisant les algorithmes génétiques. Cette équipe est constituée de 10 enseignants chercheurs, 6 thésards et d'environ 20 stagiaires (étudiants ingénieurs en dernière année et DEA). Elle aborde des thèmes de recherche généraux comme la classification (par réseaux de neurones, par des méthodes géométriques, statistiques), la vision par ordinateur, mais aussi des thèmes plus spécifiques comme l'apprentissage par algorithmes génétiques ou comme les chaînes de Markov.

Thème de Recherche : Techniques d'apprentissage utilisant les algorithmes génétiques.

Ces algorithmes modélisent les mécanismes de l'évolution naturelle et ont des potentialités intéressantes pour les problématiques de l'apprentissage (Holland, 86) (Venturini, 95). Ils peuvent manipuler des connaissances symboliques comme des règles ou des fonctions Lisp. Ils nécessitent peu d'hypothèses sur les critères que l'on cherche à maximiser lors de l'apprentissage et peuvent traiter des problèmes de classification, de discrimination ou d'apprentissage par renforcement. Enfin, ils peuvent être facilement parallélisés.
Les problématiques suivantes sont étudiées :

- *l'apprentissage de règles en attribut/valeur et en ordre 1* (G. Venturini en collaboration avec l'Equipe Inférence et Apprentissage du LRI à Orsay). Le but est de découvrir des règles à partir d'une base de données. L'algorithme génétique est utilisé comme algorithme de recherche dans le principe de recouvrement de l'algorithme AQ (Venturini, 94).
- *la découverte interactive de connaissances symboliques dans une base de données* (G. Venturini et D. Montalibet). Le but est d'analyser de manière exploratoire une base de données. La programmation génétique (Koza, 89) est utilisée conjointement à un algorithme génétique interactif. Cet algorithme propose sous forme graphique à l'utilisateur de nouveaux descripteurs représentés par des fonctions Lisp. L'utilisateur sélectionne les représentations graphiques des données les plus informatives en vue de les améliorer.
- *la classification floue de données* (F Kettaf, N. Boujemaa, G. Venturini, J.-P. Asselin de Beauville). Le but est de regrouper des objets en un nombre de classes a priori inconnu. Un algorithme génétique est utilisé pour découvrir une classification maximisant des critères d'appartenance flous.

Bibliographie

Holland J.H. Escaping brittleness: the possibilities of general-purpose learning algorithms applied to parallel rule-based systems, *Machine Learning: an AI approach, volume 2*, R.S. Michalski, T.M. Mitchell, J.G. Carbonell et Y. Kodratoff (Eds), Morgan Kaufmann, pp 593-623, 1986.
Koza J.R. Hierarchical genetic algorithm operating on populations of computer programs, *Proceedings of the 11th International Joint Conference on Artificial Intelligence*, Morgan Kaufmann, pp 768-774, 1989.
Venturini G. Apprentissage adaptatif et apprentissage supervisé par algorithme génétique, *Thèse de doctorat*, Université de Paris XI, Orsay, 1994.
Venturini G. Survol des applications des algorithmes génétiques à l'apprentissage, *Revue d'Intelligence Artificielle*, 1995, à paraître.

Equipe Evolution Artificielle et Apprentissage

Contact : Michèle Sebag
Ecole Polytechnique
91128 Palaiseau
Tél : 69 33 46 19 Fax : 69 33 30 11
Email : sebag@xela.polytechnique.fr
http://blanche.polytechnique.fr/www.eeaax/eeaax.html
ftp ://blanche.polytechnique.fr/pub/eark/papers

Cette équipe est commune au Centre de Mathématique Appliquée et au Laboratoire de Mécanique des Solides de l'Ecole Polytechnique. Sa particularité consiste à confronter les techniques issues de l'IA aux multiples problèmes posés par le Calcul Scientifique (identification de lois physiques, calcul par éléments finis, contrôle de processus, conception optimisée,...) L'équipe comprend 2 chercheurs et 7 thésards.
A ses débuts, notre équipe, financée par un groupe d'industriels, a travaillé sur l'Apprentissage Automatique pour les problèmes techniques. Ces problèmes ont orienté la recherche vers l'élaboration d'algorithmes logiques capables de traiter des données numériques, de résister au bruit et aux données manquantes; par ailleurs la distribution des données pénalise souvent les techniques d'arbres de décisions. Nous avons développé des algorithmes de génération de règles redondantes (Sebag et Schoenauer, 90) (Sebag, 94), permettant en particulier l'induction de similarités (Sebag et Schoenauer, 94).
Dans un second temps, les problèmes d'apprentissage tendent à évoluer vers des problèmes d'optimisation. Ainsi, après avoir appris à diagnostiquer les rebuts d'un processus de fabrication, la question devient naturellement de savoir

DOSSIER APPRENTISSAGE

régler le processus, de façon à minimiser le taux de rebut. Etant données les fonctions à optimiser (souvent données par algorithme), nous nous sommes intéressés aux algorithmes génétiques et à l'optimisation sous contraintes (Schoenauer M., Xanthakis, 93), et plus généralement, aux algorithmes d'évolution artificielle. Nous avons notamment contribué à organiser les premières Journées Evolution Artificielle (Toulouse, sept. 94 et Brest, sept. 95).
Les centres d'intérêt actuels de l'équipe concernent:
- l'optimisation de formes par techniques évolutionnistes;
- l'identification de lois physiques par programmation génétique et par réseaux neuro-génétiques;
- l'apprentissage par contraintes;
- le contrôle des opérateurs d'évolution par apprentissage.

Bibliographie

Sebag M. Schoenauer M. Incremental learning of rules and meta-rules. In Porter B. and Mooney R., editors, *Proceedings of ICML-90, International Conference on Machine Learning*, Morgan Kaufmann, 1990.
Sebag M. A constraint-based induction algorithm in FOL. In Cohen W. and H. Hirsh, editors, *Proceedings of ICML-94, International Conference on Machine Learning*, pages 275—283. Morgan Kaufmann, 1994.
Sebag M. Schoenauer M. A rule-based similarity measure. In S. Wess and K.-D. Althoff and M. M. Richter, editors, *Topics in CBR*, pages 119—130. Springer Verlag, LNCS, LNAI 837, 1994.
Schoenauer M., Xanthakis S. Constrained GA optimization. In Forrest S., editor, *Proceedings of ICGA-93, International Conference on Genetic Algorithms*. Morgan Kaufmann, 1993.

ERIC - Equipe de Recherche en Ingénierie des Connaissances

Contact : Abdelkader Djamel Zighed
Bât. L, Université Lumière Lyon 2
5 av. Pierre Mendès-France
69676 Bron
Tél. (33) 78 77 23 23 poste 2569
Email : zighed@diogene.univ-lyon2.fr
Ftp : ftp.univ-lyon2.fr (anonymous) /pub/pc/eric

Composition de l'équipe : O. Boussaid, E. Chettouh, M. Grange, B. Payri, S. Rabaseda, M. Sebban, J. Viallaneix, D.A. Zighed.

Thèmes de recherche
ERIC-Lyon existe depuis 1994 et s'intéresse à divers aspects liés à l'Ingénierie des Connaissances et plus particulièrement aux problèmes de représentation, de production et d'utilisation des connaissances par des machines. Parmi les méthodologies employées pour produire des connaissances, l'apprentissage machine occupe une place prépondérante. Dans ce domaine, ERIC-Lyon développe deux axes de recherche. Le premier concerne les arbres de décision et de manière plus générale les graphes d'induction. Le second vise la mise au point de nouvelles techniques d'apprentissage numériques utilisant des modèles issus de la géométrie algorithmique et des concepts dérivés de la topologie : la prétopologie. Nos travaux se préoccupent tout aussi bien des fondements théoriques que du développement d'outils informatiques et de leurs applications dans divers secteurs : industrie, médecine, sciences sociales,...

Le projet SYGAR.
Ce projet devra déboucher sur un SYstème de Génération Automatique de Règles (SYGAR). Ce dernier devra, à partir d'une base d'exemples caractérisés par des données numériques/ symboliques, générer un graphe d'induction qui sera ensuite transformé en règles de production optimisées. SYGAR sera interfacé avec un système à base de connaissances pouvant recevoir et utiliser les règles produites.
Une application est actuellement en cours. Elle vise l'utilisation de SYGAR pour produire des règles pouvant aider à la modélisation de la marche humaine. Un fichier d'apprentissage a été constitué par le Laboratoire d'Analyse du Mouvement de l'Hôpital Henri Gabrielle de St Genis Laval (Rhône), et est en cours d'exploitation. Cette application permettra aux spécialistes de la rééducation de mettre au point un système expert d'analyse de la marche. Celui-ci sera alimenté à la fois par les connaissances des spécialistes et par les résultats produits par apprentissage à partir de cas avec SYGAR.

Les approches géométriques en apprentissage.
Dans les problèmes de reconnaissance de formes supervisée, nous cherchons à identifier un modèle pour prédire la classe d'appartenance y_j inconnue d'un individu ω_j connaissant sa représentation $X(\omega_j)$. Pour cela, de nombreuses méthodes utilisent une approche bayésienne. Ainsi, l'individu ω_j sera affecté à la classe y_i la plus probable : $P(y_i/X(\omega_j))=Max_k P(y_k/ X(\omega_j))$.

En dehors de toute hypothèse statistique sur les distributions conditionnelles $P(X/y_k)$, ces quantités sont estimées localement par des méthodes non paramétriques. Parmi les plus connues, on peut citer les fenêtres de Parzen et les K-plus-proches-voisins. Bien que possédant des propriétés théoriques intéressantes, leur mise en oeuvre pratique s'avère très souvent délicate. En effet, le choix de la taille de la fenêtre ou du paramètre k n'est pas évident sur des cas réels. Pour éviter cela, nous avons utilisé d'autres types de voisinage essentiellement issus de la géométrie algorithmique comme les polyèdres de Delaunay, les graphes de Gabriel, ou les graphes des voisins relatifs.

Outre la mise au point de programmes de construction de ces graphes dans $\Re P$, nous proposons une nouvelle approche baptisée " réseaux de cooptation ". Cette recherche s'inscrit en fait dans un contexte plus vaste de sciences cognitives et a pour but de contribuer à la réalisation de système de perception intelligents. En collaboration avec des neuropsychologues et des neurophysiologistes, nous effectuons une expérimentation dans le domaine de l'olfaction humaine.

DOSSIER APPRENTISSAGE

Bibliographie

Rabaseda-Loudcher S. Génération automatique de règles par induction à partir de données numériques-symboliques. *Mémoire de DEA*, INSA de Lyon, 1994.
Sébban M. Apport de la géométrie computationnelle à la reconnaissance des formes. *Mémoire de DEA*, E.N.S. de Lyon, 1994.
Amghar-Boubakeur S. Nouvelle proposition pour le classement : le Vote Universel (VU) et le modèle logit-probit à travers une formalisation prétopologique. *Thèse Université Lyon 1*, 1995.
Belmandt Z. *Manuel de prétopologie*, Hermes, 1993.
Amghar S., Zighed A. D. The Universal Vote : a new criterion of classification. *Proceedings Tenth ICSE*, Coventry, 1994.
Zighed A.D., Auray J.P., Duru G. *SIPINA : méthode et logiciel*, Lacassagne (Ed), 1992.

ETCA
Etablissement Technique Central de l'Armement)
Equipe Commande Intelligente et Apprentissage.

Contact : Dominique Luzeaux
Centre de Recherches et d'Etudes d'Arcueil
Laboratoire Système de Perception
16bis, av. Prieur de la Cote d'Or
94114 Arcueil Cedex

Tél : (1) 42 31 99 02
Email : luzeaux@etca.fr

Composition de l'équipe : E. Martin, S. Meunier, O. Sigaud, J.-F. Antoniotti.

Thèmes de recherche.

Le cadre général de nos recherches est l'apprentissage de la commande de systèmes. Plus précisément, on suppose donné un système a priori inconnu avec des entrées et des sorties, les entrées pouvant être gouvernées via des actionneurs et les sorties mesurées par des capteurs. Il s'agit alors de commander le système, i.e. d'atteindre des sorties désirées en adaptant au cours du temps les entrées. L'apprentissage intervient de manière naturelle car le système et a fortiori les relations entrées-sorties sont initialement inconnues. Il s'agit donc d'apprendre à identifier le système, ainsi que l'environnement au sein duquel il évolue, puis il convient d'apprendre une loi de commande qui permette ensuite au système d'atteindre l'objectif fixé. Parmi les applications potentielles, on trouve la robotique.

Les grands domaines de l'apprentissage que nous avons été amenés à aborder sont donc *l'identification* (avec en particulier les problèmes particuliers de l'inférence grammaticale régulière), *l'acquisition de connaissance* et les problèmes de *changement de représentation* numérique/symbolique et symbolique/numérique.

Réalisation : le système CANDIDE

Dans sa version minimale, si on lui donne un système sous la forme d'une boîte noire à commander, CANDIDE est capable de trouver à partir des évolutions non supervisées de cette boîte noire un *modèle symbolique* sous forme de relations qualitatives entre les paramètres du système, et d'en déduire des règles de commande réactives qui lui permettent d'atteindre un point dans son environnement. La nouvelle version du programme part de ces mécanismes de base et cherche à faire apparaître des notions de plus haut niveau de comportement, de manière à synthétiser automatiquement des stratégies pour satisfaire des objectifs de commande d'une complexité supérieure.
Ainsi est établi un pont entre l'*apprentissage de la commande de bas niveau* (niveau réactif) et celui de la *planification* (niveau délibératif). Les résultats sur des systèmes simulés (tels un pendule inverse, une pièce dont il faut commander la température, un robot sur coussin d'air évoluant parmi des obstacles, une voiture roulant sur un circuit) sont satisfaisants et nous sommes en cours d'expérimentation sur un robot réel.
L'étude théorique de ce type d'apprentissage n'entre pas dans le cadre formel défini en apprenabilité et nécessite une nouvelle approche. Nous avons élaboré un nouveau cadre théorique fondé sur la *théorie de la récursivité*, à l'aide duquel nous avons obtenu des résultats portant essentiellement sur les limites et sur la convergence de l'apprentissage de la commande de certaines classes de systèmes.
Ces travaux ont fait l'objet d'une trentaine de publications à des conférences internationales ainsi que dans des revues avec comité de lecture.

Bibliographie

Luzeaux D. Inférence par filtrage. *AFCET*, Paris, 1989.
Andler D., Boucheron S., Martin E. Approches formelles de l'apprentissage. *Le courrier du CNRS*, vol. 79, 1992.
Luzeaux D., Martin E. Steps or stages for incremental control?. AAAI-93 Spring Symposium Series, *Symposium on training issues in incremental learning*, Stanford University, CA, 1993.
Luzeaux D. Let's learn to control a system!. *IEEE International Conference on Systems Man and Cybernetics*, Le Touquet, 1993.
Luzeaux D. Process control and machine learning: rule-based incremental control. *IEEE Transactions on Automatic Control*, vol. 39-6, 1994.
Martin E., Luzeaux D. Intelligent control: a theoretical framework. *3rd Siam Conference on Control and its Applications*, St Louis, MI, 1995.
Sigaud O., Luzeaux D. Control and learning: from local actions to global behaviors. *3rd European Control Conference*, Rome, 1995.

DOSSIER APPRENTISSAGE

ICOG
Ingénierie des bases de COnnaissances Généralisées

Contact: Amrane HOCINE
Université de Pau - Faculté des Sciences et Techniques
Avenue de l'Université - 64000 PAU

Tel: 59.92.31.96 - Fax : 59.80.83.74
URL:http://www.univ-pau.fr/ hocine

Composition de l'équipe: R. Deschamps, A. Diakhaby, A. Hocine, P. Raffinat, J.C. Saillard, S. Smadhi, A. Teste.

Acquisition automatique de connaissances à partir de bases de données

Dans nos travaux sur l'Ingénierie des bases de COnnaissances Généralisées, nous nous sommes intéressés, depuis deux ans, à la conception de méthodes et techniques d'acquisition automatique de connaissances à partir de bases de données. En effet, les bases de données (BD) gèrent de grandes masses d'informations qui sont souvent porteuses de connaissances implicites mais qui demeurent inexploitées. Les BD ont été considérées uniquement comme des sources d'informations mais très rarement comme des sources de connaissances.
L'acquisition automatique de connaissances à partir de bases de données peut être définie comme le processus qui génère automatiquement les connaissances implicites contenues dans les données. Ces connaissances doivent être exprimées sous une forme symbolique de manière concise et compréhensible par l'utilisateur sans aucune nouvelle interprétation de sa part.

Projet en cours :

Notre objectif est de concevoir des méthodes et techniques d'acquisition automatique de connaissances à partir de bases de données. L'idée principale qui sous-tend ces travaux est celle qui consiste à considérer :
- d'une part que la réponse (en extension) à une requête de type SQL peut contenir des dépendances entre attributs qui ne seront pas portées à la connaissance de l'utilisateur et qu'il ne soupçonne pas,
- d'autre part que les informations contenues dans cette réponse ne sont pas sémantiquement indépendantes avec les données qui ne répondent pas à la requête.

Nous avons abordé ce problème selon deux approches complémentaires :
- la première est fondée sur la notion d'objets symboliques introduite par E. Diday. A partir de l'ensemble des assertions positives et celui des assertions négatives, l'algorithme (ERSO : Extracting Rules by Symbolic Objets) mis en oeuvre dans cette approche permet de générer des règles, par une recherche de régularités empiriques,
- la seconde consiste à rechercher les dépendances qui peuvent exister entre les propriétés des objets constituant l'ensemble des informations positives (celles qui constituent la réponse à la requête). Des règles de production peuvent être ainsi générées à partir du treillis de Galois qui est construit sur l'ensemble des informations positives.

Bibliographie

Smadhi, S. Towards extraction method of knowledge founded by symbolic objects. *News Approaches in Classification and Data Analysis*, E.Diday, Y. Lechevallier, M. Shader, P. Bertrand B. Burtschy Editors. Springer Verlag, 1994.
Smadhi S., Marciano J.P., Hocine A. Une méthode de découverte de connaissances dans les bases de données: une approche par les objets symboliques. *Congrès INFORSID'95*. Grenoble, 1995.

I.N.R.I.A.
Institut National de Recherche en Informatique et Automatique

Projet ORION

Responsable : Monique Thonnat
Contact : Régis Vincent
INRIA
2004, route des lucioles B.P. 93
06902 SOPHIA-ANTIPOLIS Cedex
Tél : 93 65 78 67 Fax : 93 65 76 43
Email : Régis.Vincent, Monique.Thonnat@sophia.inria.fr

Thème de Recherche

Nous avons réalisé un système d'apprentissage, dont le but est de corriger et de raffiner les bases de connaissances construites avec *OCAPI*. OCAPI est un *générateur de systèmes à base de connaissances dédiés au pilotage de programme* et plus particulièrement au pilotage de programmes de traitement d'images (Clément et Thonnat, 93).

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressés au raffinement de la connaissance sur la paramétrisation des programmes avant leur exécution. Le raffinement de bases de connaissances consiste à corriger ou à compléter une base. Dans notre cas, nous souhaitons raffiner la base de manière dynamique, c'est-à-dire d'une utilisation à l'autre. Pour cela, nous avons développé un algorithme particulier combinant l'*apprentissage par explications* et l'*apprentissage par cas* (Vincent, 94).
En résumé, cet algorithme se base sur le mécanisme de récupération d'erreurs, intégré à OCAPI. En effet, dans un système à base de connaissances réalisé avec OCAPI, il existe des mécanismes de récupération d'erreurs qui permettent au système de proposer de nouvelles solutions lorsque des erreurs surviennent.
Dans la phase de paramétrisation de programmes le rôle de ce mécanisme est de permettre d'initialiser et de réajuster les valeurs des paramètres d'entrée des programmes. Dans le cadre du traitement d'images, les paramètres d'entrée sont souvent des seuils. L'expert fournit deux types de connaissances pour cette phase : des connaissances sur la façon d'initialiser les paramètres et des connaissances sur la façon d'ajuster ces valeurs, si les valeurs d'initialisation se révèlent incorrectes.
Le mécanisme d'ajustement d'OCAPI utilise ces deux types de connaissances et propose de nouvelles valeurs lorsque les valeurs d'initialisation n'ont pas donné de bons résultats. Il est assez difficile pour l'expert d'exprimer les différentes valeurs des paramètres. Souvent il ne connaît que quelques valeurs particulières, les plus fréquentes. Il est extrêmement difficile de prévoir toutes les valeurs possibles, car celles-ci dépendent des données. Dans certains cas, la corrélation est très complexe entre les données et les valeurs des paramètres et l'expert ne sait pas toujours l'exprimer. Cette partie de la connaissance est donc souvent incorrecte et imprécise, or, chaque erreur d'initialisation coûte une ou plusieurs nouvelle(s) exécution(s) du même programme. Lorsque le mécanisme de récupération d'erreurs a fonctionné, le système possède une solution correcte, c'est à dire la ou les valeurs correctes pour les paramètres d'entrée. Grâce à cette solution, le système d'apprentissage peut corriger la base de connaissances.

Réalisation

Le système d'apprentissage a été réalisé en LeLisp, et fonctionne avec OCAPI. Actuellement, nous l'avons testé sur la base de traitement de scènes routières PROMETHEE. Ces premiers tests permettent de corriger la base de manière significative, car sur une séquence de 10 images, nous passons de 20 réajustements à 4 et le temps passe de 200 secondes à 139 soit un gain de 44 %.

Bibliographie

Clément V., Thonnat M. Integration of image processing procedures, OCAPI : a knowledge-based approach. *CVGIP*, 57 (2), 1993.
Vincent R., Moisan S., Thonnat M. Learning as a means to refine a knowledge-based system. *In proceedings of the Third Japanese Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop*, p. 17-31. Saitama, Japon, 1994.

Projet REPCO (Représentation des connaissances)

Contact : Jacques Nicolas
Responsable scientifique : Philippe Besnard,
IRISA, Campus de Beaulieu
35042 Rennes Cedex
Tél: 99 84 71 00
Email Jacques.Nicolas@irisa.fr

Participants : Y. Moinard, J. Nicolas, R. Quiniou, M.O. Cordier, I.C. Lerman, L. Miclet, C. Belleannée, V. Masson, M.O. Allah, D. Py, S. Robin, P. Sébillot, B. Tallur, R. Vorc'h, 1 chercheur invité (T. Schaub), et 13 chercheurs doctorants.

Présentation générale.

Le projet traite de l'approche logique et statistique des bases de connaissances. Ses activités concernent principalement l'étude de logiques non classiques et de l'apprentissage automatique. Deux types d'applications supportent ces recherches. Le premier concerne le domaine de l'EIAO, avec une focalisation sur la modélisation de l'usager. Le second concerne l'étude des séquences génétiques, le but à terme étant de fournir au biologiste un outil d'analyse de grandes séquences (1 Mb).
L'originalité de notre approche en apprentissage automatique réside d'une part dans la recherche d'interactions avec l'analyse des données (nous avons ainsi mené une étude synthétique sur l'apport respectif des opérations numériques/symboliques dans les systèmes hybrides de discrimination (Nicolas et Tallur, 96)), d'autre part dans le choix d'exploration de l'ensemble des solutions d'un problème d'apprentissage. Nous avons montré la faisabilité de l'approche dite «espace des versions» pour des langages de vecteurs d'attributs et des ensembles d'apprentissage importants. Nous travaillons actuellement sur l'inférence grammaticale dans ce cadre.

Thèmes de recherche

Inférence de grammaires : deux points ressortent particulièrement, l'approfondissement des propriétés des treillis de recherche en inférence grammaticale régulière (Dupont et al., 94) et l'inférence de grammaires algébriques basée sur l'étude de différentes relations d'ordre simplificatrices entre langages ou grammaires (Giordano, 96). Les perspectives concernent le développement d'une approche incrémentale et la reformulation du problème en termes de discrimination.
Apprentissage et démonstration automatique : nous avons travaillé sur l'acquisition de deux types de connaissances qui semblent très utiles dans le contexte de la démonstration automatique, des lemmes et de nouveaux connecteurs (i.e. structures de formules). En particulier, nous étudions la détection de symétries. Nous cherchons à étendre les méthodes de démonstration existantes, qui s'appliquent à des énoncés sous forme clausale, à des formules quelconques (Belleannée et Vorc'h, 94).
Sarah : modélisation de l'usager à l'aide de techniques d'apprentissage automatique : Nous examinons l'apport des techniques de programmation logique inductive à la modélisation de l'apprenant. Synthétiser ce modèle sous forme d'un programme logique permet à la fois de simuler le comportement de l'apprenant et d'effectuer une sorte de diagnostic cognitif de cet usager en découvrant les erreurs de ce programme par rapport à une spécification donnée. Ces idées sont appliquées au système Sarah (Siou, 94) de diagnostic des troubles et déficits des patients aphasiques, qui cherche à les aider à compenser leurs déficits en leur faisant prendre conscience de leurs erreurs.
Arbres de décision : la construction des arbres de décision repose sur un coefficient d'association entre attributs qualitatifs (entropie, X2, Gini). Nous développons de nouveaux coefficients et un programme basé sur CART tenant compte de relations possibles entre valeurs de variables.

DOSSIER APPRENTISSAGE

Projets et activités récentes

Participation aux projets inter-PRC méthodes symboliques-numériques de discrimination et classes polynomiales. Démarrage avec G. Bisson d'un groupe de travail du PRC IA sur la classification et la discrimination dans les séquences. J. Nicolas est régulièrement membre du comité de programme des JFA (président en 95). Il a organisé une école d'été du PRC sur l'apprentissage en 1993. J. Nicolas et I.C. Lerman enseignent dans le cadre d'un module du DEA d'Informatique de Rennes un cours sur l'analyse de données et l'apprentissage.

Bibliographie

Nicolas J., Tallur B. Couplages symboliques-numériques, *Revue d'Intelligence Artificielle*, soumis à publication, 1996.

Dupont P., Miclet L., Vidal E. What is the search space of the regular inference?, *ICGI94*, 1994.

Giordano J.Y. Inférence de grammaires algébriques, *Revue d'Intelligence Artificielle*, à paraître, 1996.

Belleannée C., Vorc'h R. A linear proof of the pigeon formulae using symmetry, *Proc. of the 3rd Workshop on Theorem-proving with Analytic Tableaux and Related Methods*, Abingdon, 1994.

Sion E. A Bidirectional Search for Clauses, *Proc. of the 4th International Workshop on Inductive Logic Programming*, pp. 365-376, Bad Honef, 1994.

INRIA Rhône-Alpes et IMAG-LIFIA
Projet SHERPA

Contact :

François RECHENMANN
46 avenue Félix Viallet
38031 GRENOBLE Cedex 1 - FRANCE
E-mail : Francois.Rechenmann@inria.fr
URL : http://lifia.imag.fr/SHERPA/sherpa-fra.html
Fax : (16) 76 57 46 95

Principaux thèmes de recherche

Dans de nombreux domaines, l'accumulation des données et des connaissances nécessite de constituer de grandes bases dans lesquelles les connaissances sont explicitées et exprimées à l'aide de modèles à la sémantique bien définie. Ces connaissances peuvent être de nature descriptives (entités), comportementales (dynamique des entités), méthodologiques (analyse des entités) et terminologiques. Le projet Sherpa a pour objectif de contribuer à la définition de modèles de connaissances à objets susceptibles de satisfaire ces exigences, en réalisant les meilleurs compromis entre leur capacité d'expression et le bien fondé de leur sémantique. Á ces modèles sont associés des mécanismes d'exploitation conformes à leur sémantique, tel que la classification d'instances sur des points de vue multiples qui constitue le mécanisme privilégié d'exploitation d'une base de connaissances à objets. Ainsi, les travaux portent sur l'abstraction des activités de classification à travers la notion de système classificatoire (Euzenat 94) ainsi que sur l'utilisation de la notion de similarité en classification (Bisson 95).

Plus concrètement, le projet a ainsi spécifié et réalisé le modèle Tropes (Mariño 93) qui sert maintenant de base à plusieurs travaux de recherche plus spécifiques, sur le raffinement de théories, les types (Capponi 94), les contraintes (Gensel *et al.* 94) ou les tâches (Willamowski 94). Ce modèle se caractérise fondamentalement par la distinction ontologie / taxonomie et par la prise en compte explicite des points de vue multiples sur un même concept. Sur chaque point de vue, un graphe de spécialisation différent peut être développé, des passerelles étant cependant ménagées entre les classes de différents points de vue pour effectuer des inférences.

Tout processus de construction d'une base de connaissances est nécessairement incrémental. Aussi, les recherches en cours visent à assister la construction d'une base à l'aide de mécanismes de classification conceptuelle (Valtchev *et al.* 95). Les travaux portent également sur la mise en œuvre d'une architecture et de protocoles (Euzenat 95) permettant la construction concourante (faisant intervenir plusieurs personnes) de base de connaissances. Ils portent enfin sur les moyens de confronter formellement les connaissances en provenance de plusieurs sources (Lemaire 95). La biologie moléculaire constitue le terrain d'inspiration et d'expérimentation privilégié, mais non exclusif, de ces travaux de recherche (Rechenmann 95).

Les personnes qui désirent avoir de plus amples informations (thèmes de recherche, réalisations, articles) sur le projet Sherpa pourront se connecter sur le serveur WWW de l'équipe à l'URL suivant : http://lifia.imag.fr/SHERPA/sherpa-fra.html.

Projets auxquels participe l'équipe

Le projet Sherpa est à l'origine d'un projet soutenu par le GIP Greg (Groupement de Recherches et d'Études sur les Génomes) et impliquant, outre le projet, la société Ilog et deux laboratoires de biologie (Biométrie à Lyon et Institut Pasteur à Paris). L'objectif est la réalisation d'un environnement coopératif d'aide à l'analyse de séquences génomiques. Les travaux sont prévus sur deux ans, 1994 et 1995.
Sous la direction de Danielle Ziébelin, le projet est impliqué dans le développement d'un système à base de connaissances, Myosys, permettant d'effectuer un diagnostic électromyographique (EMG) portant sur l'identification des pathologies neuro-musculaires. Il s'inscrit dans le cadre du projet européen AIM Esteem.

Le projet Sherpa participe à deux groupes du PRC-GdR Intelligence Artificielle. D'une part, dans le groupe de travail "Classification et objets" animé par Roland Ducourneau (LIRMM). D'autre part, dans le groupe de travail "classification et discrimination sur les séquences" qui est co-dirigé par Gilles Bisson (CNRS-INRIA Rhône Alpes) et Jacques Nicolas (IRISA).

Enfin, le projet est membre du GdR CNRS 1029 "Informatique et génomes" (http://cosmos.imag.fr/GDR-INFOGENOMES/GDR-home.html), dont l'objectif est de permettre la confrontation de méthodes informatiques à des problèmes d'analyse de séquences génomiques et le traitement distribué de problèmes soumis par les biologistes du groupement.

Bibliographie

Gilles Bisson. Why and how to define a similarity measure for object-based representation systems, dans *Nicolaas Mars (éd.), Towards very large knowledge bases (actes 2nd international conference on building and sharing very large-scale knowledge bases (KBKS), Enschede (NL), (10-13 avril) 1995) IOS press*, Amsterdam (NL), pp236-246, 1995.
ftp://ftp.imag.fr/pub/SHERPA/articles/bisson95a.ps.gz

Cécile Cappon. Interactive class classification using types, dans *Edwin Diday, Yves Lechevallier, Martin Schader, Patrice Bertrand, Bernard Burtschy (éds.), New approaches in classification and data analysis, Springer-Verlag*, Berlin (DE), pp204-211, 1994
ftp://ftp.imag.fr/pub/SHERPA/articles/capponi93.ps.gz

Jérôme Euzenat. Building consensual knowledge bases: context and architecture, dans *Nicolaas Mars (éd.), Towards very large knowledge bases (actes 2nd international conference on building and sharing very large-scale knowledge bases (KBKS), Enschede (NL), (10-13 avril) 1995) IOS press*, Amsterdam (NL), pp143-155, 1995.
ftp://ftp.imag.fr/pub/SHERPA/articles/euzenat95a.ps.gz

Jérôme Gensel, Pierre Girard, Olivier Schmeltzer, Intégration de contraintes, d'objets composites et de tâches dans un modèle de représentation de connaissances par objets, *Actes 9ième RFIA*, Paris (FR), pp281-292, (11-14 janvier) 1994.

Florence Lemaire. Knowledge bases, texts and lexicon, *dans Nicolaas Mars (éd.), Towards very large knowledge bases (actes 2nd international conference on building and sharing very large-scale knowledge bases (KBKS), Enschede (NL), (10-13 avril) 1995) IOS press*, Amsterdam (NL), pp281-288, 1995.

Olga Mariño. Raisonnement classificatoire dans une représentation à objets multi-points de vue, *Thèse d'informatique, Université Joseph-Fourier*, Grenoble (FR), (4 octobre) 1993.
ftp://ftp.imag.fr/pub/SHERPA/theses/marino.ps.gz

François Rechenmann. Knowledge bases and computational molecular biology, dans *Nicolaas Mars (éd.), Towards very large knowledge bases (actes 2nd international conference on building and sharing very large-scale knowledge bases (KBKS)*, Enschede (NL), (10-13 avril) 1995, IOS press, Amsterdam (NL), pp7-12, 1995.

Petko Valtchev, Jérôme Euzenat. Classification of concepts through products of concepts and abstract data types, *Proc. 1st International Conference on Ordinal Structure and Data Analysis*, Paris (FR), 1995 to appear.
ftp://ftp.imag.fr/pub/SHERPA/articles/valtchev95.ps.gz

Jutta Willamowski. Modélisation de tâches pour la résolution de problèmes en coopération système-utilisateur, *Thèse, Université Joseph Fourier*, Grenoble, (6 avril) 1994.
ftp://ftp.imag.fr/pub/SHERPA/theses/willamowski.ps.gz

IREMIA
Institut de Recherches En Mathématiques et Informatique Appliquées

Contacts : Olivier Brissac et Régis Girard
Faculté des Sciences,
15 avenue René Cassin BP 7151
97 715 St DENIS Cedex 9 Mcssag. La REUNION. FRANCE
Email : brissac@univ-reunion.fr, rgirard@univ-reunion.fr

Thèmes de Recherche
La recherche en Apprentissage menée au sein du laboratoire IREMIA, situé à l'Université de la REUNION, se décompose en deux thèmes principaux : le thème «Apprentissage et Graphes» d'une part, et le thème «Représentation et Raisonnement sur des Connaissances Incertaines» d'autre part. Au total, les deux équipes ont un effectif de 7 chercheurs : un professeur, deux maîtres de conférences et quatre thésards.

Apprentissage et Graphes
Animateur : Michel Liquière. Participants : Marie-Catherine Daniel Vatonne, Olivier Brissac

L'extraction de connaissances à partir de grandes bases de données structurelles est l'un des principaux défis actuels de l'Apprentissage Automatique. Les langages structurels existant actuellement peuvent être regroupés en deux classes : les langages basés sur la logique du premier ordre, et les langages basés sur le formalisme des graphes. L'approche de notre équipe se situant dans cette deuxième catégorie, divers axes de recherches sont développés autour du thème fédérateur de l'utilisation des graphes en Apprentissage.
Algorithmes d'Apprentissage sur les Graphes. Concevoir un algorithme d'apprentissage sur des descriptions à base de graphes peut être vu comme la recherche de méthodes capables d'extraire un certain nombre de sous-structures communes à l'ensemble des graphes décrivant la base d'exemples. Les problèmes sous-jacents à cette recherche (morphisme injectif, morphisme entre graphes) étant dans le cas général des problèmes NP-complets, l'objectif de cet axe est le développement de méthodes heuristiques pour l'obtention de solutions partielles ou approchées.
Classes Particulières de Graphes. Partant du même constat qu'en 1, cet axe consiste à étudier et à proposer certaines classes particulières de graphes de description pour lesquelles les opérations intervenants dans le processus d'apprentis-

DOSSIER APPRENTISSAGE

sage deviennent moins complexes, voire polynomiales. Une étude a été menée sur les relations entre certaines contraintes portant sur l'étiquetage des graphes, et la complexité des opérations de morphisme et d'isomorphisme associées. Elle a notamment permis la mise en évidence d'une classe particulière de graphes (graphes étiquetés localement injectifs) pour laquelle ces problèmes ont une complexité polynomiale (Liquière, 94).
Extension du Modèle des Graphes. Partant de descriptions exprimées dans un formalisme de graphes, et d'un certain nombre de sous-structures extraites par apprentissage, il peut être intéressant de redécrire les donnés initiales à partir de ces sous-structures. L'intérêt est double : raisonner à un niveau d'abstraction plus élevé d'une part, et pouvoir réitérer le processus d'apprentissage sur ces nouvelles descriptions d'autre part.

L'application à des bases de données réelles impose que l'on soit capable de parvenir à cette redescription sans qu'il y ait de perte d'informations. Le formalisme des graphes s'étant montré limité à ce niveau, nous nous intéressons à l'étendre de manière à rendre ces opérations possibles. Nous avons notamment proposé un modèle basé sur l'utilisation des hypergraphes qui permet une redescription sans perte d'information (Brissac, 95). Le développement de méthodes d'apprentissage sur ce modèle devient alors une des préoccupations centrales de cet axe.

Représentation et Raisonnement sur des connaissances incertaines
Animateur : Henri Ralambondrainy. Participants : Noël Conruyt, Régis Girard, Dominique Loutchmia.

Dans de nombreux domaines (Médecine, Sciences de la Nature, ...) on dispose de connaissances complexes s'exprimant de façon nuancée, imprécise, vague. Le besoin de systèmes informatiques permettant de gérer de telles connaissances est à l'origine des recherches de notre équipe.
Le but est d'aborder des problèmes liés à l'Apprentissage Automatique dans le contexte symbolique/numérique à partir de données pouvant être entachées d'imprécisions et d'incertitudes. Les thèmes abordés sont :
- la représentation de connaissances structurées (arbres, graphes) prenant en compte des informations tant symboliques que numériques et l'introduction de nuances (imprécision, incertitude, intensité) dans cette représentation.
- l'étude d'algorithmes de recherche de concepts imprécis, de classification imprécise.
- recherche d'algorithmes d'apprentissage à partir d'exemples et de contre-exemples imprécis; arbre de décision, raisonnement par cas.
- conception de systèmes de gestion de bases de connaissances multimédia en biologie marine et végétale.

Applications.

Les recherches de l'ensemble du groupe visent une mise en application sur des bases de données réelles disponibles à la Réunion : projet d'herbier, en collaboration avec le Laboratoire de Biologie Végétale de l'Université de la Réunion, projet de système d'aide à la détection de mouvements de terrains, en collaboration avec le Bureau de Recherches en Géologie Minière (BRGM), projet sur les hydraires et les coraux, en collaboration avec le Laboratoire de Biologie Marine de l'Université de la Réunion.

Bibliographie

Liquière M., Brissac O. A class of Conceptual Graphs with polynomial Iso-projection, *Proceedings of the Second International Conference on Conceptual Structures* (ICCS), pages 93-102, 1994.
Brissac O., Liquière M. Gabels, un système d'apprentissage basé sur un modèle d'hypergraphes, *Actes des Journées Acquisition, Validation et Apprentissage* (JAVA), papes 89-103, 1995.

IRESTE
Institut de Recherche et d'Enseignement Supérieur aux Techniques de l'Electronique

Contact : Henri Briand
Systèmes d'Informations et de Connaissances - IRESTE
Route de Gachet - La Chantrerie - CP 3003
44087 NANTES Cedex 03
Tél : 40.68.30.60
Email : hbriand@ireste.fr

Thème de Recherche

La recherche développée dans l'équipe concerne le thème base de données (objet, multimédia, répartition et interopérabilité). Dans le domaine de la découverte de connaissances dans les bases de données, l'accent est mis sur la mesure de l'intensité du lien d'implication fondée sur les lois de probabilité (hypergéométrique, binomiale, Poisson, Gauss). Ce lien d'implication est établi entre une conjonction de propositions à droite et à gauche de l'implication. L'intérêt de cette démarche a été montrée par rapport aux indices classiques (nombre d'exemples / nombre de contre-exemples, probabilité conditionnelle, J. Mesure). Un algorithme d'extraction de connaissances a été mis en évidence en se basant sur cette mesure. Cette recherche va se développer autour des axes suivants :

- extension de cette mesure dans le cadre de la logique floue (mesure de l'implication floue) ;
- prise en considération des métaconnaissances (schémas conceptuels, dépendances, ...) pour améliorer et simplifier l'algorithme ;
- conception et réalisation d'un atelier d'acquisition des connaissances intégrant plusieurs approches ;
- application à des cas réels notamment en gestion des ressources humaines.

DOSSIER APPRENTISSAGE

Bibliographie

Fleury L., Masson Y. The intensity of implication, a measurement learning machine. *The Eight International Conference on industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems*, IEA/AIE, Melbourne, 1995.
Fleury L., Djeraba C., Philippe J., Briand H. Contribution of the implication intensity in rules evaluations for knowledge discovery in Database. *Proceedings of the Eight European Conference on Machine Learning*, Héraklion, 1995.
Fleury L., Masson Y., Gras R., Briand H., Philippe J. A statistical measure of rule strength for Machine Learning. *Second World Conference on the fundamentals of Artificial Intelligence*, WOCFAI, Paris, 1995.

LAFORIA
LAboratoire FORmes et Intelligence Artificielle

Université Pierre et Marie Curie
4, place Jussieu
75252 PARIS Cedex 05

Équipe *LOFTI* (LOgique Floue et Traitements des Incertitudes)

Contact : Bernadette Bouchon-Meunier
Tél.: 44 27 70 03 Fax: 44 27 70 00
Email: bouchon@laforia.ibp.fr

Composition de l'équipe: 12 personnes dont 7 sont concernées par le thème de l'apprentissage automatique : B. Bouchon-Meunier, L. Gacôgne, et cinq thésards.

Thèmes de Recherche
Nos recherches se placent dans le cadre de l'utilisation de la logique floue pour des systèmes à base de connaissances. Dans le domaine de l'apprentissage automatique, nous sommes intéressés par *l'apprentissage inductif en présence de données imparfaites*, par *l'apprentissage des connaissances nécessaires à la construction de systèmes flous* ainsi que par *l'apprentissage pour le raisonnement à partir de cas*.
En dehors de l'apprentissage à partir d'exemples développé ci-dessous, nous avons formalisé la notion de ressemblance sous-jacente au raisonnement à partir de cas (Bouchon-Meunier et Rifqi, 95). Nous avons aussi abordé l'apprentissage de règles de commande floue à partir d'algorithmes génétiques (Gacôgne, 94). Des approches neuro-floues ont d'autre part été utilisées pour la mise au point d'un système de régulation de trafic (Bouchon-Meunier, Hartani et al., 94b) ainsi que pour une aide au contrôle industriel de qualité (Bouchon-Meunier et Ménage, 94). Un apprentissage inductif a été utilisé pour un traitement d'images médicales.

Un de nos projets concerne la *construction d'arbres de décision* et leur utilisation en présence de données considérées comme imparfaites (Ramdani, 94). Par exemple, nous avons adapté l'algorithme de construction d'arbres de décision *ID3* de Quinlan à la prise en compte de données imprécises en utilisant une interface numérique/symbolique. Les attributs que nous considérons sont soit symboliques, soit numériques et imprécis. L'aspect numérique et l'imprécision sont alors gérés par l'apport des outils de la logique floue. Après avoir travaillé sur des domaines où des sous-ensembles flous étaient donnés pour chaque attribut, nous essayons de construire ces sous-ensembles flous automatiquement, en fonction des données fournies pour l'apprentissage.
Dans le cadre de nos recherches sur les arbres de décision flous, outre l'algorithme ID3, nous nous intéressons aussi à la méthode CART de Breiman pour construire ces arbres. Les outils de la logique floue sont utilisés dans la construction de l'arbre, en particulier pour le calcul de l'entropie floue. Des techniques dérivées des mathématiques morphologiques sont mises en oeuvre pour trouver des sous-ensembles flous à partir de données d'apprentissage. On utilise aussi des opérateurs d'agrégation (t-normes et t-conormes) pendant l'utilisation d'un arbre flou pour la classification de nouveaux cas.
Dans le cadre du projet "Méthodes symbolique-numériques de discrimination" du PRC d'Intelligence Artificielle, des expérimentations de nos travaux sur les arbres flous ont été menées sur les données des formes d'ondes de Breiman. Nous avons pu remarquer que les résultats étaient sensiblement meilleurs dans le cadre flou que dans le cadre habituel de l'utilisation de l'algorithme ID3. Les diverses autres réalisations mentionnées dans le panorama de nos travaux ont donné des résultats satisfaisants pour les utilisateurs. Ces travaux ont été présentés dans des congrès internationaux.

Bibliographie

Bouchon-Meunier B., Hartani R., Hayat S., Sellam S., Gallinari P. Structure neuronale d'un système d'inférence floue : Approche de formalisation. *Congrès Maghrebin d'Intelligence Artificielle et Génie Logiciel*, Rabat, 1994.
Bouchon-Meunier B., Hartani R., Hayat S., Sellam S., Gallinari P. Modelisation of a subway regulation system based on neural networks and fuzzy logic approach. *IFAC International Congress*, Pékin, 1994b.
Bouchon-Meunier B., Marsala C., Ramdani M. Arbres de décision et théorie des sous-ensembles flous. *Actes des 5e journées nationales du PRC-GDR Intelligence Artificielle*, Nancy, 1995.
Bouchon-Meunier B., Ménage X. Competitive learning of possibility distributions. *Proceedings 3rd FUZZ-IEEE Congress*, Orlando, 1994.
Bouchon-Meunier B., Ramdani M., Yager R.R. Similarity relations and learning. *Proceedings of the World International Fuzzy Systems Association Congress*, Seoul, 1993.
Bouchon-Meunier B., Ramdani M., Valverde V. Fuzzy logic, inductive learning and analogy, in A. Ralescu (ed.)

DOSSIER APPRENTISSAGE

Fuzzy Logic in Artificial Intelligence, Lecture Notes in Artificial Intelligence, vol. 847, Springer Verlag, pp. 38-50, 1994.
Bouchon-Meunier B., Rifqi M. Resemblance in database utilization. *IFSA world congress*, Sao Paulo, 1995.
Gacôgne L. About the fitness of simulation whose fuzzy rules are learned by genetic algorithms. *2nd European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing*, EUFIT'94, Aachen, pp. 1523-1531, 1994.
Ramdani M. Système d'Induction Formelle à Base de Connaissances Imprécises. *Thèse de l'Université P. et M. Curie*, 1994.

Equipe ACASA (Acquisition des Connaissances et Apprentissage Symbolique Automatique)

Contact : Jean Gabriel Ganascia
Tél : (1) 44 27 37 27 Fax : (1) 44 27 70 00
Email: ganascia@laforia.ibp.fr

Apprentissage Symbolique et Acquisition des Connaissances.

L'apprentissage symbolique a été souvent conçu comme un ensemble de techniques destinées à pallier les déficiences de l'acquisition des connaissances. Cependant, aussi puissants que soient les algorithmes d'apprentissage automatique, il faudra toujours leur fournir des exemples formulés dans un langage de représentation, des connaissances associées à ce langage de représentation et un biais d'apprentissage. L'apprentissage et l'acquisition de connaissances doivent donc être conçus comme deux modalités non pas alternatives mais complémentaires. C'est sur l'étude de cette complémentarité que se centrent nos travaux, articulés autour des axes suivants:
- *Apprentissage, découverte et raisonnement*. Cet axe porte à la fois sur la nature et le rôle des exemples en apprentissage symbolique, et sur l'utilisation de connaissances et d'heuristiques lors de l'apprentissage.
- *Reformulation d'exemples* : l'objectif est de modifier la représentation des exemples d'apprentissage afin de préciser ce sur quoi portent les analogies ou les généralisations (REMO).
- *Apprentissage par étapes* guidé par des connaissances expertes (ENIGME) et application dans le domaine de l'indexation automatique.
- *Introduction d'heuristiques dans l'algorithme inductif.*
- *Raffinement de règles induites.*

Modélisation de tâches dites créatives

- *Raisonnement à partir de cas et techniques de résolution de problèmes*, appliqués à l'improvisation musicale et à l'optimisation combinatoire.
- *Aide à la découverte scientifique*. Plus précisément, des techniques d'induction sont utilisées dans le domaine de la médecine, des techniques de reformulation d'induction et de regroupement conceptuel en sinologie.
- *Acquisition des connaissances*. Nos travaux dans ce domaine se centrent sur la formalisation des modèles de connaissances : a) grammaires engendrant des méthodes de résolution de problèmes dont on pourra assurer la correction syntaxique et sémantique (TOMAOK), b) formalisation de modèles d'acquisition de connaissances à l'aide de types abstraits algébriques (CERISE).
- *Apprentissage et taxonomie*. Deux objectifs sont poursuivis. Le premier est de représenter des connaissances taxinomiques en faisant appel aux propriétés des graphes de Sowa afin d'expliciter des connaissances structurelles. Le second est de développer des algorithmes de regroupement conceptuel sur les objets décrits dans ce formalisme. Ces systèmes sont mis en oeuvre dans deux domaines d'application : la systématique, c'est à dire la classification des êtres vivants, et la sinologie.
- *Couplage symbolique-numérique*. Nos travaux portent sur l'extraction de règles logiques à partir d'un réseau de neurones formels. L'approche repose sur l'adjonction de contraintes dans la procédure de rétro-propagation. Un modèle bayesien a été conçu en vue d'ajuster les paramètres d'apprentissage. L'ensemble a été appliqué à la prédiction de la structure secondaire des protéines. Des travaux portent aussi sur l'insertion et l'extraction de connaissances dans des réseaux bayesiens (ou réseaux de croyance). Enfin, nous avons développé un algorithme de prétraitement destiné à traduire des données numériques sous forme symbolique afin qu'elles puissent être traitées par des algorithmes d'apprentissage symbolique.

Réalisations

- REMO : Système de reformulation d'exemples, utilisé en amont de l'algorithme inductif du système CHARADE.
- ENIGME (projet ESPRIT VITAL). Outil permettant d'améliorer l'apprentissage par restriction de l'espace de recherche à l'aide de modèles KADS.
- CERISE. Système de modélisation d'expertise financière (Banque de France).
- TOMAOK (ONERA): outil interactif de modélisation.
- METIS : outil d'acquisition incrémentale de taxonomies. METIS a été appliqué en archéologie et en ichtyologie (ORSTOM).
- OPAL Résolution de problèmes d'allocation de ressources.

Collaborations et relations internationales

- INRETS. Acquisition d'un modèle d'expertise dans le cadre de la gestion prévisionnelle de risques attachés au fonctionnement de véhicules automatiques.
- Dassault Aviation : Développement d'un outil basé sur les algorithmes génétiques parallèles en vue de traiter des problèmes de modélisation aérodynamique.
- Noeud secondaire MLNet.
- Participation au programme «Learning in Humans and Machines» (European Science Fundation).
- Projet ESPRIT VITAL (sous contrat de l'ONERA).
- Contrat avec la Fondation de France (IA et aide à la découverte sur les leucémies humaines).

DOSSIER APPRENTISSAGE

Bibliographie

Zucker J.D., Ganascia J.G. Selective Reformulation of examples in concept learning. *ICML 94*.
Vicat C., Ganascia J.G., Busac A. Modularity in knowledge acquisition: a step towards reusability. *Knowledge acquisition workshop '95*.
Ramalho G., Ganascia J.-G. Simulating Creativity in Jazz Performance. in *Proceedings of the National Conference in Artificial Intelligence - AAAI'94*.
Bournaud I., Ganascia J.G. Conceptual Clustering of Complex Objects : a Generalization Space- Based Approach. *International Conference on Conceptual Structures*. ICCS '95.

LIFO
Laboratoire d'Informatique Fondamentale d'Orléans

Contacts : C. Vrain (apprentissage), D. Laurent (bases de données), J.-C. Bassano (langage naturel)
Université d'Orléans. BP 6759
45067 Orléans Cedex 2
Tél : 38 41 72 89, 38 41 72 95, 38 41 72 66 Fax : 38 41 71 37
Email : cv, laurent, bassano@chambord.univ-orleans.fr

Les travaux en Apprentissage Symbolique Automatique sont principalement effectués dans l'axe *Apprentissage Symbolique et Bases de Données Déductives*. Dans l'axe *Langage Naturel*, des techniques d'apprentissage symbolique sont également développées afin de résoudre des tâches d'analyse morpho-syntaxique.

Apprentissage Symbolique

Nous nous intéressons principalement à l'apprentissage de connaissances exprimées dans un formalisme de logique du 1er ordre. On peut distinguer deux types de travaux : l'apprentissage de connaissances dites «expertes» et l'induction de programmes logiques.

Apprentissage de concepts. Deux thèmes de recherche sont développés : l'apprentissage supervisé de concepts à partir d'exemples et de contre-exemples en présence de connaissances sur le domaine et la classification conceptuelle incrémentale qui permet de mettre en évidence des concepts sous-jacents (Vrain, 90 et 95).
Programmation logique inductive. Nous étudions l'induction de programmes logiques généraux, i.e., autorisant l'utilisation de la négation dans le corps des clauses. Les deux aspects principaux de ce travail sont le choix d'une sémantique de la négation et l'étude des problèmes que pose l'apprentissage de programmes récursifs. Un système d'apprentissage empirique multi-prédicats a été développé (Vrain et Martin, 94; Martin et Vrain, 95). Il est actuellement étendu, avec M. Moulet (L.R.I. Orsay), pour prendre en compte des données numériques.
Programmation logique inductive et bases de données déductives. De récents travaux sur les mises à jour des bases de données Datalog^{neg} ont permis de proposer une méthode déterministe de mises à jour, qui a néanmoins pour conséquences de stocker plus de faits que dans les approches traditionnelles. Nous étudions comment utiliser l'Apprentissage Symbolique pour pallier ce problème (Vrain et Laurent, 95).

Langage Naturel

Dans le cadre du système de recherche documentaire DIALECT 2, une méthode connexionniste basée sur un réseau de neurones à trois couches est proposée pour l'analyse morpho-syntaxique du langage naturel. La couche cachée du réseau est apprise par des techniques d'apprentissage supervisé fondées sur la notion d'entropie.

Bibliographie

Archambault D., Bassano J-C. A neural network for supervised learning of natural language grammar. *ICTAI'94, IEEE*, pp. 267-273, 1994.
Martin L., Vrain C. Apprentissage empirique d'un concept: le système ICN. *Rapport de recherche LIFO n°95-03*, 1995.
Vrain C. OGUST: a system which learns using domain properties expressed as theorems. *Machine Learning III, an Artificial Intelligence Approach*, Y. Kodratoff et R.S. Michalski (eds.) Morgan Kaufman publisher, pp. 360-382, 1990.
Vrain C. Hierarchical Conceptual Clustering. Rapport de recherche LIFO, à paraître, 1995.
Vrain C., Martin L. Inductive learning of normal clauses. *Machine Learning, ECML-94*, LNAI 784, F. Bergadano, L. de Raedt (Eds.), Springer Verlag, pp. 435-438, 1994.
Vrain C., Martin L. Induction de clauses normales : sémantique du programme appris. *Actes des 9èmes journées francophones sur l'Apprentissage, JAVA94*, pp. 1-1 à 1-14, 1994.
Vrain C., Laurent D. Apprentissage de Regles et Bases de Données Déductives. *11èmes journées Bases de Données Avancées*, Nancy, 1995.

LIPN
Laboratoire d'Informatique de Paris Nord

Contact : H. Soldano
Université Paris Nord
LIPN (CNRS URA 1507)
Av. J. B. Clément, 93430 Villetaneuse
Tél : 49 40 35 78 Fax : 48 26 07 12
Email : {brezel, champ, domi, henniche, soldano}@ura1507.univ-paris13.fr

Composition de l'équipe : Dominique Bouthinon, Pierre Brézellec, Marc Champesme, M'hammed Henniche, Henri Soldano.

Dossier Apprentissage

Présentation du LIPN suite

Thèmes de recherche.

Nous nous intéressons à l'apprentissage de concepts à partir d'exemples et de contre-exemples. Nos objectifs visent d'une part à étudier les différents aspects théoriques de ce type d'apprentissage et d'autre part à traiter les problèmes réels comme ceux issus des sciences expérimentales.

Mots-clés: Algorithmes Bottom-Up, Treillis de Gallois, Graphes Conceptuels, Incrémentalité, Séquences Biologiques.

Exploration de l'espace de recherche - Algorithmes Top-Down et Bottom-Up

Nous nous sommes intéressés aux méthodes Bottom-Up, (parcours de l'espace de recherche du plus spécifique au plus général par appariement d'instances du même concept) (Brézellec et Soldano, 93 et 94). Nous avons montré que les méthodes Bottom-Up, peu étudiées, peuvent être efficaces, en particulier lorsque la représentation est très redondante. Ceci nous a naturellement conduit à travailler sur la réduction de l'exploration de l'espace de recherche dans les algorithmes Top-Down. Nous avons ainsi montré, d'un point de vue théorique et expérimental, le bénéfice que l'on peut tirer d'une réduction s'appuyant sur l'idée que les énoncés pouvaient sans inconvénient être ordonnés selon leur extension plutôt que selon leur syntaxe (Brézellec et Soldano, 94). Nous avons également développé un système incrémental s'appuyant sur ces mêmes idées (Henniche , 94).

Apprentissage sur des représentations par Graphes Conceptuels :

Nous avons développé un système d'apprentissage par construction de similarités sur des représentations de type graphe conceptuel. Une étude expérimentale de la résistance au bruit de ce système, par comparaison à un système relationnel (FOIL), a montré l'intérêt de l'approche. Un autre intérêt de ce travail est son apport théorique sur les représentations par Graphes Conceptuels, et en particulier les opérateurs associés aux relations de Généralisation/Spécialisation (Champesme, 95; Champesme et al., 95).

Apprentissage et Séquences Biologiques :

Un domaine d'application privilégié est l'analyse de séquences de symboles et précisément les séquences biologiques.

Nous avons en particulier développé un ensemble d'algorithmes de recherche de motifs approximatifs répétés dérivant de l'algorithme de Karp Miller et Rosenberg (Soldano et Viari, 95). La recherche de motifs répétés est formellement très proche de l'apprentissage au sens plus classique du terme. Une thèse est en cours sur l'apprentissage de structures secondaires dans le RNA.

Bibliographie

Brézellec P., Soldano H. SAMIA : a Bottom-Up Learning Method using a Simulated Annealing Algorithm, *Proceedings of the 5th European Conference on Machine Learning*, Springer-Verlag, pp. 297-309, 1993.

Brézellec P., Soldano H. Elena : a Bottom-Up Algorithm, *Proceedings of the 10th International Conference on Machine Learning*, Ahmerst 93, Morgan-Kaufmann, pp. 9-16, 1993.

Brézellec P., Soldano H. Improvement of the exploration of the search space of a Top-Down algorithm: theoretical and experimental results, *Proceedings of the 11th European Conference on Artificial Intelligence*, Amsterdam, Holland, A. Cohn, Wiley & Sons, Ltd, pp. 458-462, 1994.

Champesme M. Using empirical subsumption to reduce the search space in learning, *International Conference on Conceptual Structures*, ICCS'95, Springer-Verlag, 1995.

Champesme M., Brézellec P., Soldano H. Restriction de l'espace de recherche: résultats théoriques et expérimentaux, *Journées Acquisition Validation-Apprentissage*, pp. 65-84, 1995.

Henniche M. MGI, An Incremental Bottom-Up Algorithm, *Proceedings of the 2nd IEEE Australian and New Zealand Conference on Intelligent Information Systems*, ANZIIS'94, pp. 347-351, 1994.

Soldano H., Viari A., Champesme M. Searching for flexible repeated patterns using a non transitive similary relation, *Pattern Recognition Letters*, Vol. 16, pp. 233-246, 1995.

LIRMM
Laboratoire d'Informatique, de Robotique et de Microélectronique de Montpellier

161 rue Ada
34392 Montpellier Cedex 5

Le LIRMM est une unité mixte de recherche CNRS / Université Montpellier II. Le LIRMM contient deux départements d'informatique, le Département d'Informatique Fondamentale (DIF) et le département d'Acquisition et de Représentation des Connaissances (ARC). L'équipe **Apprentissage Symbolique-Numérique** est une composante du DIF, tandis que l'équipe **Systèmes Multi Agents et Apprentissage** appartient à l'ARC.

Equipe Apprentissage Symbolique-Numérique

Contacts : O. Gascuel, G. Caraux
Email : gascuel, caraux@lirmm.lirmm.fr

Ce projet s'intéresse aux approches symbolique-numériques de l'apprentissage. Ce thème est à la croisée de plusieurs disciplines : les statistiques, l'analyse des données, la reconnaissance des formes, l'apprentissage inductif et les réseaux de neurones. Les travaux de l'équipe se développent suivant deux directions. L'une, proche de l'IA, avec des problèmes de représentation des données et des connaissances, a pour objectif la mise à jour de connaissances nouvelles à partir d'exemples. L'autre plus proche des statistiques et de l'analyse des données, a pour objectifs le traitement des problèmes statistiques liés à l'apprentissage inductif et la mise en place d'outils et d'algorithmes nouveaux, en particulier dans le domaine de la classification. De manière plus détaillée, nos travaux portent sur :

• *Statistiques et apprentissage.*

Une partie importante de nos travaux de ces dernières années était liée à ce thème. Nous nous sommes notamment intéressés aux problèmes de validation et aux liens entre apprentissage, optimisation et statistiques d'ordre. Actuellement, nous cherchons à utiliser les résultats que nous avons obtenus dans le cadre des théories formelles de l'apprentissage (Gascuel et Caraux, 92).

• *Représentation et structuration des données.*

Nous proposons d'utiliser pour représenter les données et les classes de données, le formalisme des termes, introduit initialement dans le cadre de la sémantique algébrique de programme. Les termes sont des arborescences étiquetées et les opérations de base dans ce modèle ont une complexité polynomiale. Nous avons évalué la complexité inhérente à l'apprentissage (et non aux seules opérations de base) dans ce modèle. Pour ceci, nous nous sommes appuyés sur la définition de l'apprenabilité polynomiale, introduite par Valiant. Actuellement, nous mettons en place des applications de taille «réelle» de ce modèle, notamment dans le domaine des séquences biologiques (Daniel-Vatonne et de la Higuera, 93).

• *Algorithmes stochastiques pour l'apprentissage.*

L'apprentissage se ramène souvent à l'optimisation d'une fonction de coût dans un espace de solutions possibles. Dans ce contexte, un certain nombre de travaux ont montré l'intérêt de procédures d'approximation stochastiques. Nous avons nous-mêmes obtenu de bons résultats en combinant le recuit simulé et une méthode tabou, dans le but d'apprendre des «listes de décision». Il s'agit d'une forme particulière de fonction booléenne, proche d'une base de règles d'un système expert. Actuellement, nous étudions la pertinence d'autres types de fonctions, ainsi que d'autres algorithmes (Carvalho et Gascuel, 94)

• *Représentation arborée des proximités et application à la reconstruction phylogénétique.*

Ce travail est proche de la classification (au sens de l'analyse des données). On dispose d'un ensemble d'objets et d'une mesure de dissimilarités entre objets qui exprime que deux objets sont plus ou moins ressemblants. A partir de la matrice de toutes les dissimilarités prises deux à deux, l'objectif est de construire un arbre dont les objets soient les feuilles et dont les longueurs de branche approximent aussi bien que possible la dissimilarité initiale. Ce problème classique a fait l'objet de nombreux travaux. Une des applications possibles est la reconstruction phylogénétique dont l'objectif est de reconstituer l'histoire de l'évolution des espèces vivantes. Dans ce cadre, nous avons proposé un algorithme (purement numérique) dont les performances sont sensiblement meilleures que celles des algorithmes existants (Gascuel, 94; Caraux et al., 95; Gascuel et Levy, 95).

O. Gascuel co-anime le projet inter-PRC «Méthodes symbolique-numériques de discrimination» et le groupe de travail «Phylogénie et alignement» du GDR Informatique et Génomes. L'équipe participe activement à ces différents groupes de recherche et a obtenu un projet de recherche du GREG (Groupe d'Etudes et de Recherches sur les Génomes).

Equipe «Systèmes Multi Agents et Apprentissage»

Contacts : J. Quinqueton, J. Sallantin.
Email : jq, js@lirmm.lirmm.fr

Nos activités en Apprentissage Automatique s'articulent autour d'un thème central, la spécification d'un système d'agents rationnels pour la résolution de problèmes. Chaque agent est capable d'apprendre à formuler des hypothèses sur une partie du problème. Un protocole de négociation basé sur un dialogue argumentatif entre les agents permet d'aller vers l'obtention d'un point fixe.

Un cadre multi-agents, dénommé MOSCA, a été proposé pour intégrer l'interaction dans l'étude de l'évolution d'un agent apprenant. Le concept de rôle est au coeur de ce cadre, et présente un fort intérêt pour l'analyse du comportement coopératif d'une société d'agents (Sallantin et al., 91). Ce cadre s'avère être un complément indispensable à notre modèle de représentation des connaissances : les Théories Semi-Empiriques. Un travail d'intégration de l'approche multi-agents à ce modèle est en cours (Pierre et Quinqueton, 95).
Ces différents travaux sont expérimentés sur des problèmes en vraie grandeur : l'analyse des séquences génétiques (Gracy et Sallantin, 95; Mephu Nguifo et Sallantin, 93), la supervision-maintenance des réseaux de télécommunication, problématiques de prise de décision et application au jeu de Go (Pompidor, 94).

Groupes de travail et contrats de recherche. L'équipe participe aux groupes de travail :

- du PRC-GDR «Intelligence Artificielle» : MARCIA, Explications, EIAO, Jeux;
- du GDR «Informatique et génomes» : Introns-Exons, Modélisation de connaissances pour le génome;

Participation au réseau d'excellence européen MLnet, correspondant: J. Quinqueton.
Projet «Spécification d'un agent Rationnel» dans le cadre du projet MRES «Sciences cognitives» en 1993-94.
Participation à 2 Projets GREG en 1994.

DOSSIER APPRENTISSAGE

Bibliographie LIRMM

Caraux G., Gascuel O., Andrieu G., Levy D. Méthodes informatiques pour la reconstruction phylogénétique. *(TSI)*, 1995, à paraître.

Carvalho F., Gascuel O. SDL: a stochastic algorithm for learning decision lists with limited complexity, *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence* 10, 281-302, 1994.

Daniel-Vatonne M.C., de la Higuera C. Les termes : un modèle algébrique de représentation et de structuration des données symboliques, *Math. Inf. Sci. Hum.* 122, 41-63, 1993.

Gascuel O., Caraux G. Distribution-free performance bounds with the resubstitution error estimate, *Pattern Recognition Letters* 13, 757-764, 1992.

Gascuel O., Caraux G. Statistical significance in inductive learning, *European Conference on Artificial Intelligence*, Vienne, 435-439, 1992.

Gascuel O. A note on Sattath and Tversky's, Saitou and Nei's, and Studier and Keppler's algorithms for inferring phylogenies from evolutionary distances, *Molecular Biology and Evolution* 11(6), 961-963, 1994.

Gascuel O., Levy D., A reduction algorithm for approximating a (non-metric) dissimilarity by a tree distance, *Journal of Classification*, 1995, à paraître.

Gracy J., Sallantin J., Environnement d'apprentissage et modélisation structurale des protéines par homologie, *Technique et Science Informatiques*, vol 14 no 2, pp 179-196, 1995

Mephu Nguifo E., Sallantin J., Prediction of Primate Splice Junction Gene Sequences with a Cooperative Knowledge Acquisition System, *first International Conference on Intelligent Systems for Molecular Biology*, p.292-300, AAAI Press,1993.

Pierre D., Quinqueton J. Towards a Knowledge Level Formalization of Learning, *MLNet Workshop Knowledge Level Modelling and Machine Learning*, D. Fensel (Ed), Heraklion, 1995.

Pompidor P., Protocole et implémentation multi-agents pour le temps réel : Application à la prise de décision planaire, *RFIA*, 1994.

Sallantin J., Aubert J.P., Barboux C., Quinqueton J., Schéma mental : Eléments de formalisation, *Revue d'Intelligence Artificielle*, Vol. 5, no 1, Hermès Ed., 1991.

"Je crois qu'il est en train de découvrir le feu"

LISI
Laboratoire d'Ingénierie des Systèmes d'Information

Equipe Modélisation et Gestion des Connaissances

Contact : Jean-Marc Fouet
Université Claude Bernard et INSA de Lyon
43 Bd du 11 Novembre 1918
69622 Villeurbanne Cedex
Tél : 72 44 83 69 Fax : 72 43 15 36
Email : fouet@lisisun.univ-lyon1.fr
URL : http://www710.univ-lyon1.fr/~fouet

Au sein d'un laboratoire d'une soixantaine de personnes consacré aux Bases de Données et à l'Intelligence Artificielle, l'équipe MGC, composée d'un professeur, trois Maîtres de Conférences et six thésards, s'intéresse particulièrement à l'utilisation de méta-connaissances en vue de *l'acquisition, de la structuration, de l'exploitation et de la découverte automatique de connaissances et de méta-connaissances*.

Outre le problème purement scientifique de validation du concept de méta-connaissances, l'équipe s'attache à étudier les problèmes suivants :

- pérenniser les connaissances rétives à la modélisation, en en assurant la qualité (mise en évidence de contradictions apparentes et de lacunes), sans préjuger de l'utilisation qui en sera faite ultérieurement ;
- en faire émerger, sinon des modèles, du moins des structures ;
- résoudre élégamment des problèmes à forte combinatoire.

Projets de Recherche

Réorganisation des structures en vue de l'accélération des traitements.

Dans le langage d'objets actifs à la base de la Machine Gosseyn (voir ci-dessous), le seul principe actif est l'envoi de messages. L'étude a posteriori de la trace des échanges de messages permet de détecter des anomalies, et notamment la présence en grande quantité d'un même message-question ayant reçu la même réponse.

Si les méta-connaissances disponibles garantissent une stabilité suffisante de cette réponse, le système, en analysant le code (Lisp) responsable, peut corriger une maladresse de programmation (invariant dans une boucle) ou remédier aux effets d'une programmation «trop» modulaire. Il se comporte alors en simple optimiseur du code dont il est constitué, avec cette nuance que l'optimisation résulte de l'utilisation, et est donc adaptée à chaque exemplaire de la Machine.

Si la programmation n'est pas en cause, et si le destinataire de la question est unique, le système ré-organise la *hiérarchie d'héritage* en «ceux qui reçoivent telle réponse à la question» et les autres. Les héritiers de la première classe n'ont plus besoin de poser la question : on économise le message, en général le test qui le suit, et on dégage des classes que le concepteur du système n'avait pas identifiées.

Le cas le plus intéressant est celui d'un grand nombre d'objets répondant de la même manière. Le système réorganise alors la *hiérarchie d'instanciation* en «ceux qui répondent R1 à Q1 et R2 à Q2 et Rn à Qn» et les autres, et la connaissance de leur filiation dispense de leur poser ces questions. Or, afin que par la suite de nouveaux objets soient directement placés dans cette nouvelle classe, le système doit la décrire aux concepteurs/utilisateurs. S'il est possible de la décrire par une équation du Premier Ordre sur les attributs, on retrouve une classification automatique «classique». Dans le cas contraire, le système a fait émerger un nouveau concept, non réductible à des valeurs d'attributs.

Adjonction d'heuristiques pour diminuer le nombre de retours-arrière.

On se place dans le cadre des Constraint Satisfaction Problems (CSP), par exemple la détermination d'un ordonnancement ou encore la proposition de structures pour une molécule organique. Résoudre de tels problèmes «en aveugle», avec retour-arrière chaque fois qu'une contrainte est inapplicable, est sans intérêt : on adjoint donc aux contraintes des règles qui indiquent dans quel ordre il est préférable de considérer les contraintes.

En observant ses échecs, le système engendre de nouvelles contraintes, et enrichit sa base de règles (apprentissage inductif non supervisé). Lorsqu'il a le choix entre plusieurs règles pour choisir entre plusieurs contraintes, il a recours à des méta-règles. L'observation de ses échecs peut l'amener à enrichir sa base de méta-règles. Et lorsque plusieurs méta-règles sont candidates?

La seule issue est qu'une partie des méta-règles soit réflexive, s'applique à elle-même, et c'est cette réflexivité que nous cherchons à permettre. Pour ce faire, ici encore, la seule considération d'intervalles de valeurs possibles pour des attributs est insuffisante : l'induction vise à détecter des propriétés plus chargées de sémantique.

Outil réalisé : La Machine Gosseyn

La Machine Gosseyn est une boîte à outils construite sur un langage à objets actifs inspiré de YAFOOL, qui a pour mission de favoriser l'étude de la réflexivité : la Machine doit pouvoir observer ses moindres constituants, et les modifier.

Pour faciliter cette tâche, on a recours à un modèle unique :

- tout est objet, y compris les coins des fenêtres, les fonctions, les constantes, les messages... et l'utilisateur.
- le seul moyen qu'a le système de fonctionner consiste en la passation de messages, qui déclenchent des méthodes et activent éventuellement des réflexes. Cela vaut y compris à l'intérieur d'un objet, qui ne peut se modifier qu'en s'envoyant un message.

Bibliographie

Burzlaff M. Inductive Learning by Generalization, Founded on Failures, *Golden West International Conference on Intelligent Systems*, San Francisco, 1995.

Fouet J-M., Nouira R. Acquisition and Structuration of Knowledge Using Metaknowledge, Proceedings of *IJCAI'95 Workshop on Machine Learning in Engineering*, Montreal, 1995.

Fouet J-M. Utilisation de méta-connaissances pour l'acquisition, la transformation et la découverte de connaissances, *revue ISI*, Paris, 1994.

Pimont S., Resolution of a Combinatorial Constraint Satisfaction Problem by Knowledge Modification According to Learning Meta-knowledge, Proceedings of *AAAI'92 Workshop on Constraining Learning with Prior Knowledge*, San Jose, 1992.

LIUAPV
Laboratoire d'Informatique de l'Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse

Contacts : Alain Samuel, Marc El-Bèze
Faculté des sciences
33, rue Pasteur
84000 AVIGNON
Tél. : 90 00 27 95
e-mail : samuel, elbeze@univ-avignon.fr

Le LIUAPV (directeur : Henri Méloni) est un laboratoire en plein essor dont l'activité de recherche est centrée sur le traitement automatique du langage. Les données, les connaissances et les problèmes auxquels nous sommes confrontés, nous conduisent à utiliser et à développer des techniques d'apprentissage symbolique et numérique (apprentissage symbolique, réseaux neuromimétiques, modèles de Markov, etc.).

Thèmes de Recherche.

Méthodes et modèles d'apprentissage symbolique pour le traitement automatique du langage.

La diversité et la complexité des données manipulées en traitement de la parole imposent des contraintes sur les systèmes ou les modèles d'apprentissage élaborés. Ils doivent être opérationnels, capables d'adapter leurs biais, manipuler des informations numériques et symboliques avec des représentations multiples et des stratégies évolutives. Nos modèles ont pour caractéristique principale d'être opérationnels dans un environnement riche, mais ne sont pas forcément dédiés à la parole. Nos principales réalisations sont :

- Elaboration d'un système interactif associant apprentissage et analyse de données pour l'extraction de connaissances explicites à partir d'exemples constitués de données symboliques et numériques. Application à l'acquisition d'informations prosodiques (thèse de J.-J. Schneider).

Dossier Apprentissage

- Mise en place d'un environnement d'apprentissage d'aide à la découverte de connaissances axé sur la flexibilité et la compréhensibilité. Des algorithmes génériques de généralisation et de reformulation sont proposés ainsi qu'une méthode de programmation par l'exemple en PLI qui sert à bâtir sans programmation explicite de véritables stratégies d'apprentissage. Une application sur les déformations contextuelles en parole est développée (thèse de P. Robineau).
- Elaboration d'un modèle d'apprentissage symbolique non biaisé, dont les grands axes portent sur une représentation multiple (points de vue et niveaux), un procédé de concrétisation (lié à la notion de niveaux de détail), une stratégie évolutive (modification de paramètres en fonction des résultats de l'apprentissage) et un algorithme minimal de comparaison (proche de la recherche de l'identité).

Nous avons également abordé d'autres domaines introduisant des problèmes et des données de nature proches de ceux de la parole. En particulier, nous avons réalisé des applications portant sur la reconnaissance de caractères, de la musique, d'électrocardiogrammes et de signatures acoustiques de sous-marins.

Apprentissage probabiliste

Nous n'avons pas pour objectif premier de mener une recherche fondamentale portant sur les méthodes d'apprentissage. Cependant, l'analyse des limites de l'apprentissage classique obtenu par application de l'algorithme de Baum-Welch nous amène à examiner quelques méthodes alternatives.
Le choix de la structure des automates qui constituent les différentes sources de Markov employées en reconnaissance de la parole reste un problème ouvert. Dans le prolongement des travaux que nous avons déjà menés sur ce sujet, nous pensons pouvoir améliorer la méthode de construction des formes de base obtenues lors d'une phase de préapprentissage.
Une autre façon de poser le problème consiste à savoir isoler au sein d'une structure l'ensemble des états qui permettent de faire la différence entre deux sons et d'ignorer la contribution bruitée de ceux qui ne peuvent la faire (thèse de S. Igounet).
Une autre direction de recherche consiste en la mise au point d'une procédure d'apprentissage multi-modal, en tenant compte des aspects liés à un déphasage temporel variable entre, par exemple, un flot de paramètres graphiques et acoustiques émis, qui plus est, à des fréquences différentes (thèse de P. Jourlin).

Bibliographie

Jourlin P., El-Beze M., Méloni H. Automatic bimodal speech recognition, *IWAFGR95*, Zurich, 1995.
Méloni H., Igounet S., El-Beze M. Parole-TALN : l'espace de la perception, *TALN 95*, Marseille, 1995.
Robineau P. CASA : un système de généralisation directement utilisable par un expert, *5th IPMU*, Paris, 1994.
Samuel A. Multi Learning by Concretion, *12th EMCSR*, Wien, 1994.
Schneider, J.-J., Méloni H. A database to extract prosodic knowledge with a numerical and symbolical learning system, *ICPhS'95*, Stockholm, 1995.

LRI
Laboratoire de Recherches en Informatique

Responsable : Yves Kodratoff
Contacts: Antoine Cornuéjols, Céline Rouveirol

Equipe Inférence et Apprentissage
Université Paris Sud
91405 Orsay Cedex
Tél : 69 41 64 09 Fax : 69 41 65 86
Email : yk, antoine, celine@lri.fr

Composition de l'équipe. L'équipe Inférence et Apprentissage a vu le jour il y a une quinzaine d'années et compte à ce jour 7 chercheurs et enseignants-chercheurs et dix chercheurs doctorants. Six autres personnes en poste dans d'autres centres de recherche, travaillent en étroite collaboration avec l'équipe.

Thèmes de recherche.
Les thèmes majeurs de recherche sont actuellement: la programmation logique inductive, les algorithmes génétiques (AG) et l'induction symbolique/numérique, l'acquisition des connaissances. D'autres thèmes sont également développés mais ne sont pas présentés ici par manque de place.

Algorithmes et Programmation Génétiques.

Notre recherche s'effectue selon trois axes : d'une part l'utilisation d'algorithmes génétiques pour apprendre des règles de discrimination optimales, d'autre part l'apprentissage de règles de contrôle pour accélérer et améliorer l'évolution génétique, enfin l'utilisation de la programmation génétique pour la classification selon des fonctions numériques.
1- *Extensions du système SIA* (Venturini, 93) *à l'ordre 1*. Le système SIA apprend des règles de discrimination à partir d'un ensemble d'exemples décrits par attributs-valeurs. SIA est actuellement étendu à l'apprentissage de relations : le système SIAO1 permet d'apprendre des relations dans un sous-ensemble (non récursif) de la logique d'ordre 1. La représentation permet ici de manipuler les symboles de prédicat, de variable et de constante.
2- L'apprentissage peut être appliqué pour apprendre à *contrôler les opérateurs de croisement et de mutation*, qui permettent de faire apparaître de bons éléments, mais peuvent également les faire disparaître. En particulier, nous proposons (Sebag et Schoenauer, 94) d'utiliser l'apprentissage inductif pour caractériser les croisements destructifs et inactifs. Les règles sont à chaque génération créées à partir d'exemples issus de la population courante puis appliquées au cours des prochaines générations. Sur le problème artificiel de la Voie Royale et sur un problème trompeur, l'accélération obtenue va d'un facteur 2 à 50.
3- La solution à un problème de discrimination est une surface séparatrice qui peut être recherchée par Programmation Génétique. Nous appliquons la Programmation Génétique sur différents problèmes de *classification binaire* dans un espace à attributs numériques. Les premiers résultats obtenus montrent que la Programmation Génétique est une bonne méthode de classification produisant l'équation d'une séparatrice correcte pour des expressions complexes et de nombreuses variables non pertinentes.

Induction Symbolique/Numérique

Durant ces dernières années, de nombreux travaux de l'équipe ont porté sur la coopération de techniques numériques et symboliques et le traitement de données numériques et symboliques : d'une part sur l'*induction heuristique de lois numériques* (Moulet, 94) et d'autre part sur les *arbres de discrimination* adaptés aux données mixtes.

Par ailleurs, nous avons proposé un modèle de l'*analogie* comme une minimisation de la quantité d'information nécessaire à la mise en correspondance de la situation source et de la situation cible (Cornuéjols, 94). Le modèle est formalisé grâce à la théorie de la complexité algorithmique de Kolmogorov-Chaitin-Solomonoff adaptée de manière à tenir compte d'une théorie du domaine a priori. On obtient alors une formalisation proche du principe de taille minimale de description.

Nous nous tournons actuellement vers la découverte de connaissances dans les bases de données, dont le succès sous le terme «Data Mining» est croissant aux Etats-Unis. En particulier, nous cherchons à établir quels sont les nouveaux défis pour l'apprentissage automatique (Kodratoff et Moulet, 95). Nous avons participé à l'organisation des workshops MLnet qui ont eu lieu en 1994 et en 1995 sur ce thème.

Programmation Logique Inductive (PLI)

La Programmation Logique Inductive a pour but d'étudier et de formaliser dans le cadre de la programmation logique les opérations d'apprentissage à partir d'exemples et de contre-exemples dans des restrictions de la logique des prédicats. Cette branche de l'apprentissage connaît un grand succès actuellement, notamment au niveau européen (voir encadré). L'équipe a poursuivi dans ce domaine l'étude de la généralisation en présence de théorie du domaine (Rouveirol, 94). En lien avec le thème acquisition des connaissances (voir ci-dessous), une étude des biais d'apprentissage dans une famille de systèmes de PLI a été amorcée, avec pour objectif de caractériser formellement et empiriquement l'influence de différents types de biais d'apprentissage sur les résultats et les performances de ces systèmes d'apprentissage. Le modèle obtenu sert de spécification pour l'implémentation d'un nouveau système générique, HAIKU, permettant de reproduire de nombreux systèmes d'apprentissage (Nédellec et Rouveirol, 1994). Enfin, plus récemment, un nouvel axe de recherche s'est développé, concernant l'apprentissage de clauses contraintes maximalement discriminantes (Sebag et Rouveirol, 1994).

Acquisition des Connaissances

Nos travaux se concentrent sur la modélisation de raisonnements complexes dans le cadre de l'acquisition des connaissances dirigée par les modèles. Ce paradigme envisage l'acquisition des connaissances comme une reconstruction rationnelle de comportements de résolution de problème. Trois sous-thèmes de recherche sont actuellement poursuivis :
- *Modélisation de connaissances de contrôle.* Le but est d'intégrer des primitives de représentation pour des connaissances de contrôle déclaratives aux approches de modélisation existantes tel que CommonKADS. Nous proposons de représenter de manière explicite l'état courant du raisonnement sous la forme d'un modèle conceptuel du cas (MCC) composé d'objets de raisonnement. Il est alors possible de définir des connaissances de contrôle reliant l'état du MCC au raisonnement adapté à cet état (Causse, 94).
- *Modélisation de la reconnaissance de plans.* Il s'agit de définir un modèle générique pour des systèmes non-coopératifs de reconnaissance de plans. Le système doit interpréter le comportement d'un agent en situation dans un environnement dynamique à partir de données de bas niveau, et fournir une aide à la décision (Cañamero, 94).
- *Modélisation de systèmes d'apprentissage.* Ce travail concerne la modélisation de manière explicite du fonctionnement et des biais déclaratifs de certains systèmes d'ASA. Deux modèles ont été construits. Un premier modèle concerne une famille de systèmes d'apprentissage en PLI (cf. ci-dessus). Le deuxième modèle concerne un algorithme de construction de graphes d'identification, MAKEY, et a permis d'introduire une nouvelle couche stratégique au système explicitant l'utilisation de connaissances de contrôle : les stratégies d'identification. Le nouveau système est capable de changer dynamiquement de stratégie à partir d'une base de stratégies d'identification acquises auprès des experts (Causse et Lebbe, 95).

Participation à des contrats et relations internationales.

L'équipe a participé au projet ESPRIT MLT (voir encadré) et participe actuellement à différents projets internationaux
- Basic Research Action sur la Programmation Logique Inductive (BRA 6020 ILP),
- contrat avec l'Université Bar-Ilan dans le cadre de la collaboration Franco-Israélienne. Nous travaillons sur la révision des connaissances et son application en robotique.
- projet Cognisciences
- projet LHM

Par ailleurs, Y. Kodratoff a organisé les premières Journées françaises sur l'Apprentissage en 1985 et la première conférence européenne EWSL en 1986 (voir encadré). C. Rouveirol a également organisé les 1ères Journées Francophones d'Apprentissage et d'Explicitation des Connaissances en 1992 et a été présidente du comité de programme des JFA 94. Nous sommes actuellement un noeud principal du réseau d'excellence MLnet (voir encadré). Dans ce cadre, Y. Kodratoff a organisé ML-ILWS'94, un colloque international sur les applications industrielles de l'apprentissage et C. Rouveirol a organisé une école d'été européenne sur l'apprentissage.

DOSSIER APPRENTISSAGE

Bibliographie LRI

Cornuéjols A. Analogy as a minimization principle in operation. *International Conference on Machine Learning (ICML-94) workshop on MDLP*, 1994.

Cañamero D., Modeling Plan Recognition for Decision Support. In L. Steels, G. Schreiber, W. Van de Velde (eds), *A Future for Knowledge Acquisition—5th European Workshop on Knowledge Acquisition*, Heidelberg, Springer-Verlag, 1994, LNAI 867, p. 158–177.

Causse K. MCC, vers l'acquisition de connaissances de contrôle. *Thèse de l'Université Paris-XI*, ORSAY, 1994.

Causse K. et Lebbé J., Modélisation des stratégies d'identification par la méthodologie MCC. in *Journées Communes des JAC-JFA, JAVA-95*, Grenoble, 1995.

Kodratoff Y., Moulet M. Découverte de connaissances dans les bases de données : présentation du problème et état de l'art. *Actes des 5èmes Journées Nationales PRC-GDR Intelligence Artificielle*, Teknea, pp. 283-296, 1995.

Moulet M. Iterative Model Construction with regression. *11th European Conference On Artificial Intelligence*, pp 448-452, 1994.

Nédellec C., Rouveirol C. Specifications of the HAIKU system, *Rapport de Recherche n° 928 de l'Université Paris-Sud*, 1994.

Rouveirol C. Flattening and saturation : Two representation changes for generalization, Machine Learning, 14:219- 232, 1994. *Special Issue on Representation Change in Learning*.

Sebag M., Rouveirol C. Induction of Maximally general clauses consistent with Integrity Constraints. *Proc. of the Fourth International Workshop on Inductive Logic Programming (ILP-94)*, Wrobel S. (Ed.), GMD-Studien 237, 1994.

Sebag M., Schoenauer M. Inductive learning of membership functions and fuzzy rules. In B. Ayyub and M.M. Gupta (Eds). *Uncertainty Modeling : Theory and Applications*, série *Machine Intelligence and Pattern Recognition*. North Holland, 1994.

Sebag M., Schoenauer M. A numerical strategy to knowledge using *Knowledge, Data and Computer-Assisted Decisions*, M.Schader and W.Gaul (Eds), NATO ASI Series, Springer Verlag, 1994.

Venturini G. Apprentissage adaptatif et Apprentissage supervisé par Algorithme Génétique. *Thèse de Doctorat de l'Université de Paris-Sud*, 1994.

Katholic Univerity of Leuven (BELGIQUE)

Contacts : Luc de Raedt, Maurice Bruynooghe
Department of Computer Science
Celestijnenlaan 200 A
B - 3001 Heverlee, BELGIQUE
Tél: ++ 32 16 32 75 50Fax: ++ 32 16 32 79 96
Email : Luc.Deraedt,
Maurice.Bruynooghe@cs.kuleuven.ac.be

Composition du Groupe Apprentissage : M. Bruynooghe, L. De Raedt, H.Ade, H.Blockeel, L. Dehaspe, G. Sablon, W. Van Laer

Thèmes de recherche : Programmation Logique Inductive

mots-clés : révision de théorie, apprentissage multi-prédicats, agents autonomes, découverte de connaissances dans les bases de données.

L'équipe apprentissage de Leuven travaille dans le domaine de la Programmation Logique Inductive (ILP), à l'intersection de l'Apprentissage et la Programmation Logique. La recherche se concentre sur la révision de théorie, les biais déclaratifs, la découverte de clauses dans des bases de données déductives, et le développement des cadres logiques alternatifs pour ILP.

Durant ces dernières années, nous avons développé les systèmes de révision de théorie CLINT et RUTH. Ces systèmes apprennent de manière inductive et abductive des programmes logiques à partir d'exemples positifs et négatifs et de contraintes d'intégrités. CLINT ainsi que RUTH apprennent plusieurs prédicats et sont cohérents et complets. La différence principale est que CLINT procède de façon interactive en posant des questions à l'utilisateur, alors que RUTH est un système non interactif utilisant une stratégie de recherche basée sur «iterative deepening».

CLAUDIEN est le premier système ILP capable de découvrir des théories clausales dans des bases de données. Le système utilise une sémantique alternative pour ILP, intégrant ainsi plusieurs aspects de ILP dans une nouvelle perspective. CLAUDIEN se fonde à la fois sur des résultats du domaine de la logique computationnelle (et des bases de données déductives) et de la programmation logique inductive. La sémantique alternative a conduit simultanément à de nouveaux résultats et à de nouveaux défis pour la théorie d'apprentissage computationnelle.

Un autre centre d'intérêt de la recherche à Leuven porte sur l'intégration de la programmation logique inductive avec la planification, utilisant la représentation logique du «event calculus».

Bibliographie

Ade H., De Raedt L., Bruynooghe M. Declarative Bias for Specific-To-General ILP Systems, *Machine Learning Journal*, to appear, 1995.

Ade H., Denecker M. Abductive Inductive Logic Programming. In *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI95)*, 1995.

Ade, H., Malfait, B., De Raedt, L. RUTH : an ILP Theory Revision System, In *Proceedings of the 8th International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems (ISMIS94)*, 1994.

DOSSIER APPRENTISSAGE

De Raedt L. *Interactive Theory Revision: an Inductive Logic Programming Approach*. Academic Press, 1992.

De Raedt L., Bruynooghe M. Belief updating from integrity constraints and queries, *Journal of Artificial Intelligence*, vol 53, pp 291-307, 1992.

Sablon G., De Raedt L., Bruynooghe, M. Iterative version spaces, *Journal of Artificial Intelligence*, vol 69, pp 393-409, 1994.

Sablon G., De Raedt L. Forgetting and Compacting Data in Concept Learning. In *Proceedings of the 14th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI95)*, 1995.

Van Laer W., Dehaspe L., De Raedt L. Applications of a logical discovery engine. In *Proceedings of the AAAI Workshop on Knowledge Discovery in Databases*, pp. 263-274, 1994.

OMLG
Ottawa Machine Learning Group

Contact : Stan Matwin
Department of Computer Science
University of Ottawa
Ottawa, Ont. K1N 6N5 Canada
Tél: (613) 562-5800 Fax: (613) 562-5187
Email: stan@csi.uottawa.ca URL : http://www.csi.uottawa.ca/dept/kaml

OMLG est un groupe de recherche en apprentissage automatique situé à l'Université d'Ottawa. L'équipe mène ses recherches dans tous les domaines d'apprentissage automatique, autant au niveau pratique que théorique. L'équipe comprend trois professeurs : Rob Holte, Mario Marchand et Stan Matwin, ainsi qu'une douzaine d'étudiants du deuxième et troisième cycles.

Thèmes de Recherche

Apprentissage Symbolique Inductif - Changement de Représentation Responsable : Rob Holte

L'importance de choisir une «bonne» représentation est bien reconnue en IA et en informatique en général. Le projet actuel consiste à chercher des outils pour assister un usager lors de la sélection ou de la construction automatique d'une «bonne» représentation. La recherche prend deux directions, une abstraite et l'autre concrète. La direction abstraite s'attaque à la question conceptuelle «Qu'est ce qu'une représentation?». En d'autres mots, quelles conditions doivent être satisfaites par la sortie d'un système qui choisit une représentation.

La direction concrète de la recherche implique le développement d'outils capables de raisonner à propos de types spécifiques de représentation. Son but porte actuellement sur le processus appelé compilation contrainte, où les tests d'un système génerer-et-tester sont incorporés dans le générateur. Plus particulièrement, le travail porte sur les méthodes efficaces pour incorporer et retirer dynamiquement les contraintes spécifiées. La recherche s'applique aux domaines du dessin d'un plan et de l'ordonnancement interactif.

Analyse et conception d'algorithmes d'apprentissage pour concepts neuronaux

Responsable : Mario Marchand

A l'aide du paradigme d'apprentissage «probablement approximativement correct'' (PAC) introduit par Valiant en 1984 et généralisé par Haussler, nous étudions la complexité du problème de l'apprentissage des classes de fonctions représentables en réseaux de neurones. Nos contributions récentes incluent un algorithme d'apprentissage PAC pour la classe des réseaux de neurones sans recouvrements (i.e., les réseaux sans boucles dont la sortie est connectée à un seul neurone) lorsque les unités d'entrée ne sont pas corrélées.

Apprentissage automatique et ses applications

Responsable : Stan Matwin

Nos travaux en programmation inductive logique peuvent être séparés en :

- apprentissage de clichés relationnels (avec Johanne Morin), apprentissage de clauses récursives avec un petit nombre d'exemples (avec Messaouda Ouerd) et l'apprentissage de programmes logiques exprimés en logique floue plutôt qu'en logique de premier ordre (avec Guiming Chen).
- apprentissage en présence de connaissances de base. Ceci comprend l'apprentissage inductif de règles explicatives à partir d'un modèle qualitatif (Thierry Rouget) et la programmation inductive logique avec des connaissances de base intentionnelles (Riverson Rios).
- apprentissage automatisé appliqué à des problèmes particuliers de la télédetection et d'analyse d'images satellites de l'environnement (avec Daniel Charlebois), dans le contexte du projet SEIDAM au Centre de Foresterie du Pacifique.
- apprentissage automatisé comme outil pour l'analyse intelligente d'un texte.
- application médicale de l'IA avec Riverson Rios et la participation à l'»Intelligent Multimedia Medical Diagnosis Aid» (IMMELDA).

Bibliographie

Holte R., Maass W. Theory and Applications of Agnostic PAC-Learning with Small Decision Trees (accepted for ML'95).

Holte R., Drummond C. A Learning Apprentice for Browsing. In *AAAI Spring Symposium on Software Agents*, 1994.

Hancock T., Golea M., Marchand M. Learning Nonoverlapping Perceptron Networks from Examples and Membership Queries', *Machine Learning*, vol 16, pp.161-183, 1994.

Marchand M., Hadjifaradji S. Learning Stochastic Perceptrons under k-Blocking Distributions', presented to NIPS'94, in G. Tesauro, D. S. Touretzky and T. K. Leen (eds.) *Advances in Neural Information Processing Systems 7*, MIT Press, Cambridge MA, 1995, to appear.

Matwin S., Szpakowicz S.A WordNet-based Algorithm for Word Sense Disambiguation Li Xiaobin, *Proceedings of IJCAI-95*, Montreal, Canada, 1995, to appear.

Peter C., Matwin S. Using Qualitative Models to Guide Inductive Learning, *10th International Conference on Machine Learning*, Amherst MA, 49-56, 1993.

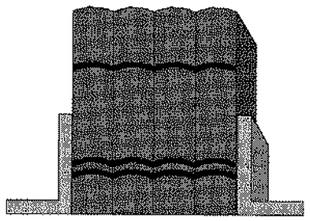
LIVRES

Sémantique pour l'analyse
F. Rastier, M. Cavazza, A. Abeillé

Masson 95

Critique par Bruno Bachimont

DIAM / SIM AP-HP
bachimont@biomath.jussieu.fr



La compréhension du langage est depuis les origines de l'IA un domaine privilégié d'étude dans la mesure où l'on ne saurait parler d'intelligence là où il n'y a pas de compréhension de la langue. Cependant, l'étude des langues ne coïncide pas nécessairement avec l'étude de la compréhension du langage, si bien que souvent les linguistes ne se reconnaissent pas dans les travaux de l'IA. C'est à résorber cette distance qu'est consacré le dernier ouvrage de F. Rastier (*et alii*) : il présente les notions nécessaires pour une sémantique appliquée à l'analyse automatique de la langue.

L'ouvrage est principalement rédigé par F. Rastier (5 chapitres présentant les théories sémantiques de l'auteur) illustré par deux chapitres plus appliqués : l'un de M. Cavazza traitant de la description du contenu lexical, l'autre de A. Abeillé traitant des grammaires d'unification.

Dressons sans plus tarder un bilan évaluatif du livre avant d'en aborder la présentation thématique. Dans un bilan positif, il faut mentionner la clarté pédagogique de l'exposé qui veut réunir en un seul ouvrage le vade-mecum de la sémantique linguistique pour informaticien. Par ailleurs, il faut souligner la prise en compte du donné empirique, à savoir le texte, dans la présentation des concepts et méthodes de la théorie de l'auteur. Dans un bilan négatif, il faut sans doute regretter une relative densité du propos qui peut se révéler pénalisante pour le lecteur vierge de toute culture linguistique autre que computationnelle, comme c'est souvent le cas en IA. Mais, si chaque lecteur accepte de faire son travail de lecteur, à savoir de réfléchir en lisant, il ne peut que progresser et notre reproche n'en est plus un. En revanche, je regrette que la dimension applicative soit relativement rhétorique dans l'ouvrage : si les notions linguistiques sont clairement illustrées par des exemples et motivées empiriquement, les chapitres destinés à montrer leur application informatique me paraissent moins percutants. En effet, le chapitre sur les grammaires est faiblement connecté au reste du livre et reste d'une lecture difficile, malgré d'évidentes qualités de présentation et d'argumentation, pour qui n'est pas familier avec les grammaires d'unification. Par ailleurs, le chapitre sur la description lexicale ajoute peu sur le plan linguistique aux chapitres théoriques de F. Rastier et ne tient pas ses promesses sur le plan informatique : outre quelques erreurs de détails, il n'indique pas de méthode permettant de construire un lexique sémantique informatique ni ne pointe sur les problèmes intrinsèques à cette tâche. Notre sentiment global est que ces deux chapitres auraient dû être des annexes et non insérés au cœur du discours. Comme nous le soulignerons plus loin, l'attrait des théories de F. Rastier pour le traitement automatique de la langue ne tient pas au mode d'exposition, mais à la force particulière des concepts qu'il mobilise.

I. Etude thématique

En préliminaire à cette note de lecture, rappelons d'emblée quelque distinctions cardinales : pour Rastier il faut en effet distinguer *(i)* les langues, *i.e.* les réalités concrètes effectivement parlées comme le français ou l'anglais, *(ii)* la langue dans son sens saussurien, c'est-à-dire comme système en opposition à l'usage, *e.g.* le système de la langue française, *(iii)* le langage, d'une part comme la compréhension du langage, qui est une faculté humaine, et dont la théorie correspond à l'étude cognitive de la capacité linguistique, et d'autre part comme objet universel construit à partir des langues empiriques, et enfin *(iv)* les langages, systèmes symboliques formels ou artificiels, *e.g.* Lisp ou Prolog. Ces distinctions sont caduques si, dans un contexte théorique autre que celui de l'auteur, on veut assimiler langue et langage. Toujours est-il que ces distinctions sont valables d'un point de vue simplement descriptif, même si *in fine* il faut rabattre une catégorie sur une autre d'un point de vue théorique, en affirmant par exemple que les langages de programmation ne sont que des variantes mieux formellement définie que les langues naturelles, dont elles partagent la nature linguistique.

C'est dans l'étude des langues que se situe la perspective théorique de François Rastier (on peut voir à ce propos son *Sémantique interprétative*, PUF, 1987, et son *Sémantique et Recherches Cognitives*, PUF, 1991). Rastier (R. dorénavant) plaide pour une linguistique descriptive qui, reconnaissant la diversité des langues et s'attachant à leur réalité concrète et empirique, s'oppose aux linguistiques universelles et grammaires formelles, décrivant une langue idéalisée, parlée par un locuteur idéal, *i.e.* par personne. Une telle linguistique descriptive possède un objet proprement empirique sur lequel asseoir son discours théorique, le texte :

« les textes attestés dans des conditions réelles de communication constituent l'objet empirique de la linguistique » p.4

Il ne faut donc pas les confondre avec les exemples construits de linguistes, servant davantage à illustrer la théorie proposée qu'à lui fournir une assise expérimentale et empirique. Par ailleurs, non seulement le texte est un objet empirique de la linguistique, mais il est *l'objet* de la linguistique dans la mesure où il est le seul à être véritablement empirique, c'est-à-dire attesté par les pratiques indépendamment des linguistes : par exemple, c'est la médecine hospitalière qui définit ce qu'est un compte rendu opératoire, sa production concrète et son exploitation pratique, mais c'est le linguiste qui affirme qu'il est fait de mots et qu'il véhicule des signifiés. Les autres objets de la linguistique, le mot, le lexème, le signifié, etc., sont en effet des artefacts linguistiques : ils sont construits par le linguiste. Par exemple, le mot en lui même n'est pas un fait de langue : c'est un découpage effectué tardivement lié à l'apparition de l'écriture et, plus tard de l'imprimerie (Louis XIV écrivait sans séparer les « mots », voir à ce propos *La révolution technologique de la grammatisation*, de Sylvain Auroux, Mardaga, 1994) ; d'ailleurs la linguistique structurale à laquelle se rattache R. ne possède pas, parmi ses objets théoriques, le mot.

S'intéresser aux textes comme objets empiriques implique de prendre en compte tous les aspects liés à son existence empirique, à savoir leur condition de production, c'est-à-dire la pratique sociale dans laquelle ils sont produits, et le type de discours propre à cette pratique : politique, scientifique, littéraire, ainsi que le genre textuel appartenant à cette pratique (programme électoral, harangue tribunicienne, etc., dans la pratique politique). Bref, « tout texte procède d'un genre, et par là relève d'un discours et d'une pratique sociale » p.4.
Cela signifie donc que l'analyse linguistique devra refléter les conditions du discours car tout texte est situé, et tout texte ne peut être compris que dans son contexte. Mais au lieu d'en appeler à une pragmatique, c'est-à-dire habituellement l'étude des conditions d'énonciation du discours, R. en appelle à une *herméneutique matérielle*. Pour comprendre ce qu'il faut entendre par là, il convient de repartir de la notion de compréhension du langage.

II. Compréhension et interprétation

Constatons tout d'abord avec R. qu'il ne faut pas amalgamer compréhension humaine et compréhension informatique, qui demeurent incommensurables. En effet, il manque à l'ordinateur la réflexivité qui fait que, dans toute compréhension humaine, si l'on ne sait comment l'on a compris, on sait fort bien que l'on a compris. Si bien que « l'esprit humain comprend sans savoir comment il procède ; et l'ordinateur ne comprend pas, mais on sait comment il procède » p.11. Si bien que l'on ne peut adopter comme théorie de la compréhension une méthode informatique de représentation ou d'analyse.

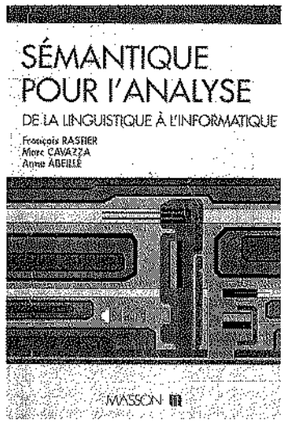
R. s'oppose donc aux acceptions classiques en IA et dans les sciences cognitives de la compréhension pour en adopter une caractérisation empruntée aux sciences humaines : la compréhension comme interprétation. C'est dire que, la dimension interprétative étant mise au premier plan, que la compréhension est comprise comme une herméneutique. L'herméneutique est, comme on le sait, la théorie de l'interprétation des textes, à l'origine, des textes sacrés. On distingue habituellement *(i)* l'herméneutique philologique qui étudie les textes d'après leur manuscrit et qui donc s'interroge sur le sens que peut avoir le texte compte tenu de l'évolution des termes et des modes de transmission des textes, *(ii)* l'herméneutique philosophique (*e.g.* Heidegger et Gadamer) qui s'interroge sur le statut du comprendre et des liens qu'il possède avec une théorie de l'Etre et du sujet. L'herméneutique matérielle prônée par R. rompt avec les préoccupations ontologiques de l'herméneutique philosophique en s'affirmant comme une « théorie du texte articulée à la philologie, et qui restitue les contraintes linguistiques auxquelles s'affronte toute compréhension au sens fort »p. 15. Elle est matérielle dans la mesure où elle reste en contact avec la matérialité des textes et leur transmission, en digne héritière de la philologie. Enfin, en se distinguant de l'herméneutique philosophique, l'herméneutique matérielle refuse de rapporter le sens à une dimension outrepassant la réalité linguistique textuelle : le sens est interprété au niveau linguistique, dans la langue, et non à un niveau psychologique (le sens comme représentation mentale), physique (le sens comme phénomène cérébral) ou ontologique (le sens comme mise en rapport avec le monde).

Cela signifie que comprendre pour un être humain, ce n'est pas traduire un donné linguistique en une représentation formelle mentale ou informatique, mais c'est expliciter par voie de paraphrase intralinguistique (c'est-à-dire produite en langue naturelle) les traits sémantiques actualisés dans un texte, les relations qui les structurent, les prescriptions immanentes au texte, son genre et la pratique sociale dont il relève, qui permettent d'actualiser ces traits et d'établir ces relations. Par exemple, dans le genre textuel correspondant à un compte rendu d'hospitalisation, le mot « opération » possède le trait sémantique /chirurgical/ qui est actualisé, alors que dans une notice de montage, ce mot possède le trait sémantique « action effectuée par le lecteur ».
L'interprétation ou explicitation d'un texte produit donc un autre texte ou lecture. Une lecture peut être descriptive (description sémantique qui tient compte du sens immanent au contexte de production du texte), réductive (la description enlève des traits sémantiques à la lecture descriptive) ou productive (on en lui ajoute). Les deux dernières lectures produisent un sens extrinsèque au texte et relève de la manipulation interprétative, souvent idéologique. On voit ici que le paradigme interprétatif de l'herméneutique matérielle ne doit pas être confondue avec les interprétations déconstructives de type dérridien : en effet, il existe des limites à l'interprétation ; la définition que propose R. d'une « lecture » permet en effet d'évaluer leur distance au texte d'origine et donc leur pertinence (on trouve un notion voisine chez Eco, *Les limites de l'interprétation*, Biblio essai, 1994).

III. Sémantique et sémantiques

Le choix de l'herméneutique comme paradigme linguistique s'accompagne chez R. d'une démarcation forte avec les paradigmes logico-symboliques, *i.e.* les sémantiques formelles. En effet, l'approche de R. consiste essentiellement à congédier toute espèce de sémantique formelle pour incapacité à rendre compte de la caractéristique

LIVRES



idiosyncrasique des langues, à savoir leur holisme sémantique. Dans la langue, tout sens est déterminé par le contexte, une interprétation est impossible à mener *in abstracto*, hors de toutes conditions d'interprétation imposées par les conditions de production, communication, et lecture du texte (au sens large) : bref, le sens va du global au local et du tout à la partie :

« Le sens d'un texte ne lui est pas immanent, il est immanent à la situation de communication à laquelle appartient le texte. Il varie donc avec les paramètres de cette situation. Comme tous les objets culturels, il est soumis à une évolution historique. » p. 16 (note).

En revanche, comme on le sait, toute sémantique formelle est fondée en son principe sur la récursivité de la syntaxe où le tout est la somme des parties, et le sens du tout se construit à partir du sens des parties : ignorant ainsi les effets du contexte. Cela signifie que la sémantique formelle repose sur le principe de compositionnalité et le paradigme calculatoire qui s'en déduit, principes qui sont précisément mis en défaut par le holisme sémantique de la langue :

« Si le principe de compositionnalité est invalide en sémantique linguistique et si l'interprétation échappe ainsi au paradigme du calcul, la détermination du global sur le local s'exerce par les contraintes initiales imposées ou proposées au parcours interprétatif. »
p. 37

L'herméneutique matérielle s'intéresse donc par principe à ce qui échappe aux approches véri conditionnelles et compositionnelles, inspirées de la logique mathématique. C'est dans cette mesure que l'on peut distinguer la pragmatique de l'herméneutique bien qu'elles partagent des centres d'intérêts, puisque toutes deux considèrent les conditions de production et d'énonciation dans leur influence sur le sens de ce qui est proféré. En effet, la pragmatique, contrairement à l'herméneutique, veut internaliser dans la syntaxe le contexte, sans remettre en cause son formalisme, voulant ainsi absorber le global dans le local :

« L'ordre herméneutique ne serait-il pas une sorte de pragmatique élargie ? Si certains problèmes traités par la pragmatique sont de son ressort, le statut de l'ordre herméneutique diffère grandement de celui du « niveau » ou de la « composante » pragmatique. D'une part, la pragmatique est une des trois parties de la sémiotique selon Morris et Carnap. Comme telle, elle procède du positivisme logique. Elle est l'envers de la sémantique véri conditionnelle, qu'elle suppose. » p. 18

Alors que la pragmatique s'intéresse aux actes de langage et de parole, donnant ainsi un primat à l'énonciation sur la compréhension, l'herméneutique s'intéresse *prima facie* aux actes de lectures, actes interprétatifs, en reconnaissant à l'auditeur/lecteur la même autonomie qu'au locuteur.

Mais, une fois la sémantique logique écartée, par quoi la remplacer ? Quelle description substituer à la formalisation logique ? Après avoir congédié les sémantiques psychologiques (définir la sémantique par l'expérience mentale) et cognitives (définir la sémantique par l'expérience cognitive), Rastier s'inscrit dans une « sémantique linguistique autonome » et propose sa synthèse théorique sous la forme d'une « sémantique différentielle unifiée ».

Une telle sémantique s'oppose à la sémantique référentielle, comme le fait d'associer un signe à son référent, et à la sémantique inférentielle, comme le fait de considérer le signe comme une prémisse dont la signification est la conclusion. Ces sémantiques référentielles et inférentielles correspondent respectivement à la sémantique et la pragmatique telles qu'on peut les rencontrer dans les systèmes IA de compréhension de la langue (e.g. Caramel). La sémantique différentielle considère que la signification d'un terme est déterminée par sa différence d'usage et emploi avec les autres termes de la langue. Le sens est donc une position dans la langue comme système. Pour bien comprendre ce que cela signifie, il suffit de considérer le problème de la synonymie : alors que dans des perspectives référentielles ou inférentielles, il est possible que deux termes signifient la même chose (même objet référé vs même signe inféré), « l'impossibilité de créer un synonyme comme étant la chose *la plus absolue et la plus remarquable qui s'impose parmi toutes les questions relatives au signe* » (Saussure) caractérise la sémantique différentielle.

En effet, si le sens c'est la différence, deux termes différents étant donc différents par nature, ils posséderont des sens différents. C'est en quelque sorte un principe de raison suffisante : la langue ne parle pas pour ne rien dire, il y a une raison expliquant le fait que deux termes soient différents. Et s'ils sont différents, c'est qu'ils signifient des choses différentes.

La sémantique différentielle repose donc sur plusieurs principes fondamentaux hérités de Saussure, que nous reprenons *in extenso* à Rastier, vu l'importance capitale de ces notions pour les conséquences tant théoriques que pratiques qu'il faut en tirer :

« La valeur est la véritable réalité des unités linguistiques ; elle est déterminée par la position des unités dans le système (donc par les différences) ; rien ne préexiste à la détermination de la valeur par le système : « il n'y a pas d'idée préétablie, et rien n'est distinct avant l'apparition de la langue ». Ainsi, la valeur n'est pas un signe, mais une relation entre signifiés. Elle exclut une définition atomiste du signe, qui le pourvoirait a priori d'une signification : la signification est un résultat et non une donnée. Elle interdit la définition compositionnelle du sens, puisqu'en tant que principe structural elle établit

LIVRES

la détermination du local par le global. » p. 31

C'est donc dans la perspective d'une sémantique différentielle qu'il faut aborder l'étude de l'objet empirique de la linguistique : le texte. Mais, au lieu d'adopter la distinction ternaire syntaxe / sémantique / pragmatique, fondée sur une conception cognitiviste de langage, et non sur l'étude des langues, cette conception unifiée amène R. à fondre la syntaxe, la sémantique et la pragmatique en autant d'aspects sémantiques des textes. L'étude de ces derniers repose alors sur des niveaux de complexité sémantique (morphème, syntagme, texte) qui rendent des catégories traditionnelles. Nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage lui-même pour l'étude de ce niveaux.

IV. Quelques remarques

Ces considérations sont obligatoirement bien lacunaires et rendent mal la densité du propos. Pour conclure, j'aimerais faire quelques remarques sur l'utilisation effective en I.A. d'une telle théorie sémantique unifiée.

Si en IA on peut s'intéresser au langage en tant que tel, comme faculté cognitive qu'il faut modéliser, on s'intéresse plus rarement aux langues naturelles. La plupart du temps en IA, on ne s'intéresse pas à la langue en tant que telle, mais en tant qu'elle sert à exprimer les connaissances. Ce que l'on vise, ce sont les connaissances, à travers leur expression linguistique. Or, la sémantique différentielle ne se soucie pas des connaissances. Par décision de méthode, elle ne s'intéresse qu'à ce qui est dit, à la valeur de ce qui est dit dans le système des significations, mais ne considère pas si ce qui est dit possède une valeur objective, si ce qui est dit constitue une connaissance du monde.

Or, lorsqu'il s'agit d'élaborer un système à base de connaissances (SBC), la principale tâche est de construire un modèle du domaine dont l'opérationnalisation permettra, à tout le moins permettrait, de remplir une fonction donnée dans le domaine. Par conséquent, puisqu'il faut construire un système à base de connaissances, et que les connaissances sont exprimées en langue naturelle, la démarche semble être d'analyser l'expression linguistique des connaissances pour construire le modèle nécessaire à la réalisation du SBC.

Le problème est que, descriptive, la sémantique différentielle n'est pas prescriptive, comme doit l'être un modèle. L'énoncé « la sténose est serrée » prescrit, dans le contexte des coronarographies, par son contenu conceptuel, qu'il faut dilater l'artère pour restaurer la circulation. Le contenu linguistique ne prescrit aucune action à entreprendre : décrivant le sens, il ne prétend pas renvoyer au monde objectif, et donc d'y prescrire une action à tenir.

La sémantique différentielle permet de dégager le contenu sémantique et linguistique des énoncés exprimant les connaissances. Mais seule une modélisation permet de dégager le contenu conceptuel, c'est-à-dire en considérant les énoncés pas seulement comme des expressions linguistiques, mais comme des connaissances du domaine. Pour passer du descriptif au prescriptif, il faut donc normaliser la description linguistique pour la plier aux normes théoriques et pratiques permettant d'utiliser cette description comme une connaissance et de commander l'action dans le domaine en fonction de son domaine (voir notre article « Ontologie régionale et terminologie, remarques méthodologiques et critiques », rapport interne DIAM RI-95-151).

La normalisation est l'étape qui sépare la description linguistique des expressions des connaissances d'une modélisation du domaine à l'aide de ces connaissances. C'est dire qu'une sémantique pour l'analyse n'est pas encore une sémantique pour l'IA, ce qu'on ne saurait lui reprocher, car son objet n'est pas la connaissance, mais le discours :

« Leur valeur de connaissance dépend exclusivement de la pratique dont procède leur production et leur lecteur, et la linguistique n'a pas à en traiter. Le problème linguistique du sens est alors soigneusement distingué du problème philosophique de la connaissance. »
p. 14

Du côté des éditeurs

Plusieurs éditeurs ont bien voulu nous faire parvenir leurs parutions en Intelligence Artificielle. Ces livres sont à la disposition de ceux de nos lecteurs qui accepteraient d'en faire une critique, contacter Philippe Laublet par E-Mail ou courrier postal, (voir adresses en page 2). Les livres disponibles actuellement sont :

J-L. Amat, G.Yahaioui, Techniques Avancées pour le traitement de l'information: réseaux de neurones, logique floue, algorithmes génétiques, *Cepadues, 1995.*

C.Fuchs, B.Victorri (eds), Continuity in Linguistic Semantics, *John Benjamins 1994.*

B. Osmont, Dynamiques cognitives et stratégies d'utilisateurs, *Masson, 1995.*

B.Pavard (ed), Systèmes coopératifs : de la modélisation à la conception, *Octares, 1994.*

S.Wermter, Hybrid Connectionist Natural Language Processing, *Chapman & Hall 1995.*

Par ailleurs, nous avons reçu les livres suivants dont nous signalons bien volontiers la parution :

M. Alabau, Le langage ADA : théorie et pratique, *Masson, 1995.*

M. Barthe, Ergonomie des logiciels : une nouvelle approche des méthodologies d'informatisation, *Masson, 1995.*

A.J. Fossard, D. Norman-Cyrot (eds), Non-Linear Systems, Tome I - Modeling and Estimation, *Masson et Chapman & Hall, 1995.*

G.Pujolle, Les Réseaux, *Eyrolles, 1995.*

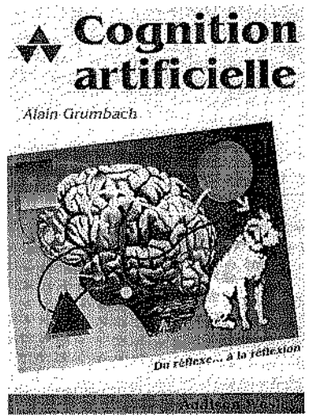
LIVRES

Cognition artificielle, du réflexe à la réflexion
Alain Grumbach

Addison Wesley

Critique par Mahieddine DJOUDI

SIC-IRCOM- Université de Poitiers



Voilà un livre au titre un peu paradoxal, qui se lit exactement comme on regarde une pièce de théâtre. Une pièce où l'auteur aborde le côté artificiel de la cognition, et la morale reste au niveau du regard que nous avons sur le réflexe et la réflexion.

Au début, c'était le prologue. Nous avons droit à la présentation de tout ce que le livre, pardon la pièce, du décor à la mise en scène en passant par la distribution et le scénario.

Le décor est constitué d'un titre «du réflexe à la réflexion» et d'un dessin «du réseau neuronal aux productions mentales».

Du côté de la distribution, l'auteur présente des situations mettant en jeu des mécanismes réflexes et/ou faisant appel à la réflexion, telles que la marche, la démonstration automatique et la conduite automobile.

Le scénario parle des données émanant des neurosciences, étudie les structures et les processus de formation et d'apprentissage de compétences pour un système placé en interaction avec un environnement.

Du côté de la mise en scène, l'auteur présente les sept actes qui composent le livre.

Le rideau s'ouvre à l'acte 1 sur une présentation du cadre scientifique de la cognition artificielle : les hypothèses de départ la démarche poursuivie et les précautions à prendre dans cette démarche.

L'acte 2 propose un état de l'art des situations expérimentales d'acquisition des compétences et les principales théories de l'apprentissage à travers la psychologie et l'intelligence artificielle. Tous les cas présentés relèvent de ce que l'auteur désigne par «micro genèse».

L'objectif de la présentation de cet aperçu est de permettre, lors des actes suivants, de mettre à profit ces cas pour élaborer un point de vue global sur la cognition fondé sur une notion de niveaux d'organisation et des principes fondamentaux d'apprentissage.

L'acte 3 marque l'entrée en scène de la notion de la structuration en niveaux d'organisation de l'information manipulée par l'humain. Cette notion est abordée à travers une description intuitive, en s'appuyant essentiellement sur le formalisme de la théorie des catégories.

Deux niveaux principaux sont considérés : celui du réflexe et celui de la réflexion. Cette distinction se précise sous la forme d'une différentiation entre connaissances et des processus de manipulations : implicites/explicites.

L'acte 4 est consacré au niveau du réflexe. Il a permis d'introduire les modèles connexionnistes pour la modélisation de compétences cognitives.

L'acte débute par l'étude des architectures connexionnistes : réseaux multicouches et réseaux attracteurs, ainsi que leur mode de traitement de l'information et leur capacité d'apprentissage.

Ensuite, l'auteur présente quelques exemples de compétences cognitives pour lesquelles les réseaux connexionnistes se sont révélés de bons modèles, telles que la coordination sensori-motrice et la catégorisation.

L'acte 5 a pour objet la réflexion suivant la hiérarchie évoquée à l'acte 3. Les niveaux concernés par la réflexion sont ceux de la raison et ceux de l'entendement. Le point commun entre ces deux niveaux est la manipulation des concepts et des symboles. La première partie de cet acte est consacrée à la notion de concept et la seconde à celle de symbole. Toutefois, l'auteur admet, à forte raison, qu'il est difficile de dissocier concept et symbole. Ensuite, l'étude est faite sur la relation entre concept et symbole avec l'objectif du transfert vers les modèles de cognition artificielle.

L'acte 6 met en scène les deux acteurs principaux de cette pièce : le réflexe et la réflexion. Il est consacré à leurs relations à travers l'étude d'architectures connexionnistes pouvant héberger la liaison entre neurones et symboles. L'auteur a évoqué les fonctionnalités de base intervenant dans cette liaison à savoir la catégorisation, l'association et la composition.

Ces architectures contribuent modestement à la compréhension des problèmes de l'émergence de concept et de l'ancrage du symbole.

Le rideau tombe après une réflexion à l'acte 7 relevant de ce que l'auteur appelle la cogni-fiction, consacrée à une discussion élargie aux capacités cognitives supérieures telles que le langage, la conscience, etc. à la lumière de l'approche évoquée dans les actes précédents.

Le contenu et le langage utilisé permettent au lecteur de tirer profit des textes scientifiques. La présentation est agréable, chaque chapitre commence par une citation (plus ou moins en rapport avec le sujet abordé) et se termine par un résumé de synthèse, et pour ceux qui veulent en savoir plus, une liste de références bibliographiques. On peut toutefois lui reprocher le nombre parfois élevé des citations à l'intérieur du texte et l'absence sûrement involontaire dans la bibliographie de certaines références utilisées dans le texte. Ceci dit, il reste un bon livre pour les spécialistes de l'intelligence artificielle et ceux des sciences cognitives qui n'auront pas nécessairement la même lecture.

Addison Wesley, Paris, 1994,
232 pages ISBN 2-87908-059-2

CONFERENCES

JIM'95
Journées d'Informatique Musicale
Paris, 7-8 avril 1995

François Pachet, Frank Brown et Rémy Mouton

Les deuxièmes Journées d'Informatique Musicale – alias JIM'95 – ont eu lieu cette année à Paris, à l'université Pierre & Marie Curie (Paris 6), les 7 et 8 avril 1995. Elles ont été organisées par trois chercheurs parisiens, François Pachet (Laforia-IBP Paris 6), Frank Brown et Rémy Mouton (Centre Saint-Charles, Paris I). Ces journées furent la suite logique des journées JIM'94 qui se sont tenues l'année dernière à Bordeaux (Cf. à ce sujet le rapport paru dans le Computer Music Journal, vol. 18, n. 4, pp. 97-98, qui contient aussi un historique sur la provenance de ces journées). JIM'95 comme JIM'94 furent des journées réussies, et ont attiré un public hétéroclite composé à la fois de chercheurs, compositeurs en informatique musicale et musiciens dans une atmosphère aussi amicale qu'intensive.

Les journées ont suivi un format classique pour ce type d'activité : des présentations orales la journée et des auditions d'œuvres le soir. Les présentations comme les auditions se sont tenues à l'Institut Blaise Pascal (une fédération des laboratoires d'informatique de Paris 6 et Paris 7), dans la salle des séminaires. Ce lieu inhabituel pour de telles activités s'est révélé étonnamment bien adapté à la nature de nos occupations. En particulier, la présence de nombreux livres et rapports internes contribue certainement à doter la salle de propriétés acoustiques tout à fait honorables, puisque nous avons pu apprécier deux séries d'auditions (sur bandes et DAT) et même un concert live (violoncelle et voix). Une première dans cette institution, plus habituée au silence intense des démonstrateurs automatiques de théorèmes ou des programmes de conception de circuits, qu'aux sons et vibrations de la musique par ordinateur. Mais cette association s'est parfaitement bien déroulée. A plusieurs reprises, on a pu remarquer les regards de collègues concentrés errer au hasard parmi les rayonnages, et se poser successivement sur les ouvrages traitant des monoïdes, d'automates finis ou de représentation de connaissances. Le concert donnait à tous ces travaux un éclairage nouveau.

Plus sérieusement, les journées ont permis d'aborder de nombreux aspects de l'informatique musicale, avec une prépondérance cette année d'exposés traitant de synthèse et analyse. Les présentations ont couvert successivement les thèmes suivants :

Histoire et questions philosophiques :
Luc Rondeleux, *De la CAO à la CMAO: l'évolution historique d'un concept de modélisation musicale*
Franck Pecquet, *Musique et technologie*
Jean Favory, *Les unités sémiotiques temporelles : simulation et production par ordinateur*
Marcel Mesnage, *Un logiciel de modélisation de partitions comme outil commun à l'analyse et à la composition musicale*
Mikhail Malt, *Descente au Paradis.*

La session suivante traitait d'analyse/synthèse :

Gérard Pelé *Modèles de l'intensité sonore*
Vincent Lesbros *Atelier informatique pour la musique expérimentale*
Philippe Lepain et Régine André-Obrecht, *Micro-segmentation d'enregistrements musicaux*
Dominique Fober, *MidiShare, Un système d'exploitation musical pour la communication et la collaboration*
Todor Todoroff, *Présentation d'outils de synthèse granulaire et de spacialisation du son à commande gestuelle dans l'environnement MAX-ISPW.*

Et la journée du vendredi s'est terminée par un concert des œuvres suivantes, ayant requis l'usage de l'ordinateur de manière non standard :

Francis Courtot,	*Incertain fuyant*
Marc Battier,	*Toca for Marimba and Electronic Sounds*
Pete Stollery,	*Shortstuff and Shioum*
Robert Pascal,	*Chant d'Aubes*

Le samedi a démarré avec une session « Intelligence Artificielle » :
Eduardo Miranda, *Artist, an AI-based system for Sound Design*
Pierre-Yves Rolland et François Pachet, *Représentation de connaissances sur la programmation de synthétiseurs*
K. Barbar, A. Beurivé, et M. Desainte-Catherine, *Structure hiérarchique et relations temporelles d'une pièce de musique.*
Bertrand Couasnon et Bernard Rétif, *Utilisation d'une grammaire dans la reconnaissance de partitions d'orchestre*
Francis Courtot *Vers un éditeur de figures.*

L'après-midi nous retrouvions l'analyse/synthèse :
Daniel Arfib, *Une boîte à outils de traitements sonores en MATLAB*
Eric Incerti et Claude Cadoz, *Modélisations et simulations de structures vibrantes en Cordis*

Enfin, JIM'95 s'est terminée par une deuxième audition d'œuvres :

Eduardo Miranda,	*Olivine Trees*
Horacio Vaggione,	*Kitab*
Todor Todoroff,	*Rupture d'équilibre*
Franck Pecquet,	*Cello and Co*

Les actes de ces journées ont été publiés sous la forme d'un rapport Laforia-IBP (numéro 95/13), disponible à l'IBP. Le succès de ces JIM a conduit à la formation d'une association (l'ADERIM), dont le but est le développement de l'enseignement et de la recherche en informatique musicale, tant en France qu'en Europe. Un des objectifs premiers de cette association est d'assurer la pérennité des Journées JIM. La prochaine aura lieu dans un château des environs de Caen et sera organisée par Marc Chemillier.

CONFERENCES

JAVA 95

Grenoble, 5 – 7 avril 1995

Les JAVA'95 (Journées Acquisition Validation Apprentissage) se sont déroulées à Grenoble du 5 au 7 avril 1995. Elles regroupaient les JAC (Journées Acquisition des Connaissances), les JFA (Journées Francophones d'Apprentissage) et une journée commune JFA/JAC, les journées sur la validation n'ayant pas eu lieu cette année en raison de la tenue d'EUROVAV en France. Les prochaines JAVA se tiendront début mai 1996 à Sète.

JAC'95 Journées Acquisition des Connaissances

Manuel Zacklad

Bonne participation aux Journées d'Acquisition des Connaissances 1995 qui ont réunies plus de cinquante enseignants-chercheurs, étudiants en thèse et industriels (en petit nombre cette année), dans la cuvette Grenobloise assez clémente sur le plan météorologique. Les tendances marquantes sont la progression des travaux sur l'acquisition des connaissances à partir de textes et la diminution des travaux basés sur KADS qui ont plutôt concerné des travaux de modélisation des connaissances non directement « branchés » sur la réalisation d'un système à base de connaissances (aide à la formation, par exemple).

La matinée a commencé par deux brillantes présentations des linguistes « acquisiteurs » du CAMS en la présence de leur directeur de labo J.P. Desclés, auditeur attentif. D. Garcia et A. Jackiewicz proposent d'analyser des textes pour découvrir automatiquement des relations de causalité entre termes. Elles proposent aussi une taxinomie fine des relations de causalité qui pourrait être utilisée à grand profit pour enrichir les descriptions du niveau « domaine ». C. Jouis présente ensuite son système SEEK, une approche déjà opérationnelle pour faciliter la compréhension d'un texte en en construisant semi-automatiquement une représentation sémantique. La caractéristique de ces deux approches est ne pas nécessiter de connaissance du domaine préalable ni de dictionnaire exhaustif de la langue ! Le troisième exposé était celui de Frath, Oueslati et Rousselot qui présentaient un outil permettant

suite page 53

JAC–JFA'95 Journée commune Acquisition–Apprentissage

Céline Rouveirol

Cette journée commune, située cette année au milieu des JAVA, rassemblait les papiers illustrant des travaux proposant des approches mixtes (Acquisition/Apprentissage) au problème de l'acquisition et de la maintenance de bases de connaissances. Quatre papiers ont été retenus pour des présentations longues :

P. Caulier (LAMIH, Univ. Valenciennes) a ouvert cette journée en présentant un travail réalisé en collaboration avec B. Houriez dans le but de construire un système d'aide à la supervision de réseaux. Dans cette optique, une phase de modélisation du domaine avec l'outil Kadstool a été réalisée et validée par les experts du domaine. Par la suite, un système de raisonnement à partir de cas opère sur la connaissance du domaine construite sur la base de ce modèle afin d'extraire les cas les plus pertinents permettant de résoudre, par exemple, un incident réseau. La coopération Acquisition des Connaissances–Apprentissage Symbolique Automatique (AC/ASA) est donc ici séquentielle, une modélisation du domaine permettant de fournir les entrées au système de raisonnement par cas.
Dans un autre axe, K. Causse (LRI, Univ. Paris XI) présentait un travail commun avec J. Lebbe (Lab. de Phytologie Quantitative, Univ. Paris VI). En quelques mots, le système d'apprentissage MAKEY développé par J. Lebbe construit des graphes d'identification de concepts à partir de la description complète de ces concepts en exploitant jusqu'à présent les

suite page 54

JFA'95 Journées Francophones d'Apprentissage

Jacques Nicolas

Il s'agissait cette année de la dixième édition des Journées Francophones de l'Apprentissage, qui a réuni comme tous les ans une cinquantaine de participants, chercheurs pour la plupart.

Deux conférences invitées ont marqué les temps forts de ces journées. O. Gascuel (LIRMM) a donné un panorama d'une série de travaux sur la représentation arborée de proximités. L'apprentissage s'intéresse traditionnellement au problème de la représentation d'un ensemble d'objets par l'étude de leurs similarités. Le regroupement conceptuel s'intéresse de plus a la structuration induite par cette similarité sur ces objets. L'analyse des données offre de nombreuses études sur les propriétés et les algorithmes dans le cas où la structure recherchée est un arbre. Bien qu'il s'agisse d'un problème NP-difficile dans le cas général, O. Gascuel a montré qu'il existait des algorithmes approchés efficaces. Il a en particulier abordé ses propres travaux sur l'algorithme QR2. L'exposé de J.F. Puget (ILOG) se voulait plus prospectif et proposait un ensemble de réflexions sur l'apprentissage et la programmation par contraintes. L'interaction peut exister dans les deux sens. Un premier problème intéressant consiste a introduire des techniques d'apprentissage pour résoudre plus efficacement des problèmes contraints, en particulier en utilisant des techniques d'apprentissage par explication d'échecs. Un autre aspect moins développé mais semble-t-il plus prometteur consiste a poser des problèmes d'apprentissage, par exemple l'obtention d'un ensem-

suite page 54

CONFERENCES

suite C.R. des JAC

d'identifier des relations sémantiques entre les termes d'un document sur la base de l'analyse des cooccurrences des syntagmes. La discussion a porté sur l'utilisation de ces cooccurrences pour analyser un document : un syntagme fréquemment répété est-il nécessairement le plus pertinent ?

La première session de l'après-midi portait sur des travaux concernant les phases amonts de l'acquisition. C. Faron et Q. Kieu ont présenté SATELIT un outil d'explicitation de connaissances hypermédia. Le principe est de partir d'une taxinomie existante, pour l'instant dans le domaine de la botanique, et de demander à l'expert de découvrir des traits discriminants entre classes pour construire semi-automatiquement un outil de navigation hypermédia dans cette taxinomie. Laurence Perron a ensuite présenté une expérimentation menée dans le domaine de la supervision de réseaux téléphoniques dans le but de spécifier un système d'aide au raisonnement par cas (les cas sont des cas d'incidents déjà traités). Elle montre que les incidents sont classés selon des points de vue différents, selon leur cause ou leur conséquence, une caractéristique qu'il est nécessaire de prendre en compte pour construire un système de CBR d'aide à la supervision.

La session « Langage et Modélisation » de l'après-midi a commencé par un exposé de G. Kassel et de C. Gréboval-Barry sur les derniers développements de leur célèbre générateur AIDE développé à l'université de technologie de Compiègne. AIDE est désormais doté d'un nouveau langage de représentation des connaissances, LTD, qui permet de combiner les avantages de Prolog et de KL-ONE. Si ce langage possède une grande puissance d'expression et une certaine facilité d'utilisation, il ne permet cependant pas de disposer des mécanismes de contrôle de cohérence que l'on peut trouver dans les langages basés sur des logiques de description. Le deuxième exposé de la session, par N. Matta, portait sur le langage de modélisation MONA destiné à être utilisé dans la version II de la méthode désormais bien connue MACAO (N. Aussenac). MONA propose des représentations médiatrices graphiques ou textuelles permettant de faciliter l'expression des connaissances qui seront ensuite « traduites » dans un autre langage plus opérationnel, LISA (Delouis-Krivine). Le dernier exposé de la session, par N. Talbi et P. Laublet, décrivait la construction d'un modèle générique d'expertise en configuration. Ils proposent la notion de solution verticale qui associe, pour ce type de problème, un modèle d'expertise et une solution de conception basée sur un ensemble de techniques d'IA ainsi que des fonctions de génération de code et des interfaces graphiques.

Vendredi matin : suite des JAC après la journée JFA/JAC. J. Nobécourt commence la session « Représentation des Connaissances » avec une brillante application de la logique de description à la modélisation des connaissances dans le domaine de la supervision des réseaux téléphoniques (la même étude CNET-COGNISCIENCES que celle dans laquelle s'inscrit la recherche de Laurence Perron-Bouvier). Les modèles construits semblent plus «efficaces» du point de vue de la classification automatique que ceux élaborés en utilisant le langage de G. Kassel et C. Gréboval mais au prix d'un appauvrissement de la description. Cet exposé à été suivi par une présentation de R. Faiz qui propose une démarche méthodologique pour représenter formellement les connaissances temporelles contenues dans un texte en langage naturel dans le domaine juridique. Elle utilise des résultats issus des logiques temporelles et déontiques et montre comment les mettre en pratique dans l'analyse de texte.

Dans sa conférence invitée, J. Euzénat, grand spécialiste des langages de représentation des connaissances (équipe INRIA Rhône-Alpes de Francois Rechenmann), évoque la question de la nécessité d'une phase de modélisation des connaissances distincte de la phase de représentation. Et si on représentait directement les connaissances dans les mêmes langages qui servent à la programmation des systèmes d'IA comme les modélisateurs objet prétendent pouvoir le faire avec les langages de représentation des connaissances par objet (ou avec les analogues quasi-directs de ces langages fournis par les méthodes du même nom) ? Le débat fut, comme on s'en doute, animé ce qui était bien l'objectif du président du comité de programme...

L'après-midi reprend avec un exposé de N. Girard sur une expérience d'acquisition des connaissances dans le domaine de l'agronomie. Dans un contexte difficile de multi-expertise, elle élabore plusieurs représentations médiatrices (vues graphiques qui schématisent les connaissances du domaine) à la fois dynamiques et se situant à plusieurs niveaux d'abstraction. Elle parvient progressivement à obtenir un consensus entre les experts et une nouvelle vision unifiée de leur expertise. Se situant cette fois dans un contexte « KADSien », l'exposé de Gaëlle Simon présente une étude visant à définir un SBC d'aide à la formation dans le domaine de la sidérurgie. Elle confronte les experts à des documents de synthèse dans lesquels des défauts sont décrits de manière systématique. Elle montre comment l'utilisation de la méthode KADS, sans être toujours aisée à mettre en œuvre, lui permet de mieux structurer les connaissances contenue dans les documents de synthèse que l'approche programmation objet initialement suivie.

La journée se termine par l'exposé de M. Revenu sur le travail mené avec R. Clouard, A. Elmoatz et C. Porquet, qui consiste en la réalisation d'un atelier d'acquisition et d'interprétation des connaissances dans le domaine du traitement d'image. Sa démarche méthodologique se situe à la rencontre entre les travaux sur le traitement d'image et les travaux d'acquisition. Elle exprime le problème de la reconnaissance d'une forme en termes de recherche dans un espace de plans et elle définit une méthode de coopération entre le système et les experts pour explorer de manière heuristique cet espace. L'animateur de cette dernière session n'était autre que Gilles Kassel, futur président des JAC'96.

M. Zacklad

CONFERENCES

suite C.R. des JFA

ble de descripteurs discriminant minimal, comme des problèmes CSP. Enfin, un terrain commun aux deux disciplines pourrait se former avec le problème intéressant de l'induction en programmation logique avec contraintes.

Le programme scientifique comportait également huit communications, chacune disposant d'un temps de parole permettant une bonne discussion des sujets exposés. 3 papiers portaient sur le thème classique dans ces journées de la généralisation. M. Sebag a présenté un essai de couplage entre deux algorithmes d'apprentissage, travail effectué dans le cadre de l'action inter_PRC sur les méthodes symboliques-numériques de discrimination. L'exposé de M. Champesne et P. Brezellec s'attaquait de façon pédagogique a l'étude de la relation de généralité et cherchait à tirer les enseignements théoriques et pratiques qu'on pouvait extraire d'une notion de subsomption empirique. Enfin, le papier d'O. Brissac, plus technique, s'attachait au cas de la représentation des connaissances par des hypergraphes. Le cas particulier des hypergraphes localement injectifs permet de traiter l'isomorphisme de sous-graphes de manière polynomiale. Une part importante de la conférence était consacrée a l'inférence grammaticale. L. Miclet a présenté des résultats récents sur l'inférence grammaticale régulière, avec entre autres une étude sur l'inférence semi-itérative, c'est à dire traitant les instances positives une par une et les instances négatives globalement. J.Y. Giordano a montré ensuite des premiers résultats encourageants sur la résolution d'un problème d'inférence comme un problème d'optimisation combinatoire. Enfin, un exposé original, plus mathématique dû à J. Blanc-Talon clôturait les journées. Celui-ci s'intéresse a l'inférence de fractals dans le plan grâce a la détermination d'un système D0L associé. Il y avait également 2 exposés théoriques sur l'apprenabilité. Le premier, de P. Jappy, a étudié les conséquences sur l'apprenabilité de l'introduction de termes à la place des variables propositionnelles. En particulier, une application intéressante aux Psi-termes a été approfondie. V. Ventos s'est attaquée dans un esprit un peu similaire à repousser les limites des résultats de PAC-apprenabilité vers les langages les plus expressifs possibles. Elle a présenté une combinaison de C-Classic avec des connecteurs « défaut » et « exception », ainsi que des algorithmes pratiques de généralisation.
Signalons également pour conclure l'organisation d'une exposition de posters et démonstrations informelle appréciée, qui a permis à chacun d'exprimer ou de découvrir des travaux et projets variés se rapportant au domaine. Les prochaines journées seront présidées par O. Gascuel.

J. Nicolas

suite C.R. des la journée commune JAC-JFA

propriétés recherchées pour ces graphes d'identification (grossièrement la taille et forme du graphe d'identification). Le but de ce travail commun est de permettre à MAKEY d'exploiter toute information de contrôle propre au domaine permettant la construction de graphes d'identification pertinents pour les experts du domaine d'application. La modélisation préalable de MAKEY par la méthodologie MCC développée par K. Causse a permis de mettre en évidence les points de contrôle dans la construction du graphe d'identification par MAKEY, puis la mise en place de stratégies de contrôle propres au domaine d'application. C'est donc un tout autre type de coopération AC/ASA, l'effort de modélisation s'appliquant ici au système d'apprentissage MAKEY autant qu'aux connaissances de contrôle du domaine.
Une autre session illustrait plutôt à partir d'expériences les apports de techniques d'apprentissage à des processus de construction et raffinement de bases de connaissances. G.W. Mineau (Univ. de Laval, Québec) présentait un travail commun avec M. Allouche illustrant l'apport de techniques de classification symbolique à l'analyse et la révision de vocabulaire. La technique de classification développée par G.W. Mineau permet de découvrir des « synonymes structurels » à partir de phrases codées dans le formalisme des graphes de Sowa. Les synonymes structurels, s'ils sont validés par un expert permettent de construire une expression plus concise du texte initial, sinon de détecter des ambiguïtés et par là, d'aider à les résoudre à l'aide d'un expert. A. K. Attipoe (EURISCO, Toulouse) a présenté quant à lui ses expériences avec le système CHARADE développé au LAFORIA sur une application d'apprentissage de règles de modélisation d'indicateurs de santé.

L'après-midi a débuté par la conférence invitée de la journée commune JAC-JFA, sur le thème « Révision de théorie et adaptation des systèmes d'apprentissage », par S. Wrobel (GMD Bonn, Allemagne). La première partie de la présentation portait sur la nécessité d'intégrer l'apprentissage sous diverses formes (classification conceptuelle, révision de théorie, reformulation de théories, etc.) dans un environnement plus vaste faisant coopérer apprentissage, acquisition des connaissances et résolution de problèmes, le tout étant illustré par le système MOBAL développé à GMD, Bonn. La deuxième partie de la conférence invitée s'est concentrée sur la révision de théorie dans le système MOBAL : étant donnée une base de connaissances incorrecte et un exemple négatif incorrectement reconnu comme positif par cette base de connaissances, comment la corriger ? Les techniques d'apprentissage offrent une solution partiellement automatique à de tels problèmes de maintenance de bases de connaissances, permettant de suggérer à un utilisateur une ou plusieurs révisions satisfaisant des propriétés particulières, ici la minimalité.

La journée commune a été clôturée par la présentation de deux travaux plus prospectifs mais qui illustrent des passerelles entre l'apprentissage et d'autres domaines de l'Intelligence Artificielle. Le premier intervenant, J.M. Gabriel (IMAG, INRIA Grenoble) propose une nouvelle architecture pour le système d'apprentissage KBG, permettant l'intégration de mécanismes d'explications du processus interne de KBG afin de faciliter l'interaction avec l'utilisateur du système en cas d'échec de l'apprentissage. La deuxième présentation de M. Quafafou (IRIN, Nantes) présentait l'amélioration d'un système tuteur par des techniques d'apprentissage permettant d'adapter une session du tuteur en fonction d'un contexte.

C. Rouveirol

CONFERENCES

Quatrièmes Journées EIAO 22-24 Mars 1995, ENS de Cachan

Josette Morinet Lambert, CRIN, Université Henri Poincaré, Nancy & Monique Baron, LAFORIA / IBP, Université P. et M. Curie

Les quatrièmes Journées EIAO (Environnement(s) Interactif(s) d'Apprentissage avec Ordinateur) organisées dans le cadre du PRC-GDR "Intelligence Artificielle" et du GR "Didactique et acquisition des connaissances scientifiques" ont réuni une centaine de participants. Caractérisées par leur aspect pluridisciplinaire et international francophone, ces journées ont montré, une nouvelle fois, la volonté affirmée de coopération des chercheurs des diverses disciplines concernées par l'EIAO. Vingt-cinq communications retenues (sur une cinquantaine soumises) par un comité de programme pluridisciplinaire de trente-neuf membres ont été présentées, ainsi que quatre conférences invitées, lors de dix sessions dont six ont eu lieu en parallèle. Ce programme particulièrement dense était, bien sûr, entrecoupé de pauses pendant lesquelles les participants ont eu à coeur de poursuivre les échanges. Les actes, disponibles dès le début des rencontres, sont édités chez Eyrolles (Paris) sous le titre «Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur» (Tome 2[1]), sous la responsabilité éditoriale de Dominique Guin, Jean-François Nicaud et Dominique Py. Si

les participants ont pu regretter que les démonstrations et les posters n'aient pas été un peu plus nombreux, ils ont particulièrement apprécié l'accueil et l'organisation générale de ces journées, dans le cadre agréable de l'ENS de Cachan.

Après les mots de bienvenue de Bernard Decomps (Directeur de l'ENS de Cachan), Gérard Vergnaud (responsable du GR Didactique) et Michelle Joab (représentant Pierre Siégel, successeur de Daniel Kayser comme responsable du PRC-IA) ont fait état des dernières informations concernant leurs structures respectives et ont situé ces journées dans le cadre de leurs activités. La pluridisciplinarité, marquée ainsi dès l'introduction, a été confirmée ensuite tout autant dans les communications que dans les conférences invitées, qui ont permis d'avoir le point de vue de deux informaticiens, d'une psychologue et d'une didacticienne.
Ainsi, Jean Sallantin (LIRMM, Montpellier) a proposé des éléments de réflexion sur le thème «Comment juger du comportement d'un agent», question qu'il se pose en particulier dans le cadre du projet RAT (Robot Autonome de Transport), et donc à propos d'agents artificiels qui apprennent ; s'appuyant d'une part sur les principes de la théorie unifiée de la cognition de A. Newell, dont il a souligné l'importance de l'organisation en couches caractérisées par des délais de traitement et des architectures, et, d'autre part, sur les niveaux de connaissance définis par Garrino, il a proposé un modèle, où il situe un agent dans un système social et prend en compte les aspects syntaxique et sémantique de son langage. Est-il possible d'aller vers une formalisation du comportement d'agents capables d'apprendre ? J.Sallantin explore une piste du côté de la logique modale et de la sémantique des

CONFERENCES

mondes possibles, en reprenant les schémas de communication entre agents humains et artificiels de la célèbre «pentade»...
Michelle Artigue (IREM-Paris 7 & IUFM de Reims) a analysé des problèmes posés par l'intégration des EIAO à l'enseignement des mathématiques, en s'appuyant sur des travaux de didactique relatifs à l'utilisation du logiciel DERIVE en classe (de la 3ème à la terminale). Certes, l'appellation d'EIAO pour DERIVE a surpris et a donné lieu à une discussion sur la différence entre un EIAO et un outil informatique utilisé à des fins pédagogiques ; cependant l'analyse des problèmes didactiques soulevés par l'intégration de cet outil de calcul formel, l'étude des objets de savoir en jeu et des processus d'adaptation des élèves (et des enseignants), ainsi que la méthodologie d'observation utilisée ne sont pas sans intérêt pour la conception, l'expérimentation d'EIAO et leur intégration dans les pratiques éducatives.

SERVEUR WWW de l'AFIA

La version provisoire du serveur WWW de l'AFIA est enfin en place à l'URL : http:// www.irisa.fr/EXTERNE/afia. Vous y trouverez des pages de présentation de l'AFIA et de ses diverses activités. D'abord du bulletin de l'AFIA, les sommaires, les annonces des dossiers en préparation. Ensuite les bulletins du PRC, on a choisi de ne présenter que les deux derniers numéros ainsi que le numéro en cours d'édition. Les plus anciens sont toujours accessibles sur l'archive ftp du bulletin électronique.Les manifestations organisées par l'AFIA sont présentées ensuite avec, en particulier, la possibilité de naviguer vers les serveurs WWW associés à ces manifestations. D'autres pages viendont compléter celles déjà en place. Toute suggestion sur le contenu ou sur la forme est toujours la bienvenue: Rene.Quiniou@irisa.fr

Jean-Marie Laborde (LSD2-IMAG) a développé l'historique de Cabri-Géomètre, depuis le timide projet de géométrie proposé en année spéciale ENSIMAG en 1985, en passant par le trophée Apple de la meilleure réalisation pour l'éducation obtenu en 1988, la diffusion internationale auprès des enseignants de mathématiques, puis la reconnaissance en tant que projet de recherche IMAG en 91, jusqu'à la nouvelle version «Cabri II», qui sera disponible sur les prochaines machines de poche Texas Instruments et dont nous avons eu une séduisante démonstration. L'objectif initial, qui était de réaliser une interface utilisateur de traitement de figures géométriques basée sur les idées-forces de micro-monde et de manipulation directe, avec la métaphore du cahier de brouillon, a nécessité de résoudre des problèmes techniques et théoriques, en particulier pour la fonctionnalité de «déformation» d'une figure par déplacement d'un de ses éléments. Dans Cabri II, on peut noter une interactivité accrue, avec des capacités de rétroaction prenant en compte les intentions de l'utilisateur, des primitives pour le traitement des coniques, ainsi qu'une évolution vers la manipulation d'objets abstraits dépassant le cadre de la géométrie «scolaire», pour des situations de modélisation en physique ou d'autres domaines mathématiques par exemple. Ce n'est pas sans une certaine amertume que J.M. Laborde a évoqué les difficultés rencontrées, la sous-estimation des moyens nécessaires pour la recherche sur de telles interfaces, pour leur conception, leur expérimentation et leur développement à un niveau industriel.
Édith K. Ackermann (Psychologie du développement, Université de Provence) a exposé ses interrogations relatives aux usages des environnements interactifs pour des apprentissages, sur la base de travaux menés outre-Atlantique, dans l'équipe de S. Pappert en particulier. Après avoir opposé les styles "zappeur" et "créateur", elle a montré l'intérêt d'une approche de type constructiviste, affirmant que "les connaissances ne peuvent être séparées de l'expérience" et que celle-ci "requiert une production propre" (ce qui n'est pas sans rappeler les principes de la «pédagogie Freinet») au service de laquelle peuvent être utilisés des outils informatiques.
Les communications, quant à elles, ont permis en particulier de constater l'évolution des idées et la variété des travaux concernant plusieurs axes de recherche en EIAO ; les articles correspondants sont répartis dans cinq sections des actes : modélisation de domaines et d'activités pour l'enseignement et l'apprentissage, modélisation de l'apprenant, modélisation de l'interface et de l'interaction, aspects méthodologiques, expérimentations et évaluations. De nombreux domaines d'apprentissage sont concernés : géométrie, combinatoire, physique, chimie, informatique, français langue seconde, caractères chinois, diagnostic technique...
Enfin, la clôture de ces journées a été riche en annonces. Jean-François Nicaud nous a informé, d'une part, des décisions du comité de programme relativement à une cinquième édition des journées EIAO début 97, avec une préférence pour une localisation stable à l'ENS de Cachan. Il a fait état, d'autre part, d'une candidature française (des pays de Loire), discutée au sein du groupe EIAO, pour l'organisation du congrès AI-ED'97. Par ailleurs, Claude Frasson nous a donné la primeur de l'annonce du prochain congrès ITS (Intelligent Tutoring Systems), qui aura lieu en juin 1996 à Montréal. Que de rendez-vous en perspective !

[1] le 1er tome correspond aux actes des 3èmes Journées EIAO (février 1993)

CONGRÈS / COLLOQUES / ECOLES D'ÉTÉ...

Octobre 1995

12–13 octobre 1995, LMO'95, Nancy.
Thème : Le colloque LMO'95 fait suite au colloque LMO'94, qui s'est déroulé à Grenoble en octobre 1994. Ce nouveau colloque, qui se tiendra dans le même esprit que le précédent, devrait aborder des questions sur les relations entre la notion d'objets en programmation, en bases de données et en représentation de connaissances, sur les points de convergence et de divergence entre ces approches, et sur les tendances futures.
Contact : (E-mail) napoli@loria.fr

Novembre 1995

23–24 novembre 1995, KBUP'95, Sophia-Antopolis.
Thème : premier workshop international sur les systèmes à base de connaissances pour l'utilisation de bibliothèques de programmes.
Date limite réception communications : 3 juillet 1995 ; propositions de communications, redigées en anglais, ne dépassant pas 12 pages, en 5 exemplaires, au président du comité de programme, Monique Thonnat, ORION, Sophia Antipolis, 2004 Route des Lucioles, F-06902 Sophia Antipolis Cedex ; E-mail : kbup@sophia.inria.fr, Tél : 93 65 76 57, Télécopie : 93 65 76 43, WWW : http://www.inria.fr/orion/KBUP/kbup.html
Notification aux auteurs : 31 Août 1995.
Date limite réception textes définitifs : 29 septembre 1995

27–28 novembre 1995, LFA'95, Paris.
Thème : les rencontres LFA (rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications) ont pour but de réunir les universitaires et les industriels francophones intéressés par l'utilisation des ensembles flous et de la théorie des possibilités dans le domaine de la commande automatique, de l'intelligence artificielle, des systèmes d'information, de l'aide à la décision et de la reconnaissance des formes.
Date limite réception communications : 12 mai 1995 ; propositions de communications, redigées en français, ne dépassant pas 8 pages, en 3 exemplaires, au "secrétariat des rencontres LFA'95", LAFORIA–IBP, UPMC, case 169, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05 ; E-mail : ifa@loforia.ibp.fr.
Notification aux auteurs : 15 juillet 1995.
Date limite réception textes définitifs : 15 septembre 1995

Janvier 1996

15–16 janvier 1996, KEML'96, Paris.
Thème : 6th Workshop on Knowledge Engineering: Methods & Languages. ***Date limite réception communications* : 15 novembre 1995.** Voir l'appel page suivante de ce bulletin.

16–18 janvier 1996, RFIA'96, Rennes.
Organisé conjointement par l'AFCET et l'AFIA, le congrès RFIA est une occasion unique de rassemblement des chercheurs en Reconnaissance des Formes et en Intelligence Artificielle, et d'échanges indispensables au débat scientifique en RF et IA. La spécificité de RFIA se situe en effet à la rencontre de ces deux disciplines que la conjoncture scientifique et l'émergence de nouvelles applications rapprochent de plus en plus, en particulier au travers de la problématique de la perception au sens large. Une deuxième exigence, essentielle en RF comme en IA, que RFIA'96 affiche clairement, est la nécessaire rencontre entre la démarche formelle et théorique et la démarche expérimentale. **Voir p.7 de ce bulletin**

Mai 1996

8–10 mai 1996, JAVA 96 (JAC- JFA- JVAL), Sète
Thème : Les journées JAVA regroupent depuis plusieurs années les Journées d'Acquisition des Connaissances, les Journées Francophones d'Apprentissage et les Journées de VALidation.
***Date limite réception communications* : 5 janvier 1996**
Voir l'appel page suivante de ce bulletin.

Juin 1996

5–7 juin 1996, deuxième colloque jeunes chercheurs en sciences cognitives, Presqu'ile de Giens.
Thème : à l'initiative de l'ARC (Association pour la Recherche Cognitive) et organisée par l'ARC, COGNITO ERGO SUM (Association d'étudiants en sciences cognitives d'Aix-Marseille), IN COGNITO (Association d'étudiants en sciences cognitive de Grenoble), la deuxième édition de cette manifestation aura lieu en Provence, avec l'objectif de présenter des travaux de jeunes chercheurs. Ce sera aussi l'occasion de créer ou de confirmer des liens entre les diverses disciplines des Sciences Cognitives comme l'intelligence artificielle, les neurosciences, la psychologie, l'ergonomie, les sciences du langage, la philosophie, l'épistemologie, la biologie, la didactique, les sciences de l'éducation, la sociologie.
Date limite réception communications : 31 octobre 1995 ; Les textes devront etre rédigés en français par des jeunes chercheurs (n'ayant pas soutenu leur thèse avant 1994) et ne dépasseront pas 15 pages (Times 12, double interligne, marge gauche 3,5). Ces textes seront adressés en quatre exemplaires, par courrier postal, à l'adresse suivante : Nelly Bensimon, LIMSI, B.P. 133, 91403 Orsay cedex, Fax : (1) 69 85 80 88, Email : nelly@limsi.fr
Notification aux auteurs : 31 janvier 1996.

19–21 juin 1996, Troisièmes Journées Explication du PRC-GDR Intelligence Artificielle, Sophia-Antipolis.
contact : Michelle Joab, Laforia-IBP, Paris 6 (joab@laforia.ibp.fr)

Nous annonçons dans cette rubrique les manifestations IA *(i)* se déroulant en France ou *(ii)* francophones et se déroulant hors de France.
Pour inclure une annonce, envoyer un court texte (disquette Mac ou mail encodé avec accents) à Jean Charlet (voir « l'ours » page 2 de ce bulletin).

CONGRÈS / COLLOQUES / ECOLES D'ÉTÉ...

JAVA 1996
(JAC - JFA - JVAL)
8-9-10 Mai 1996 à SETE

Président : Philippe Laublet, laublet@laforia.ibp.fr
Président du comité d'organisation : Joël Quinqueton jq@lirmm.fr

Date limite de soumission: 5 Janvier 1996, appel complet disponible sur demande.

7èmes JAC : Journées d'Acquisition des Connaissances
Président : Gilles Kassel, gkassel@hds.univ-compiegne.fr
Thèmes abordés (liste non limitative)
Dimensions cognitives, sociales ou épistemologiques de l'acquisition des connaissances.
Construction et rôles des modèles conceptuels pour l'acquisition.
Acquisition guidée par des modèles : réutilisation de méthodes de résolution de problèmes.
Ontologies du domaine, terminologies, et leur réutilisation.
Méthodes, outils et expériences d'acquisition et d'ingénierie des connaissances.
Extraction de connaissances à partir de corpus : utilisation de méthodes linguistiques, de techniques manuelles ou d'outils d'acquisition.
De l'acquisition à l'implémentation : langages de modélisation (conceptuels, formels, opérationnels), validation des modèles.
Acquisition de connaissances pour les systèmes multi-agents et les systèmes coopératifs homme-machine.
Evaluation des méthodes et des outils d'acquisition des connaissances.

11° Journées Francaises de l'Apprentissage
Président : Olivier Gascuel , gascuel@lirmm.fr
Thèmes abordés (liste non limitative)
Aspects théoriques, Aspects cognitifs
Programmation logique inductive
Réseaux de neurones
Inférence grammaticale
Méthodes symbolique-numériques
Approches génétiques
Représentation des données et des connaissances
Aide à la découverte,
Applications

Journées VALidation des Systèmes à Base de Connaissances
Président Stéphane Loiseau, loiseau@lri.lri.fr
Thèmes abordés (liste non limitative)
Techniques formelles pour la validation, la vérification ou le test (VVT)
VVT et maintenance dans le cycle de vie des SBC
Représentation et modélisation des connaissances pour la VVT
VVT des nouveaux systèmes d'IA (multi-agents, à base de cas, bases de connaissances hybrides...)
VVT des SBC industriels ou de grandes tailles
Métrique pour la VVT
Mise au point et débogage des SBC, des programmes logiques et à objets
Relations et apports possibles entre la VVT et d'autres domaines comme Génie Logiciel, Acquisition, Apprentissage, EIAO, Explication, Diagnostic, Logique

Appel à communications

KEML'96
KNOWLEDGE ENGINEERING : METHODS & LANGUAGES
6ème Workshop Européen sur l'Ingénierie de la Connaissance : Méthodes et Langages

Paris les 15 et 16 janvier 1996

Date limite de soumission : 1er septembre 1995

Soumissions des contributions à envoyer à :

Christine PIERRET-GOLBREICH
LRI
Université Paris-Sud
91405 Orsay-Cedex
E-mail : pierret@lri.fr

Thèmes proposés:

Ce workshop s'inscrit dans la continuité des «KADS-languages Workshops» et «Formal Specification Workshops», tout en élargissant la thématique à :

- langages de modélisation (conceptuel, formel, operationnel) pour les SBC
- intégration de techniques de specification informelle et formelle
- méthodes de résolution de problème
- réutilisation de méthodes de résolution de problème ou d'ontologies
- outils supports du développement de SBC (e.g. pour l'acquisition ou la verification)
- support méthodologique pour développer des SBC
- lien entre langages de modélisation et systèmes d'information
- sémantique (statique et dynamique) des langages de modélisation
- vérification et validation de SBC

Comité de programme :
Christine Pierret-GOLBREICH, Université de Paris-Sud, (Présidente - Organisatrice)
Dieter Fensel, University of Amsterdam, fensel@swi.psy.uva.nl
Enrico Motta, The Open University, e.motta@open.ac.uk
Mark Willems, Vrije University Amsterdam, willems@cs.vu.nl

Plus d'information disponibles à ftp://swi.psy.uva.nl/pub/keml/keml.html ou sur WWW

SOMMAIRE DES REVUES

Au sommaire des revues...

INTELLECTICA

INTELLECTICA N°19 1994/2
DOSSIER «Organisation émergente dans les populations : biologie, éthologie, systèmes artificiels»
• Organisation émergente dans les populations : biologie, éthologie, systèmes artificiels, *C. LENAY*
• Coopération réactive et émergence, *J. FERBER*
• La sociologie cellulaire : modéliser et simuler une «société» cellulaire pour étudier le vivant, *R. MARCELPOIL, E. BEAUREPAIRE, S. PESTY*
• Les agents réactifs et le vivant dans une perspective d'évolution coopérative, *D. LESTEL, B. GRISON, A. DROGOUL*
• L'identité coloniale et sa «représentation» chez les fourmis, *D. FRESNEAU, C. ERRARD*
Hors dossier
• Vers un sujet narratif de la connaissance dans les modélisations de l'apprentissage, *M. LINARD*
• L'exclusivité de la disjonction en langue et l'élucidation pragmatique du glissement de l'implication à l'équivalence, *J.-E. TYVAERT*
• Morphismes et catégories ; une lecture formelle de Piaget, *P. BOLDINI*
• Détection des symétries par réseaux de neurones formels : utilisation de représentations internes dans l'apprentissage, *G. LEONE, J. PATINEL, M. MILGRAM*
• Image mentale et représentation propositionnelle, *J.M. FORTIS*
****
Ce numéro peut être obtenu en librairie.
Pour s'abonner à la revue INTELLECTICA, contacter :
Mme P. ANDRES, LISH, 54 Bd Raspail, 75006 PARIS

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE V73, N°1-2, February 1995
SPECIAL VOLUME : COMPUTATIONAL RESEARCH ON INTERACTION AND AGENCY, PART 2

• Analysis of adaptation and environment, *I. HORSWILL*
• The intelligent use of space, *D. KIRSH*
• Indexical knowledge and robot action—a logical account, *Y. LESPÉRANCE and H.J. LEVESQUE*
• Exploiting patterns of interaction to achieve reactive behavior, *D.M. LYONS and A.J. HENDRIKS*
• A situated view of representation and control, *S.J. ROSENSCHEIN and L.R. KAELBLING*
• The use of dynamics in an intelligent controller for a space faring rescue robot, *M. SCHOPPERS*
• On social laws for artificial agent societies: off-line design, *Y SHOHAM and M. TENNENHOLTZ*
• Instructions, intentions and expectations, *B. WEBBER, N. BADLER, B. DI EUGENIO, C. GEIB, L. LEVINSON, and M. MOORE*
• Reinforcement learning of non-Markov decision processes, *S.D. WHITEHEAD and L.-J. LIN*
Book Reviews
• *From Animals to Animats*: Proceedings of the First International Conference on Simulation of Adaptive Behavior (Jean-Arcady Meyer and Stewart W. Wilson, eds.), *M. BRAND, R PROKOPOWICZ, and C. ELLIOTT*
• *Reasoning Agents in a Dynamic World: The Frame Problem* (Kenneth M. Ford and Patrick J. Hayes, eds.), *J. A. TOTH*
• *Artificial Life* (Christopher G. Langton, ed.), *Artificial Life II* (Christopher G. Langton, Ch. Taylor, J. Doyne Farmer, S. Rasmussen, eds.) and *Artificial Life II: Video Proceedings* (Christopher G.Langton, ed.), *S.W SMOLIAR*
• *Planning and Control* (Thomas Dean and Michael Wellman), *J. HENDLER*
• *Vision, Instruction, and Action* (David Chapman), *D.M. LYONS*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE V74, N°1, March 1995
• Automated reasoning about machines, *A. GELSEY*
• Inductive functional programming using incremental program transformation, *R. OLSSON*
• World modeling for the dynamic construction of real-time control plans, *D.J. MUSLINER, E.H. DUFFEE, and K.G. SHIN*
• Horn approximations of empirical data, *H. KAUTZ, M. KEARNS, and B. SELMAN*
• Default reasoning about spatial occupancy (Research Note), *M. SHANAHAN*
• Quantitatively relating abstractness to the accuracy of admissible heuristics (Research Note), *A. PRIEDITIS and R. DAVIS*
• Computing marginals for arbitrary subsets from marginal representation in Markov trees (Research Note), *H. XU*
• Machine discovery in chemistry: New results (Research Note), *R. E. VALDÉS-PÉREZ*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE V74, N°2, April 1995
• Efficient algorithms for qualitative reasoning about time, *A. GEREVINI and L. SCHUBERT*
• Tractable reasoning via approximation, *M. SCHAERF and M. CADOLI*
• Naming and identity in epistemic logic Part II: a first-order logic for naming, *A.J. GROVE*
• Nested abnormality theories (Research Note), *V.LIFSCHITZ*
• On the computational complexity of querying bounds on differences constraints (Research Note), *V. BRUSONI, L. CONSOLE and P. TERENZIANI*
• Levesque's axiomatization of only knowing is incomplete (Research Note), *J.Y HALPERN and G. LAKEMEYER*
• Sloman's view of Gödel's sentence (Research Note), *D. BOJADZIEV*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE V75, N°1, May 1995
SPECIAL VOLUME: AI RESEARCH IN JAPAN
• Guest editor's preface, *K. SHIRAI*

SOMMAIRE DES REVUES

• Qualitative analysis of behavior of systems of piecewise linear differential equations with two state variables, *T. NISHIDA and S. DOSHITA*
• MBT2: a method for combining fragments of examples in example-based translation, *S. SATO*
• Learning of modular structured networks, *M. ISHIKAWA*
• CLIP: concept learning from inference patterns, *K YOSHIDA and H. MOTODA*
• Geometric theorem proving by integrated logical and algebraic reasoning, *T. MATSUYAMA and T. NITTA*
• Equilibrium analysis of the distribution of information in human society, *S. GOTO and H. NOJIMA*

AI MAGAZINE

AI MAGAZINE V16 N°1 Spring 1995
• Intelligent Agents for Interactive Simulation Environments, *M. TAMBE, W. LEWIS JOHNSON, R. M. JONES, F. KOSS, J. E. LAIRD, P. S. ROSENBLOOM, and K. SCHWAMB*
• The VLS Tech-Assist Expert System, *R. A. SMALL and B. YOSHIMOTO*
• Countrywide Loan-Underwriting Expert System, *H. TALEBZADEH, S. MANDUTIANU, and C. F. WINNER*
• Applying Case-Based Reasoning to Manufacturing, *D. HINKLE and C. TOOMEY*
• Routine Design for Mechanical Engineering, *A. BRINKOP, N. LAUDWEIN, and R. MAASEN*
WORKSHOP & SYMPOSIUM REPORTS
• 1994 AAAI Fall Symposium Series Reports
• Using Knowledge in Its Context: A Report on the IJCAI-93 Workshop, *P. BREZILLON and S. ABU-HAKIMA*

AI MAGAZINE V16, N°2 Summer 1995
• Eye on the Prize, *N. J. NILSSON*
• The 1994 AAAI Robot Competition and Exhibition, *R. SIMMONS*
• The Mobile Robot RHINO, *J. BUHMANN et al.*
• IO, GANYMEDE, and CALLISTO: A Multiagent Robot Trash-Collecting Team, *T. BALCH et al.*
• DERVISH: An Office-Navigating Robot, *I. NOURBAKHSH, R. POWERS and S. BIRCHFIELD*
• ERRATIC Competes with the Big Boys, *K. KONOLIGE*
• The 1994 AAAI Robot-Building Laboratory, *W. LIM et al.*

COGNITIVE SCIENCE

COGNITIVE SCIENCE V19, N°1 January-March, 1995
• Cognitive Science News
• Prototypes, Location, and Associative Networks (PLAN): Towards a Unified Theory of Cognitive Mapping, *E. CHOWN, S. KAPLAN, D. KORTENKAMP*
• Reduced Memory Representation for Music, *E. W. LARGE, C. PALMER, J. B. POLLACK*
• A Cognitive Theory of Graphical and Linguistic Reasoning: Logic and Implementation, *K. STENNING AND J. OBERLANDER*

MACHINE LEARNING

MACHINE LEARNING V18, N 2/3, February/March 1995
Special Issue on COLT'93
• Guest Editor's Introduction, *S. A. GOLDMAN*
• Bounding the Vapnik-Chervonenkis Dimension of Concept Classes Parameterized by Real Numbers, *P. W. GOLDBERG and M. R. JERRUM*
• Learning Fallible Deterministic Finite Automata, *D. RON and R. RUBINFELD*
• On the Complexity of Function Learning, *P. AUER, P. M. LONG, W. MAASS, and G. J. WOEGINGER*
• Piecemeal Learning of an Unknown Environment, *M. BETKE, R. L. RIVEST, and M. SINGH*
• Learning from a Population of Hypotheses, *M. KEARNS and H. S. SEUNG*

MACHINE LEARNING V19, N°1, April 1995
• An Experimental Comparison of the Nearest-Neighbor and Nearest-Hyper Rectangle Algorithms, *D. WETTSCHERECK and T. G. DIETTERICH*
• Monotonicity Maintenance in Information-Theoretic Machine Learning Algorithms, *A. BEN-DAVID*
• Multivariate Decision Trees, *C. E. BRODLEY and P. E. UTGOFF*
• Encouraging Experimental Results on Learning CNF, *R. J. MOONEY*

MACHINE LEARNING V19, No. 2, May 1995
• Automated Refinement of First-Order Horn-Clause Domain Theories *B. L. RICHARDS and R. J. MOONEY*
• Comprehension Grammars Generated from Machine Learning of Natural Languages, *P. SUPPES, M. BOTTNER and L. LIANG*
• On Polynomial-Time Learnability in the Limit of Strictly Deterministic Automata, *T. YOKOMORI*

MACHINE LEARNING V19, N°3, June 1995
• On the Learnability of Disjunctive Normal Form Formulas, *H. AIZENSTEIN and L. PITT*
• ALECSYS and the AutonoMouse: Learning to Control a Real Robot by Distributed Classifier Systems, *M. DORIGO*
• On the Stochastic Complexity of Learning Realizable and Unrealizable Rules, *R. MEIR and N. MERHAV*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE REVIEW

ARTIFICIAL INTELLIGENCE REVIEW VOL. 8 N° 5-6 1994-5
Integration of natural language and vision processing : More Computational Models and Systems, Guest Editor: Paul Mc Kevitt
• Computational Models for Integrating Linguistic and Visual Information: A Survey, *R. K. SRIHARI*
• Grounding Language in Perception, J. M. *SISKIND*
• Connectionist Visualisation of Tonal Structure, *N. GRIFFITH*

SOMMAIRE DES REVUES

• Use of Captions and Other Collateral Text in Understanding Photographs, *R. K. SRIHARI*
• The DenK-architecture: A Fundamental Approach to User-Interfaces, *R. M. C. AHN, R. J. BEUN, T. BORGHUIS, H. C. BUNT, and C. W. A. Van OVERVELD*
• AI Meets Authoring: User Models for Intelligent Multimedia, *A. C SINGER, K. S. BOOTH, and D. POOLE*
Book Reviews:
• Sean Ô Nuallain, The Search for Mind: A New Foundation for Cognitive Science *(N. LUCAS and J.B. BERTHELIN)*
• Derek Partridge and John Rowe, Computers and Creativity *(S. A. JACKSON)*
• Nigel Ward, A Connectionist Language Generator *(A. J. C.SHARKEY)*

THE JOURNAL OF LOGIC PROGRAMMING

THE JOURNAL OF LOGIC PROGRAMMING VOL. 22 N° 3 March 1995
• Type analysis of Prolog using type graphs, *P. Van HENTENRYCK, A. CORTESI, and B. Le CHARLIER*
• On the equivalence of semantics for normal logic programs, *J.H. YOU and L. Y. YUAN*
• Analyses of unsatisfiability for equational logic programming, *M. ALPUENTE, M. FALASCHI, and F. MANZO*

THE JOURNAL OF LOGIC PROGRAMMING VOL. 23 N° 1 April 1995
• A language for updating logic programs and its implementation, *N. LEONE, L. PALOPOLI, and M. ROMEO*
• Negation and minimality in disjunctive databases, *M. SCHACRE*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE Vol 7, N° 2, 1995
• An appraisal of INTERNIST-I, *D.A. WOLFRAM*
• An intelligent interactive system for delivering individualized information to patients, *B.G. BUCHANAN, J.D. MOORE, D.E. FORSYTHE, G. CARENINI, S. OHLSSON, G. BANKS*
• Control theory as a conceptual framework for intensive care monitoring, *B. SEROUSSI, V. MORICE, F. DREYFUS, J.F. BOISVIEUX*

COMPUTERS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

COMPUTERS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE VOL. 14 n° 1 1995
• An operational semantics approach to disciplined exceptions in logic programming, *T. SHIH, F. LIN*
• Load balancing and scheduling in a neighbourhood-based multiprocessor, *G.S.H. TAN, W.N. CHIN*
• Managing parallelism in parallel systems, *Y.M. TEO*
• A synthesis of sub-optimal decision diagrams, *V. DVORAK, J. SUSTR*

INFORMATION SCIENCES —Intelligent Systems—

INFORMATION SCIENCES VOL. 83 N° 3/4 1995
• Constraint satisfaction in Prolog: Complexity and theory-based heuristics, *B.A. NADEL*
• Computing nearest neighbor pattern classification perceptrons, *O. MURPHY, B. BROOKS, T. KITE*
• On quantum neural computing, *S. KAK*

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING VOL. 12 N° 3-4 1995
• Guest editor's page, current issues in fuzzy technologies, *A. ZORAT*
• Algorithmic aspects of fuzzy control, *L.T. KOCZY*
• Developing a fuzzy logic controller in case of sparse testimonies, *J. KACPRZYK, M. FEDRIZZI*
• An approach to ordinal decision making, *R.R. YAGER*
• Linguistically oriented fuzzy logic control and its design, *V. NOVAK*
• An alternative approach for generation of membership functions and fuzzy rules based on radial and cubic basis function networks, *S.K. HALGAMUGE, W. POECHMUELLER, M. GLESNER*
• Tuning fuzzy logic controllers by genetic algorithms, *F. HERRERA, M. LOZANO, J.L. VERDEGAY*
• Controlling retrieval through a user-adaptive representation of documents, *G. BORDOGNA, G. PASI*

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS VOL. 10 N° 4 1995
• A learning methodology in uncertain and imprecise environments, *A. GONZALEZ*
• On the concept of immediate probabilities, *R.R. YAGER, K.J. ENGEMANN, D.P. FILEV*
• Formal description and verification of production systems, *N.K. LIU, T. DILLON*

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS VOL. 10 N° 5 1995
• Integrating artificial and psychological approaches for boundary finding in line drawings, *T. TAMBOURATZIS*
• Multiagent reasoning with probability, time, and beliefs, *S. KRAUS, V.S. SUBRAHMANIAN*
• A multicontext architecture for formalizing complex reasoning, *E. GIUNCHIGLIA, P. TRAVERSO*

SOMMAIRE DES REVUES

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS VOL. 10 N° 6 1995

• Knowledge acquisition for fuzzy expert systems, *G.J. HWANG*
• On proof- and model-based techniques for reasoning with uncertainty, *F.S. CORREA DA SILVA*
• Issues on representational capabilities of artificial neural networks and their implementation, *M. BAHRAMI*
• A new approach toward modeling causality in commonsense reasoning, *R. SUN*

INTERNATIONAL JOURNAL OF EXPERT SYSTEMS

INTERNATIONAL JOURNAL OF EXPERT SYSTEMS VOL. 8 N° 1 1995

• Evaluation of interviewing methods and mediating representations for knowledge acquisition, *L.E. WOOD, T.C. DAVIS, S.L. CLAY, J.M. FORD, S. LAMMERSEN*
• The refinement of probabilistic rule sets for classification expert systems: The combined optimization method, *Y. MA, D.C. WILKINS*
• Knowledge engineering for a process design domain, *C.W. CHAN, P. TONTIWACHWUTHIKUL, N. CERCONE*
• A semantic data model approach to knowledge-intensive applications, *A. YAZICI, B.P. BUCKLES, F.E. PETRY*

INTERNATIONAL JOURNAL OF UNCERTAINTY, FUZZINESS AND KNOWLEDGE BASED SYSTEMS

INTERNATIONAL JOURNAL OF UNCERTAINTY, FUZZINESS AND KNOWLEDGE BASED SYSTEMS VOL. 3 N° 1 1995

• A hierarchical decomposition of Choquet integral model, *M. SUGENO, K. FUJIMOTO, T. MUROFUSHI*
• Hierarchical aggregation of OWA operators: Basic measures and related computational problems, *V. CUTELLO, J. MONTERO*
• On the maximum-entropy probability which is consistent with a convex capacity, *J.Y. JAFFRAY*
• Consistency of judgement matrix and fuzzy weights in fuzzy analytic hierarchy process, *X.Z. WANG, E.E. KERRE, D. RUAN*
• Aggregating transitive fuzzy binary relations, *S. OVCHINNIKOV*
• Adapting query representation to improve retrieval in a fuzzy database, *J. GASOS, A. RALESCU*
• Reference classes and multiple inheritances, *P. WANG*
• Fuzzy information processing for expert systems, *K.-M. LEE, L.-K. HYUNG*

La parution du journal « Knowledge Acquisition » vient de se terminer avec le numéro 6(4), nous interrompons la reproduction de ses tables des matières. Ce journal a fusionné avec « International Journal of Man-Machine Studies » pour créer le journal « International Journal of Human-Computer Studies.

JOURNAL OF APPLIED NON-CLASSICAL LOGICS

JOURNAL OF APPLIED NON-CLASSICAL LOGICS VOL. 5 N° 1 1995

• Editorial, *D. PEARCE, L.M. PEREIRA*
• Increasing the efficiency of automated theorem proving, *G. AGUILERA, I.P. DE GUZMAN, M. OJEDA*
• Belief, provability, and logic programs, *J.J. ALFERES, L.M. PEREIRA*
• Knowledge base dynamics, abduction and databases updates, *C. ARAVINDAN, P.M. DUNG*
• Uniform and non uniform strategies for tableaux calculi for modal logics, *S. DEMRI*
• Temporal theories of reasoning, *J. ENGELFRIET, J. TREUR*
• Generalized compactness of nonmonotonic inference operations, *H. HERRE*

JOURNAL OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS
Integrating Artificial Intelligence and Database Technologies

JOURNAL OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS VOL. 4 N° 1 1995

• Guest editor's introduction: Knowledge discovery in databases — From research to applications, *G. PIATETSKY-SHAPIRO*
• Automated analysis and exploration of image databases: Results, progress and challenges, *U. FAYYAD, P. SMYTH, N. WEIR, S. DJORGOVSKI*
• Opportunity explorer: Navigating large databases using knowledge discovery templates, *T. ANAND*
• Selecting among rules induced from a hurricane database, *J. MAJOR, J. MANGANO*
• Efficient discovery of interesting statements in databases, *W. KLÖSGEN*
• A Bayesian method for learning belief networks that contain hidden variables, *G.F. COOPER*
• Discovering dynamics: From inductive logic programming to machine discovery, *S. DZEROSKI, L. TODOROVSKI*

JOURNAL OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS VOL. 4 N° 2 1995

Special Issue: Deductive Object-Oriented Databases, *M. KIFER* (Guest-Editor)
• Foreword: Deductive object-oriented databases, *M. KIFER*
• Fixpoint iteration with subsumption in deductive databases, *G. KÖSTLER, W. KIESSLING, H. THÖNE, U. GÜNTZER*
• A deductive and object-oriented approach to a complex scheduling problem, *Y. CASEAU, P.Y. GUILLO, E. LEVENEZ*
• Concept base — A deductive object base for meta data management, *M. JARKE, R. GALLERSDÖRFER, M.A. JEUSFELD, M. STAUDT, S. EHERER*
• On the declarative and procedural semantics of deductive object-oriented systems, *G. DOBBIE, R. TOPOR*

RESUMES DE THESES

Agents logiques communicants

Claire LEFEVRE
Thèse de l'Université de Caen
soutenue le 13 février 1995

Nous proposons un modèle d'agents logiques communicants pour l'Intelligence Artificielle Distribuée et ses applications à l'analyse des croyances et connaissances dans un univers multi-agents. Nos objectifs sont à la fois de fournir un modèle de spécification et d'implémentation de systèmes distribués, un outil théorique de description et d'étude de propriétés de systèmes multi-agents, et un support formel pour l'analyse sémantique des notions de croyance et connaissance ainsi que des expressions correspondantes dans le langage naturel.
Nous présentons et analysons d'abord les approches "classiques" de la connaissance en logique basées sur la théorie des modèles (approches modales et leur sémantique des mondes possibles, et approches syntaxiques où *croire* est caractérisé par une relation entre un agent et une formule) et montrons qu'elles sont peu satisfaisantes en vue de nos objectifs ; conceptualisation unique du monde, omniscience logique, traitement de la référence, communication vue comme transfert de connaissances...
Nous proposons alors un modèle d'Agents Logiques Communicants utilisant un cadre logique d'ordre supérieur et des techniques basées sur la théorie de la preuve. Les agents sont des processus lambda-Prolog hétérogènes, ayant chacun un langage de représentation de connaissances et des capacités de raisonnement et de calcul qui lui sont spécifiques. Ils communiquent par envoi de messages qui sont des expressions d'un langage logique dont la syntaxe est reconnue par tous les agents, mais que chacun interprète localement. Les croyances d'un agent sont caractérisées par ses capacités cognitives, spécifiées par ses capacités à dériver et justifier des jugements, et représentées dans les langages internes par la notion de preuve. Ce cadre permet de rendre compte de diverses formes de croyance et savoir, que l'on distingue selon des propriétés de la preuve (ou, plus généralement, l'argument) invoquée. Enfin, on montre comment définir une sémantique extensionnelle pour les langages des agents (basée sur les modèles généraux de Andrews) en évitant les difficultés rencontrées par les modèles modaux et syntaxiques. En particulier, on propose un traitement du problème d'opacité référentielle compatible avec les analyses linguistiques actuelles.

Mots-clés
intelligence artificielle distribuée, systèmes multi-agents, modalités épistémiques, logique d'ordre supérieur, théorie de la preuve, opacité référentielle.

Adresse : GREYC URA CNRS 1526 - Université de Caen 14032 CAEN Cedex
e-mail : Claire.Lefevre@info.unicaen.fr

Application de la méta-modélisation à la génération des outils de conception et de mise en œuvre des bases de données

Houari A. SAHRAOUI
Thèse de l'Université PARIS VI,
soutenue le 1er juin 1995,
préparée au LAFORIA-IBP (équipe OMC)

La construction des outils de conception et de mise en oeuvre des bases de données est une activité complexe, compte tenu de la masse de connaissances qu'elle met en jeu. La réduction de cette complexité nécessite une structuration de ces connaissances. Dans cette optique, nous proposons une démarche d'aide à la construction de ces outils basée sur les techniques de méta-modélisation. Le principe de notre démarche est de voir un outil de conception et de mise en œuvre des bases comme la somme de trois éléments :
(1) Un éditeur de schémas conceptuels basé sur un formalisme de modélisation.
(2) Un système de représentation «logique» correspondant à la famille du (ou des) SGBD cible(s).
(3) Un mécanisme de transformation des schémas conceptuels en schémas logiques.

A ces trois éléments s'ajoutent des mécanismes de traductions des schémas logiques en codes dans les différents langages de description des SGBD. Cette démarche a donné naissance à un prototype. Ce prototype permet de générer de manière automatique et économique des éditeurs de schémas conceptuels à partir des descriptions des formalismes de modélisation dans un méta-formalisme (I3R). Il permet en outre de décrire les systèmes de représentations logiques. Il permet enfin de décrire les mécanismes de transformations des schémas conceptuels en schémas logiques par des systèmes de règles. Nous avons utilisé ce prototype pour reconstruire des outils existants (particulièrement InterSem, une interface sémantique pour SGBD orientées objets, en colaboration avec le laboratoire LRBDDI-UQAM Montréal). Les résultats de ces expériences ont permis d'envisager un travail de généralisation de cette démarche à la construction des ateliers de génie logiciel.

Mots-clés
modèles sémantiques, méta-modélisation, systèmes hybrides (objets-règles), transformation de modèles, acquisition et représentation des connaissances.

Adresse de l'auteur :
LAFORIA-IBP, boite 169, Université P.&M. Curie, 4 place Jussieu 75252 Paris Cedex 05
e-mail : sahraoui@laforia.ibp.fr

RESUMES DE THESES

REPLACE : un modèle pour la reconnaissance de plans

Dolores CANAMERO
Thèse de l'Université Paris-Sud - Orsay
soutenue le 29 juin 1995, préparée au LRI

La reconnaissance de plans consiste à interpréter le comportement d'un agent en situation. Nous abordons ce thème sous l'angle de la résolution de problèmes, dans le cadre de l'acquisition des connaissances dirigée par les modèles. Ceci est rendu possible par une conception de la résolution de problèmes comme un processus d'élaboration d'un modèle particularisé du problème qui guide la résolution et qui montre au cours de celle-ci ce que le résolveur a des connaissances sur le problème. Nous proposons un modèle au niveau épistémologique de la reconnaissance de plans non coopérative du comportement d'un agent dans un environnement dynamique à partir de séquences de données de bas niveau, dont le but est de fournir du conseil pour l'aide à la décision. Ce modèle propose un cadre générique cohérent, indépendant de toute implémentation, qui rationalise cette activité et permet une résolution de problèmes efficace.
Le processus de reconnaissance est basé sur la récupération et l'évaluation incrémentales de plans prototypiques représentés sous forme de schémas, et tient compte du rôle des schémas dans le guidage de l'activité. Ces schémas contiennent divers types de connaissances concernant des plans d'action prototypiques dans des situations données suivant aussi bien une hiérarchie de raffinement qu'une hiérarchie de mise en oeuvre ; ils indexent aussi d'autres plans représentant des modes de réalisation alternatifs, non standard. Les plans sont organisés dans une hiérarchie comportant plusieurs types de relations, permettant la recherche d'hypothèses interprétatives aussi spécifiques que possible, leur raffinement en termes des diverses composantes de l'action, et l'évaluation et réévaluation de leur état de réalisation, au fur et à mesure que de nouvelles données arrivent au système. L'interprétation du comportement de l'agent que ces hypothèses permettent de faire est révisée et mise à jour chaque fois que des nouvelles données sur le problème sont disponibles.

Mots-clés
modélisation des connaissances, résolution de problèmes, acquisition des connaissances, reconnaissance de plans, représentation par schémas, aide à la décision.

Adresse de l'auteur
LRI, Bât. 490, Université Paris-Sud, 91405 Orsay Cedex
E-mail : lola@lri.lri.fr

Conception et réalisation d'un système coopératif d'apprentissage Étude d'une double coopération : maître/ordinateur et ordinateur/groupe d'apprenants

Pascal LEROUX
Thèse de doctorat de l'Université
Pierre et Marie Curie (Paris 6)
soutenue le 30 juin 1995, préparée au LIUM
(Le Mans)

Le travail présenté dans cette thèse se situe dans le champ de l'EIAO, avec pour axe de recherche, la création d'environnements d'apprentissage coopératifs. Cette étude a conduit à la réalisation d'un système informatisé (ROBOTEACH) permettant d'assister un maître et des apprenants dans l'apprentissage du pilotage de micro-robots et de notions de base sur les machines automatisées. Cette réalisation est l'aboutissement de plusieurs projets de recherche menés en partenariat avec les milieux de la formation professionnelle et les entreprises.
Le modèle conceptuel sous-tendant l'environnement d'apprentissage implanté est fondé sur l'articulation de deux espaces de coopération :
- un espace de coopération locale où des apprenants (un groupe de deux ou trois personnes) coopèrent entre eux et avec le système informatisé dans le but de piloter un micro-robot. Un environnement de description vierge de toute connaissance réifie, au cours d'un processus d'interaction des apprenants avec le système, la description du micro-robot sous la forme d'un modèle informatisé. À partir de ce modèle, l'environnement de description génère les programmes pour l'environnement de programmation et de pilotage. Les apprenants sont assistés par le système dans les phases de description et de programmation/pilotage d'un micro-robot ;
- un espace de coopération globale où les groupes d'apprenants communiquent entre eux et dans lequel le maître interagit avec tous les espaces de coopération locale. Les interventions du maître prennent la forme de conseils auprès des groupes et d'une coopération avec les systèmes informatisés dans le but de préparer, gérer et suivre les activités (nous parlons alors de métacoopération).
La performance du modèle conceptuel et la fiabilité du système ont été démontrées au travers d'expérimentations avec des publics très différents et hétérogènes (des stagiaires de CAP en Électricité Équipement Industriel, des adultes d'une entreprise industrielle en stage de reconversion). Une troisième expérimentation est en cours avec des collégiens.

Mots clés
EIAO, coopération homme/machine, système d'aide à l'utilisateur, assistant pédagogique.
Adresse de l'auteur : voir page suivante

RESUMES DE THESES

Extension Réactive de la Programmation Logique avec Contraintes et Applications en Optimisation Combinatoire

Julian FOWLER
Thèse de l'Université Paris-Sud,
Soutenue le 10 Mai 1995, au LRI (Orsay)
préparée au LCR de Thomson-CSF

Ce travail propose un schéma de programmation logique avec contraintes pour les systèmes réactifs. On expose d'abord les hypothèses prises pour l'extension proposée. Primo l'interaction de l'environnement sur le système est décrite par quatre manipulations de requête. Deuxio un modèle d'exécution basé sur la réutilisation des dérivations est proposé. Ce modèle est présenté formellement comme une combinaison d'opérations de base sur des dérivations (ces opérations étant définies préalablement). Ensuite la correction et la complétude du modèle sont établies. Une implantation d'une version simplifiée est décrite. Une comparaison est effectuée avec quelques autres modèles d'exécution réactifs avant de montrer la puissance du schéma pour l'optimisation d'une façon générale. Finalement l'implantation est validée sur deux applications : un système d'aide à la décision pour un problème d'optimisation multi-critères, et un problème d'ordonnancement des vols à l'arrivée dans un environnement simulé.

Mots-clés
programmation logique avec contraintes, systèmes réactifs.

Adresse de l'auteur
INGENIA, 5-7 rue de la Gare, BP 106 92134 Issy-les-Moulineaux Cedex.
E-mail: fowler@ingenia.fr

Adresse de Pascal Leroux
LIUM, Université du Maine, BP 535, 72017
LE MANS Cedex, France.
e-mail : pascal.leroux@lium.univ-lemans.fr

Accord AI-Com , Bulletin de l'AFIA

Faites connaître vos travaux en Europe...

Les résumés de thèses qui nous parviendrons en deux langues (français et anglais) seront communiqués à AI-Com, la revue européenne de l'ECCAI.

Une sélection de résumés des thèses passées en Europe sera ainsi régulièrement accessible à une plus large communauté.

Conseils pour l'envoi d'un résumé de thèse :

Il est conseillé d'envoyer un résumé en français (pour le Bulletin) et en anglais (résumé transmis à AI-Com)
• saisir sous traitement de texte compatible avec Word si possible, en times 12, interligne moyen (ou équivalent);
• présentation (pour un doctorat d'Université) :

<Titre de la thèse>
<auteur>
Thèse de l'Université <université>,
soutenue le <date> [à <lieu de soutenance> *si ≠ de* <université>]
[préparée à <lieu de préparation> *si ≠ de* <université>]

<Résumé, environ une demie-page>
Mots-clés
<mots-clés>
Adresse
<adresse de l'auteur pour contact, demande d'exemplaire...>

• envoyer le fichier sur disquette Mac ou dossier attaché sous EUDORA à Monique Baron (voir page 2 de ce Bulletin).

DANS LES PROCHAINS BULLETINS DE L'AFIA...

Dossier sur Musique et Intelligence Artificielle
Appel à contributions

Dossier à paraître dans le Bulletin de l'AFIA n°23 en octobre 1995

Préparé par François Pachet (Laforia-IBP) et Gérard Assayag (Ircam)

Musique et intelligence artificielle font depuis longtemps bon ménage. D'un point de vue purement technique, la musique a toujours été un terrain d'expérimentation privilégié de la recherche en Intelligence Artificielle. D'une part, l'intelligence artificielle propose des techniques particulièrement bien adaptées à certains problèmes musicaux complexes : la reconnaissance de partitions, l'analyse automatique, l'harmonisation automatique, l'aide à la composition, l'aide à la synthèse sonore, la pédagogie musicale. Par ailleurs, du point de vue cognitif, la musique reste un incroyable phénomène posant de nombreuses questions aux sciences cognitives: nature et modèles de la perception musicale, de la mémoire musicale, nature des processus de performance musicale et de l'improvisation, ou définition de la notion de «style» musical.

Discipline en pleine expansion, la recherche en IA et musique est pour l'instant disséminée dans une multitude de formations diverses. Ce dossier se propose de faire le point sur l'état actuel des recherches francophones. Nous sollicitons les chercheurs et équipes intéressées à nous faire part de leurs travaux afin de présenter un tableau aussi fidèle que possible de la réalité francophone en la matière.

Format des contributions

Les contributions, de une à deux pages, devront être envoyées sous format Word (Mac ou PC), par courrier (disquette) ou par mail (par eudora ou non, binhex ou RTF) avant le 15 juin 1995 à :

François Pachet
Laforia-IBP
Université Paris 6,
Boîte 169,
4, Place Jussieu,
75252 Paris Cedex -5
e-mail: pachet@laforia.ibp.fr

(le contacter si problème de date)

Dossier sur Intelligence Artificielle et Fusion de Données

Dossier à paraître dans le Bulletin de l'AFIA n°24 en janvier1996

Appel à contributions

Un prochain dossier du Bulletin de l'AFIA sera consacré à : L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE ET LA FUSION DE DONNÉES. Son but est de faire le point sur les activités de recherche et les différents projets en cours des équipes travaillant sur l'apport de l'intelligence artificielle à la problématique de la fusion de données multi-capteurs.

La fusion de données multi-capteurs regroupe un ensemble de techniques permettant de combiner dans le temps et dans l'espace des données issues de capteurs hétérogènes de façon à permettre de fournir une information plus riche que celle fournie par chacun des capteurs. De nos jours, avec la sophistication et la complexité des capteurs disponibles, la problématique de la fusion de données se trouve enrichie par la diversité croissante des informations à traiter et par l'importance du flux des données à traiter. De par sa capacité à transformer des données numériques sous une forme symbolique, l'intelligence artificielle permet d'apporter une aide réelle aux problèmes de fusion de données en introduisant des connaissances sur le monde réel.
L'objet du présent dossier sera de recenser les différentes techniques d'intelligence artificielle (systèmes multi-agents, systèmes à bases de connaissances, systèmes hybrides, logique floue, algorithmes génétiques, réseaux de neurones, etc.) actuellement employées dans les différents projets de fusion de données.

Les contributions à ce dossier sont à envoyer par mail, sous format Word ou Framemaker 4.0, avant le **15 Octobre 1995** à :

Stéphan Brunessaux
MATRA CAP SYSTEMES -
BP 613 -
27106 VAL-de-REUIL Cedex
E-mail: stephan@mcs-vdr.fr

Votre contribution (1 page maximum) devra indiquer votre société ou laboratoire d'appartenance, vos coordonnées, une description des projets de fusion de données - en cours ou déjà réalisés - en indiquant les techniques d'IA utilisées et une bibliographie résumant vos travaux dans le domaine.

Adhésion et abonnement — Demande — Renouvellement

Nom : Prénom :
Affiliation :
Adresse postale :
N° de téléphone : N° de fax :
Adresse électronique :

- ❒ Adhésion simple 1995 (incluant l'abonnement au bulletin) : ..... 250 francs
- ❒ Adhésion de soutien 1995 (incluant l'abonnement au bulletin) : . 500 francs
- ❒ Adhésion 1995 (incluant l'abonnement au bulletin) + abonnement à la Revue de l'Intelligence Artificielle: ..... 600 francs
- ❒ Abonnement au bulletin sans adhésion (1995): ..... 250 francs
- ❒ Adhésion simple 1995 (incluant le bulletin) + AFCET*: ..... 920 francs

**un formulaire d'adhésion AFCET vous sera envoyé*

❒ Veuillez trouver un chèque de _____ francs
❒ Je vous prie de m'envoyer une facture pour un montant de _____ TTC

Adhésion Personne morale — ❒ Demande — ❒ Renouvellement

Organisme : cachet de l'organisme:

Nom du représentant : Prénom :
Fonction :
Adresse postale :
N° de téléphone : N° de fax :
Adresse électronique :

Tarifs	*1995*
Laboratoires universitaires :	**1500 F**
Personnes morales non universitaires :	**2965 F**

❒ je joins un bon de commande pour une somme de _____ francs
❒ je vous prie de m'envoyer une facture de _____ francs TTC

❒ j'accepte que les renseignements ci-dessus apparaissent dans l'annuaire de l'AFIA
❒ j'accepte que les renseignements ci-dessus soient communiqués a l'ECCAI dans le cadre de la constitution en cours d'un fichier IA européen.
❒ je m'oppose à toute diffusion des renseignements ci-dessus.

Ce bulletin d'adhésion doit être retourné à : (chèques à l'ordre de l'AFIA)

René QUINIOU : INRIA / IRISA, Campus de Beaulieu 35042 Rennes Cedex

Compte Crédit Mutuel code banque 15889 code guichet 08957 N° compte 0007 3553 040 clé 04

Sommaire du Bulletin n° 22

Editorial 3

Activités de l'AFIA 6
- Vie de l'Afia. 6
- Congrès Afia 7

L.I.A - Université de Savoie 8

Applications de l'I.A. 12

Dossier Apprentissage 14
- Présentation du dossier et informations 14
- Présentation des équipes 25

Livres 46
- Sémantique pour l'analyse, François Rastier 46
- Cognition artificielle, Alain Grumbach 50

Compte rendus de conférences 51
- Journées d'informatique musicales 51
- JAVA 95 52
- Quatrièmes Journées EIAO Cachan 55

Calendrier des conférences 57

Sommaire des revues 59

Résumés de thèses 63

Dans les prochains bulletins de l'Afia... 66

Formulaire d'adhésion et d'abonnement 67

Calendrier de parution du Bulletin de l'Afia

Hiver Réception des contributions: **15 décembre** Sortie le **15 janvier**	*Eté* Réception des contributions: **15 juin** Sortie **fin juillet**
Printemps Réception des contributions: **15 mars** Sortie le **15 avril**	*Automne* Réception des contributions: **30 septembre** Sortie le **30 octobre**