BULLETIN DE L'AFIA

afia

ASSOCIATION FRANCAISE POUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

NOVEMBRE 1996

N°27

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 Sce Innovation et Projets d'Inf. Avancée
service 12113, API QLG Q49 1 12
860 quai Stalingrad,
92109 Boulogne- Billancourt

Trésorerie
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
Ecole des Mines
Centre SIMADE
158 cours Fauriel
42023 Saint Etienne Cedex 2

Personnes morales adhérentes à l'AFIA

AFCET, CEA-LIA, CISI, CNET PARIS, ELF-AQUITAINE, ELF-ANTAR, ENST, FRAMATOME, GIST, ILOG, INGENIA, INRETS, INRIA, INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, MATRA MARCONI SPACE, NEUROAGENT, PEUGEOT, RENAULT, SLIGOS, SOLLAC, UNIVERSITÉ PARIS 9 DAUPHINE Bibliothèque.

Bureau de l'AFIA

Jean-Marc DAVID, président
Marc AYEL, vice-président
René QUINIOU, trésorier
Jean-François NICAUD, secrétaire

Jean-Paul BARTHES, Bertrand BRAUNSCHWEIG, JeanCHARLET, Françoise FOGELMAN SOULIE, Catherine GARBAY, Philippe JORRAND, Philippe LAUBLET, Eunika MERCIER-LAURENT, Marie-Christine ROUSSET, Gérard SABAH, Claudette SAYETTAT, Christian de SAINTE-MARIE, Brigitte TROUSSE, Manuel ZACKLAD

Comité de rédaction

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

Monique BARON
«Sommaires des revues»
LAFORIA, case 169
Université Paris 6
4, Place Jussieu, 75232 Paris cedex O5
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, case 169
Université Paris 6
4, Place Jussieu, 75232 Paris cedex O5
collinot@laforia.ibp.fr

Alexis DROGOUL
LAFORIA, case 169
Université Paris 6
4, Place Jussieu, 75232 Paris cedex O5
drogoul@laforia.ibp.fr

Gilles KASSEL
rubriques «Présentation de laboratoires»
et «Présentation de sociétés»
Univ. Technologique de Compiègne
Centre de recherches
BP 529, 60205 Compiègne Cedex
gkassel@hds.univ-compiegne.fr

Bernard LE ROUX
rubrique «Résumés de thèses»
INGENIA, 52 Bd Rodin
92130 Issy les Moulineaux
leroux_b@ingenia.fr

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

afia ASSOCIATION FRANCAISE POUR L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Réa. Prorata services - 01 45 35 94 14
Imp. Augustin Paris - 01 40.36.10.15

ISSN 1273-1323

éditorial

L'E.C.C.A.I. Kékséksa ?

Après la tenue de la conférence ECAI'96 à Budapest (voir compte rendu dans ce numéro), il nous est apparu intéressant de demander à Jean-Paul Barthès, membre du bureau de l'AFIA et nouveau trésorier de l'ECCAI, de faire le point sur cet organisme européen auquel l'AFIA participe depuis de nombreuses années.

Nature et objectifs
L'E.C.C.A.I. (European Coordination Committee for Artificial Intelligence) se veut être, comme son nom l'indique, un organisme de coordination des activités en intelligence artificielle en Europe. C'est une association à but non lucratif, de droit belge, ayant son siège à Bruxelles. Son objectif est de promouvoir l'IA et de favoriser les échanges d'information entre les différents membres européens.

Composition de l'E.C.C.A.I.
Les membres de l'E.C.C.A.I. sont les différentes sociétés nationales regroupant les personnes, entreprises, organismes intéressés par l'IA dans chaque pays. En France, sont membres l'A.F.I.A., l'A.F.C.E.T. et l'A.R.C alors que mis à part quelques exceptions, les pays européens ont en général une seule société spécialisée en IA. A ce jour, l'E.C.C.A.I. comprend 39 membres. Les derniers membres admis lors de l'assemblée générale de Budapest sont : la Grèce (E.E.T.N.), la Lettonie (L.A.N.O.), et la Lituanie (L.I.K.S.-A.I.S.).
Pour être admise, une société nationale d'IA doit envoyer une copie de ses statuts, justifier d'au moins 25 membres actifs, et être acceptée par un vote de l'Assemblée générale.

Organisation et mode de fonctionnement
L'E.C.C.A.I. tient une fois par an une assemblée générale pour définir les activités à venir. Dans l'intervalle, un comité exécutif de 6 membres (dont obligatoirement une personne de nationalité belge) applique les décisions et prépare des propositions pour l'assemblée suivante. Chaque pays possède 2 votes à l'A.G.
Le Comité Exécutif élu au mois d'août est le suivant :
- Wolfgang WAHLSTER (Allemagne) Président
- Carl Gustaf JANSSON (Suède) Secrétaire
- Nada LEVRAC (Slovénie) Secrétaire Adjoint
- Jean-Paul BARTHÈS (France) Trésorier
- Piero TORASSO (Italie) Chargé des problèmes de la Revue
- Walter DAELEMANS (Belgique) Membre

Activités
Les activités principales de l'E.C.C.A.I. sont l'organisation de l'E.C.A.I. (European Conference on Artificial Intelligence) les années paires, et l'organisation d'une Ecole d'Été, l'A.C.A.I., les années impaires. La dernière conférence E.C.A.I. a eu lieu à Budapest, la prochaine en 1998 aura lieu à Brighton, la suivante en 2000 aura lieu à Berlin. La dernière école d'été a eu lieu à Rennes, la suivante en 1997 aura peut-être lieu dans les Pays Baltes.
L'E.C.C.A.I. diffuse également un Bulletin, AICom, contenant des informations générales et des articles scientifiques. Le Rédacteur en Chef d'AICom était Lopez de Mantaras (Barcelone). Cette revue est redistribuée via les sociétés nationales.

Moyens
Les ressources de l'E.C.C.A.I. ont trois origines. La principale est constituée des recettes provenant de l'organisation de l'E.C.A.I., la seconde est la contribution de chaque société nationale (fixée à 3 ECU par membre, avec quelques dérogations), la troisième résulte des produits financiers de la trésorerie.

VIE DE L'AFIA

Etat des lieux
On constate avec plaisir que le nombre de membres augmente avec l'arrivée des pays d'Europe Centrale. Toutefois, dans ces pays les activités en IA ne sont pas encore très développées et le nombre de membres est très faible. Le CE doit donc réfléchir à un nouveau mode de scrutin, permettant de mieux représenter les pays en fonction du nombre de leurs membres actifs tout en préservant les droits des minorités.
La revue AICom ne remplit pas son rôle d'information. On ne sait si c'est un journal scientifique ou un magazine d'information. Le CE est chargé de revoir les problèmes de la revue en intégrant les possibilités nouvelles du type WEB, et de proposer une autre formule.
La trésorerie (point qui me tient à cœur) est fragile. Les réserves (30.000 ECU) ne sont pas suffisantes pour faire face à un déficit important de l'une ou l'autre des activités. Le CE va réfléchir à la possibilité de dégager des ressources complémentaires.

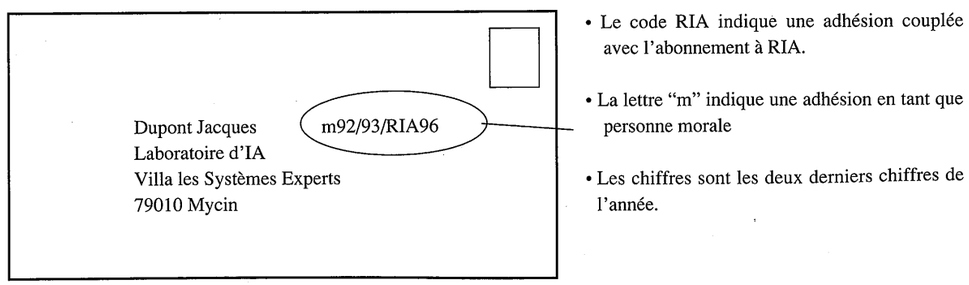
Conclusion
L'E.C.C.A.I. est une association créée pour permettre une coordination et une meilleure circulation des informations entre tous les membres des associations nationales en Europe. A ce jour, mis à part les manifestations annuelles, son action est restée confidentielle. Le nouveau CE souhaite améliorer le fonctionnement entre les manifestations pour mieux répondre à vos attentes. N'hésitez donc pas à nous faire parvenir, directement ou par l'intermédiaire des sociétés nationales, vos souhaits et vos remarques.

J.-P. A. Barthès
jean-paul.barthes@utc.fr

URL Serveur AFIA :
http://www.irisa.fr/EXTERNE/afia/

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.



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

VIE DE L'AFIA

APPEL
ASSEMBLEE GENERALE DE L'AFIA

LE MERCREDI 18 DÉCEMBRE 1996 À 17H
AMPHI C - 91 BD DE L'HOPITAL 75013 PARIS

Les membres de l'AFIA à jour de leur cotisation 1996 sont invités à participer à l'assemblée générale ordinaire de 1996 et à l'élection du Bureau.

Ordre du jour :
- rapport moral et rapport financier,
- activités de l'association et perspectives,
- budget 1997,
- dépouillement des votes par correspondance.

Rappel (extraits des Statuts) :
"tout membre de l'Association pourra proposer au Président, dans les huit jours qui suivent la date d'envoi des convocations, l'inscription d'une ou plusieurs questions à l'ordre du jour".

Le renouvellement du Bureau :
Sont maintenus :
JP. Barthes, B. Braunschweig, JM. David, F. Fogelman, C. Garbay, Ph. Laublet, E. Mercier-Laurent, G. Sabah, C. de Sainte Marie, C. Sayettat, B. Trousse, M. Zacklad
Les membres "sortants" sont :
M. Ayel, MC. Rousset, R. Quiniou, P. Jorrand, J. Charlet et JF. Nicaud

Comme le Bureau doit comporter 18 membres, c'est 6 sièges qui devront être pourvus par cette élection.
Les candidats doivent impérativement faire connaître leur candidature par mail avec accusé de réception (eml@ens-gestion.uvsq.fr) ou par fax 30 51 06 31 avant le 6 novembre 1996.
La présence des candidats lors de l'assemblée générale est vivement souhaitée pour qu'ils puissent participer au débat sur l'activité et les perspectives.

Les bulletins de vote seront envoyés trois semaines avant l'assemblée générale.

VIE DE L'AFIA

Groupe de Travail Applications Opérationnelles de l'IA

GTAOIA

Compte Rendu Annuel

Bertrand Braunschweig, Eunika Mercier-Laurent, Pierre Wey

Adresses :
Bertrand.Braunschweig@ifp.fr
eml@ens-gestion.uvsq.fr
wey@ariane.univ-mrs.fr

Le groupe de travail AOIA existe depuis un an. Comme sa constitution est récente, nous redonnons ici le premier paragraphe de sa charte de fonctionnement.

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.

Le GTAOIA se réunit au rythme d'une journée tous les quatre mois. Nous sommes entre quinze et vingt à chaque fois. Chaque réunion aborde un thème particulier (en 1996, le diagnostic, le raisonnement par cas, la conception, les problèmes d'optimisation). Nous commençons toutes les réunions par une présentation sur l'état de l'art, faite en général par un universitaire ou un chercheur. Ensuite, quatre ou cinq présentations d'applications opérationnelles ou en voie de le devenir sont faites. Nous passons toujours du temps à la fin de la réunion pour tirer des conclusions sur le thème abordé, et pour définir le sujet de la suivante.

Ce compte rendu pour 1996 est composé d'extraits des comptes rendus des trois réunions ayant eu lieu en octobre 95, février et juin 96. Si vous souhaitez devenir membre du groupe, vous devez :
- en faire la demande à l'un des organisateurs;
- être membre de l'AFIA à titre personnel ou institutionnel;
- vous engager à ne pas utiliser ces réunions à des fins commerciales.

Réunion DIAGNOSTIC

Malgré la grève, seize personnes ont pu participer à la réunion de travail consacrée aux **applications de l'IA pour le diagnostic de systèmes complexes.**

Après une présentation sur l'**état de l'art en diagnostic à base de modèles** par Claudia Boettcher du LIPN-Université Paris XIII, et une présentation générale sur les applications de diagnostic, **"Diagnostic de Systèmes Complexes : Problématique et Solutions"** par Erick Gaussens pour Framatome, plusieurs applications ont été présentées:

- Diagnostic à base de modèles en balistique BAXYS (Pierre Wey, ISL)
- Diagnostic de moteurs d'avion CFM-56 (Eric Auriol, Acknosoft)
- Diagnostic à base de modèles en électronique (Philippe Deves, Dassault)
- Applications en diagnostic à EDF/DER/SDM (Anne Dourgnon, EDF)

A la suite de ces présentations, nous avons retenu les principaux points suivants, qu'il faut considérer comme une appréciation forcément globalisante et réductionniste des présentations et discussions qui les ont suivies :

1) Les applications opérationnelles de diagnostic font de moins en moins appel aux règles de production comme formalisme de représentation des connaissances. Des modèles, de toutes sortes, sont maintenant couramment utilisés : modèles causaux, modèles numériques, modèles de défaillances, modèles de bon fonctionnement, de défauts etc. Ces modèles s'inscrivent dans les deux stratégies traditionnelles du diagnostic, à savoir le diagnostic par maintien de la cohérence (CATS par exemple) et le diagnostic par abduction (BAXYS). Des techniques complémentaires (réseaux neuronaux, raisonnement par cas) sont mises en œuvre avec profit.

VIE DE L'AFIA

2) Des applications qui exploitent des techniques de diagnostic qui étaient encore confinées aux laboratoires de recherche il y a quelques années (comme par exemple le diagnostic à base de modèles), sont effectivement opérationnelles au sein des entreprises : DIVA, CATS, CASSIOPEE, entre autres, en sont des bons exemples.

3) Les applications de diagnostic traitent des problèmes et des équipements complexes, et qui sont vitaux pour l'activité de l'entreprise. Ces applications nécessitent donc à la fois une approche technique solide et une bonne stratégie d'intégration dans l'organisation, impliquant de nombreux interlocuteurs dont, en premier lieu, les utilisateurs.

4) Les applications ne doivent pas être considérées comme isolées, mais au contraire comme devant s'appuyer sur l'existant. Des exemples sont : le lien entre le modèle de diagnostic et la conception en CAO; le lien avec des bases de données techniques. Pour résumer, nous citerons Philippe Dague pour qui "l'approche à base de modèles, pour pénétrer dans l'industrie, doit intégrer le cycle de vie".

5) Le fait que les applications reposent sur des bases techniques solides, démontrables, peut être un facteur essentiel. Dans l'industrie, on ne fera pas reposer le diagnostic d'un équipement vital sur une méthode empirique, dont les propriétés ne sont pas parfaitement connues.

6) Les principaux besoins exprimés et non encore bien satisfaits sont : le retour sur expérience (comment faire remonter les résultats du diagnostic vers la conception de l'appareil), la génération de bonnes explications.

Réunion Raisonnement à Partir de Cas (RPC)

Vingt et une personnes ont participé à la réunion. Note préliminaire : l'abréviation RPC est utilisée dans ce compte rendu en lieu et place du CBR anglophone.

Exposés :

Etat de l'art par Michel Manago : les points forts du RPC, aide à la décision, data mining, raisonnement par analogie, capitalisation des connaissances, développement par étapes ; les techniques utilisées : induction, induction dynamique et CBR avec contrôle de similitudes ; les bonnes questions : qu'est-ce qu'un cas ? quand et comment acquérir des cas ? comment les représenter? quand oublier ? quand généraliser ? comment adapter ? comment intégrer le RPC dans l'organisation ? Des exemples d'applications : diagnostic de moteurs de pétroliers, d'avions ; gestion d'essais ; aide à la décision en médecine de toxicologie.

Help desk pour les robots de SEPRO Robotique ; présentation assurée par Eric Auriol, en l'absence de Michel Jez, qui nous a en contrepartie invité à visiter l'usine à La Roche-sur-Yon (affaire à suivre, par M. Manago) ; l'usine fabrique 50 robots industriels par mois et les vend dans le monde entier, la maintenance téléphonique doit répondre rapidement ; le système help desk concerne le diagnostic des pannes, en commençant par les défauts d'axes ; l'application est développée avec Kate ; il utilise un pré-diagnostic par arbres de décision, et de l'induction dynamique pour poser les questions les plus discriminantes ; il y a trois bases de cas : les problèmes en cours, les problèmes soldés à valider, les cas validés ; la base de cas comprend aujourd'hui 150 cas théoriques et 150 cas réels, tous validés.

Essais d'application du RPC à l'IFP par B. Braunschweig et J. Surma ; quelques tentatives passées ou en cours ont été présentées : complétion de courbes de distillation dans PRINCE ; CASSIS, diagnostic d'essais moteurs ; REPRO, Réutilisation d'études de procédés, basée sur la similarité de flowsheets ; nouvelles applications : corrosion, pyrolyse de roches pétrolifères ; les applications sont développées avec des outils généraux (Smeci, G2, C++).

Reconnaissance d'espèces d'arbres par Olivier Pariselle de la Fondation Bull : le système aide à identifier une espèce d'arbre à partir de descripteurs ; il utilise le multimédia et sera diffusé sur CD-ROM vers la fin de l'année ; il y a 465 cas de référence ; l'application utilise trois modes de consultation : par indexation, par requêtes floues avec similarité, ou par requête directe type base de données multimédia ; elle vise aussi bien le grand public que les experts ou professionnels pépiniéristes.

Conclusions sur les applications du RPC

Sur la technique : Le RPC est *facile à comprendre*, *intuitif*, aussi bien pour les utilisateurs que pour les décideurs. C'est un avantage majeur. Il est souvent comparé - pour dire que c'est mieux, et pour des raisons différentes - aux systèmes experts, réseaux neuronaux, et bases de données. Il permet le développement incrémental (par l'ajout de cas) et l'enrichissement automatique : un nouveau cas validé est automatiquement enregistré et disponible pour une nouvelle consultation - si on le veut, bien sûr. Les points techniques qui sont - partiellement - résolus : le calcul de similarité, l'indexation des cas, l'induction, l'oubli. Les points qui semblent loin d'être résolus : l'adaptation, la représentation de cas complexes.

Sur le développement d'une application : le développement en spirale paraît convenir à la mise en place d'une application RPC. Les *aspects méthodologiques* devraient être approfondis (ce qui veut dire qu'à notre sens il ne l'ont pas encore été suffisamment). Il est difficile de donner le *coût de développement* type, car cela dépend de la qualité des exemples et de la grandeur du système. Pour mesurer le retour sur investissement il faut distinguer le développement de l'application informatique de celui de la base de cas ; Le *rôle des experts* semble finalement *qualitativement* le même que pour les systèmes experts (un rôle très important). On retrouve également l'apport pour les experts de la structuration de la

VIE DE L'AFIA

connaissance, même par des cas. *Quantitativement*, dans une application gérée correctement, ils peuvent être beaucoup moins sollicités.

Sur les applications opérationnelles : c'est bien connu et nous l'avons vérifié, les systèmes "help desk" sont toujours les plus avancés en terme d'utilisation opérationnelle ; c'est dans ce secteur que l'on peut faire les gains de productivité les plus importants, ne serait-ce que par la mise en place d'outils informatiques de gestion des appels. Le cas de l'application de SEPRO Robotique est exemplaire de l'intérêt d'une telle approche. Nous ne connaissons pas d'application *opérationnelle* qui ait été faite sans le concours d'un fournisseur de logiciel spécialisé RPC ; La taille des bases de cas va de quelques dizaines à quelques dizaines de milliers ; Les quelques applications en cours de développement chez les membres du GT touchent à des domaines très variés, dépassant largement le cadre du help desk.

Sur les outils spécialisés : les avis sont partagés. Faut-il utiliser ces outils spécialisés que sont Recall, Kate, Remind, CBR Express, Knowledgeseeker, etc ? Ou faut-il utiliser des outils plus généraux, quitte à y introduire certaines des fonctions du RPC ? Les calculs de similarité sont contestés : par exemple la commutativité ne semble pas toujours assurée. Les outils ne sont pas encore des produits "sur étagère" qu'un non-initié peut utiliser immédiatement sans conseil.

Réunion Conception

Exposés

Etat de l'art :
en l'absence de Brigitte Trousse, excusée pour raisons de santé, cette partie a principalement été l'occasion d'une discussion libre entre les participants, s'appuyant sur quelques informations collectées sur le web et sur l'expérience de chacun.

Le système multi-agents ADELE pour l'aide à la conception ergonomique de véhicules (Aline Alauzet, INRETS) : application développée avec l'outil ATOME et le SGBDOO GemStone, il s'agit d'utiliser des connaissances permettant de faciliter la manipulation du mannequin virtuel MAN3D. Une approche multi-agent est mise en œuvre, chaque membre en particulier étant représenté par un agent. Le système devrait contribuer au processus de conception ergonomique de véhicules par sa capacité à déterminer des positions et des conditions d'atteinte de points, ainsi que par une évaluation du confort qui en résulte.

Application des techniques de programmation par contraintes à un problème de CAO : le calcul du volume utile normalisé des coffres de véhicules de tourisme (Arnaud Leforestier, GIST). GIST développe pour un client motoriste un logiciel destiné à remplacer le programme procédural utilisé actuellement pour calculer le volume utile d'un coffre. Le problème est de placer le plus grand nombre de parallélogrammes 5*10*20 cm (des "tetrapaks") dans un volume biscornu. Cela n'est pas si facile et les premiers résultats obtenus avec la PPC montrent un gain significatif (de quelques litres). Cela permet au fabricant d'annoncer un volume utile plus grand. Le produit final sera livré sous Ilog Solver.

DEKLARE (DEsign KnowLedge Acquisition and Redesign Environment): une démarche d'ingénierie des connaissances pour la conception mécanique (Catalina Vargas et Hervé Mahé, PSA) : ce projet ESPRIT, terminé en 95, s'intéressait aux tâches de conception mécanique (application sur les soupapes chez PSA) et à plusieurs aspects de la gestion des connaissances : identifier, acquérir, modéliser, capitaliser, réutiliser. On pourrait presque parler d'"AutoKADS" - mélange entre AutoCad et KADS - puisqu'il s'agit d'une démarche appliquée à la CAO. Le logiciel développé utilise notamment la notion de point de vue, avec trois déclinaisons : fonctionnel (les rôles), physique (les objets), géométriques (le point de vue du logiciel de CAO). Un prototype a été réalisé dans le cadre du projet ESPRIT. Les travaux futurs concernent des aspects méthodologiques, l'industrialisation du prototype et son utilisation dans le cadre d'un projet pilote.

Optimisation de formes par évolution artificielle (Couro Kané et Marc Schoenauer, CMAP Ecole Polytechnique). Marc Schoenauer a présenté ses travaux sur les algorithmes génétiques et d'évolution artificielle pour la conception de formes sous contraintes (de poids minimal et respectant un déplacement limité sous un chargement donné). Comparant plusieurs manières de représenter les formes, chaîne binaire, tableau de bits, H-représentation (représentation par trous) et diagrammes de Voronoï, il a montré des résultats sur des problèmes non linéaires pour lesquels les méthodes numériques d'optimisation ne donnent pas satisfaction. Il a enfin beaucoup insisté sur la nécessité d'introduire les connaissances du domaine à la fois dans la représentation et les opérateurs de croisement et de mutation.

Conclusions sur les applications en conception
Diversité des problèmes : grand domaine d'application de l'IA, la conception présente de multiples facettes tant en matière de problèmes (conception coopérative, placement optimal, ajustement de paramètres, réutilisation de designs etc.) que de solutions, qui vont des grandes bases de connaissances aux AGs en passant par la PPC etc.

Applications opérationnelles : nous n'en avons pas vu dans le cadre de cette journée. Il y a des prototypes, mais ils n'ont pas encore été mis entre les mains des utilisateurs. Il semble y avoir également un fossé entre certains grands projets de recherche, qui parlent de conception coopérative, d'ontologies, de groupes d'agents collaborant pour concevoir, et les applications industrielles qui se concentrent sur des problèmes concrets moins ambitieux. Le lien avec les outils de CAO commence à être fait. Les systèmes commencent à dialoguer avec ces outils, les utilisent ou se greffent comme dessous-modules. Mais le lien n'est pas encore intime. On ne peut pas encore parler de CAO intelligente.

CONGRÈS IA

Une étude des congrès généralistes en IA :

Une discussion générale pour la mise à plat des GDR début 98 doit être menée durant l'année 1997. Sans préjuger des décisions globales (survie ou non des GDR et des PRC) qui seront prises au CNRS (pour la partie GDR) et au ministère (pour la partie PRC), il nous incombe de réfléchir à la restructuration du PRC/GDR IA. Un bureau du PRC/GDR IA s'est réuni le 19 Juin 96, et a commencé a réfléchir a cette restructuration.

Si pour le court terme, il a été décidé de ne pas toucher à la structure du PRC/GDR, sur le point du renouvellement du PRC/GDR IA, la réflexion a abouti aux conclusions suivantes :
- avec les financements prévisibles, il est impossible de continuer à faire fonctionner 18 groupes de travail.
- un fonctionnement en un petit nombre (3-4) d'axes est possible. Ces axes auraient pour vocation principale l'animation et pourraient éventuellement créer des petits projets de recherches cibles.

Dans cette optique les problèmes qui se posent sont de :
- définir les contours de l'IA Française (liens avec CHM, Programmation, ...)
- savoir où en est la communauté IA française (qui se reconnaît en IA ? quels sont les sujets porteurs important ?...)
- définir les quelques axes que nous voulons créer.

Pour dégrossir le problème, j'ai été chargé de faire une première étude de ce qui se fait en IA au niveau international et national, en partant des congrès IA généralistes principaux. C'est cette première étude que je je donne ci dessous.

Pour avoir une vue globale au niveau international, je me suis pour l'instant limité aux 3 congrès internationaux "généralistes" en IA : IJCAI95, AAAI96, ECAI 96. Les thèmes et chiffres peuvent être affinés et corrigés, mais en l'état ils donnent une bonne idée de ce qui se fait au niveau international. Pour voir quelle est notre place, j'ai sorti les papiers français (j'ai considéré comme papier français, un papier écrit dans un labo français). Il y a peut être quelques ommissions. Le tout représente 577 papiers (je n'ai pas pris en compte les Posters, Workshops...). Sur ces papiers 48 sont français (8,32%) ce qui est un score très honorable. Plus précisément pour les 3 congrès on a :

	Papiers	Français	% de Français
IJCAI 95 :	249	12	4,82 %
AAAI 96 :	195	13	6,67 %
ECAI 96 :	133	23	17,29 %
Total :	**577**	**48**	**8,32 %**

J'ai essayé de trier les papiers en thèmes en essayant de ne pas trop discrétiser. Ceci donne :

	Papiers	Français	% de Français
- SAT,CSP, démonstration automatique :	105	20	19 %
- Apprentissage et acquisition des connaissances :	80	4	5 %
- Planif, Ordonnancement, Actions :	49	4	8 %
- Langage naturel :	46		
- Robotique et Vision :	42	1	2 %
- Représentation des connaissances :	40	9	23 %
- Révision des croyances et Non monotonie :	36	4	11%
- IA distribuée, Systèmes Multi agents, Agents, interaction	31		
- Raisonnement avec incertitude :	25	1	4 %
- Raisonnement à partir de cas, de modèles, raisonnement qualitatif, diagnostic:	25	1	4 %
- Abduction, temporel, spatial :	22	4	18 %
- Technologie IA à base de connaissances, "data mining", internet, interfaces intelligentes .:	14		
EIAO	4		

Il y a encore trois thèmes (25 papiers) que je n'ai pas réussi à classer de manière nette (pour ces thèmes il n'y a pas de papier français).
- Connectionismes+raisonnement à base de règles : 12
- Algorithmes génétiques : 9
- Art et IA, Divertissements 4

J'ai également regardé rapidement RFIA. Il y a 40 papiers en IA qui se répartissent en :
- SAT,CSP, démontration automatique (uniquement contraintes ici) : 6
- Apprentissage et acquisition des connaissances : 3

CONGRÈS IA

- Planif, Ordonnancement, Actions : 3
- Langage naturel : 3
- Robotique et Vision (mais il faut peut être voir dans la partie RF) : 3
- Représentation des connaissances (un peu de tout dont graphes conceptuels) : 3
- Révision des croyances et Non monotonie : 0
- IA distribuée, Systèmes Multi Agents, Agents, interaction : 4
- Raisonnement avec incertitude : 3
- Raisonnement à partir de cas, de modèles, raisonnement qualitatif, diagnostic :4
- Abduction, temporel, spatial : 3
- Technologie IA , interfaces intelligentes ... : 2
- EIAO : 3

Ceci est fait à la louche très rapidement et il peut y avoir des glissements d'un thème à un autre. Mais cela montre que nous couvrons presque exactement ce qui est considéré comme IA au niveau international.

Il est clair que se limiter à ces trois conférences est injuste pour certains thèmes qui envoient peu de papiers à ces congrès où dont la communauté française est mal représentée dans les comités de programme. Le problème est que, quand on essaie d'intégrer ces conférences plus ciblées, cela devient très délicat. Par contre il serait très utile d'avoir enfin une liste des conférences importantes en IA. Je suis prêt a compiler cette liste si vous m'envoyez les informations suivantes :

- nom, numéro
- thème(s)
- périodicité
- lieu des 4 dernières conférences
- niveau : internationale, européenne, locale
- nombre de papiers soumis, nombre de papiers acceptes
- nombre de papiers francais
- classement (si vous traitez plusieurs conférences).

Si nous arrivions à faire ce travail proprement et rapidement, ca serait très utile (en particulier pour les commissions de spécialistes et le CNU).

Pierre Siegel
siegel@gyptis.univ-mrs.fr

Information de la Commission Européenne

SUR LE SYSTÈME EUROPÉEN D'ACCRÉDITATION DES COMPÉTENCES.

Le Livre Blanc *"Enseigner et apprendre: vers la société cognitive"* adopté le 29 novembre 1995, fixe cinq objectifs généraux à atteindre dans le domaine de l'éducation et de la formation.
A chaque objectif correspond un encadré identifiant un *"projet significatif et expérimental"* susceptible d'être lancé au niveau communautaire et d'avoir un effet d'entraînement et de démonstration.
L'objectif général N°1 est *"l'encouragement à l'acquisition de connaissances nouvelles"*. Le projet expérimental qui lui est lié est intitulé: *"Ouvrir de nouveaux modes de validation des compétences"*. Il vise à donner à chacun la possibilité de faire valider ses compétences, quelle que soit la manière dont elles ont été acquises, grâce à un système souple, accessible et permanent d'accréditation d'unités de savoir et de compétences. L'effort de formation s'en trouvera valorisé car chacun pourra alors bénéficier d'un retour immédiat sur son investissement dans l'acte d'apprendre.
L'objectif est de mettre en place en quelques années un système européen d'accréditation des compétences permettant à chacun de faire valider ses acquis sur une carte personnelle de compétences.
Un certain nombre de compétences fondamentales, de compétences professionnelles et transversales seront identifiées, clairement circonscrites puis décomposées en unités élémentaires cohérentes organisées en niveaux croissants. On pourra ainsi valider un savoir ou une compétence du niveau le plus élémentaire au plus élevé.
L'un des problèmes soulevés est de pouvoir effectuer ces évaluations de manière automatique et donc de développer les outils informatiques génériques, intelligents, permettant l'évaluation autonome, souple et échelonnable des compétences.
L'actuel "Appel à Propositions ESPRIT" - ouvert le 16 septembre 1996, clos le 18 décembre 1996 - peut offrir un cadre propice à de tels projets notamment au sein du Domaine 1 Thème 2 : Technologies Logicielles Emergentes.

Point contact:
Patrick Corsi
Commission Européenne
DGIII - Industrie
Tel: +32 2 296 80 88
Fax: +32 2 296 83 64
Email: Patrick.Corsi@dg3.cec.be
ESPRIT home page: http://www.cordis.lu/esprit/home.html
Programme de travail:
http://www.cordis.lu/esprit/src/wp96.htm

APPLICATIONS DE L'IA

Système d'aide à la conception d'ensembles mécaniques dans l'industrie automobile

Application, présentée dans le cadre du Groupe de Travail "Applications Opérationnelles de l'IA" (AFIA)
par Catalina Vargas Division Ingénierie de la Connaissance et Mécatronique,
PSA Peugeot Citroën

"Bien que l'application ne soit pas encore totalement intégrée dans la conception de tous les jours, j'estime qu'elle mérite d'être présentée aux lecteurs du Bulletin. Le projet représente une bonne démarche industrielle pour la résolution des problèmes : l'analyse du problème, la modélisation, l'intégration avec les outils de CAO existants. Il serait intéressant de réfléchir également sur les avantages qu'un tel système peut apporter à la réalisation des tâches de conception pour un utilisateur final et comment le système pourrait être intégré dans le processus de gestion des connaissances de l'entreprise"

Eunika MERCIER-LAURENT

La conception est une activité complexe, qui nécessite la mise en œuvre de connaissances et de compétences multiples, mais aussi de la créativité et parfois de la maîtrise de systèmes complexes. Cette phase fait appel à la mise en œuvre de différents savoirs et savoir-faire d'une ou plusieurs équipes de travail. Elle s'appuie aussi bien sur des principes théoriques que sur des constats empiriques.

Concevoir peut se définir comme l'activité permettant d'une part de produire les spécifications que l'objet à concevoir doit respecter. De plus, l'activité de conception comprend la définition du processus permettant la réalisation de cet objet qui doit finalement satisfaire toutes les spécifications préalablement identifiées. Les choix de conception s'alimentent des savoir obtenus dans d'autres phases du cycle de vie du produit, ceci représente en partie un retour d'expérience pour des améliorations éventuelles.

La connaissance utilisée pour la conception ainsi que le retour d'expérience peuvent être réutilisés pour la conception de gammes de produits. Dans le cadre du projet Esprit III DEKLARE, les partenaires PSA Peugeot Citroën, Ikerlan, Copreci, Université d'Aberden et Ilog, ont défini un modèle de représentation de connaissances de conception en ingénierie des systèmes mécaniques, s'intéressant plus particulièrement à la modélisation de problèmes relevant de la conception routinière (routine design ou redesign).

Une grande partie du modèle a été implémentée dans le cadre de ce projet DEKLARE. Les modèles ont ainsi débouché sur un langage de développement d'application d'aide à la conception associé à un outil informatique à base de contraintes, interfacé avec des outils traditionnels de CAO (CATIA, IDEAS). L'ensemble a été validé chez PSA par la réalisation d'une maquette logicielle d'aide à la conception de culasse automobile interfacée avec CATIA.
Comment représenter les connaissances de conception en ingénierie de systèmes mécaniques ? Nous avons commencé par la modélisation des problèmes relevant de la conception routinière (routine design ou redesign) : les produits et le processus de conception, la mise en œuvre de ces modèles et leur fonctionnement avec la prise en compte des contraintes respectives.

MODÉLISATION

Le formalisme de modélisation doit permettre à la fois de représenter la classe de produit à concevoir (modèle produit) et la démarche de conception à mettre en œuvre pour concevoir un produit de la famille (modèle du processus de conception). Le modèle de produit a trois points de vue : fonctionnel, physique et géométrique.

Lors de la mise en œuvre, une instanciation du processus de conception donnera lieu à une instanciation du modèle produit, c'est à dire à la définition d'un artefact particulier, conforme à un cahier de charges initial.

1. La modélisation du produit

Le modèle fonctionnel

Il permet de représenter l'arborescence des fonctions à satisfaire par l'ensemble des produits potentiels de la culasse. Il autorise également la description des différentes solutions techniques possibles pour la réalisation de chaque fonction élémentaire. L'incarnation d'une solution technique s'effectue par la définition d'entités.
Le modèle fonctionnel est établi par le cogniticien à partir de tous les documents disponibles concernant le problème de conception. A partir des fonctions identifiées sur les documents, les solutions techniques de chaque fonction élémentaire doivent être répertoriées. Enfin, les entités définissent les zones affectées par ces solutions techniques.

APPLICATIONS DE L'IA

La figure 1, illustre un exemple de modèle fonctionnel. Nous voyons apparaître une décomposition selon plusieurs niveaux de fonctions. Une fonction globale : la "Compression", des fonctions élémentaires : "Guidage Soupape", ... Cette dernière fonction élémentaire est satisfaite par deux types de solutions (une seule à la fois pourra être choisie), soit un guidage 2 gorges, soit 3 gorges. Les entités représentent les zones des pièces mises en oeuvre pour incarner ces solutions.

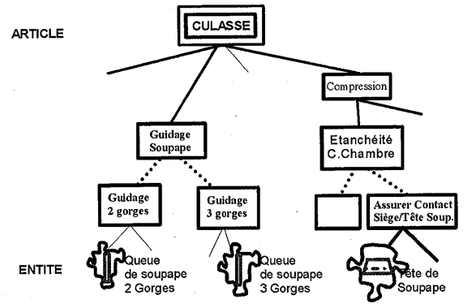


Figure 1 : Exemple de modèle fonctionnel d'une culasse

Le modèle physique

Il permet de représenter la structure des différentes variantes produit de la classe. Il repose sur une décomposition arborescente d'assemblage et sous-assemblage pour aboutir aux pièces élémentaires.
Il est obtenu à partir des documents d'expertise, des plans et des documentations techniques (nomenclatures, comptes-rendus d'étude de cas, etc.).

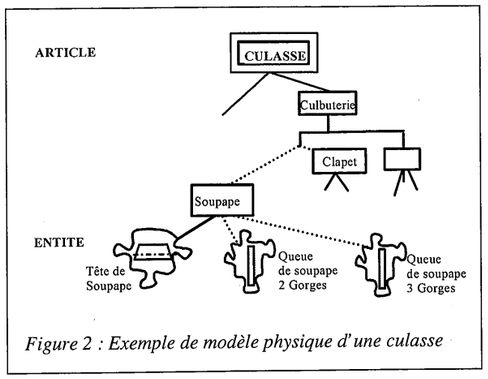


Figure 2 : Exemple de modèle physique d'une culasse

Dans la Figure 2, nous distinguons un assemblage nommé "culbuterie" qui va se décomposer selon un autre assemblage nommé "clapet" et une pièce "soupape". La "soupape" se subdivise en plusieurs entités qui représentent des parties de cette pièce. Ces entités répondent aux fonctions définies dans le modèle fonctionnel.

Le modèle géométrique

Ce modèle établi un lien entre un objet et sa représentation géométrique par l'intermédiaire d'une représentation orientée objet des éléments géométriques de base disponibles dans les modeleurs traditionnels.

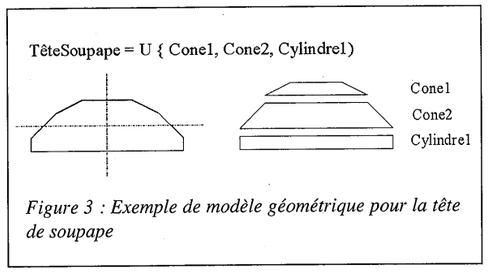


Figure 3 : Exemple de modèle géométrique pour la tête de soupape

La figure 3 montre la description géométrique d'une tête de soupape à base de primitives géométriques élémentaires. Ainsi la description géométrique de la tête de soupape correspond à l'union booléenne de deux cônes et d'un cylindre.

Les contraintes

Les contraintes permettent d'exprimer des conditions particulières devant être vérifiées entre différents éléments des modèles physique, fonctionnel et géométrique. Une contrainte pourra donc être posée entre un nombre quelconque de paramètres de pièces différentes. Elles peuvent être de nature numérique symbolique, ou géométrique.

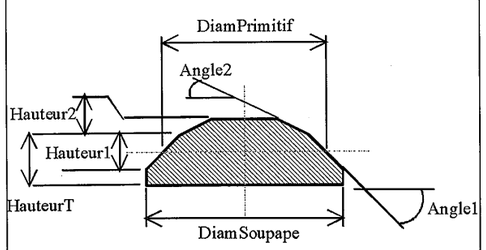


Figure 4 : Exemple de contrainte portant sur la tête de soupape

La tête de soupape est décrite avec un ensemble de paramètres (figure 4)
{DiamPrimitif, Angle1 & 2, Hauteur T & 1 & 2}.
Une *contrainte locale* à la tête de soupape est :

APPLICATIONS DE L'IA

DiamSoupape = DiamPrimitif + 2 ((Hauteur1/ 2) / tan(Angle1))
Dans ce cas le paramètre DiamPrimitif dépend des caractéristiques du moteur par une formule qui correspond à une *contrainte globale.*

2. Le modèle du processus de conception.

Le modèle du processus de conception permet de représenter la suite de tâches à effectuer pour concevoir un objet donné. Il est composé des éléments suivants :

- Les Tâches : elles sont l'image des différents problèmes à résoudre ou buts à atteindre en cours de conception.
- Les Méthodes : elles représentent les différentes solutions possibles.
- Les Méthodes élémentaires : elles permettent le dialogue avec l'utilisateur, les calculs ou requêtes ponctuelles (en dehors du modèle géométrique) avec le modeleur de CAO.

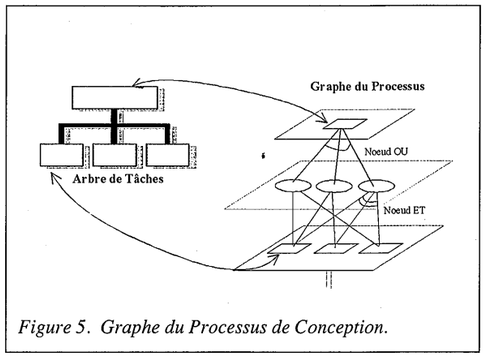


Figure 5. Graphe du Processus de Conception.

L'arbre des tâches est une représentation statique du processus de conception. Il fournit une structure détaillée des problèmes à résoudre (figure 5). Une tâche correspond à un problème à résoudre ou encore à un but à atteindre.

Chaque tâche contient plusieurs méthodes. Chaque méthode possède plusieurs tâches. Si les tâches représentent une structure de type problème / sous problème, les méthodes représentent les différents moyens de résoudre chaque sous problème. L'ensemble des Tâches / Méthodes est ainsi organisé sous la forme d'un graphe ET/OU (figure 5).

La mise en œuvre du modèle du processus de conception, nécessite la définition des aspects statiques et dynamiques de ce modèle.

- Définition statique : Identification des tâches et méthodes.
- Identification des problèmes à résoudre et hiérarchisation en vue d'indiquer la priorité d'exécution quand celle ci est obligatoire et bien définie.
- Définition de la dynamique du modèle (résolution des problèmes)

Les aspects dynamiques du modèle permettent au concepteur de définir sa propre stratégie de résolution (au sens métier du terme), tout en ayant une représentation globale des différents tâches (problèmes) à résoudre.
Les différentes tâches du modèle du processus sont obtenues à partir d'une analyse des problèmes posés par le concepteur. Les tâches ne correspondent pas à une description de la façon de concevoir chaque composant du modèle physique ou fonctionnel du produit. En effet, il est rare dans la conception d'organes mécaniques de réduire le processus de conception à la définition de l'artefact pièce par pièce, puisque comme nous l'avons vu les problèmes rencontrés par le concepteur sont fortement liés entre eux.

3. La mise en œuvre

La mise en œuvre d'une application écrite à l'aide de notre langage permettra à l'utilisateur d'exploiter dynamiquement le modèle du processus de conception et les modèles du produit, en vue de résoudre un problème de conception. Pour atteindre cet objectif, l'ensemble s'appuie sur un mécanisme de résolution basé sur la technique de propagation de contraintes [Ber 92] [Pug 92].
L'artefact peut être défini directement depuis le modèle du produit ou bien indirectement depuis le modèle du processus de conception. La cohérence de l'ensemble est assurée par les contraintes (figure 6). Le mécanisme de résolution se charge d'assurer leur satisfaction à tout moment dans le raisonnement.

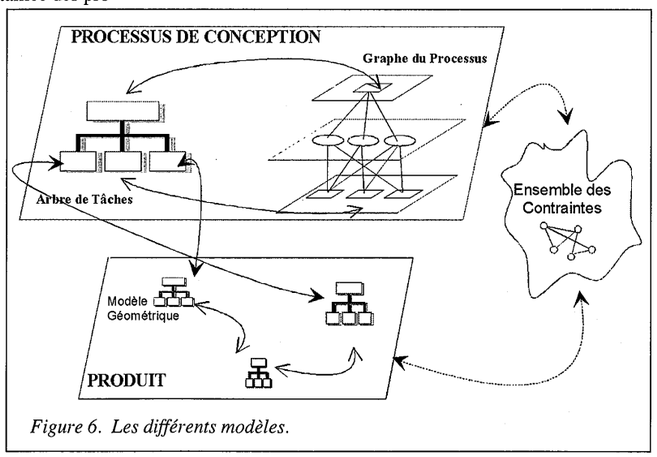


Figure 6. Les différents modèles.

APPLICATIONS DE L'IA

Par l'intermédiaire du modèle du processus de conception, le concepteur est amené à faire des choix: choix d'une tâche, d'une méthode, d'un jeu de valeurs pour un composant du produit. Chaque choix est alors confronté à l'ensemble des contraintes à respecter lors de la conception. Cette confrontation s'effectue par propagation de contraintes. La technique employée (cohérence par arc) [Mac 77] va permettre de supprimer automatiquement les valeurs nécessairement impossibles dans les domaines de définition des attributs non instanciés. Les domaines seront en conséquence réduits.

A partir de là, trois cas de figure sont possibles :

* Le modèle physique est complètement instancié : le concepteur a défini totalement son produit et a donc obtenu un artefact.
* Un domaine devient vide : un des attributs du modèle produit n'a plus aucune valeur possible. La suite des choix réalisés est donc incohérente avec l'ensemble des contraintes à respecter. Il sera nécessaire de revenir en arrière (backtracking) sur l'un des choix précédents.
* Le modèle physique reste partiellement instancié: Le processus peut se poursuivre.

A tout moment, le concepteur peut mettre en cause les choix effectués et repartir sur d'autres hypothèses de l'arbre ET/OU des tâches et des méthodes.

L'exploitation du modèle du processus de conception peut s'effectuer sous deux formes :

- Manuellement : l'opérateur décide à chaque cycle des choix de conception et des éventuels points de retour en arrière.

- Automatiquement : le système décide du choix d'une méthode, d'une tâche et des valeurs des paramètres selon les heuristiques associées à chaque nœud (OU, ET) du graphe du processus de conception. Les retours en arrière sur les points de choix sont automatiquement gérés.

L'implémentation du langage a été faite à partir du langage C++ associé à la bibliothèque de programmation par contraintes Ilog Solver.

BILAN ET PERSPECTIVES

Le prototype réalisé est constitué d'un langage et d'un ensemble de modèles permettant de représenter les connaissances de conception pour un produit donné ou une famille de produits, dans le domaine de la conception mécanique. Il est également extensible sur d'autres familles de produits. Dans le cadre d'un projet européen, l'entreprise Espagnole COPRECI a utilisé le système pour la conception d'une famille de vannes à gaz. Il est prévu de l'utiliser pour la conception d'une gamme de thermostats.

Ce prototype de système d'aide à la conception, plus souple que les systèmes de CAO traditionnels, permet de guider le concepteur dans les tâches à accomplir sans pour autant le contraindre dans sa démarche de conception. Il fournit donc au concepteur une méthode de travail générique.

L'introduction de contraintes dans le système permet de prendre en compte simultanément toutes les contraintes connues du problème ainsi que d'en rajouter d'autres au cours du processus de conception.

L'intégration avec les systèmes de CAO classiques donne la possibilité d'exploiter les fonctionnalités du modeleur lors de la conception et d'exploiter le modèle CAO obtenu en fin de session. De ce fait la maquette proposée s'intègre parfaitement dans l'environnement de travail du concepteur.

Une réflexion sur l'industrialisation de ces travaux est en cours.

Bibliographie

[Ber 92] P. Berlandier, "Etude de mécanismes d'interprétation de contraintes et de leur intégration dans un système à base de connaissances", Thèse de Doctorat, Université de Nice Sophia Antipolis, 1992.

[Ilo 95] "ILOG-SOLVER V3.0 Reference Manual", Ilog, 1995

[Mac 77] A. Mackworth, "Consistency in networks of relations in Artificial Intelligence", Artificial Intelligence n 8, pp 99-118, 1977.

[Pug 92] J.F. Puget, "Object Oriented Constraint Programming for Transportation Problems", ASTAIR, 1992.

[Sau 94] Saucier A., Vargas C., Albert P., Court P, .Yvars PA., "Compared application of two knowledge modelisation methodologies on a car engine cylinder head design problem", IFIP International Conference, Feature Modeling & Recognition in Adavanced CAD/CAM systems, Valenciennes, France May 1994.

[Var 95] Vargas C., "Modélisation du processus de conception en Ingénierie de Systèmes Mécaniques", Thèse de Doctorat, ENS de Cachan, 1995.

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

Intelligence Artificielle et Robotique

Dossier réalisé par Simon LACROIX
Groupe Robotique et Intelligence Artificielle

LAAS / CNRS
7, Ave du Colonel Roche - 31077 TOULOUSE Cedex 4
Simon.Lacroix@laas.fr

Présentation du dossier

La première partie du dossier présente la problématique générale de la "robotique intelligente", et la décline suivant trois grands thèmes (perception, mouvement et décision). La richesse et la diversité des travaux de recherche ayant trait à la robotique font que cette introduction ne prétend bien entendu pas être exhaustive ; elle vise essentiellement à mentionner les quelques interactions qui existent entre la robotique et l'intelligence artificielle, et les développements que suscitent cette interaction. La seconde partie du dossier présente les activités de quelques équipes de recherche universitaires et industrielles dans le domaine.

Introduction

Chacun a en mémoire des images de robots affectés à des tâches d'assemblage ou de peinture sur des chaînes de production industrielles. La dynamique, la précision, le mouvement parfois élégant de ces machines et le fait qu'elles se substituent à l'homme ne laissent en effet personne indifférent. Mais les tâches que réalisent ces robots sont spécifiques et répétitives, elles ont été programmées, explicitement ou par mémorisation, et ne nécessitent jamais de prise d'initiative. L'autonomie de tels robots est opératoire, elle n'est pas décisionnelle : l'homme n'intervient pas pendant leur fonctionnement, mais ils ne font preuve ni de robustesse, ni de flexibilité. Les robots qui intéressent la communauté de l'intelligence artificielle ne sont eux pas encore sortis des laboratoires. Les tâches que l'on souhaite leur faire exécuter sont variées et requièrent des capacités d'analyse et de décision, bien qu'elles semblent demander peu de réflexion à chacun d'entre nous : saisir et manipuler un objet quelconque, se déplacer dans un bâtiment inconnu, vérifier que des portes sont bien fermées, etc.

Les roboticiens définissent un robot intelligent comme *une machine capable de raisonner sur la tâche à accomplir et de mettre en œuvre pour son exécution une connection intelligente entre perception et action.* Suivant une classification communément admise, de tels robots sont dits de "troisième génération". Un robot de première génération opère en boucle ouverte dans un environnement figé qui lui est dédié ; ses seuls capteurs sont proprioceptifs, et les tâches qu'il exécute sont programmées a priori et répétitives. Un robot de seconde génération possède des capteurs extéroceptifs qui lui permettent de tolérer des faibles variations de son environnement qui reste néanmoins dédié et spécifiquement organisé, et il est capable d'exécuter différentes tâches, mais toujours selon un programme qui lui est communiqué. La totalité des robots actuellement exploités pour des applications industrielles fait partie d'une de ces deux familles. D'un point de vue opérationnel, ce qui caractérise un robot de troisième génération est la complexité et la variabilité de son environnement d'action et des tâches qu'il doit exécuter : même s'il est conçu pour opérer dans une classe restreinte d'environnements (intérieur de bâtiments par exemple), ceux-ci ne sont ni connus a priori, ni agencés spécifiquement. Il en va de même en ce qui concerne ses actions : un robot intelligent peut n'être conçu que pour effectuer des tâches de surveillance par exemple, mais il réalisera ces tâches en interaction avec son environnement et de façon autonome, et non suivant une procédure déterminée et programmée en détail. Le champ d'application de tels robots est vaste : dans des environnements non structurés, des robots peuvent intervenir là où l'homme ne le peut (sites hostiles ou difficilement accessibles : planètes, fonds d'océan, antarctique, sites naturels après une catastrophe, etc.). Dans des environnements intérieurs ou extérieurs mais structurés (ateliers, hôpitaux, ports), des robots intelligents peuvent être affectés à des tâches de transitique, de surveillance, de nettoyage, d'assistance de personnes à mobilité réduite etc. Leur principal avantage réside dans leur flexibilité : aucun agencement spécifique de leur environnement n'est nécessaire pour qu'ils puissent intervenir.

Les liens entre robotique et intelligence artificielle ne sont pas récents : avant même de connaître et de disposer de techniques de traitement de l'information qui ont favorisé l'émergence de l'intelligence artificielle telle que nous la connaissons aujourd'hui, le concept d'intelligence hors de l'homme n'était appréhendé que par l'intermédiaire d'une machine (ainsi les automates). Si les premiers objectifs de l'IA à sa naissance visaient la réalisation d'activités intellectuelles et abstraites (démonstration de théorèmes, traduction automatique, jeux, etc.), l'espoir de doter d'intelligence une *machine* capable d'actions concrètes a toujours motivé les chercheurs. La position de la robotique au sein de l'IA a cependant beaucoup évolué : le titre d'une communication donnée par Nilsson au premier congrès IJCAI, qui situe la robotique comme un simple domaine d'application de techniques de l'IA, est à ce sujet évocateur. Il est vrai qu'à l'époque la robotique n'en était qu'à ses

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

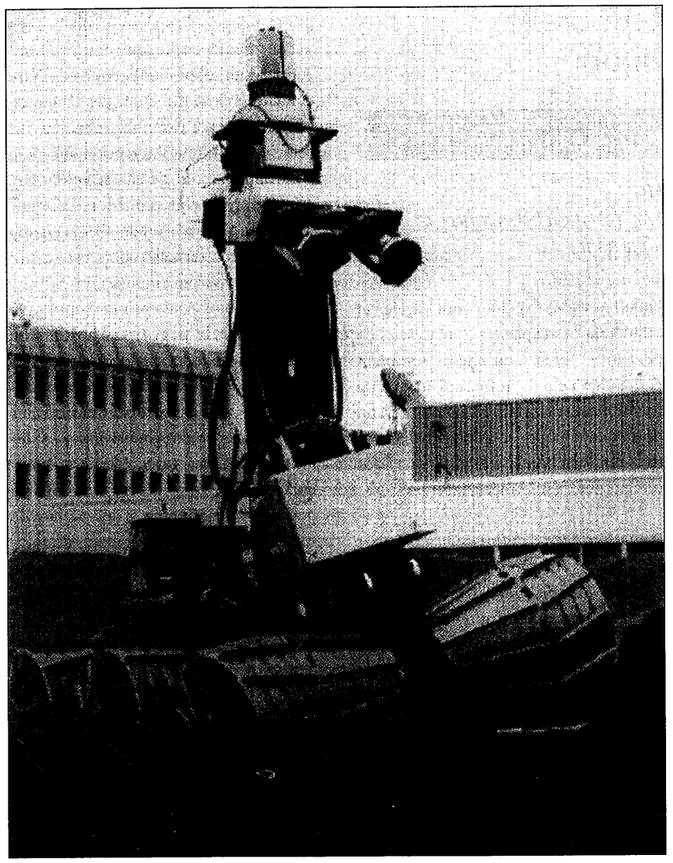


figure 1 : Un descendant de ce robot ira t'il un jour sur Mars (le robot EVE - CNES)

balbutiements et était essentiellement l'apanage d'automaticiens et de mécaniciens ; son développement avait surtout pour but d'accélérer les cadences de production, elle était alors dans la lignée du machinisme industriel, et ne représentait pas encore un thème de recherche à part entière. Mais Nilsson conclut son article par un constat essentiel : "La plupart de nos problèmes ne pourront vraisemblablement pas être résolus par des simulations. [...] Les techniques de preuve de théorèmes semblent adaptées à la résolution de nombreux problèmes "ludiques" ; seront-elles exploitables pour contrôler un système mécanique en temps réel ? L'expérimentation [avec un robot] paraît être le meilleur moyen d'exhiber les vrais problèmes et de travailler à leur résolution". La pertinence de ce constat a été révélée par les développements ultérieurs en robotique et est toujours d'actualité : ainsi la robotique utilise largement des techniques issues de développements formels en IA, mais elle en a surtout généré de nombreuses qui lui sont propres. Outre ses aspects applicatifs et démonstratifs, son caractère intégrateur et expérimental font qu'elle est devenue un champ de recherche fertile pour l'IA.

Ce qui caractérise la robotique, c'est bien entendu qu'elle considère *des machines qui évoluent dans un environnement réel*. L'IA s'est bien entendu déjà confrontée à la réalité physique par l'intermédiaire de machines (supervision et contrôle de procédés de fabrication, ou ordonnancement de tâches et allocations de ressources par exemple), mais dans ces cas la réalité se restreint à la machine elle-même : elle est connue et modélisée, et les éventuelles interactions qu'elle peut avoir avec le monde extérieur restent très limitées. Un robot intelligent opère lui dans un environnement qui ne lui est pas propre et qui n'a pas été spécifiquement conçu ; même si un opérateur lui en fournit une description, elle ne peut être qu'incomplète et ne pourra en aucun cas représenter l'ensemble de ses évolutions possibles. L'ambition scientifique générale est de cerner et d'exhiber la notion de *comportement rationnel* pour une machine physique. La rationalité visée s'évalue par les performances de la machine relativement à la diversité des tâches qu'elle réalise de façon autonome, et à la variabilité des environnements dans lesquels elle peut réaliser ces tâches de manière robuste : ceci nécessite une confrontation expérimentale à un large spectre d'environnements et de tâches.

Cette confrontation au monde réel fait de la robotique un sujet pluri-thématique, où interviennent des concepts relatifs à des domaines aussi variés que la mécanique, l'automatique, le traitement du signal, la perception artificielle, etc. La diversité des thèmes abordés dans la seconde partie du dossier est à ce titre révélatrice. Nous nous focaliserons ici sur les principaux aspects de la robotique qui relèvent de l'IA ou qui ont une intersection avec l'IA. Ces aspects sont scindés en trois grands thèmes :

- Représentation de l'environnement : quelle connaissance le robot doit-il avoir du monde qui l'entoure ? Comment acquiert-il cette connaissance ?

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

- Mobilité : comment représenter, planifier et contrôler les actions de déplacement d'un robot (mouvement et manipulation) ?

- Et enfin raisonnement et décision : comment établir la connection entre perception et action ?

Le reste de cet article précise les difficultés relatives à chacun de ces thèmes et présente les principaux développements techniques et formels nécessaires à leur résolution.

Perception

La perception est un thème de recherche majeur en robotique : un robot intelligent devant par définition interagir avec son environnement, sa capacité à appréhender (percevoir et comprendre) cet environnement et ses évolutions est bien sûr un des points clés de son autonomie. Cette capacité est requise d'une part pour asservir les actions du robot au cours de leur exécution, et d'autre part pour permettre la construction des représentations sur la base desquelles sont planifiées et décidées les actions. On retrouve dans ce second cas l'ensemble des problèmes relatifs aux représentations en IA (quelles informations sont nécessaires ? sous quelle forme les présenter ?), avec la différence importante que ces représentations sont souvent instanciées de manière autonome par le robot, et ce toujours à partir de données réelles et bruitées. La perception des robots est multisensorielle : les robots sont dotés de capteurs de nature et de caractéristiques différentes qui fournissent des informations complémentaires ; et elle est aussi active : si l'acquisition de données perceptuelles peut parfois être systématique ou automatique, elle est souvent le résultat d'un processus de planification. Pour tous ces travaux, les domaines du traitement du signal, de la reconnaissance des formes et de la vision par ordinateur constituent une base et s'en trouvent aussi enrichis.

Les capteurs : Les robots sont dotés de capteurs que l'on distingue en deux grandes familles : les capteurs *proprioceptifs* qui fournissent des informations concernant l'état interne du robot, et les capteurs *extéroceptifs* qui lui permettent de percevoir l'environnement qui l'entoure.

Outre les capteurs qui indiquent la disponibilité d'un organe du robot, les capteurs proprioceptifs fournissent principalement des informations concernant la position ou la vitesse d'un organe ou du robot lui-même (codeurs angulaires d'articulation ou de roue - on parle alors d'odomètre, inclinomètres, accéléromètres, gyromètres, compas, centrales inertielles, etc). Si elle est toujours l'objet de développements, la technologie de ces capteurs est actuellement bien maîtrisée. Les capteurs extéroceptifs sont eux beaucoup plus variés. Les plus courants sont les capteurs de contact et d'effort, les télémètres ultrasons, les télémètres infrarouge et laser, les radars (essentiellement pour des robots d'extérieur) et bien sûr les caméras. Ces dernières sont utilisées soit seules pour fournir des informations de luminance, soit par paires (stéréovision) ou couplées avec un système d'émission de motif lumineux pour fournir des informations tridimensionnelles. De nombreuses variantes technologiques permettent de modifier et d'améliorer ces capteurs : ainsi les télémètres laser sont souvent munis d'un système de déflection du faisceau qui leur permettent de fournir une "image tridimensionnelle" (on parle de caméra 3D), et les caméras sont parfois équipées d'une lentille ou d'un miroir conique qui leur permettent d'avoir une vue omnidirectionelle de la scène. Ce rapide aperçu n'est bien entendu pas exhaustif, et le développement de nouveaux capteurs extéroceptifs constitue un domaine de recherche technologique très actif, que les roboticiens suivent de près.

L'aspect fondamental de l'ensemble des ces capteurs est qu'ils fournissent toujours des données qui sont toujours *imprécises* (les données sont toujours entachées d'erreurs), *partielles* (un capteur a souvent un champ de vue limité, et ne perçoit que certains attributs de l'environnement), *incomplètes* (des données sont absentes), et parfois *erronées* (les données ne correspondent à aucune réalité physique). Enfin, il est important de noter que la plupart de ces capteurs sont contrôlables : leur fonctionnement est déterminé par de nombreux paramètres (ne serait-ce que leur direction de visée) qui influent considérablement les données qu'ils retournent ; nous verrons que la détermination de ces paramètres constitue un thème de recherche important.

Construction de représentations : Une des fonctionnalités les plus importantes de la perception des robots est de fournir aux processus décisionnels une représentation de l'environnement à partir des données produites par les capteurs. La problématique se ramène à un processus d'abstraction (ou de modélisation), qui doit structurer un ensemble de données numériques en une représentation exploitable. Sa particularité (et sa difficulté) pour la robotique réside dans le large spectre de données fourni par les capteurs, et aussi dans la diversité des tâches pour lesquelles des représentations sont nécessaires : elles ne sont pas seulement requises pour *reconnaître*, elles doivent aussi être *exploitées pour agir*. L'information traitée étant de nature essentiellement spatiale, l'ensemble des travaux relatifs à ce thème est fortement dominé par la géométrie, mais aussi par la nécessaire prise en compte de l'imprécision, de l'incertitude et de l'incomplétude des données.

Il existe trois grandes fonctionnalités pour lesquelles un modèle de l'environnement est requis : la génération (planification) du mouvement, la localisation du robot par rapport à son environnement, et la tâche que doit exécuter le robot. Les deux premières fonctionnalités sont clairement définies, et il existe un très grand nombre de contributions

CNRS - Axe prioritaire Machines Intelligentes

L'action stratégique Machines Intelligentes du CNRS obéit à un double impératif :
- satisfaire un vaste éventail de besoins sociaux en développant des produits et des systèmes extrêmement nouveaux ou efficacement transformés. Les applications concernées sont très vastes : assistance, domestique, médical, paramédical, sites hostiles, ludique,...
- offrir aux équipes françaises la perspective scientifique et technique de fonder une véritable discipline avec une problématique qui prendrait pour cadre des fonctionnements et des contraintes extrêmes en relation avec des besoins : autonomie, convivialité, économie, petitesse, sûreté,...

Les complémentarités, la synergie, la dynamique et l'ampleur de l'effort s'appuieraient sur les points suivants :
- une concertation entre grands organismes : CNRS, INRIA, CEA, CEMAGREF, CNES, EDF, IFREMER, INSERM, ONERA,... et un ensemble de partenaires industriels appropriés.
- un réseau de pôles qu'on peut aussi appeler ensemble de projets fédérateurs disposant d'une ou plusieurs plates-formes centrales (site, équipements lourds,...). Ces pôles sont caractérisés par un ancrage régional affirmé et une large autonomie de fonctionnement. Il s'agit de rassembler et de conforter ce qui existe déjà et de compléter par un nombre limité de pôles nouveaux.

Le pôle établit un plan de recherche avec des objectifs scientifiques et technologiques à quatre ans. Il s'entoure sous forme de réseau de tout laboratoire dont la compétence scientifique permet de mieux satisfaire ces objectifs. Il est essentiel que le réseau assure la pluridisciplinarité nécessaire à ce genre d'action : laboratoires d'informatique, d'automatique, du signal et de l'image, d'électronique et de micro-électronique, de mécanique, ... mais aussi des domaines des Sciences de l'Homme et de la Société ou des Sciences de la Vie lorsque la problématique le demande. Il mène une action de partenariat avec d'autres institutions et/ou des industriels partenaires qui participent au projet scientifique du pôle. Il établit des collaborations européennes et se situe dans le cadre des appels d'offres de l'Union Européenne.

En résumé, le concept de pôle et de plate forme qui sont ici retenus, caractérisés par un rôle de pivot et de point focal au niveau du CNRS, entraîne :
- des tâches d'animation et un devoir d'existence sur le plan national et international. Ainsi ce rôle d'animation doit être prouvé par la mise en disponibilité effective de la plate-forme aux autres laboratoires intéressés, dans des modalités simples, équitables et raisonnables.
- un rôle de lien formel avec d'autres organismes publics et/ou des industriels dans des groupements et/ou des actions contractuelles de grande envergure.
- une ouverture aux travaux d'autres formations dans la même action thématique.
Bien évidemment, la communication et la promotion de la dynamique et de la synergie entre les entités dures que sont les pôles doivent être assurées. Des expertises scientifiques régulières par rapport aux objectifs fixés seront aussi proposées.

Actuellement, la liste des pôles crées ayant commencé un travail d'animation scientifique s'établit comme suit :
- Robotique d'intervention en site non coopératif : LAAS Toulouse
- Robotique sous-marine : LIRMM Montpellier
- Micro-systèmes et micro-robotique : LAB Besançon
- Coopération homme-machine pour l'aide à la conduite automobile : Heudiasyc Compiègne
- Robotique agro-alimentaire : LASMEA Clermont-Ferrand
- Aide au geste chirurgical : TIMC Grenoble
- Paramédical (aide aux handicapés) : LAAS Toulouse
- Robotique de chantier : LAN Nantes
- Téléopération et réalité virtuelle : LRP Vélizy
- Immeuble intelligent : LAAS Toulouse.

qui traitent de la manière de construire des représentations qui leur sont dédiées à partir des données perçues.

Les modèles nécessaires à la génération du mouvement sont déterminés par la nature de l'environnement d'une part, et par la géométrie du robot d'autre part. Il s'agit de déterminer l'espace libre dans lequel le robot peut évoluer : en robotique mobile d'intérieur, une représentation bidimensionnelle binaire (obstacle / espace libre) s'impose naturellement. Elle est généralement construite à partir de données télémétriques, et peut prendre la forme de polygones dont les sommets sont connus avec une certaine imprécision, où d'une grille pour chaque élément de laquelle une probabilité d'être obstacle est déterminée. Pour un robot manipulateur, les représentations les plus utilisées sont celles de la CAO tridimensionnelle, basées sur des primitives géométriques du premier ordre ; là aussi, on cherche à étendre ces représentations pour expliciter l'imprécision des données. Dans un environnement extérieur, les primitives du premier ordre ne sont pas adaptées ; on utilise alors des représentations surfaciques (analytiques ou discrètes) ou des primitives volumiques du second ordre. Pour tous ces cas de figure, la difficulté réside dans l'agrégation des modèles *locaux*, construits à partir d'une seule acquisition de données, en un modèle *global*, qui intègre les informations acquises à différents moments et de différents points de vue. Les mécanismes d'agrégation reposent sur la représentation des imprécisions géométriques, et utilisent des techniques de filtrage stochastiques, pour lesquelles un modèle d'erreur des capteurs est nécessaire.

Malgré le travail conséquent déjà réalisé dans le domaine, le problème de la localisation reste souvent un point dur en perception, particulièrement en environnement extérieur. Ce problème est fondamental : les représentations de l'environnement construites ne sont réalistes et cohérentes que si la position du robot est connue. Les capteurs proprioceptifs du robot permettent d'en fournir une estimation, leurs données étant entachées d'erreurs. Le rôle de la *localisation extéroceptive* est d'améliorer cette estimation, en appariant des éléments perçus dans l'environnement à partir de différentes positions ; les techniques utilisées sont similaires à celles qui sont nécessaires pour l'agrégation des modèles locaux. Notons que pour lever toute ambiguïté, l'appariement doit parfois se faire sur des objets particuliers de l'environnement (on parle d'amers) : cela requiert des capacités de *reconnaissance* d'objet. Remarquons enfin qu'il existe des techniques bien maîtrisées de repérage qui permettent de faciliter grandement la résolution du problème de la localisation : la disposition de balises émettrices dans un environnement d'intérieur par exemple, ou l'utilisation d'un récepteur GPS en environnement extérieur suffisent parfois à garantir une bonne précision sur la position du robot.

Enfin, le robot doit disposer d'une représentation de l'environnement pour mener à bien la *tâche* qui lui a été assignée. D'une manière générale, l'exécution de ces tâches nécessite des représentations, d'un niveau d'abstraction plus élevé que la géométrie, qui contiennent des connaissances symboliques et sémantiques : ainsi l'exploration d'un bâtiment se base sur une représentation topologique, laquelle doit expliciter des notions de pièces, couloirs, portes, etc. Dans un environnement extérieur, une telle topologie est représentée sous la forme de régions, pour lesquelles sont connus différents attributs (type de terrain, difficulté de franchissement, etc). Une tâche telle que la surveillance d'un environnement nécessite des capacités d'interprétation de haut niveau, qui vont au delà de la reconnaissance d'objet : il faut maintenir une interprétation cohérente de l'environnement et de ses évolutions. De même que les représentations géométriques sont connues avec une imprécision, les représentations sémantiques sont connues avec une incertitude que les processus de planification doivent bien entendu considérer.

Planification de perception : les représentations de l'environnement doivent souvent être construites de manière autonome : elles sont rarement connues a priori, et nécessitent donc l'acquisition *contrôlée* de données perceptuelles pour leur élaboration. On regroupe l'ensemble des travaux ayant trait à la planification de perception sous le terme de *perception active* : il s'agit de décider des informations pertinentes dont la machine a besoin, et donc de planifier l'acquisition de données en fonction des connaissances dont elle dispose et de la tâche qu'elle doit réaliser. Cette problématique joue un rôle central dans le développement de toute machine intelligente intégrée, où la pertinence des actions réalisées dépend en grande partie de la qualité et la fiabilité des connaissances qu'a la machine de son environnement. Il s'agit d'un domaine de recherche très actif, au sein duquel sont considérées des tâches telles que la détermination de point de vue et des modalités de fonctionnement des capteurs pour reconnaître un objet ou explorer une région par exemple.

Afin de pouvoir planifier et décider de l'exécution d'une tâche de perception, il est nécessaire d'avoir des capacités de *prédiction* et de *décision*. Aborder cette problématique nécessite donc l'étude des deux points suivants :

- Modélisation des capteurs : le caractère incertain des données que retournent les capteurs (compris dans le sens "capteurs logiques", qui incluent les chaînes de traitement des données) est pris en compte lors la construction des représentations, mais doit aussi être considéré pour définir un modèle prédictif. Des contraintes telles que le champ de vue, les occultations, la résolution, font aussi partie de ces modèles. Enfin, il est nécessaire de disposer d'un modèle dépendant des paramètres de contrôle que sont les modalités de fonctionnement des capteurs, cela permet notamment d'évaluer l'influence de ces paramètres, et donc d'en décider les valeurs ;

- Planification et décision : la spécificité du problème est que les représentations et les modèles prédictifs d'action de perception sont incertains. On raisonne alors souvent en terme d'utilité espérée ; des techniques heuristiques sont parfois développées, et la théorie de la décision est un cadre formel bien adapté.

Perception réactive : Par opposition à la problématique précédente, on désigne par *perception réactive* toute fonction qui utilise ou contrôle les capteurs de manière dynamique, sans passer par une étape de prédiction/raisonnement. Ce domaine relève autant de la commande que de la perception, et on y retrouve les travaux concernant le suivi dynamique de cible par exemple, mais aussi ceux qui concernent l'asservissement des mouvements à partir de données perceptuelles : afin d'être exécutées de manière sûre et correcte, les actions d'un robot doivent l'être en boucle fermée sur ses capteurs.

Le bouclage sur les capteurs proprioceptifs est un thème de travail déjà ancien qui fait appel aux formalismes de l'automatique et de la théorie du contrôle, et de nombreux robots utilisent aussi des capteurs extéroceptifs simples dans leurs boucles d'asservissements (suivi de mur et évitement d'obstacles à l'aide de télémètres ultrasons par exemple). La prise en compte des données des capteurs extéroceptifs riches (caméras essentiellement) dans les boucles d'asservissement est par contre plus récente ; elle a été favorisée par la disponibilité de cartes de traitement de données très rapides. Ces développements permettent de rendre les actions des robots plus robustes, et enrichissent leurs capacités décisionnelles, en définissant des *tâches* (par opposition à actions élémentaires) qu'il faut planifier.

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

Mouvement

Une des particularités d'un système robotique est d'agir *par le mouvement* dans un monde physique. La capacité de planification automatique de ses mouvements est une composante de l'autonomie du système. Ce domaine de recherche en robotique, très actif depuis les années 70, est bien formalisé depuis le début des années 80.

La formulation géométrique du problème de la planification de mouvement consiste à transformer le problème du déplacement d'un système mécanique dans l'espace (à 3 dimensions) en celui du déplacement d'un point dans un espace caractéristique des positions du système : l'*espace des configurations* (de dimension en général nettement supérieure à 3).

Pour cela, il convient de transformer les contraintes géométriques imposées par les obstacles de l'environnement en un ensemble de contraintes qui définissent l'espace des configurations admissibles ECA (c'est à dire sans collision). Planifier un mouvement sans collision revient alors à explorer les composantes connexes de ECA.

L'algorithmique de la planification de mouvement a pour but de proposer des techniques *constructives* pour résoudre le problème (par nature continu) du calcul de trajectoire sans collision par une recherche de chemin dans une structure discrète construite de façon à capturer la topologie de ECA. La preuve de décidabilité du problème s'appuie sur les résultats de Tarski démontrant la décidabilité de l'algèbre élémentaire. Le souci de maîtrise de la complexité algorithmique a conduit à la définition de nombreuses approches : elles s'appuient sur une représentation analytique (coûteuse et donc restreinte à des espaces de faibles dimensions) ou numérique de l'ECA (dans ce cas la représentation de l'ECA est le plus souvent implicite) et mettant en œuvre des techniques d'exploration déterministes ou probabilistes.

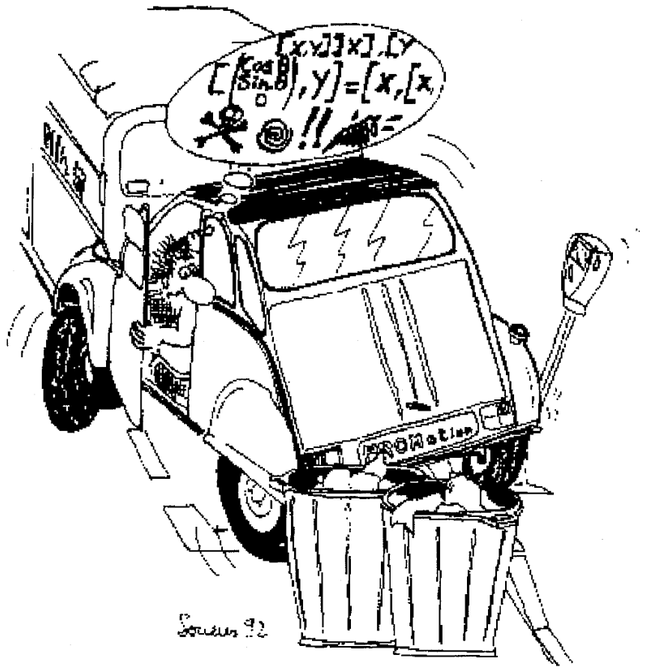


figure 2 : Se garer en créneau n'est pas toujours une opération facile ...

Lorsque le système est *non-holonome* (i.e. possède un nombre de degrés de liberté inférieur à la dimension de l'espace des configurations), la présence de contraintes cinématiques interdit certaines directions de déplacement (une voiture ne peut pas se déplacer en crabe). Dans ce cas, les techniques précédentes doivent être combinées avec des outils issus de la théorie de la commande pour traiter les problèmes liés à la commandabilité du système, et calculer les combinaisons de manoeuvres permettant de "récupérer" les directions de mouvements a priori interdites.

A côté des techniques de planification proprement dites, l'évitement d'obstacles en robotique a été aussi envisagé sous un angle *réactif*. Des boucles sensori-motrices bas niveau doivent permettre à un robot évoluant dans un espace faiblement encombré d'éviter localement des obstacles imprévus, sans réviser pour autant son plan de navigation. La technique généralement utilisée pour répondre à cette fonctionnalité repose sur la descente de gradient d'un champ de potentiel : le but à atteindre (but fixe ou évoluant sur un chemin planifié) est affecté d'un potentiel attractif alors que les obstacles perçus par les proximètres du robot engendrent un potentiel répulsif ; la combinaison de ces potentiels crée le champ de potentiel. Ce mode réactif ne garantit pas la complétude ; le système peut s'arrêter dans des minima locaux.

L'intérêt de ces dernières méthodes est de pouvoir prendre en compte en phase d'exécution les éventuels changements de l'environnement. Elles permettent en outre une "prise plus directe" du système sur le monde physique.

La tendance des recherches actuelles est de combiner planification géométrique et mode réactif. Il ne s'agit plus tant de planifier un chemin sans collision que de planifier des *stratégies de déplacements* basées sur des modes réactifs (suivi de cibles, suivis de murs...) qui vont garantir la robustesse non seulement de la planification, mais également de son exécution, tout en intégrant les incertitudes inhérentes aux modèles du monde.

D'autre part, l'algorithmique géométrique sous-jacente aux techniques de planification de mouvement permet de formaliser et de résoudre de manière originale des problèmes qui étaient jusqu'à une période récente abordés par des techniques symboliques de planification (logique des prédicats...). C'est par exemple le cas du problème de la manipulation d'objets, le "fameux monde des cubes" traité par des générations de planificateurs. Dans une formalisation géométrique de ce problème, une solution apparaît comme un chemin admissible dans l'espace des configurations de tous les corps. Les techniques de recherche sont sensiblement les mêmes que les précédentes. La différence est qu'elles permettent de planifier non seulement des mouvements mais aussi des tâches du type changements de prise d'un objet par exemple.

Il faut noter enfin que les recherches en algorithmique de la planification de mouvements ont des retombées dans d'autres domaines que la robotique. L'intégration de ces techniques dans le domaine de l'animation graphique par exemple permet un gain substantiel de temps pour la production de séquences d'images. Ici le monde de l'application se confond avec le modèle géométrique support du raisonnement ; il n'y a ni problème de commande, ni problèmes d'incertitudes. D'autres applications ont pu être envisagées en médecine : la simulation d'accouchement permet par exemple une aide au diagnostic de césarienne. L'algorithmique de la planification de mouvements permet également une aide à la conception simultanée d'un produit et la machine qui doit le fabriquer.

Décision

Il est souvent question de la "fonction décision" en robotique. Mais il serait naïf de voir cette fonction au singulier et focalisée en module unique dialoguant avec des modules dits de niveaux inférieurs, lesquels assureraient l'interface entre signaux et prédicats et poseraient des requêtes bien formées, acceptables par un système de raisonnement logique, sain et complet. En fait, les problèmes décisionnels sont présents à tous les niveaux fonctionnels d'un robot et sous diverses formes. En perception par exemple, il faut décider du capteur à utiliser ou à combiner à d'autres, du point de vue adéquat pour mener ou poursuivre l'interprétation ou la modélisation de la scène, des primitives sensorielles à extraire ou à fusionner, des traitements pour ce faire, de l'hypothèse à approfondir, des modèles l'étayant, de la stratégie pour les explorer et des critères d'arrêt ou de remise en cause. Ces décisions sont guidées et contraintes par la tâche en cours du robot. Elles procèdent par des allers-retours permanents entre les signaux issus du monde physique et les modèles qui permettent d'en extraire une représentation cohérente. La navigation et la maîtrise de la mobilité soulèvent à leur tour plusieurs problèmes décisionnels liés aux précédents : aux niveaux itinéraire, chemin topologique, trajectoire cinématique, et mouvement dynamique le long de la trajectoire prévue ou adaptée à l'environnement. La transition entre divers modes de commande d'un robot, selon la nature du terrain ou la tâche courante soulève aussi des problèmes décisionnels. Ainsi l'intersection IA-Robotique n'est pas réduite à une seule fonction opérant dans un monde abstrait. Elle est présente dans toute fonction robotique, dès lors qu'on intègre une exigence d'autonomie et de robustesse à la variabilité de l'environnement. Autrement dit, il n'y a pas une mais de multiples boucles perception-décision-action, imbriquées à différents niveaux.

Quelle est donc la spécificité de la décision en tant que thème de recherche en robotique, quels problèmes se pose-t-on et quelles approches sont explorées ? En simplifiant, on peut dire qu'on s'intéresse ici à une vue d'ensemble du robot, englobant toutes ses capacités de perception, de mobilité et de manipulation, à l'ensemble de ses modèles, à ses tâches et missions et aux critères pour évaluer ses performances. On veut

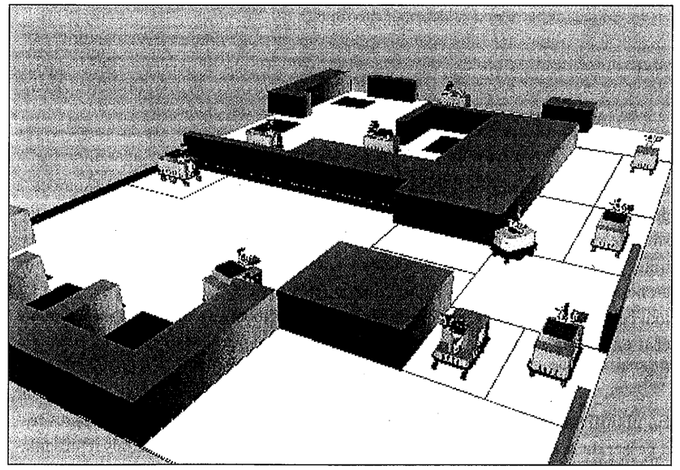


figure 3 : Dix robots mobiles autonomes coopèrent dans un environnement d'intérieur : comment éviter les embouteillages ?

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

Pour en savoir plus : conférences, revues et ouvrages

Le caractère pluri-thématique de la robotique est bien illustré par la variété des conférences qui en traitent : on trouve bien entendu la présentation de travaux relatifs à la robotique dans toutes les conférences d'Intelligence Artificielle "généralistes" (IJCAI, AAAI, ECAI - certaines d'entre elles organisent d'ailleurs des compétitions de robots), mais aussi dans les conférences plus spécialisées sur la vision, la fusion multisensorielle ou la planification par exemple. Il en va de même pour les conférences portant sur des domaines scientifiques connexes à la robotique (automatique, productique, traitement du signal, etc.), et sur des domaines applicatifs (spatial, sous-marin, transitique, exploitation de mines).

Les principales conférences internationales spécifiquement dédiées à la robotique sont les suivantes :
- *IEEE International Conference on Robotics and Automation* : une des plus importantes conférences de robotique (environ 500 communications présentées chaque année) ; on y traite de tout ce qui peut concerner la robotique, du développement d'un nouveau capteur à la conception d'un système de planification multi-robots par exemple (noter que l'édition 1998 aura lieu à Louvain - Belgique).
- *IEEE / Robotics Society of Japan International Conference on Intelligent Robots and Systems*~: un peu moins importante en volume que la précédente, mais couvre aussi l'ensemble des travaux relatifs à la robotique (la prochaine édition aura lieu à Grenoble - France).
- Suivent de nombreuses conférences ou workshops plus modestes en volume (de l'ordre d'une centaine de participants) : *International Conference on Advanced Robotics, International Symposium on Robotics Research, International Symposium on Experimental Robotics, International Symposium on Industrial Robots, International Conference on Autonomous Systems*, etc. Au niveau national, c'est dans RFIA que l'on trouve le plus de contributions concernant la robotique.

On retrouve aussi des travaux relatifs à la robotique dans un grand nombre de revues, consacrées à l'IA, la vision, l'automatique ou focalisées sur des domaines applicatifs. Il existe néanmoins de nombreuses revues plus spécifiquement consacrées à la robotique : *IEEE Transactions on Robotics and Automation, International Journal on Robotics Research, Robotics and Autonomous Systems, Autonomous Robots Journal, Robotica* sont les plus connues.

Il est délicat de faire une sélection d'ouvrages sur la robotique : les thèmes abordés y sont si nombreux qu'il n'existe bien sûr pas d'ouvrage unique faisant autorité sur l'ensemble des disciplines couvertes. Pour avoir une vision générale des travaux les plus avancés, les actes d'*International Symposium on Robotics Research*, publiés chez Springer Verlag, constituent sans doute une bonne base.

développer des capacités relativement générales de planification et de supervision, de communication et de coopération. On veut concevoir des architectures qui permettent d'intégrer tout cela en en maîtrisant la complexité, et d'envisager évolution et apprentissage.

En **planification d'actions** on cherche à passer de la mission requise par l'utilisateur, ou même plus généralement de son critère d'utilité, à un ensemble de tâches organisées et aux ressources à leur allouer pour mener à bien la mission ou pour satisfaire au mieux le critère. On s'appuie sur des planificateurs spécifiques, par exemple, pour gérer les mouvements du robot : déplacement ou manipulations. Mais le déplacement du robot a aussi des effets non géométriques : sur les objets qu'il porte, sur son environnement, sur ses propres ressources. On étudie donc des représentations suffisamment expressives pour décrire de tels effets et permettre un raisonnement performant sur les tâches. Les formalisations logiques sont concises et ont un large pouvoir expressif, mais elles imposent de nombreuses hypothèses restrictives : évolution par des changements d'états discrets du monde, complétude et déterminisme des modèles de l'environnement et des tâches, ces modèles doivent être explicites, sauf à faire face à des problèmes de grande complexité (propriétés invariantes après une action, effets de bord ou ramifications, pré-conditions implicites). Plusieurs travaux utilisent un cadre extra-logique pour prédire les effets d'une action et planifier à l'aide d'opérateurs de changement d'états. Diverses extensions opérationnelles ont été proposées ou sont recherchées pour tenir compte d'actions à effets conditionnels, de certains effets induits, des ressources consommées ou requises, de la durée des actions et de la répartition temporelle de leurs effets et leur synchronisation à des événements contingents, ou d'actions non déterministes telles que celles de perception ou de communication. On parvient à synthétiser des plans relativement complexes en programmant beaucoup de connaissances dans les opérateurs, en particulier par les techniques de décomposition de tâches, lesquelles procèdent essentiellement en affinant des schémas de plans disponibles. Mais les planificateurs correspondants sont loin d'être complètement maîtrisés et d'être parvenus à une robustesse suffisante pour un fonctionnement autonome. De plus, leurs liens avec les planificateurs spécifiques du robot posent des problèmes encore ouverts. A coté de ces approches, essentiellement de type recherche guidée dans un espace de plans partiels, des travaux plus récents explorent une alternative s'appuyant sur la théorie de la décision. On vise à gérer de façon plus robuste l'incomplétude et l'incertitude des modèles, le non-déterminisme des actions et des évolutions prévisible de l'environnement ainsi que des fonctions d'utilité à satisfaire au mieux.

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

En **supervision** on cherche à passer des tâches programmées ou planifiées à leur réalisation effective, compte tenu des aléas de l'environnement et de l'imperfection des modèles. Il s'agit d'une fonction essentielle et centrale dans un robot. Elle recouvre le déclenchement des actions en lesquelles se décompose la tâche et de celles nécessaires à la surveillance de leur déroulement, des actions nécessaires à la vérification de conditions générales ou dépendantes du contexte qui peuvent ou doivent donner lieu à des traitements particuliers. Ces différentes surveillances s'accompagnent de diagnostic et de correction au besoin. Les traitements décisionnels sous-jacents se font en ligne ; ils doivent donc être prédictibles en temps et interruptibles. Ici également il ne s'agit pas d'une fonction centralisée, la supervision se retrouvera à plusieurs niveaux et exploitera diverses techniques. Les approches du type affinement opportuniste de tâches selon le contexte sont à combiner avec des techniques algorithmiques à profondeur variable ou d'autres telles que les algorithmes dits "any time". Pour la supervision, les traitements complexes en temps non borné, tels que planifier, sont des actions qui consomment des ressources, à choisir et à interrompre judicieusement, éventuellement parmi tant d'autres, elles nécessitent donc d'être explicitement modélisées.

La **coopération entre plusieurs robots** pose des problèmes décisionnels complexes associant étroitement supervision, planification et communication. Elle peut faire intervenir des modes de commande et/ou de perception coordonnés prévus pour cela, par exemple pour transporter une poutre ou faire un relevé de terrain à deux. Il y aura planification et communication pour exploiter de tels modes, pour partager des ressources ou même des missions. La planification et l'action délibérative en fonction des plans courants d'autrui et l'échange de plans en vue d'une collaboration sans conflit ont pu être prouvées au niveau du partage de l'espace par des équipes de plusieurs dizaines de robots. La démarche mérite d'être généralisée et explorée pour divers types de tâches, de ressources et de buts.

La coopération avec l'homme décline ces problèmes selon d'autres dimensions. On y retrouve la plupart des thématiques de la communication homme - machine, auxquelles se rajoutent d'autres plus spécifiques. Ainsi par exemple l'interaction avec l'opérateur distant nécessitera de lui restituer en représentations adéquates non seulement l'état externe du monde observé, mais également l'état interne du robot (problème dit de la "réalité augmentée").

L'apprentissage est étroitement lié au niveau de programmation du robot. Une fonction de base telle que acquérir et structurer selon diverses représentations des modèles de l'environnement doit pouvoir s'appuyer en grande partie sur des procédures autonomes. Les modèles des tâches et procédures du robot doivent également pouvoir être complétés ou affinés par apprentissage. Des techniques de type EBL peuvent permettre des "compilations" en modèles de tâches plus explicites et plus performants, en particulier en planification et supervision. D'autres techniques plus spécifiques seraient exploitables, par exemple pour compiler des modèles d'objets selon des modèles de capteurs en procédures de perception efficaces. Enfin, la robotique ouvre la voie à des problèmes d'apprentissage encore largement ouverts, faisant intervenir expérimentation active pour apprendre, par exemple de nouvelles tâches.

Les problèmes liés à la **conception d'architectures décisionnelles** pour un robot autonome focalisent de multiples aspects, allant de l'ingénierie de systèmes embarqués à des questions fondamentales en robotique ; ils soulèvent des débats philosophiques qui opposent la communauté IA. Le rôle de l'architecture est de structurer, d'organiser les fonctions du robot pour en appréhender la complexité. Elle doit permettre d'intégrer progressivement et de façon cohérente de nouvelles fonctionnalités, de nouvelles boucles de perception-décision-action. On doit pouvoir associer à cette architecture des outils et des méthodologies de conception, d'intégration et de test des traitements. Les critères de fonctionnement temps-réel, synchrone ou asynchrone selon les tâches, sont très contraignants et motivent la plupart des approches actuelles. Les exigences d'indépendance de l'architecture matérielle support semblent aujourd'hui difficiles à réaliser, mais sont néanmoins nécessaires pour une approche rigoureuse de ces problèmes. Le débat sur l'architecture universelle (thèse de Newell) opposée à l'architecture de type société d'agents logiques (thèse de Minsky) est loin d'être tranché ; les réalisations actuelles semblent pencher pour une solution intermédiaire, distribuée et très structurée. Un autre débat ouvert oppose les architectures dites comportementalistes (thèse de Brooks) aux tenants de représentations et de raisonnements explicites ; là aussi les réalisations les plus avancées cherchent à exploiter, au niveau planification, des modes réactifs à partir de modèles explicites. Mais au delà des validations empiriques, qui resteront essentielles dans ce domaine, à un niveau plus fondamental, on aimerait pouvoir formaliser des classes d'architectures en vue de comparaison et d'évaluation des performances de robots les mettant en oeuvre. Une caractérisation en terme de classes de tâches réalisables et de complexité en ressources diverses (capteurs, actionneurs, temps, ...) qui leurs sont nécessaires semble aujourd'hui très ambitieuse. Elle fournirait les bases théoriques pour l'étude de la machine à comportement rationnel et éclairerait les débats rapidement schématisés ici sous un angle essentiel.

Simon LACROIX, Malik GHALLAB, Jean-Paul LAUMOND et Thierry SIMEON

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

Présentation des équipes

Société ALCATEL TELECOM (Toulouse)
CRIN / CNRS : Équipe RFIA (Vandœuvre-les-Nancy)
IFREMER : Laboratoire de Robotique et IA (La Seyne sur Mer)
IMAG / CNRS : Équipe MAGMA (Grenoble)
INRIA : projet ICARE (Sophia-Antipolis)
INRIA : projet PRISME (Sophia-Antipolis)
INRIA-IMAG : projet SHARP (Montbonnot Saint Martin)
INRIA-IRISA : projet TEMIS (Rennes)
IRIDIA (Bruxelles)
Société ITMI-APTOR (Grenoble)
LAAS / CNRS : Groupe Robotique et IA (Toulouse)
LIRMM : Département de Robotique (Montpellier)
Société MIDI ROBOTS (Toulouse)
Société ROL (Orsay)

SOCIÉTÉ ALCATEL TELECOM

26 av. J.-F. Champollion
B.P. 1187
31037 Toulouse Cedex
Contact : François RICHARD - frdk8bq8@ibmmail,COM

ALCATEL TELECOM est une société fournisseur d'équipements, de sous-systèmes et de systèmes de télécommunications ou d'observations spatiales. Depuis sa création, elle contribue aux programmes spatiaux scientifiques.

Dans ce cadre, elle a développé des compétences dans le domaine de la Robotique Mobile d'Exploration Planétaire et des techniques s'y rapportant. Cet intérêt se trouve conforté par les besoins issus de nombreux systèmes de télécommunications ou d'observations spatiales. En effet, la complexité de la mission à remplir par ces systèmes, s'accroît et induit le besoin de capacités d'autonomie, point clé des robots mobiles. L'intérêt d'ALCATEL TELECOM pour les robots mobiles est de ce fait focalisé sur les fonctions liées à l'autonomie et les équipements de vision.

Projet IARES : Nous avons participé au projet CNES IARES (Illustrateur Autonome de Robotique pour Exploration Spatiale) en tant que responsable du sous-système Générateur des Déplacements Autonomes en collaboration avec l'INRIA, le LAAS et ALCATEL ALSTHOM RECHERCHE, le centre de recherche du groupe. Ce projet a abouti en 1995 au maquettage des fonctions permettant de calculer les trajectoires d'un robot 6 roues articulées de type Marsokhod, à partir d'images stéréoscopiques numérisées.

Projet LAMA : En parallèle, et sur fonds propres, nous avons engagé un projet pluriannuel de robot mobile dénommé LAMA, fondé sur une collaboration avec le LAAS. L'objet de ce projet est de démontrer deux fonctions d'autonomie en environnement naturel, à savoir la gestion de mission et la génération de déplacements autonomes.

A ce jour, nous disposons d'un châssis à 6 roues articulé, téléopéré, équipé d'un minimum de capteurs, d'un calculateur ouvert et capable d'exécuter des trajectoires. Ce châssis a été commandé à la société LAVOTCHKIN, maître d'oeuvre des robots d'exploration planétaire en Russie. Le LAAS dispose aujourd'hui de ce véhicule et va y intégrer un imageur laser ainsi que des modules de génération de trajectoires et de gestion de mission. Cette collaboration avec le LAAS sur le projet LAMA est complétée sur le plan du contrôle de trajectoires de systèmes articulés par le biais d'une thèse cofinancée.

Caméras 3D : Enfin, ALCATEL TELECOM réalise des micro-caméras pour la mission ROSETTA. La technologie employée dite "3D" permet d'intégrer la tête de caméra (sans l'optique) dans un volume de 3 x 2 x 1 cm comprenant le CCD avec sa protection en verre, le traitement vidéo, la conversion analogique-numérique et le traitement numérique, soit environ 250 composants.

Bibliographie

F. Richard et al. Terrain modelling and motion planning for an advanced autonomous exploration rover. *International Symposium on Artificical Intelligence, Robotics and Automation in Space*, Pasadena 18-20 Oct. 1994

ALCATEL ESPACE Toulouse : IARES : Génération de déplacements autonomes. *Rapport final de phase B. du projet IARES*, 5 Oct. 1994.

CRIN-CNRS ET INRIA LORRAINE

Équipe Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle (RFIA)

Bâtiment LORIA, B.P. 239
54500 Vandœuvre-les-Nancy, France.
Responsable : Prof. Jean-Paul Haton.
Contact : François Charpillet - charp@loria.fr
Tél : 83.59.20.81
Fax : 83.41.30.79

Composition de l'équipe : Frédéric Alexandre, Iskander Ayari, Olivier Aycard, Pascal Blanchet, Anne Boyer, François Charpillet, Vincent Chevrier, Dominique Fohr, Rémi Foisel, Jean Michel Gallone, Norbert Glaser, Jean Paul Haton, Nicolas Lachiche, Pierre Laroche, Jean-François Mari, Pierre Marquis, Philippe Morignot, Richard Washington, Olivier Zendra

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

Présentation générale

La mise au point d'un système de navigation pour un robot mobile nécessite l'intégration de techniques de reconnaissance des formes et d'intelligence artificielle du type de celles qui sont développées dans l'équipe RFIA. A ce titre un robot mobile constitue une plate-forme d'intégration idéale pour valider les travaux menés dans les différentes composantes de notre équipe notamment dans les domaines de la fusion multi-capteurs, des systèmes multi-agents, du raisonnement sous contrainte de ressources, du connexionnisme, de l'apprentissage symbolique et de la modélisation stochastique.

C'est pourquoi nous nous sommes équipés il y a maintenant deux ans d'un robot Nomad 200. Il s'agit d'un robot mobile muni de trois roues orientables, d'une tourelle pivotable et d'un bras manipulateur (une pince mobile verticalement). Ce robot peut appréhender son environnement par 18 capteurs infrarouge, 18 capteurs sonar, 16 pare-chocs, un laser associé à une caméra CCD et deux caméras CCD orientables. À l'intérieur du robot, un ordinateur PC Pentium (système d'exploitation Linux) communique avec les capteurs / moteurs et assure la liaison radio avec le réseau informatique local au laboratoire. Enfin, une simulation de ce robot, fonctionnant sur une station de travail Sun Sparc 20, permet la mise au point des logiciels.

Thèmes de recherche

Nos présentons ci-dessous succinctement les différentes actions de recherche que nous menons actuellement autour de la plate-forme de développement que constitue notre robot mobile.

Fusion Multi-capteurs : *(Iskander Ayari, Vincent Chevrier, Francois Charpillet, Jean-Paul Haton.)* La fusion multi-capteurs est le procédé qui permet d'intégrer l'information de sources multiples afin de produire les données les plus spécifiques et les plus pertinentes sur une entité, activité ou événement. L'approche proposée conçoit cette fusion comme nécessitant deux niveaux: (1) des agents perceptuels acquièrent les données provenant des capteurs du robot (un agent correspond à tous les capteurs de même type); (2) des agents d'interprétation maintiennent le modèle symbolique de l'environnement du robot. Ce maintien est assuré en temps-réel - le robot mobile navigue dans un environnement dynamique (e.g., peuplé d'obstacles inopinés).

Systèmes Multi-Agents : *(Vincent Chevrier, Rémi Foisel, Olivier Aycard, Norbert Glaser, Philippe Morignot, François Charpillet, Jean-Paul Haton.)* Le robot mobile permet de tester empiriquement un système multi-agents par l'observation de son comportement. Les thèmes suivants sont ainsi explorés : intégration de connaissance de natures diverses, voire conflictuelles; efficacité des protocoles de communications entre agents. Par exemple, une instance de l'architecture Aibots, développée au KSL à Stanford est implantée sur notre robot mobile et fait l'objet d'expérimentation. Rappelons que dans cette approche un agent est composé d'un niveau cognitif et d'un niveau physique Une deuxième architecture est en cours d'implantation. Il s'agit d'une architecture où les différentes connaissances (social, coopératif, cognitif, réactif, intégrité, interaction et action) nécessaires à la conduite d'un robot autonome et coopératif sont réparties selon une hiérarchie de compétences.

Raisonnement sous contraintes de ressources : *(Anne Boyer, Francois Charpillet, Jean-Michel Gallone, Jean-Paul Haton, Philippe Morignot, Richard Washington.).* Un environnement dynamique peut ne pas laisser à l'agent le temps de la réflexion - la réflexion pouvant prendre un temps exponentiel en fonction des données. Un robot mobile dans un tel environnement permet d'explorer les thèmes suivants : réactivité (capacité de réaction à un événement imprévu), ponctualité (respect d'une échéance), adaptivité (prise en compte de faits nouveaux en cours de raisonnement), sélectivité (séparation de l'important et du secondaire) et efficacité. L'approche proposée conçoit que, face à un problème donné, un agent recherche non pas la meilleure réponse dans l'absolu, mais la meilleure réponse possible dans le temps imparti. La qualité d'un algorithme de résolution est ainsi mise en balance avec son temps de réponse. Le robot mobile permet de tester une bibliothèque d'algorithmes ayant la particularité de prendre en compte leur propre qualité et leur propre temps de réponse : la ressource CPU est allouée au mieux lorsque le robot évolue dans un environnement dynamique avec des temps de réponse stricts.

Algorithmes connexionnistes pour l'apprentissage de comportements fondamentaux : *(Frédéric Alexandre, Pascal Blanchet, Olivier Zendra.)* Un robot mobile permet de définir et de tester les meilleurs algorithmes d'apprentissage pour la robotique. L'application réelle que constitue la navigation du robot impose un apprentissage rapide, non supervisé, avec un corpus réduit aux expériences réalisées en temps réel et avec une distribution des données définies par l'environnement. L'intérêt est que ces contraintes sont quasi-inversées dans une application connexioniste plus classique. L'approche proposée peut fournir des modules robustes permettant de faciliter la navigation (notamment l'évitement d'obstacles).

Apprentissage symbolique : *(Nicolas Lachiche, Pierre Marquis.)* Dans un environnement réel, un agent ne dispose que très rarement d'information complètes. La généralisation inductive permet d'apprendre à compléter ces informations. Elle permet également d'apprendre des mécanismes de contrôle à partir d'exemples même imparfaitement décrits.

Modélisation stochastique pour la planification : *(Anne Boyer, Olivier Aycard, Francois Charpillet, Dominique Fohr, Jean-Paul Haton, Pierre Laroche, Jean-Francois Mari, Richard Washington.)* Dans un environnement dynamique, un agent possède une connaissance partielle de sa propre situation et des effets des actions qu'il entreprend. Il doit donc être doté de capacité de planification avec incertitudes. L'approche que nous étudions actuellement se formule sous la forme classique de problèmes de décision de Markov (MDP, POMDP).

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

Bibliographie

Iskander Ayari. Cadre pour la fusion multi-capteurs, *IAD SMA*. Chambéry, France, 15 mars 1995.

Iskander Ayari. A Framework for Multi-sensor Data Fusion, *IEEE/ETFA'95 Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, Paris, Savoie, France, October 1995.

Iskander Ayari et Jean-Paul Haton, A robotic multi-sensor testbed for multi-agent interactions. *Twentieth International Conference on Information Technologies and Programming: Interaction between Intelligent Entities (ITP'95)*, Plovdiv-Bulgaria, june 1995, p. 50-57.

Iskander Ayari, Vincent Chevrier et Jean-Paul Haton. Romat : Exploiting a Multi-agent Model for Data Fusion, In *Proc. Second International Conference on Multi-Agents Systems*, Dec 96, Japan.

Iskander Ayari. Fusion multi-capteurs dans un cadre multi-agents : application à un robot mobile. *Thèse de l'université Henri-Poincaré Nancy I*, janvier 1996.

Norbert Glaser, Vincent Chevrier et Jean-Paul Haton, Multi-Agents Modeling for Autonomous but Cooperative Robot, *Proc of the first Workshop on decentralised Intelligent and Multi-Agent Systems*, cracow, Poland, 95.

Philippe Morignot, Barbara Hayes-Roth , Motivated Agents. *Rapport technique CRIN n° 96R134, 96.*

Michael Wolverton and Rich Washington, Segmenting Reactions to Improve the behavior of a planning/reacting agent, *Proc Third International Conference on AI Planning Systems.*

IFREMER

Laboratoire de Robotique et d'Intelligence Artificielle

Zone Portuaire de Brégaillon
BP 330
83 507 La Seyne/Mer Cedex
Contact : Michel Perrier
(mperrier@ifremer.fr)

Présentation générale

Le Laboratoire de Robotique et d'Intelligence Artificielle de l'IFREMER, créé en 1991, effectue une recherche technique amont par rapport aux projets opérationnels de l'IFREMER. Il a pour rôle de concrétiser des liens scientifiques avec les équipes de recherche extérieures à l'IFREMER. Les activités du laboratoire couvrent plusieurs domaines; les deux grand axes principaux sont : contrôle-commande et architecture de programmation de robots, et navigation. Le laboratoire a développé un robot sous-marin du type ROV (Remotely Operated Vehicle), VORTEX. Cette plate-forme expérimentale est utilisée dans des projets de contrôle-commande liés à la problématique générale de la stabilisation dynamique ROV/manipulateur (commande référencée capteurs, commande robuste...). D'autres travaux plus orientées vers la navigation sont également menés: navigation référencée terrain, positionnement acoustique...

Un thème de recherche : Application des Systèmes Hybrides Neuro-Symboliques à la Robotique Sous-marine. Diagnostic de Pannes pour un Engin Sous-marin.

Les travaux présentés ici concernent un thème de recherche particulièrement important en Robotique Sous-marine, celui de la détection et du diagnostic de pannes. Pour des raisons de sécurité, une augmentation des capacités de diagnostic au niveau du véhicule, couplée a une capacité d'action, devrait permettre d'augmenter considérablement le degré d'autonomie du système.

L'approche choisie consiste à observer l'évolution du système réel par rapport à une évolution attendue (évolution dite nominale) obtenue à partir d'un modèle du système. La difficulté réside en premier lieu dans la définition du modèle de référence. De par la complexité du système à modéliser (non-linéarités, couplage d'états,...), seul un modèle approché, reflétant de manière non exacte le comportement du système réel peut être obtenu. Ainsi, il n'est pas possible d'effectuer une comparaison stricte entre l'état réel et l'état nominal, mais plutôt une comparaison du comportement temporel des systèmes réel et modélisé.

Différentes contraintes doivent être prises en compte dans l'étude:
- le système est dynamique: les entrées évoluent dans le temps,
- existence de fortes contraintes temporelles: le raisonnement doit être effectué dans un environnement temps-réel. Il est clair que la phase de raisonnement doit être temporellement compatible avec la dynamique propre du véhicule.

Les points suivants sont également investigués :
- l'expertise du domaine est vaste. L'expression de celle-ci, ou du moins sa caractérisation et sa formalisation, peut être complexe. L'utilisation d'un mode de représentation par objets structurés est intéressante,
- la capacité du système cognitif peut être étendue au cas de situations pour lesquelles la description est incomplète. C'est le cas pour notre application dans laquelle la cadence d'acquisition des mesures d'entrée est différente en fonction des capteurs.

Choix d'une technique IA: les systèmes hybrides neuro-symboliques.
La connaissance, ou expertise, du domaine d'étude existe sous deux formes :
- connaissance du type règles expertes : les modèles de l'engin et de ses sous-systèmes sont globalement connus, et donc certaines relations intéressantes pour la phase de diagnostic peuvent être élaborées,
- connaissance basée sur des exemples : l'expérience ou savoir-faire dans ce domaine est importante.
Au vu des deux types d'expertise présents sur le domaine d'étude, notre choix s'est porté sur une approche du type système hybride, alliant une représentation symbolique et une représentation neuronale.

Validation expérimentale : Le sous-marin expérimental VORTEX est utilisé pour valider de manière incrémentale les différents fonctionnalités développées.

Un premier prototype de système hybride neuro-symbolique a été développé. Ce prototype permet de traiter l'occurrence de pannes simples, générées sur le robot. Le module de diagnostic est relié au contrôleur temps-réel du robot ainsi qu'au simulateur du robot. Ce prototype ne constitue qu'une étape de développement, mais permet d'ores et déjà d'apporter des éléments de réponses sur le développement et l'implémentation de futures architectures hybrides.
Collaborations : Le thème de recherche présenté a été initié entre le Laboratoire de Robotique et d'Intelligence Artificielle de l'IFREMER, et l'équipe Réseaux d'Automates du LIFIA-Leibniz de Grenoble dirigée par le Dr. Bernard Amy, au travers d'une thèse commune (bourse de thèse co-financée IFREMER/CNRS). Des actions européennes sur ce domaine sont également en cours.

Bibliographie

M. Perrier et al., VORTEX: a Versatile Testbed Vehicle for Control Algorithms Evaluation, *8th International Symposium on Unmanned Untethered Submersible Technology (UUST'93)*, Sept 1993, Durham, New Hampshire, USA

C. Perez, Connexion du simulateur au contrôleur temps-réel du VORTEX. Etude et conception d'un prototype de système de détection de pannes, *Rapport de stage DESS*, IFREMER, 1996

F. Osorio, B. Amy, Apprentissage automatique constructif à partir de règles et d'exemples, *Rapport Interne, Equipe Réseaux d'Automates*, Nov 1995, IIème colloque J.C. en sciences cognitives

LABORATOIRE LEIBNIZ-IMAG-CNRS

Equipe MAGMA

46 Avenue Félix Viallet
38031 Grenoble Cedex
Responsable : Yves Demazeau (76 57 46 54 - Yves.Demazeau@imag.fr)
Contact Temps réel Robotique :
Michel Occello (76 57 49 04 - Michel.Occello@imag.fr)

Présentation générale

L'équipe MAGMA développe des études théoriques, des outils informatiques et des réalisations pratiques pour la simulation décentralisée de systèmes et la résolution distribuée de problèmes, l'essentiel des travaux s'effectuant au niveau des modèles et des outils informatiques dans une perspective de programmation orientée agent.

Les travaux sont orientés vers le développement de modèles et d'implémentations d'agents, les interactions entre agents, l'organisation de ces agents, la représentation de l'environnement dans lequel ils évoluent.

Les travaux d'une partie de l'équipe portent sur l'adaptation des systèmes multi-agents aux problèmes des systèmes décisionnels pour le contrôle temps réel et la robotique.

Les systèmes d'intelligence artificielle (IA) destinés à contrôler et superviser des systèmes dynamiques ou assister des opérateurs dans des tâches complexes mettent en jeu de nombreux types de logiciels complexes de nature et de fonctionnement hétérogènes dont le caractère distribué est souvent imposé par la constitution même des applications (multi-sites, contrôle de dispositifs physiques ...). Ils doivent être d'une part des systèmes décisionnels classiques mais doivent d'autre part adapter leurs plans par rapport aux modifications dynamiques de l'environnement auxquels ils sont soumis pour exécuter les tâches nécessaires dans des temps compatibles avec ces modifications.

Ces systèmes relèvent pour nous du domaine de l'Intelligence Artificielle Distribuée temps réel (IAD-TR) dont les applications soulèvent les problèmes suivants :

- intégration de systèmes complexes et hétérogènes,
- mise en œuvre de raisonnements globaux (tâches "ordinaires"),
- prise en compte dynamique de l'évolution (contrôle et supervision),
- réponse à des événements en temps limité (tâches "exceptionnelles").

L'intégration des aspects temps réel et des aspects "IA" peut se faire suivant plusieurs approches, mais notre objectif est de montrer que le concept d'agent est une réponse intégratrice à la modélisation de systèmes d'IA temps réel.

Pour construire des systèmes multi-agents temps réel, nous devons intégrer dans le même agent des capacités cognitives (raisonnement symbolique, comportement social) pour assurer une meilleure coopération entre les agents, et des capacités réactives pour prendre en compte la dynamique de l'environnement dans lequel ils évoluent :

- Capacité de manipulation explicite de sa connaissance de l'univers,

- Perception et communication suffisamment efficaces pour donner une vision cohérente de l'état du système,

- Prise de décision et exécution des décisions dans les temps, (raisonnement en temps limité)

- Identification d'événements imprévus suivie d'une évaluation qui détermine les changements internes (intégration de la perception au processus décisionnel),

- Mise en œuvre concurrente des capacités décrites.

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

Le concept d'agent permet de modéliser le processus décisionnel de systèmes robotiques et par ce biais de réaliser des logiciels de contrôle. Nous proposons un modèle d'agent adapté à ce contexte le modèle d'agent CELLO. Nous travaillons sur une approche de conception de tels agents supportée par un outil qui s'inscrit dans le cadre du projet d'équipe : la plateforme MASK pour le développement de systèmes multi-agents.

Plus loin, la notion de systèmes multi-agents permet de développer la simulation de la coopération multi-robots, multi-dispositifs (contrôle de processus) ou d'installation distribuée de coopération hommes-machines. Cette simulation permettra de construire les systèmes décisionnels distribués de ce type d'application complexe.

Nos systèmes sont développés sur un réseau de stations de travail, l'étude de l'implantation sur des architectures embarquées temps réel est en cours.

Bibliographie

M. Occello, Y. Demazeau, Une approche du temps réel dans la conception d'agents, *Journées francophones IAD-SMA, AFCET-AFIA*, Port Camargue, France, avril 1996 Edition Hermès, J. Quinqueton et J.P. Müller Eds.

M. Occello , Y. Demazeau, Building real time agents using parallel blackboards and its use for mobile robotics, *IEEE Int. Conf. on Systems, Man and Cybernetics*, San Antonio, Texas, USA, october 1994.

S. Bussmann, Y. Demazeau, An agent model combining reactive and cognitive capabilities, *Proccedings of IEEE International Conference on Intelligent Robots and Systems - IROS'94*, Munchen, september 1994.

S. Bussmann, Modèle d'Agent Incluant des Facultés Cognitives et Réactives : Application à la Robotique Mobile, *Mémoire de DEA Informatique*, Université J. Fourier / Institut National Polytechnique de Grenoble, juin 1989.

INRIA SOPHIA ANTIPOLIS

Projet Icare

2004, route des Lucioles - B.P. 93
06902 Sophia Antipolis Cedex
(France)
Contact : Eve Coste-Manière
(Eve.Coste_Maniere@sophia.inria.fr)
Tél. : +33 93 65 77 38
Fax. : +33 93 65 76 43

Cadre général

Mission de l'équipe et axes de recherche : Le projet ICARE a pour vocation l'étude des problèmes associés au contrôle des systèmes mécaniques autonomes, avec comme champ d'application privilégié la robotique. Les trois axes principaux du projet sont :

- Algorithmique et aspects théoriques de la commande.

- Acquisition et exploitation des données sensorielles pour la commande de systèmes autonomes.

- Architecture et programmation et simulation des contrôleurs de robots.

Contexte matériel : Nous disposons d'un robot mobile (ANIS) de taille réduite, doté d'une ceinture de capteurs à ultra sons et d'un bras à six degrés de liberté qui supporte une caméra.

Le robot mobile et les cartes de traitement de vision ont permis de valider expérimentalement certaines techniques développées au sein du projet ICARE comme l'asservissement visuel (suivi d'un cône, suivi de mur) et la commande instationnaire pour systèmes non-holonomes ("créneau") [3]

Relations internationales et industrielles : Le projet ICARE a participé aux actions de recherche Esprit BRA Union et Promotion. Il est membre du réseau Ernet de laboratoires européens en robotique (programme *Capital Humain et Mobilité*) et du réseau ECVnet (vision par ordinateur). Des accords de collaboration ont été signés avec le Naval Postgraduate School/Mbari (Monterey) ainsi qu'avec le Crim (Montréal), Oxford University (UK), et Stanford University (USA). Au niveau national, des actions ont été menées avec PSA et Ifremer.

Programmation de Missions (Eve.Coste_Maniere@sophia.inria.fr)

Dans ce contexte, nous poursuivons les études sur les architectures de commande et de perception [4] d'engins autonomes, semi autonomes ou téléopérés (exemple : sous-marins pour le projet UNION) en se positionnant au niveau d'abstraction où l'utilisateur du système manipule différentes entités (actions et fonctions d'observations) pour programmer diverses applications. Une mission robotique peut être considérée comme la succession dans le temps de l'exécution d'actions dont l'activation et la terminaison dépendent d'événements internes ou externes perçus par le système de commande via différentes fonctions d'observations telles que des capteurs intelligents [1]. Initialement, ESTEREL a été choisi comme langage de programmation de missions. L'approche synchrone permet en effet de traiter dans un cadre formel la réactivité inhérente aux systèmes robotiques. De plus, elle rend la programmation du comportement du système déterministe et permet d'effectuer des vérifications qui assurent la fiabilité du système. Cependant, ESTEREL est difficilement manipulable par un utilisateur non expert. Le but est alors d'étudier la définition de primitives de manipulation (un langage) de haut niveau, traduites selon un formalisme rigoureux, en ESTEREL, pour spécifier et valider les différentes missions à réaliser [5]. Une fois les primitives principales identifiées (SEQ, PAR, LOOP, conditions...), l'outil logiciel CENTAUR développé dans le projet CROAP permet d'élaborer leurs prototypes. Ces primitives de haut niveau, vérifiées et fiabilisées, permettent à l'utilisateur de décrire des applications dans un formalisme proche de ceux fournis en sortie de planificateurs automatiques, couvrant ainsi toute la chaîne de programmation d'une application robotique. Les développements actuels portent sur la paramétrisation des différents observateurs et actions manipulés par les primitives, la possibilité d'utiliser ces primitives quel que soit le système (exemple : ORCCAD) sur lequel les actions et observateurs sont implantés, la réalisation de diverses missions en robotique mobile avec le robot du laboratoire, puis en robotique sous-marine [1] pour valider les résultats obtenus.

Perception active pour la reconnaissance de formes (Patrick.Rives@sophia.inria.fr)

Notre but est l'exploration d'un environnement structuré par un robot mobile autonome muni d'une caméra. Pour la reconnaissance des objets polyédriques d'une scène d'intérieur, nous utilisons une approche probabiliste qui associe une mesure d'incertitude aux données capteurs. Nous représentons les dépendances statistiques (relations) entre motifs élémentaires des objets par des réseaux Bayesiens (exemple : relation de connexité ou d'alignement entre les segments des coins des objets). Ces modèles font l'objet d'apprentissage supervisé à partir d'images réelles, afin de déterminer automatiquement les tables de probabilités conditionnelles des réseaux. L'interprétation de l'environnement (reconnaissance) permet de choisir entre les différentes actions de perception possibles à un instant donné. La perception active consiste à sélectionner l'action capteur la plus pertinente en fonction de la connaissance accumulée jusqu'à l'instant considéré. Cette approche a été appliquée à la reconnaissance d'objets simples (ex : portes et fenêtres) [2]

Les extensions en cours portent sur deux axes. D'une part, l'utilisation du même formalisme (motifs+relations) au niveau supérieur pour définir un objet complexe comme plusieurs objets simples en relation de contact (coin commun ou segment commun). Les nouveaux réseaux mis en jeu ainsi que leurs tables de probabilités conditionnelles sont générés automatiquement par apprentissage supervisé sur des images réelles. D'autre part, des stratégies de perception plus évoluées permettent de gérer plusieurs hypothèses (en parallèle lorsqu'il y a ambiguïté sur l'interprétation de motifs/objets simples) et de récupérer des erreurs de mesures capteurs.

[1] E. Coste-Manière, M. Perrier, A. Peuch. Mission Programming: Application to Underwater Robots. *4th Int. Symp. on Experimental Robotics (Iser96)*, Stanford, USA, June 30- July 2, 1995.

[2] D. Djian, P. Probert, and P. Rives. Reconnaissance de modèles géométriques simples à l'aide de réseaux Bayesiens. In *10e congrès sur la Reconnaissance des formes et l'intelligence artificielle, pages 396-403*. AFCET - AFIA, 1996.

[3] P. Rives, R. Pissard-Gibollet, and L. Pelletier. Sensor-based tasks: From the specification to the control aspects. In *6th Int. Symposium on Robotics and Manufacturing*, Montpellier, France, May 28 - 30 1996.

[4] D. Simon, B. Espiau, E. Castillo, and K. Kapellos. Computer-aided design of a generic robot controller handling reactivity and real-time control issues. *IEEE Transaction on Control Systems Technology, 1(4):213-229*, December 1993.

[5] N. Turro and E. Coste-Manière. Mission Programming Language. *Rapport de Recherche Inria à paraître*, Juillet 1996.

INRIA SOPHIA-ANTIPOLIS

Projet PRISME

BP 93
06902 Sophia-Antipolis Cedex
Contact : Jean-Pierre Merlet (Jean-Pierre.Merlet@sophia.inria.fr)

Missions

Les thèmes de recherches du projet PRISME sont centrés sur la géométrie algorithmique et ses applications, et sur les aspects géométriques de la robotique. Les études sont motivées par les nombreux domaines d'application, et en premier lieu la robotique, qui nécessitent de faire des calculs géométriques de manière efficace. Le projet entretient des relations priviligiées avec des partenaires industriels ou académiques tels que Matra Marconi Space, EDF/DER, le BRGM, THOMSON-LER ou l'ESRF.

Problématique

L'objectif poursuivi en géométrie algorithmique est tout d'abord de concevoir des algorithmes et d'en analyser les performances théoriques et pratiques. Parmi la liste des problèmes étudiés par les membres du projet on peut citer :

- Diagrammes de Voronoi et variantes
- Algorithmes randomisés
- Reconstruction de formes
- Robustesse des algorithmes
- Librairie d'algorithmes géométriques

Un de nos objectifs est d'utiliser les méthodes de la géométrie algorithmique dans différentes applications (Approximation de surfaces, Placement de polygones, Aménagement de satellites, Géologie, Reconstruction et simulation en imagerie médicale.

Les recherches menées en robotique s'articulent autour de deux grands axes:

- modélisation et conception optimale des mécanismes (en particulier des robots parallèles). Il s'agit de concevoir des algorithmes permettant la détermination efficace de différentes caractéristiques de robots comme espace de travail, raideur, singularités etc.. Notre objectif est le développement d'un ensemble de logiciels permettant la détermination de la géométrie du robot "optimal" vis-à-vis d'un cahier des charges.

- planification de trajectoires.

Ces développements s'appuient sur deux prototypes de robots parallèles équipés de capteurs de forces. Un prototype de micro-robot parallèle est actuellement en développement.

Exemples de projets

Développement d'une librairie géométrique (CGAL) dans le cadre d'un projet européen. Notre objectif est de résoudre les

questions délicates posées par la programmation des algorithmes géométriques, et en premier lieu, les problèmes de précision numérique et de développer, au delà des algorithmes théoriques, ce qu'on peut appeler le calcul géométrique. Deux exemples typiques d'applications sont l'aménagement spatial de satellites (avec Matra Marconi Space) et la reconstruction automatique d'un modèle du sous-sol à partir d'informations peu denses et hétérogènes (projet Geofrance 3d piloté par le BRGM)

Conception d'un robot parallèle pouvant porter des charges de l'ordre d'une tonne avec un précision de l'ordre du micron pour l'European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) de Grenoble.

Bibliographie

Avnaim F., Boissonnat J-D., Devillers O., Preparata F., et Yvinec M. Evaluating signs of determinants using single-precision arithmetic. *Algorithmica*, 1996. to appear.

Boissonnat J.-D., Cérézo A., Devillers O., et Teillaud M. Output-sensitive construction of the Delaunay triangulation of points lying in two planes. *Internat. J. Comput. Geom. Appl., 6(1):1-14*, 1996.

Boissonnat J-D. et Lazard S. A polynomial-time algorithm for computing a shortest path of bounded curvature amidst moderate obstacles. *Research Report 2887*, INRIA, BP93, 06902 Sophia-Antipolis, France, 1996.

Boissonnat J-D. et Yvinec M. Géométrie algorithmique. *Ediscience international*, Paris, 1995.

Merlet J-P. Modélisation géométrique de mécanismes de suspension automobile. *Research Report 2817*, INRIA, BP93, 06902 Sophia-Antipolis, France, 1996.

Merlet J-P. Les robots parallèles. *Hermès*, Paris, Octobre 1990.

Teillaud M. Union and split operations on dynamic trapezoidal maps. *Research Report 2486*, INRIA, BP93, 06902 Sophia-Antipolis, France, 1995.

INRIA RHÔNE-ALPES ET IMAG

Projet SHARP : Robotique en Environnement Réel

ZIRST. 655 av. de l'Europe
38330 Montbonnot Saint Martin
France
Contacts : Thierry Fraichard, Isabelle Mazon (Prénom.Nom@inria.fr)

Présentation générale

SHARP est un projet de recherche en robotique commun à l'INRIA Rhône-Alpes (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique) et à l'IMAG (Institut d'Informatique et de Mathématiques Appliquées de Grenoble). Il est dirigé par Christian Laugier, Directeur de Recherche INRIA, et implique de l'ordre de vingt personnes. Les objectifs de SHARP sont d'accroître les capacités décisionnelles des robots, et de faciliter leur mise en œuvre sur de nouvelles tâches (non manufacturières, partiellement spécifiées, non répétitives, etc.). L'activité de recherche s'organise autour des deux axes suivants :

- Véhicules et autonomie de mouvement : développement d'une architecture de navigation autonome pour un véhicule en environnement réel, e.g. conduite en milieu routier (partenariats avec la CGEA, PSA, Renault, Matra),

- Planification en CAO-Robotique : développement d'algorithmes adaptés à des systèmes articulés complexes face à des problèmes de CAO-Robotique réels, e.g. intervention en milieu nucléaire (partenariats avec GEC-Alsthom, EDF-DER, Aleph Technologies).

Sur ces deux aspects, SHARP se concentre en particulier sur le développement de modèles et d'algorithmes permettant la prise en compte des interactions physiques robot-environnement liées à certaines tâches, e.g. manipulation dextre, véhicule tout-terrain.
Les partenariats industriels cités ci-dessus sont complétés par la participation à des actions nationales (programme "Praxitèle", pôle "Machines intelligentes", PRC-IA, GS "RISP", GSE "VE"), européennes (Esprit BRA "First", Esprit 3 BRA "Second", IAR, Eurêka "Prometheus", réseaux CHM Heros et Ernet), et par différentes collaborations internationales (USA, Japon).

Notre approche consiste à développer des techniques originales et à améliorer certaines techniques existantes. Cette démarche s'accompagne d'un processus de validation expérimentale grâce à un support matériel important (bras manipulateurs, main articulée, véhicules électriques, capteurs divers, cartes spécialisées et système multi-processeurs temps réel).

Véhicules et Autonomie de Mouvement

L'autonomie de mouvement est la capacité de réaliser un déplacement spécifié par ailleurs sans intervention extérieure. Le choix de la conduite automobile comme application permet d'aborder ce problème dans un cadre suffisamment général : une voiture est soumise à des contraintes de mouvement communes à la plupart des véhicules terrestres, et son environnement, de par sa *dynamicité* et son caractère *incertain*, est représentatif de (presque) tout environnement réel.

A l'instar des nombreuses architectures de navigation existantes, l'architecture que nous développons combine un niveau *délibératif*, i.e. capable de raisonnement à différents niveaux d'abstraction, et un niveau réactif proche des capteurs et des actionneurs. Elle repose sur deux fonctions complémentaires : a) la *planification de trajectoire*, et b) le *contrôle d'exécution réactif*.

La Planification de Trajectoire : En se basant sur les informations disponibles à un instant donné sur l'environnement du véhicule (connaissances a priori, données perceptives, hypothèses sur futur, etc.), la planification détermine une trajectoire qui amène le véhicule à son objectif.
Le premier résultat de notre travail de recherche dans ce domaine a été de proposer le concept *d'espace des états-temps* comme formalisme unificateur pour aborder la planification de trajectoire [2, 3]. Nous avons ensuite travaillé à réduire la complexité algorithmique du planificateur [1], à intégrer explicitement les incertitudes dans le processus de planification [7], et enfin, à mieux prendre en compte la dynamique d'un véhicule [8].

Le Contrôle d'Exécution Réactif : La trajectoire fournie par la planification n'a qu'un caractère nominal. C'est au contrôleur d'exécution d'adapter en temps réel les mouvements du véhicule afin de suivre au mieux la trajectoire planifiée, tout en réagissant aux événements imprévus.

Nous développons un contrôleur d'exécution reposant sur la logique floue [4]. L'utilisation de la logique floue permet une description `naturelle' du comportement désiré pour le véhicule. Pour la réalisation de manoeuvres (créneau, accostage, etc.), le contrôleur d'exécution fait par ailleurs appel à des modules spécialisés [6].

Notre architecture de contrôle est testée sur véhicule expérimental (dans le cadre du programme INRIA-INRETS "Praxitèle" sur le transport urbain public et individuel). Des premières expérimentations encourageantes ont été réalisées; nous travaillons maintenant à la prise en compte de situations plus complexes (nombre et vitesse des obstacles, nature du terrain, etc.).

Planification en CAO-Robotique

A l'heure actuelle, la planification de tâches de manipulation en vraie grandeur, e.g. maintenance de centrale nucléaire, ne peut être automatisée en raison de la complexité de ces tâches (nombre de degrés de liberté des robots, nombre d'obstacles, etc.). Une solution consiste à développer un système intégrant un ensemble de planificateurs spécialisés afin d'obtenir une collaboration efficace entre l'opérateur et les planificateurs disponibles. Ce concept vise à décharger l'opérateur des tâches fastidieuses et répétitives, afin qu'il puisse se concentrer sur les problèmes que les planificateurs ne peuvent résoudre.
Dans ce cadre, nous nous sommes focalisés sur a) la *planification de stratégies perceptives* (permettant ainsi de planifier des tâches d'inspection ou d'améliorer le modèle de l'environnement lorsque l'opérateur le juge nécessaire), et b) l*a planification de trajectoires* sans collision.

La Planification de Stratégies Perceptives : Le problème consiste à déterminer automatiquement les placements de systèmes perceptifs mobiles, e.g. caméras, en respectant diverses contraintes (liées au robot, à la tâche, à l'environnement et aux moyens perceptifs). Nous avons développé une approche probabiliste consistant à rechercher des positionnements de caméra qui minimisent une fonction d'évaluation intégrant ces critères [9]. L'extension de cette technique à des tâches d'inspection visuelle a également été réalisée par adjonction d'un planificateur de trajectoires.

La Planification de Trajectoire Sans Collision : La complexité d'un environnement industriel réel rend la mise au point d'un planificateur efficace difficile voire impossible. Une solution consiste à réaliser des pré-calculs sur un modèle de l'environnement afin d'obtenir une représentation adéquate de l'espace sans collision du robot. Cette représentation, longue à obtenir, permet ensuite une planification quasi-instantanée [1]. Se pose ensuite le problème de la mise à jour de cette représentation en cas de modification du modèle de l'environnement. Nous avons développé une technique qui permet la mise à jour en temps quasi-réel de la représentation initiale [5].

Ces deux planificateurs sont intégrés et testés dans le système de CAO-robotique ACT de la société Alpeh Technologies. La suite de notre travail va porter sur l'obtention automatique du modèle de l'environnement via l'intégration de données perceptives.

Bibliographie

[1] J.M. Ahuactzin Larios. Le Fil d'Ariane : une Méthode de Planification Générale. Application à la Planification Automatique de Trajectoires. *Thèse de doctorat de l'Inst. Nat. Polytechnique de Grenoble (F)*, septembre 1994.

[2] Th. Fraichard et C. Laugier. Dynamic trajectory planning, path-velocity decomposition and adjacent paths. In *Proc. of the Int. Joint Conf. on Artificial Intelligence*, Chambéry (F), septembre 1993.

[3] Th. Fraichard et A. Scheuer. Car-like robots and moving obstacles. In *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, San Diego (CA), mai 1994.

[4] P. Garnier et Th. Fraichard. A fuzzy motion controller for a car-like vehicle. In *Proc. of the IEEE-RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems*, Osaka (J), novembre 1996.

[5] A. Mclean et C. Laugier. Update and Repair of a Roadmap after Model Error Discovery. In *Proc. of the IEEE-RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems*, Osaka (J), novembre 1996.

[6] I. E. Paromtchik et C. Laugier. Motion generation and control for parking an autonomous vehicle. In *Proc. of the IEEE Int. Conf. on Robotics and Automation*, Minneapolis (MN), avril 1996.

[7] F. de la Rosa, C. Laugier et J. Nájera. Robust path planning in the plane. *IEEE Trans. on Robotics and Automation*. 347-352, avril 1996.

[8] A. Scheuer et Th. Fraichard. Planning continuous-curvature paths for car-like robots. In *Proc. of the IEEE-RSJ Int. Conf. on Intelligent Robots and Systems*, Osaka (J), novembre 1996.

[9] B. Triggs et C. Laugier: Automatic task planning for robot vision. In *Proc. of the Int. Symp. on Robotics Research*, Munchen (D), octobre 1995.

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

IRISA / INRIA RENNES

Projet TEMIS

Campus de Beaulieu
35042 Rennes cedex
Contacts :
Eric Marchand
(Eric.Marchand@irisa.fr)
François Chaumette
(Francois.Chaumette@irisa.fr)

Présentation générale

Le projet Temis de l'IRISA mène des travaux de recherche algorithmiques en traitement d'images et vision par ordinateur sur quatre axes essentiels : l'exploration de modèles probabilistes en analyse d'images, la conception de méthodes d'analyse du mouvement, l'étude de stratégies de perception/action par vision active et les schémas de communication d'images animées.

La vision active

La vision active peut être définie comme un processus d'acquisition "intelligent" des données afin de résoudre les problèmes soulevés lors de la conception d'un système de vision robotique, à savoir leur sensibilité au bruit, leur faible précision, et surtout leur manque de réactivité. D'un point de vue méthodologique, la vision active, où les informations perçues sont utilisées au sein d'une boucle de rétroaction, tente surtout d'améliorer la qualité de la perception par rapport à l'approche passive classique, où l'on se restreint à observer, mesurer et interpréter les données issues du capteur. La vision active consiste donc à *élaborer des stratégies de perceptions intelligentes, en contrôlant les paramètres du capteur* (position, mouvements, mise au point, etc.).

Dans le cadre des travaux récents menés sur ce thème à l'IRISA, nous avons utilisé la vision active pour la *reconstruction et l'exploration de scènes statiques*. L'approche proposée est basée sur le contrôle explicite des mouvements d'une caméra embarquée sur un système robotique. Le système de vision est totalement autonome et permet d'obtenir avec une excellente précision la cartographie complète de scènes composées de segments et de cylindres, sans a priori initial sur leur nombre, leur position et leurs dimensions.

Reconstruction et exploration d'un environnement robotique par vision active

Reconstruction 3D par vision active : Une méthode permettant de résoudre le problème de l'estimation de la structure spatiale d'une primitive 3D par vision active a été tout d'abord développée au sein du projet. Elle repose sur une analyse du mouvement apparent de la primitive dans la séquence d'images et sur la mesure des mouvements de la caméra. Afin de minimiser les effets des erreurs de mesure qui perturbent le processus de reconstruction, une méthode d'optimisation par vision active a été proposée. Elle consiste à déterminer les mouvements adéquats de la caméra permettant une estimation optimale. Ces mouvements sont générés automatiquement par *asservissement visuel*. Les résultats obtenus par cette approche active sont beaucoup plus fiables, robustes et précis que ceux obtenus en utilisant la vision dynamique classique.

Reconstruction incrémentale : À cet aspect *continu* du processus de reconstruction que constitue l'estimation des paramètres d'une primitive, il est nécessaire de superposer une reconstruction incrémentale qui correspond aux stratégies de reconstruction et d'exploration de la scène 3D. Cette reconstruction est de caractère *événementiel* et est pilotée par la découverte de nouvelles primitives dans l'image. Nous avons donc développé un algorithme qui permet de reconstruire de façon incrémentale toutes les primitives observées par la caméra. La modélisation obtenue reste cependant une modélisation de bas niveau et est parfois incomplète.

Réseaux Bayésiens : Pour obtenir une représentation de plus haut niveau, la méthode que nous avons développée repose sur des techniques de *prédiction / vérification d'hypothèses*. Les connaissances très générales nécessaires à la génération des hypothèses que nous avons introduites sont codées dans des réseaux Bayesiens, ceux-ci se prêtant parfaitement au raisonnement et à la prise de décision en présence d'incertitudes. Dans notre cas, ces réseaux permettent d'émettre des hypothèses sur l'existence et la localisation de nouveaux objets, puis de proposer l'exécution d'une action conduisant à vérifier ou à infirmer cette hypothèse, enfin, en fonction du résultat de l'étape de vérification, de compléter le modèle 3D de la scène. L'utilisation de cette approche nous permet de disposer d'une modélisation de la scène en termes d'objets. Cette modélisation beaucoup plus riche sert de base à l'exploration globale de la scène, nécessaire à la complétude de la reconstruction.

Exploration Globale : Le problème du *calcul de points de vue* est un problème difficile et peu étudié. Généralement, les solutions proposées reposent sur une connaissance a priori de la disposition des objets constituant la scène étudiée, ce qui n'est pas notre cas. La stratégie de calcul de points de vue que nous avons mise en œuvre repose sur la modélisation et l'optimisation d'une fonction de coût représentant au mieux la tâche à effectuer. Nous avons retenu quatre critères associés au point de vue, qui sont intégrés dans cette fonction : le gain apporté par une nouvelle position (volume potentiel découvert), le coût du déplacement d'un point de vue au suivant (afin de réduire la distance totale parcourue par le robot), les contraintes mécaniques du robot, et enfin, l'accessibilité d'un point de vue. L'exploration de la scène se termine quand, quel que soit le point de vue choisi parmi tous les points de vue accessibles, il n'y aura plus d'apport supplémentaire d'informations. La reconstruction sera alors aussi complète que possible compte tenu des contraintes imposées par le manipulateur et/ou par la scène.

Les méthodes que nous avons développées ont été mises en œuvre sur la cellule de vision robotique de l'IRISA. Elles permettent de reconstruire en temps réel de façon précise, robuste et complète, un environnement 3D complet composé d'un ou plusieurs objets.

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

Bibliographie

F. Chaumette, S. Boukir, P. Bouthemy, D. Juvin. Structure from controlled motion *IEEE Trans. on PAMI, 18(5):492-504*, Mai 1996.

E. Marchand, F. Chaumette, Reconstruction et exploration de scènes par vision active, *RFIA'96, pp.405-414*, Rennes, Janvier 1996.

E. Marchand, Stratégies de perception par vision active pour la reconstruction et l'exploration de scènes statiques *Thèse de l'Université de Rennes 1*, IRISA, Juin 1996.

IRIDIA

Université Libre de Bruxelles
50 av. F. Roosevelt, CP 194/6
B-1050 Bruxelles, Belgique
Tel : (+32-2) 650 27 29
Fax : (+32-2) 650 27 15
WWW : http://iridia.ulb.ac.be

Contact (axe 1) :
Alessandro Saffiotti
(asaffio@ulb.ac.be)
Contact (axe 2) :
Marco Dorigo
(mdorigo@ulb.ac.be)

Présentation générale

L'IRIDIA (Institut de Recherches Interdisciplinaires et de Développements en Intelligence Artificielle), dirigé par Philippe Smets, est un laboratoire autonome au sein de l'Université Libre de Bruxelles. Il regroupe une dizaine de chercheurs travaillant dans le domaine du "soft-computing", ce terme désignant l'ensemble des techniques qui traitent explicitement des problèmes de l'incertain et de l'imprécis. Les deux domaines de compétence majeurs du laboratoire sont la représentation des croyances et les techniques d'IA pour la commande de procédé et la classification. Plus d'informations sont disponibles sur le serveur WWW de l'IRIDIA.

Objectifs de recherches en robotique

Nous nous intéressons au problème du fonctionnement autonome d'un agent dans des environnements non structurés. Nous entendons par là la capacité d'un agent à opérer sans assistance humaine dans des environnements qui n'ont pas été spécialement conçus ou modifiés pour l'agent. Nos recherches dans ce domaine s'organisent autour de deux axes principaux : (1) l'utilisation de techniques fondées sur la logique floue pour la navigation autonome des robots mobiles ; (2) l'étude d'une méthodologie de conception et de développement d'agents autonomes, que nous appelons "ingénierie du comportement".

Nous nous appuyons sur une architecture hybride dans laquelle un niveau symbolique, qui inclut un planificateur, est employé pour fournir des indications à un niveau exécutif distribué sous-jacent. La mise en œuvre des architectures hybrides pose une série de problèmes qui n'ont pas encore trouvé de solution satisfaisante, et qui font l'objet de nos recherches, notamment :

1. La conception de modules robustes de comportements élémentaires ("behaviors").

2. La définition de mécanismes de combinaison adéquats. Ce problème comprend la combinaison de données provenant de différents capteurs, la combinaison des commandes générées par différents modules de comportement, et l'intégration entre différents niveaux d'abstraction.

3. Le fondement de l'approche "behavior-based", notamment en ce qui concerne la composition de comportements élémentaires, et leur relation avec le but de l'agent.

4. La programmation du système de contrôle afin que l'agent puisse effectuer ses tâches de manière adaptative et raisonnablement souple dans une grande variété d'environnements.

Axe 1 : L'utilisation de la logique floue

Dans ce premier axe de recherches, nous nous proposons d'exploiter les caractéristiques qui font de la logique floue un outil particulièrement intéressant pour développer des solutions effectives aux problèmes mentionnés.

En premier lieu, la logique floue est à la base des méthodes de commande floue, qui offrent un moyen simple de définir une loi de contrôle non linéaire à partir des connaissances imprécises sur le système objet. L'utilisation des opérateurs flous donne aux contrôleurs ainsi réalisés une bonne robustesse par rapport au bruit et aux erreurs de perception (capteurs et traitements). Nous avons réalisé par cette méthode plusieurs modules de comportements élémentaires, tels que "éviter les obstacles", "suivre un couloir", "passer par une porte", etc. [4]

En deuxième lieu, la logique floue offre une grande variété d'opérateurs pour la combinaison d'informations imprécises et approximatives. Nous avons utilisé ces opérateurs pour développer une technique d'auto-localisation fondée sur la comparaison entre les données sensorielles et une carte approximative de l'environnement, représentées par des ensembles flous [5]. Lors de la validation expérimentale, cette technique s'est montrée particulièrement efficace dans des situations d'ambiguïté ou d'incertitude extrême.

Les opérateurs de combinaison flous peuvent aussi être utilisés pour résoudre le problème de la combinaison des commandes. Pour cela, nous interprétons chaque module de comportement comme un agent qui exprime des degrés de préférence quant à la commande à exécuter, selon son propre but. Ces degrés de préférence, pondérés selon la pertinence de chaque module par rapport à la situation courante, sont ensuite combinés par des opérateurs flous pour former un consensus global. Cette technique de combinaison, que nous appelons "Context-Dependent Blending" (CDB), s'est avérée très souple et performante en pratique [4].

Enfin, nous avons utilisé la logique floue pour donner un traitement formel à l'approche "behavior-based" [3]. Nous avons

pu démontrer des propriétés qui lient la décomposition d'un but en sous-buts, classiquement effectuée par un planificateur, et la composition correspondante des comportements effectuée par le CDB. Une implication pratique importante de ces résultats est que nous pouvons utiliser des techniques d'IA de planification automatique pour générer une stratégie de combinaison qui aboutisse à un but donné. En ce sens, le CDB fournit aussi une solution au problème de l'intégration entre le niveau de la planification symbolique et celui de la commande numérique.

Axe 2 : L'ingeniérie du comportement

Malgré les progrès effectués dans les architectures des systèmes de contrôle, la difficulté majeure dans la réalisation d'agents autonomes reste leur programmation. En effet, les interactions de ces agents avec l'environnement extérieur peuvent se révéler si complexes et si imprévisibles que la programmation directe du contrôleur de l'agent s'avère irréalisable. Des techniques d'apprentissage automatique récemment apparues constituent une voie intéressante pour faire face à la complexité inhérente à une telle tâche de programmation. Cependant, actuellement, les recherches sur l'organisation de toutes ces techniques dans un cadre cohérent et général débouchant sur un ensemble de procédures opérationnelles sont loin d'avoir abouti.

Notre deuxième axe de recherche porte donc sur l'analyse de l'apprentissage automatique comme partie intégrante de la conception et du développement d'agents autonomes [2]. Cette recherche peut être considérée comme une contribution à une nouvelle aire technologique, que nous appelons l'ingéniérie du comportement et dont l'objet principal est d'établir des méthodologies, des modèles et des outils pour élaborer des agents à comportement autonome.

En introduisant l'expression "ingéniérie du comportement", nous voulons mettre l'accent sur la spécificité des problèmes qui surgissent dans le développement d'agents autonomes, et sur les relations étroites existant entre le développement d'agents artificiels et les sciences naturelles étudiant le comportement des organismes. Les mécanismes d'apprentissage et l'équilibre subtil entre ce qui est appris et ce qui est déterminé génétiquement restent parmi les préoccupations majeures des sciences du comportement. Selon nous, cette même problématique apparaît lors de la réalisation d'agents autonomes : c'est la problématique de la répartition entre ce qui doit être explicitement pré-défini et ce qui doit être laissé aux agents comme résultat d'un apprentissage.

Collaborations et résultats

Nos recherches sur la logique floue trouvent leur origine dans une collaboration entre E. Ruspini, K. Konolige et A. Saffiotti pendant un séjour de ce dernier au SRI International (Menlo Park, California). Les techniques décrites ci-dessus ont été implantées dans le robot mobile Flakey du SRI ; leur efficacité a été démontrée, entre autres, lors de la première compétition internationale de robotique du AAAI, où nous avons gagné la deuxième place. Ces techniques ont aussi été utilisées dans le robot Pioneer commercialisé par Real World Interface.

Notre intérêt pour l'ingéniérie du comportement est né d'une collaboration entre M. Dorigo et M. Colombetti (Politecnico di Milano, Italie). Dorigo et Colombetti ont développé plusieurs techniques, fondées sur les algorithmes génétiques et l'apprentissage par renforcement, pour le contrôle des robots autonomes [1]. Ces techniques ont été validées tant sur des robots simulés que sur des robots AutonoMice fabriqués par le laboratoire de IA et Robotique du Politecnico di Milano.

Nous utilisons maintenant pour nos expériences un robot mobile RWI Pioneer. Nos activités de recherche sont financées par différentes sources, dont des projets européens, des projets nationaux belges, et des fonds de l'ULB et du CNR italien.

Bibliographie

(La plupart des nos publications sont accessibles via notre serveur WWW).

[1] Dorigo M. Alecsys and the AutonoMouse: Learning to Control a Real Robot by Distributed Classifier Systems. *Machine Learning, 19(3)*, 1995, 209-240.

[2] Dorigo M. and Colombetti M. Robot Shaping: an experiment in behavior engineering. *MIT Press / Bradford Books*, in press.

[3] Saffiotti A., Konolige K. and Ruspini E. H. A multivalued-logic approach to integrating planning and control. *Artificial Intelligence 76(1-2)*, 1995, 481-526.

[4] Saffiotti A., Ruspini E.H. and Konolige K. Using Fuzzy Logic for Mobile Robot Control. In *D. Dubois, H. Prade and H.J. Zimmermann (Eds.) Handbook of Fuzzy Sets and Possibility Theory*. Kluwer Academic, in press.

[5] Saffiotti A. and Wesley L.P. Perception-based self-localization using fuzzy locations. In: *L. Dorst, M. van Lambalgen and F. Voorbraak (Eds.) Reasoning with Uncertainty in Robotics. Lecture Notes in AI 1093*, Springer, 1996, 368-385.

SOCIÉTÉ ITMI-APTOR

Groupe Cap Gemini Sogeti
Etudes et Technologies
61, Chemin du Vieux Chêne
F-38240 Meylan Cedex
Tel: +33 76 41 40 60
Fax: +33 76 41 28 05
Contact systèmes de raisonnement, IA :
Vincent Lorquet (vincent@itmi.cgs.fr)
Contact robotique mobile :
Jean-Noël Soulier
Contact robotique manufacturière :
Christophe Baradel

Présentation générale

Née en 1995 de la fusion des sociétés ITMI et de APTOR (anciennement APSIS-APTOR), ITMI-APTOR possède une expérience ancienne à la fois en intelligence artificielle et dans le domaine de la robotique.

Rappelons qu'ITMI a été créée en 1982 par une équipe issue de l'université, et dont faisait partie J.C. Latombe. Ses activités étaient alors concentrées autour de trois thèmes majeurs : la vision par ordinateur, l'intelligence artificielle et la robotique mobile. De même, la société APSIS-APTOR exerçait dans le domaine de la conduite de procédés manufacturiers des automates programmables et des réseaux industriels.

La robotique mobile et manufacturière offre un vaste champ d'application pour des techniques variées. Les problèmes posés peuvent être rattachés à quelques grandes classes d'application telles que l'optimisation discrète, l'analyse de données, la classification et la reconnaissance de formes, le filtrage et la prédiction, le contrôle-commande et la fusion de données, le diagnostic et l'extraction de symptômes, la prise de décision, la planification structurée. Aujourd'hui, ITMI-APTOR développe plus particulièrement des applications de robotique mobile concernant le guidage, la reconnaissance de formes au sens large (obstacles, situations, ...), la planification et le contrôle, la prise de décision. Nous utilisons des techniques telles que les systèmes de production, les réseaux neuronaux, la logique et le contrôle flous, les algorithmes génétiques, la programmation par contraintes, les méthodes stochastiques d'optimisation discrète, l'apprentissage symbolique, le raisonnement à base de cas, ainsi que différentes techniques dérivées du biomimétisme.

Quelques éléments commerciaux : Les activités robotique mobile d'ITMI-APTOR représentent environ 10MF de C.A. annuel. Elles mobilisent une équipe de 16 personnes. Les principaux clients et partenaires sont aussi la DGA les hôpitaux de Paris, le CNES, l'ESA, GIAT Industries, SAGEM, Dassault Electronique, ... ITMI-APTOR travaille en collaboration avec des laboratoires universitaires : INRIA, LIRMM, Heudyasic, ...

Exemples d'application en robotique mobile

Planification et contrôle pour le robot FIRST : Dans le cadre du projet Eureka FIRST, ITMI APTOR a développé un système de robotique mobile pour le transport automatique de charges lourdes en secteur hospitalier. Les techniques de l'I.A. ont été appliquées à la fois au niveau du contrôleur d'exécution des robots et au niveau du poste central. Le contrôleur d'exécution est construit autour d'un système expert où les règles de production définissent pour chaque état interne et pour chaque événement perçu, les actions élémentaires à déclencher. Le poste central est responsable de la planification des missions et de l'ordonnancement de la flotte de robots. Il exploite des algorithmes de recherche dans des graphes pour déterminer le parcours de chaque robot en fonction des missions demandées et simuler leur exécution.

Prise de décision et filtrage : ITMI APTOR développe un générateur de consignes de guidage pour un véhicule télé-piloté combinant, en fonction du contexte, les consignes produites par divers modules comportementaux (évitement d'obstacles, suivi de lisières, ...) et/ou par le télé-pilote. Ce problème constitue un vaste champ d'applications des techniques de l'I.A. La première étape de classification de la pertinence des modules en fonction du contexte peut reposer sur des systèmes à base de connaissances de type systèmes experts, sur des systèmes de règles floues ou sur des algorithmes de programmation de contraintes. La seconde étape consiste en une tâche de fusion des consignes provenant des modules comportementaux, respectant certains critères d'optimisation fournis par l'opérateur. Les techniques de combinaison non-linéaire étudiées dans ce cadre sont les réseaux de neurones, les systèmes à base de règles floues et les systèmes neuro-flous.

Réseau neuronal pour le suivi visuel de ligne blanche : En collaboration avec le CEA-LETI, nous avons utilisé un réseau neuronal pour assurer une tâche de suivi de ligne blanche tracée au sol pour des applications de type AGV. Cette tâche peut être assimilée à la fois à une tâche de contrôle-commande et de prise de décision. Le réseau reçoit des données odométriques ainsi qu'une information sur sa position par rapport à la ligne. Cette information est extraite d'une image obtenue à partir d'une caméra montée à l'avant du robot. L'apprentissage du réseau est effectué au cours d'une première phase, durant laquelle un opérateur humain pilote effectivement le robot à l'aide d'un joystick. Le réseau est ensuite capable d'élaborer les consignes moteur permettant au robot (qui mesure environ 1m sur 1,5m) de suivre la ligne avec un déport inférieur à la dizaine de centimètres.

Reconnaissance d'obstacles pour le DARDS : Dans le cadre de ses travaux sur le robot militaire DARDS, ITMI APTOR a étudié l'application de l'algorithme d'apprentissage symbolique par similarité, ID3, à la classification d'obstacles. ID3 construit, à partir d'un ensemble d'exemples, un arbre de décision où les tests sur les attributs les plus discriminants sont organisés de façon hiérarchique, chaque feuille représentant une classe. ID3 est apparu bien adapté aux problèmes de classification pour lesquels on dispose d'exemples pré-classifiés.

Biomimétisme et robotique mobile : Dans le cadre d'un projet pour la DRET, nous avons étudié l'applicabilité des techniques issues du biomimétisme à la robotique mobile. Cette étude a notamment permis de maquetter des applications de planification exploitant des techniques d'apprentissage par renforcement. Au niveau de la perception, les techniques de perception active permettraient d'exploiter plus efficacement les images complexes obtenues à partir des environnements naturels et changeants dans lesquels évoluent certains robots. La modélisation des phénomènes attentionnels et motivationnels renforce encore l'intérêt pour ces techniques de perception active.

Cas d'application en robotique manufacturière

Modélisation d'un processus et anticipation de pannes : En collaboration avec le laboratoire LTIRF, et dans le cadre du projet VIGILANCE NEUROMIMETIQUE, financé par l'ANVAR, nous avons développé une application de modélisation du séquencement temporel des signaux d'un

procédé manufacturier discret. Le modèle extrait est ensuite exploité pour détecter les anomalies et pannes du procédé. Les techniques utilisées sont une implantation neuronale du recuit simulé, combinée à un réseau auto-organisant VQP pour l'extraction du modèle, et une techniques d'analyse de grammaire pour le suivi du procédé et l'anticipation de panne.

Bibliographie

[Fargeon 93] C. Fargeon, J.P. Quin, Robotique Mobile. *Ouvrage collectif publié sous l'égide de la DGA/DRET*, 1993.

[Lorquet 92] V. Lorquet, Perceptrons à codage semi-distribué adaptatif - application au diagnostic, à la modélisation et à la commande, *Thèse ENST*, décembre 1992.

Sandt92] F.Sandt, D.Aubert, Comparison of color image segmentations for lane following, *SPIE Mobile Robots VII*, Boston, November 1992.

LAAS/CNRS

Groupe Robotique et Intelligence Artificielle

7, Ave du Colonel Roche
31077 TOULOUSE Cedex 4
Responsable : Malik Ghallab -
Malik.Ghallab@laas.fr

Contexte de travail

Le groupe RIA est actuellement composé d'une cinquantaine de personnes, dont 25 doctorants et 24 permanents (11 chercheurs au CNRS, 9 enseignants-chercheurs et 4 ingénieurs de recherche). Outre un support informatique classique essentiellement composé de stations de travail, nous disposons de 3 robots mobiles d'intérieur (les trois Hilares, conçus et développés par le groupe), de deux bras manipulateurs et d'un robot mobile tout-terrain (LAMA, prêté par la société Alcatel Telecom). Ces robots sont tous dotés de moyens de perception (capteurs proprioceptifs, caméras, télémètres laser et ultrasons...) et des cartes d'acquisition correspondantes, et sont équipés d'une informatique embarquée opérée par un système d'exploitation temps réel.

Problématique générale

Nos recherches portent sur la problématique générale de la machine intelligente. Il s'agit de concevoir et de réaliser des machines en mesure de percevoir et d'agir dans un environnement variable et évolutif, capables de raisonner sur une diversité de tâches et sur les moyens nécessaires pour les accomplir de façon autonome.

Nos travaux mènent en parallèle et couplent étroitement des développements formels et des développements expérimentaux. Ainsi le groupe travaille de façon concomitante :

- à l'approfondissement des principaux thèmes de la machine intelligente au niveau des concepts, des méthodes et des algorithmes nécessaires à la robotique;

- et à la réalisation de robots complets et d'expérimentations dans des environnements réels qui permettent effectivement les développements thématiques visés et la validation des approches mises en oeuvre.

Deux grands projets internes fédèrent l'ensemble de nos travaux et expérimentations :

La Robotique d'Intervention met en avant l'action autonome d'une machine dans des environnements extérieurs, inconnus ou partiellement modélisés. Nos principales avancées concernent les problèmes de modélisation de tels environnements et les problèmes de planification de mouvement et de déplacement en terrain accidenté.

La Robotique de Service s'intéresse à des environnements d'intérieur ou d'extérieur bien structurés et sur lesquels on dispose a priori de nombreuses connaissances. La variabilité, la richesse et l'évolutivité de l'environnement, ainsi que la diversité des tâches sont un aspect essentiel du projet. On y traite les problèmes de perception, de déplacement en environnement encombré, d'action autonome, et de planification. Dans ce contexte, nous travaillons depuis 4 ans sur les problèmes de coopération multi-robots pour le partage de ressources (dont la ressource spatiale) le partage de tâches et de buts.

Le groupe est aussi impliqué en coopération avec d'autres groupes du LAAS à un projet "micro-systèmes", pour lequel nous avons développé une micro-caméra laser.

Thèmes de recherche

Nos activités de recherche se déclinent en cinq grands thèmes : perception, commande, mouvement, manipulation, et décision. Les liens entre ces thèmes sont multiples : à travers leur nécessaire intégration dans des plates-formes robotiques, mais également à travers leur utilisation et leurs contributions à des bases formelles et une algorithmique commune, relevant de l'automatique, de la géométrie et de la logique.

Perception : Nos travaux dans ce domaine sont bien sûr dédiés à la résolution de problèmes soulevés par la robotique. Ils visent d'une part à la construction de représentations de l'environnement dans lequel évolue la machine, et d'autre part à permettre un asservissement des mouvements de la machine. Une représentation de l'environnement étant requise par différentes fonctionnalités (localisation du robot ou d'un objet, planification de déplacement ou d'autres tâches - perceptuelles notamment...), nous favorisons une approche multi-représentations. Nous développons différentes techniques pour la modélisation d'environnement : segmentation d'images vidéo et tridimensionnelles, fusion multisensorielle, représentation et gestion des incertitudes. Dans un contexte similaire, nous menons aussi des travaux concernant la reconnaissance multisensorielle et active d'objets.

Commande : Nos activités se sont essentiellement focalisées sur la commande des robots mobiles à roues non-holonomes. Nos premiers travaux ont concerné la détermination en deux étapes du mouvement : détermination des plus courts chemins, puis des consignes par résolution d'un problème de commande en temps minimal. Nous considérons désormais la commande en boucle fermée de tels systèmes pour le suivi de trajectoire, et nous abordons les problèmes de commande coordonnée locomotion-manipulation et de commande référencée vision.

Mouvement : Les recherches sur ce thème sont centrées sur les besoins de la robotique mobile. La génération de trajectoires pour des robots mobiles non-holonomes est un thème actif depuis plusieurs années, que nous avons étudié de manière formelle, et qui a aussi donné lieu à l'implémentation de planificateurs effectifs intégrant la présence d'obstacles (tout récemment pour un robot à remorque). Dans le but d'améliorer la robustesse des trajectoires produites, nous considérons les problèmes de planification en présence d'incertitude sur les erreurs de contrôle et les données sensorielles ; ces travaux ont été validés par de nombreuses expérimentations. Enfin, nous nous intéressons à la planification du mouvement sur terrain accidenté pour des plates-formes composées de plusieurs essieux articulés.

Manipulation : La manipulation dans un environnement contraint par les obstacles et la manipulation au contact exigent la génération de trajectoires fines. Nous proposons une méthode de spécification de ces trajectoires basée sur des listes de mobilités et de contraintes de contact à satisfaire par les solides en présence. Un environnement de programmation graphique permet cette spécification directement sur les modèles 3D du contexte de la manipulation. La trajectoire est ensuite engendrée par usage d'une méthode mixte formelle-numérique particulièrement robuste. La méthode (particulièrement concise pour l'utilisateur) initialement développée pour la modélisation géométrique et cinématique de mécanismes, est étendue à la modélisation des efforts statiques et dynamiques, en vue notamment de la commande par retour d'efforts de manipulateurs. Les applications actuellement traitées concernent la programmation de robots distants, la spécification de tâches de calibration, la simulation dynamique de préhenseurs rapides et la génération de fonctions de tâches de manipulation par retour d'efforts.

Décision : Les nombreux aspects décisionnels en robotique nous conduisent à étudier les architectures combinant propriétés temps-réel et capacités délibératives, et à développer des outils et méthodes aux divers niveaux de telles architectures. Nous avons défini une architecture composée d'un niveau fonctionnel (qui intègre les fonctions de commande, de surveillance, d'acquisition de données et d'asservissement) et d'un niveau décisionnel, en charge des processus de décision (supervision, planification, coordination de plans...). Les différents systèmes qui composent le niveau décisionnel s'appuient sur des résultats fondamentaux concernant la formalisation des tâches et des activités temps réel, la compilation de systèmes des règles, la supervision de systèmes complexes, la reconnaissance de chroniques et le raisonnement temporel en planification.

Coopérations

Les récents projets coopératifs internationaux dans lesquels nous avons été impliqués sont les suivants : projet Eureka IARES de robotique d'exploration planétaire, projets Esprit MARTHA (coopération multi-robots pour la transitique lourde), PROMOTION (recherche de base focalisée sur la planification du mouvement, animée par le LAAS) et TIGER (supervision de processus dynamiques complexes, impliquant temps-réel et raisonnement temporel). RIA est actif dans diverses collaborations, groupements et projets nationaux, parmi lesquels l'axe prioritaire du CNRS "Machines Intelligentes" (pôles "Robotique d'intervention en site non coopératif" et "Robotique d'aide aux personnes handicapées"), le groupement RISP (robotique d'exploration planétaire) et les PRC-IA et PRC-CHM. Enfin, le groupe entretient de nombreuses collaborations avec des organismes publics et industriels.

Bibliographie

Une présentation plus complète de nos activités ainsi qu'une bibliographie exhaustive est disponible sur
http://www.laas.fr/RIA/rapport-93-96.html.

LIRMM

Département de Robotique

161, rue Ada
34392 Montpellier Cedex 5
Tél. 67 41 85 57, Fax 67 41 85 00
Contact : Alain Liégeois -
liegeois@lirmm.fr

En dehors des relations "académiques" que nous entretenons avec d'autres départements du LIRMM, l'INRIA Rhônes-Alpes (projet SHARP), le département RIA du LAAS, etc., les collaborations pour les développements et les expérimentations sont le CEMAGREF, le CNES et l'IFREMER (projet). La problématique correspondante se retrouve dans plusieurs thèmes du programme national CNRS "la machine intelligente" (robotique agricole, robotique sous-marine, robotique en milieu hostile) qui font appel à un grand nombre d'équipes de recherche et d'utilisateurs.

Le projet RATIO

Les recherches du Projet RATIO (Robots Autonomes sur Terrain Inégal avec Obstacles) ont pour objectif l'élaboration automatique des consignes d'évolution (vitesse et cap) d'un ou plusieurs robots mobiles autonomes en "tout terrain" : le terrain présente des variations de relief et de nature du sol. De plus ses caractéristiques sont mal connues a priori et peuvent varier au cours du temps de manière difficilement prévisible. Il s'agit là d'un thème de recherche complexe abordé seulement depuis peu par la communauté scientifique internationale, grâce notamment aux projets d'exploration des planètes [1], mais qui connaît à présent un développement accéléré.

Les recherches comportent trois volets complémentaires très liés :

- la modélisation de l'environnement et des incertitudes associées [2],

- la modélisation des véhicules et de leurs

relations avec l'environnement (motorisation, Dynamique) [2][3],

- la recherche d'algorithmes de planification des itinéraires et des mouvements sur ceux-ci, permettant de satisfaire les contraintes et d'optimiser des performances telles que la rapidité, la sécurité, la consommation d'énergie, etc.

Seul le dernier volet apparaît relatif à l'intelligence artificielle, domaine dans lequel nous n'effectuons pas à proprement parler des recherches fondamentales, mais dont nous utilisons des concepts que nous adaptons à des problèmes concrets de la robotique. Pour ceci, il est indispensable toutefois de tenir compte de contraintes technologiques (géométrie et dynamique des machines, variabilité des interactions avec l'environnement, contraintes de télécommunications), ce qui rend la complexité des problèmes non mesurable par la seule Combinatoire.

A la discrétisation du terrain est associé un graphe qui est valué par des coûts dépendant des critères considérés et des performances des véhicules. Pour éviter de replanifier complètement le ou les itinéraires en cas de fortes variations des paramètres du terrain, nous avons recherché des nouvelles méthodes approchées en vue d'obtenir non pas un seul itinéraire mais un réseau d'itinéraires dont les coûts ne diffèrent pas plus que d'un facteur $(1+\varepsilon)$ [4]. On obtient ainsi la possibilité de spécifier l'itinéraire nominal (ou les itinéraires nominaux dans le cas multi-robot) d'après un critère annexe tel la stabilité ou la non vulnérabilité, et la solution possède les avantages suivants :

- robustesse : le réseau est pratiquement invariant aux variations de paramètres et le coût de chaque chemin varie de manière continue avec ces variations,

- réactivité : en cas de perturbation importante affectant la topologie même du réseau juste avant l'exécution de la mission ou durant celle-ci, il est possible de réagir sur l'itinéraire sans trop dégrader les performances attendues, grâce à la borne supérieure de coût qui a servi à construire le réseau.

- adaptation à des missions utilisant la coopération de plusieurs véhicules.

Pour éviter l'explosion combinatoire des algorithmes $A\varepsilon$ de l'Intelligence Artificielle, dans nos applications où les graphes des états comportent plusieurs milliers de sommets et d'arcs, nous avons utilisé les principes de génération d'individus (ici les itinéraires) contenus dans les algorithmes génétiques : reproduction, croisement, mutation et sélection [5][6]. Par ce moyen on calcule rapidement un nombre important d'itinéraires ε-admissibles, qui se classent automatiquement en familles de caractéristiques voisines, du fait même des principes de leur génération. Les performances de ces algorithmes, comparées à celles des algorithmes combinatoires, nous font actuellement les préférer pour leur rapidité de calcul (qui serait encore augmentée sur une machine parallèle) et la robustesse des solutions. Tous les algorithmes ont été implémentés sur station SUN 10, sous la forme d'un "démonstrateur" complet qui comporte le traitement des modèles de terrain, les modèles de véhicules, et les algorithmes de génération des chemins et des mouvements. De plus, une première campagne d'expérimentation a été conduite à Toulouse sur le site du GEROMS qui reproduit un sol martien d'environ 60m x110m. Elle a permis de tester la faisabilité géométrique (à basse vitesse) des itinéraires planifiés et la qualité de la modélisation du terrain.

Actuellement est plus particulièrement développé l'aspect multi-agents de la coopération de robots évoluant sur un réseau d'itinéraires précédemment définis. Divers types de communications entre robots sont testés et comparés, le critère étant la performance collective. On recherche également des preuves de convergence, de robustesse, etc. de nos algorithmes de type génétique. L'influence du choix de certains paramètres, notamment la taille de la population et le taux de mutations, est étudiée [7]. D'autres campagnes d'expérimentations sont également prévues pour valider les résultats actuels et à venir, aussi bien dans le cadre de la planification des mouvements que dans celui de leur exécution "intelligente" par un collectif de véhicules autonomes.

Bibliographie

[1] A. Liégeois, L. Fagegaltier, T. Emmanuel, Robust Planning for Mobile Robots on Uncertain Terrains, paper 5-3, *Second IARP Workshop on Robotics in Space*, Montréal, Ed. Canadian Space Agency, July 1994.

[2] T. Emmanuel, Planification robuste et navigation de robots mobiles tout terrain, *Doctorat*, Université Montpellier II, 1995.

[3] A. Liégeois, L. Fagegaltier, Terrain-Tolerant Motion Planning of Wheeled Robotic Vehicles, *Proc. 9th IFToMM World Congress*, Milano, vol. 3, p. 2318-2322, 1995.

[4] L. Fagegaltier, A. Liégeois, T. Emmanuel, An aid to Multi-Path Planning of All Terrain Land Vehicles, *1993 IEEE/SMC Int. Conf.* Le Touquet, vol. 2, p. 300-305, 1993.

[5] O. Pinchard, A. Liégeois, T. Emmanuel, A Genetic Algorithm for Outdoor Robot Path Planning, *Proc. 4th Int. Conf. on Intelligent Autonomous Systems*, Karlsruhe, p. 413-419, 1995.

[6] O. Pinchard, A. Liégeois, Non Deterministic Methods for Robot Path Planning in the Presence of Uncertainties, *CESA'96 (Robotics and Cybernetics)*, Lille, p. 593-598, 1996.

[7] O. Pinchard, Algorithmes génétiques et apprentissage pour la planification de mouvements et la navigation de robots mobiles, *Doctorat*, Université Montpellier II, 1996.

SOCIÉTÉ MIDI ROBOTS

105, av. du Général Eisenhower
31023 Toulouse Cedex
Contact : Frédéric ROBERT

Présentation de l'activité : MIDI ROBOTS, filiale de THOMSON-CSF, exerce ses compétences dans tous les domaines de l'industrie et du service faisant appel aux techniques de l'automatique, de l'informatique temps réel et de la robotique, avec une expertise particulière dans le domaine de la robotique mobile autonome.

Thèmes de recherche : Nos robots sont conçus pour réaliser des tâches simples dans des environnements dynamiques, n'ayant pas été spécifiquement étudiés ou adaptés pour eux. Pour mener à bien des missions de nettoyage ou de convoyage, en toute autonomie et avec une bonne fiabilité, les robots doivent être capables d'affiner différemment leurs tâches, en fonction du contexte d'exécution présent. Ceci nous conduit à mettre en œuvre des techniques de modélisation, de planification et de coopération qui relèvent de l'intelligence artificielle.

Le projet MARTHA

Le projet MARTHA, auquel MIDI ROBOTS a participé en collaboration avec le LAAS, traite de transitique lourde à destination des ports, des aéroports et des gares. Il s'appuie sur des résultats déjà obtenus par la SNCF et le port de ROTTERDAM. Son ambition est d'aller vers une plus grande flexibilité dans la mise en œuvre d'un ensemble de robots convoyeurs de conteneurs, en les dotant d'une meilleure autonomie décisionnelle et opérationnelle.

Une station centrale est chargée de décomposer la mission globale, comme charger un navire en partance, en un ensemble de missions élémentaires, qu'elle attribue ensuite aux différents robots. Chacun des robots réalise alors, de manière autonome, une mission du type "Aller-à Station-18, Charger conteneur-258, Aller-à Station-3, Décharger". Il dispose pour cela du modèle géométrique et topologique de son environnement, des capteurs nécessaires pour se localiser, détecter et modéliser les obstacles inconnus, ainsi que des moyens de communiquer avec les autres robots. Le système décisionnel, développé dans le cadre du projet et embarqué sur les robots, permet à chacun d'entre eux, de planifier ses déplacements et de les coordonner avec ceux des autres.

La coopération multi-robots est réalisée suivant un principe original d'insertion incrémentale de plans, dans lequel chaque robot affine progressivement sa mission au fur et à mesure qu'il l'exécute. Il élabore un plan détaillé, prenant en compte les plans en cours d'exécution par les autres robots. Les robots produisent ainsi, à tour de rôle et par incréments successifs, un plan global parfaitement synchronisé dont chacun, parallèlement, exécute sa part.

L'échec d'une action, généralement dû à des événements imprévus, peut entraîner l'échec du plan de plusieurs robots. Chacun des robots concernés réaffinera la partie de sa mission mise en cause, en tenant compte du nouveau contexte d'exécution. Par exemple : l'échec d'un déplacement, causé par la présence d'un obstacle inconnu, conduira à la modélisation de l'obstacle en question et à la planification d'une nouvelle trajectoire le contournant. Les robots, dont les déplacements étaient synchronisés sur la trajectoire ayant échoué, devront également reconsidérer leur plan.

Le système décisionnel, le protocole de coopération et l'architecture de contrôle, mis en place à l'issue du projet, procurent aux robots la réactivité nécessaire pour évoluer, en grand nombre, dans un environnement dynamique et ouvert à des perturbations étrangères au système. Il a ainsi été possible de faire évoluer plusieurs dizaines de robots simulés dans des environnements très contraints et en présence d'obstacles inconnus. De nombreuses expérimentations, mettant en œuvre trois robots réels, réalisant des missions complètes dans une pièce d'une cinquantaine de mètres carrés, ont également été menées avec succès.

Bibliographie

R. Alami, F. Robert, F. F. Ingrand, and S. Suzuki. Multi-robot cooperation through incremental plan-merging. In *IEEE ICRA*, Nagoaya, (Japan), 1995.

R. Alami, F. Robert, F. F. Ingrand, and S. Suzuki. A paradigm for plan-merging and its use for multi-robot cooperation. In *IEEE Int. Conf. on Systems, Mans and Cybernetics*, San Antonio, (USA), 1995.

F. F. Ingrand, R. Chatila, R. Alami and F. Robert. PRS: A high level supervision and control language for autonomous mobile robots. In *Proceedings of IEEE ICRA*, Minneapolis (USA), 1996.

SOCIÉTÉ ROL

Domaine Technologique de Saclay
Bâtiment Apollo, 4, rue René Razel
91892 Orsay Cedex
tél.: (1) 69.85.32.44
fax: (1) 69.85.36.92
Contact : Jerôme PERRET -
tperret@suisse.far.cea.fr

Les activités industrielles du Groupe Cybernétix en robotique mobile et d'intervention (sécurité civile, nucléaire, offshore, etc.) et notre implication dans plusieurs projets européens de recherche et développement (AMR, ACRO, MARTHA, IARES) nous placent dans une position triple d'utilisateur, d'intégrateur, et d'acteur sur la scène de l'intelligence artificielle. A mesure que la demande en autonomie s'accroît et que les machines se complexifient, notre niveau d'expertise se développe progressivement vers l'amont, de façon à assurer une plus grande maîtrise des développements dès la phase de spécification des systèmes.

Déjà, nos premières machines mobiles étaient autonomes : elles transportaient leurs propres ressources énergétiques, ce qui suffisait alors à prétendre à l'autonomie. Peu à peu, le concept a évolué, englobant la perception et l'interprétation de l'environnement, la prise de décision pour la gestion de la sécurité puis pour la supervision de procédé, le raisonnement sur la manipulation, etc. Aujourd'hui, le terme "Interface Opérateur" ne désigne plus une simple boîte à boutons, mais un sous-système bien spécifique, disposant de sa propre structure de contrôle, proposant des fonctionnalités de haut niveau telles que l'apprentissage par démonstration et l'aide à la maintenance et au diagnostic. De même, "l'intelligence" de la machine, qui était en grande partie déportée au niveau du poste de contrôle pour des raisons de limitation des ressources de calcul et de résistance aux conditions hostiles (rayonnement, température, humidité), se trouve de plus en plus souvent embarquée, ce qui impose de garantir la fiabilité et la robustesse des algorithmes.

Parmi les développements récents relevant de l'Intelligence Artificielle, la contribution

DOSSIER IA ET ROBOTIQUE

du Groupe Cybernétix au projet IARES s'est matérialisée par le financement d'une thèse en convention CIFRE au LAAS/CNRS. Elle a conduit l'auteur à évaluer plusieurs techniques pour la planification de tâches en présence d'incertitudes et en particulier l'outil IxTeT de l'équipe de Malik Ghallab, puis à réaliser une maquette de planificateur pour la prise en compte d'actions non déterministes.

IARES est un projet Eurêka de démonstrateur sol de robot spatial pour l'exploration planétaire, financé par le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales, Toulouse). Afin de remplir son objectif opérationnel (1000 kilomètres parcourus en un an sur le sol martien), cet engin doit être capable de franchir des distances de l'ordre de 3 kilomètres dans un paysage très accidenté, sans aucune intervention humaine [1]. Les contraintes imposées aux transmissions de données dans le cas de la mission réelle (retard variable de 5 à 20 minutes, débit de quelques kbits/seconde, dans des fenêtres temporelles très étroites, immobilité du robot pour conserver le pointage de l'antenne) interdisent en effet tout recours à un téléopérateur en cours de déplacement. Aussi, la machine doit disposer de ses propres moyens de perception et d'interprétation de son environnement, de planification, de diagnostic et de gestion des situations critiques.

Néanmoins, une mission spatiale ne se conçoit pas sans une station d'opérations, pour la programmation des expériences scientifiques, la planification des déplacements, le téléchargement des données et l'exploitation des résultats. C'est à ce niveau que nous sommes intervenus dans le projet, Cybernétix étant maître d'oeuvre du "Segment Sol Robotique".

L'enjeu est de taille : comme tous les objets de très haute technologie, un robot spatial coûte cher, à la fois en termes d'investissement et d'exploitation. Il est donc primordial d'en assurer la sécurité, tout en optimisant son utilisation. Pour cela, il était nécessaire de mettre en place un système de planification de mission prenant en compte les contraintes temporelles dues aux transmissions de données et les incertitudes quant à la durées des actions, causées par les difficultés non prévisibles rencontrées par la machine au cours de ses déplacements.

Deux outils ont été testés dans ce contexte : une approche logique basée sur une maquette écrite en Prolog III a donné de bons résultats dans les cas très contraints, mais n'offrait pas la généricité recherchée pour la gestion de missions longues (plusieurs mois). Le planificateur temporel IxTeT développé par le LAAS [2] répondait bien à ce besoin, mais avec des performances moins bonnes dans les cas étudiés (la mission de base d'IARES s'apparente plus à un problème d'ordonnancement). Enfin, aucune de ces deux solutions n'apportait de réponse au problème des actions non déterministes (dont le résultat n'est pas connu a priori, comme les actions de perception) et de la gestion des cas d'échec.

En collaboration avec le LAAS, nous avons donc lancé une étude qui s'est traduite par la réalisation d'une maquette écrite en Common Lisp baptisée "NODEP" (NonDeterministic Planner) [3]. Utilisant une représentation par opérateurs dont les effets peuvent être complexes (plusieurs listes d'effets associées à des probabilités), NODEP effectue une recherche dans un graphe de plans partiels. Une « condition de sécurité » permet d'identifier des situations dangereuses qu'il est bon d'éviter, soit en insérant une action qui la rétablit, soit en revenant sur la décision qui a causé sa négation. Une heuristique simple guide la recherche, et les plans sûrs rencontrés au cours de celle-ci sont mémorisés dans le but d'une utilisation "anytime".

Dans le cas d'IARES, le problème de planification s'énonce ainsi : sachant que certaines actions ont un résultat non décidable a priori (parmi plusieurs éventualités connues), voire qu'elles peuvent échouer, trouver un plan présentant une probabilité significative d'atteindre le but. De plus, dans tous les cas, lorsque le plan est terminé le robot doit être dans une situation de communication possible avec la station d'opérations. Cette définition caractérise la « robustesse » du plan recherché, et elle s'exprime simplement dans notre représentation.

NODEP produit des plans séquentiels pouvant comporter plusieurs branches, qui correspondent alors à des alternatives (une seule d'entre elles est exécutée). A chaque plan sont associés un degré de qualité et un facteur de risque, qui ont une signification probabiliste. Devant la complexité très importante de la recherche, plusieurs stratégies de réduction sont mises à disposition de l'utilisateur : tout d'abord, il peut décider de ne pas développer entièrement les situations "stables", c'est-à-dire dans lesquelles aucun événement modélisé ne peut survenir (et donc dans laquelle une replanification pourra être demandée) ; ou bien, il peut choisir d'accepter un facteur de risque plus grand...

Cette maquette n'a pas encore donné lieu à une implémentation dans IARES, mais elle a permis de mieux cerner les problèmes liés au non déterminisme et d'une manière plus générale à la production de plans robustes. Cette expérience pourrait devenir pour Cybernétix un atout décisif sur le marché naissant des robots de troisième génération.-

Bibliographie

[1] R. Chatila, R. Alami, S. Lacroix, J. Perret et C. Proust, Planet Exploration by Robots: From Mission Planning to Autonomous Navigation. *Int. Conf. on Advanced Robotics (ICAR)*, 1993.

[2] H. Laruelle, Planification Temporelle et Exécution de Tâches en Robotique, *thèse de doctorat*, Université Paul Sabatier, Toulouse, Avril 1994.

[3] J. Perret, Téléprogrammation au Niveau Tâche pour un Robot Mobile Autonome d'Intervention sur Site Distant. *Thèse de doctorat*, Université Paul Sabatier, Toulouse, Novembre 1995. Rapport LAAS N° 95 448.

LIVRES

Livres

Penser l'esprit : Des sciences de la cognition à une philosophie cognitive

sous la direction de
Vincent Rialle & Denis Fisette
avec la collaboration de
Daniel Payette

Presses Universitaires de Grenoble
1996, 240 FF

note de lecture de Bruno Bachimont

Cet ouvrage rassemble les contributions à un colloque qui s'est tenu à Lyon les 30 novembre, 1er et 2 décembre 1994, intitulé « Les Sciences de la cognition : des modèles computationnels à la philosophie de l'esprit ». Les organisateurs du colloque et éditeurs de l'ouvrage visaient l'« objectif, à vrai dire quelque peu téméraire, [...] d'offrir un panorama aussi vaste que possible de la recherche qui se fait aujourd'hui dans le domaine de la cognition ». Il faut reconnaître que cet objectif est largement atteint et il faut saluer ici la réunion de travaux émargeant tant aux sciences cognitives visant à la naturalisation de l'esprit qu'à des recherches cognitives qui culturalisent les sciences de la nature et de l'esprit. C'est ainsi que F. Rastier conclut son exposé par les mots suivants :

> « Le problème crucial pour les sciences cognitives n'est sans doute pas celui de la naturalisation du sens, mais celui de leur propre culturalisation. Elle peut emprunter deux directions : montrer le caractère culturel de la cognition, et reconnaître le caractère culturel des sciences, sciences de la nature, et sciences cognitives comprises. Cela rendrait aux sciences sociales un rôle directeur : non plus celui de leur méthodologie, comme naguère à l'époque du structuralisme, mais celui de leur gnoséologie, propre aux sciences herméneutiques. » p. 258

De telles affirmations vont directement à l'encontre de ce qui pourrait passer pour être le programme des sciences cognitives, à savoir la *naturalisation de l'esprit*, en comprenant par cette locution la volonté d'appliquer à l'esprit des méthodes relevant des sciences de la nature. C'est donc par son pluralisme que cet ouvrage se démarque, car il ne s'agit pas simplement d'un pluralisme interdisciplinaire désormais bien banal dans les milieux scientifiques gravitant autour des problématiques cognitives, mais d'un pluralisme d'idées contradictoires et de vues divergentes quant à la nature de l'esprit (au fait, l'esprit a-t-il quelque chose comme une *nature* ?) et l'orientation que devraient prendre les recherches cognitives.

Dans cet esprit, l'ouvrage regroupe les sept thèmes suivant : « Du computationnalisme classique au connexionisme », « Des machines peuvent-elles être pensantes ? », « Le représentationnalisme classique et ses difficultés », « Perspectives du naturalisme philosophique », « Texte, compréhension, interprétation », « Psychopathologie et cognition », et enfin «Connexionisme, neuro-informatique, autonomie et société».

Les thèmes marquent une progression au cours de l'ouvrage dans la mesure où celui-ci part d'une confrontation du cognitivisme computationnel et du connexionisme, pour aborder par la suite les problèmes renvoyant aux fondements de la naturalisation d'une part (e.g. l'épistémologie naturalisée) et des problèmes renvoyant à des dimensions jusque là ignorées dans les sciences cognitives d'autre part (e.g. la psychopathologie).

Il n'est pas dans mon propos de passer en revue la totalité des articles de l'ouvrage, mais de pointer quelques points particuliers à l'occasion de telle ou telle contribution. Une bonne partie des critiques du cognitivisme computationnel et des amendements, voire des révolutions, qu'il faut lui apporter concerne le problème de la modélisation : dans quelle mesure l'approche cognitiviste est-elle erronée et en quoi ses concurrentes peuvent-elles échapper aux critiques qu'elle suscite ? En fait cette question se rapporte essentiellement à celle que doit occuper le calcul dans la cognition et dans sa modélisation.

Par exemple, dans son article fort réjouissant par son ton critique sur les nouveaux outils connexionistes, B. Amy souligne le fait qu'il est vraisemblable que le cerveau ne calcule pas, et que la cognition ne soit pas un processus calculatoire. Par conséquent, l'approche cognitiviste serait alors inadéquate puisqu'elle préconise de modéliser l'esprit par une manipulation syntaxico-formelle de symboles physiques. En fait, il me semble également que le cognitivisme computationnel s'égare, mais pas précisément pour ces raisons. En effet, il faut distinguer le caractère calculatoire du modèle, son carac-

LIVRES

tère numérique et symbolique, et enfin les caractéristiques prêtées à la réalité modélisée. Il faut en effet distinguer d'une part ce qui relève de l'opérationnalité du modèle, à savoir qu'il est effectif, qu'il « tourne », de ce qui relève de la modélisation proprement dite, à savoir ce qui est affirmé de la réalité par le modèle.

Depuis les travaux de Turing et Cie, on dispose d'une théorie de l'effectivité : tout ce qui est effectif, calculable, serait computable par une machine de Turing, selon la thèse de Church-Turing. Par conséquent, tout modèle effectif est par conséquent computable par une machine de Turing, autrement dit par un ordinateur. A ce niveau, il faut tordre le coup à l'opposition numérique symbolique puisque, comme on le sait, le travail de mécanisation du calcul et du raisonnement par la machine de Turing repose sur les travaux de Gödel qui ont consisté, entre autres, à arithmétiser le calcul et le raisonnement.

Par ailleurs, le modèle modélise une réalité donnée. Est-ce parce que le modèle est calculatoire, parce qu'effectif, qu'il faut en conclure que la réalité modélisée est d'ordre computationnelle ? C'est là où le cognitivisme computationnelle prend une option forte puisqu'il affirme que la réalisation des calculs au sein du modèle simule l'activité cognitive. Autrement dit, le fonctionnement symbolique du modèle est compris comme reflétant l'activité cognitive : le cognitivisme computationnel objectivise le calcul symbolique des modèles dans la mesure où la loi qu'il prescrit aux phénomènes est d'ordre syntaxique et formelle.

Il en est fort différemment quant aux connexionismes, ou à tout le moins, un partie de celui-ci. Ses modèles sont également effectifs, et par conséquent renvoient à des calculs, numériques ou formels, peu importe *puisqu'à ce niveau*, cela revient au même. En revanche, que cela soit symbolique ou numérique ne revient pas au même quant au rapport entretenu avec la réalité modélisée : le fait que cela soit numérique indique que le modèle connexioniste ne consiste pas en une grammaire formelle des phénomènes cognitifs, mais par exemple en un système d'équations différentielles. Autrement dit, le modèle mathématise ici les phénomènes alors qu'il les axiomatise dans le cas du cognitivisme computationnel.

Mais si la réalité prêtée aux phénomènes est de nature syntaxico-formelle pour le cognitivisme, et de nature mathématico-différentielle pour le connexionisme, cela n'implique pas que le modèle ne permette de faire autre chose que de simuler (au sens où la simulation n'est pas une reproduction) la réalité. Par conséquent, cela signifie que si le cognitivisme affirme que le calcul symbolique reproduit l'activité cognitive au lieu de simplement la simuler, c'est qu'à la légalisation logique s'ajoute une conception ontologique, voire métaphysique, où la pensée n'est pas seulement étudiée par des modèles syntaxico-formels, mais où elle est tout simplement identifiée, assimilée à un fonctionnement syntaxico-formel. Or, ce n'est pas parce qu'on laisse tomber la thèse ontologique de l'identité de l'esprit avec un système formel automatique, qu'il faut abandonner la modélisation syntaxico-formelle. Ou plutôt, s'il faut l'abandonner, ce doit être motivé par d'autres raisons. C'est pourquoi, une affirmation comme celle de Harnad :

> « L'invariant pertinent et commun à tous les objets qui volent, c'est leur assujettissement aux mêmes ensembles d'équations différentielles ; ce n'est pas qu'ils implémentent les mêmes systèmes de symboles. Si vous pensez autrement, le test consiste à essayer de chauffer votre maison ou de vous rendre à Seattle avec celui qui implémente le bon système de symboles mais qui répond au mauvais ensemble d'équations différentielles. » p. 83

me semble contestable : construire un système d'équations différentielles ne permet pas plus d'aller à Seattle que de chauffer sa maison dans la mesure où un modèle ne reproduit pas les phénomènes modélisés : un modèle légalise les phénomènes en leur prescrivant des lois, systèmes formels ou équations différentielles, mais ne les ontologise pas. Le problème n'est donc pas de savoir si l'on peut se chauffer avec des équations différentielles ou des systèmes formels implémentés, car les deux en sont incapables. Le problème est de savoir lequel est conforme avec les phénomènes qu'il prétend légaliser. Et cela, ce n'est pas une histoire de chauffage.

Il me semble que la question de la légalisation des phénomènes, même si cela renvoie à un kantisme que d'aucuns vilipendent mais que pour ma part je reprends, est cruciale pour les questions relevant des recherches cognitives. Par exemple, dans son très intéressant article sur le connexionisme comme néobehaviorisme, Guy Tiberghien soutient la thèse selon laquelle le connexionisme serait en quelque sorte un néobehaviorisme doté des outils modélisateurs à sa mesure. Le refus de la représentation interne que l'on voit dans certaines thèses connexionnistes font en effet penser à des schémas « associationnistes » de type stimuli-réponses que les mathématiques de la complexité (émergence, autoorganisation, énaction d'un esprit à un monde, etc.) viendraient enrichir.

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 de préférence, (voir adresses en page 2). Les livres disponibles actuellement sont :

N.Aussenac, P.Laublet, C.Reynaud (eds) : Acqusition et ingéniérie des connaissances, *Cepadues* 1996.

S.Goonatilake and P.Treleaven (eds): Intelligent Systems for Finance and Business, *John Wiley*.

A cette thèse provocante on aimerait répondre que le changement d'outils de modélisation change *ipso facto* la nature du modèle dans la mesure où l'outil participe à la légalisation des phénomènes. Par conséquent il me semble difficile d'affirmer à la fois que le connexionisme renoue avec le néobehaviorisme et qu'il renouvelle son dispositif formel. Ce que je voudrais souligner ici, c'est qu'un modèle engendre la forme de la réalité qu'il modélise puisqu'il prescrit la loi des phénomènes étudiés : même si un modèle ne produit pas les phénomènes qu'il modélise, il en prédit la forme et la loi de comportement. Par conséquent, dire que le modèle change de nature, c'est dire que la légalisation qu'il effectue change, et par conséquent que la réalité décrite n'est plus la même quant à forme.

Comme je l'ai dit plus haut, cet ouvrage est remarquable par la diversité des thèses sur la cognition. En particulier, il me semble que l'article de F. Rastier est un incontournable dans la mesure où il se livre à un exercice périlleux car ambitieux de définir ce qu'il appelle une sémiotique des cultures dans la perspective de l'herméneutique matérielle. F. Rastier part du problème du sens, dont le projet cognitiviste est la naturalisation. Pour le traiter, il adopte le paradigme du texte, par opposition au paradigme de la syntaxe, adopté par le cognitivisme. Le paradigme du texte étudie les conditions du sens, par opposition à ses causes, en tentant d'expliciter les facteurs sociaux, historiques, culturels permettant la compréhension d'un texte. Le paradigme du texte s'élargit à la notion de performances sémiotiques, dont il faut étudier les conditions de compréhension, par opposition aux compétences sémiotiques qui permettent d'expliquer mais non de comprendre les performances. Le paradigme textuel a sa théorie, l'herméneutique ou « théorie de l'interprétation des textes et des autres performances sémiotiques » p. 242. L'herméneutique ne doit pas être comprise ici dans une perspective philosophique, à la Heidegger par exemple, mais dans une perspective philologique associant les thèmes critiques (c-à-d anti-dogmatique), descriptifs (c-à-d empirique) et sceptique (c-à-d. anti-ontologique). Ces principes étant posés, F. Rastier élabore sa conception du sémiotique dans la culture humaine, abordant ainsi ce qu'il appelle la culturalisation de l'herméneutique, en esquissant comment se développe l'activité interprétative dans la genèse des cultures. Reprenant sa distinction entre la sphère physique, la sphère sémiotique et la sphère des représentations, il propose de voir la cognition humaine dans le rôle médiateur qu'occupe la sphère sémiotique entre le monde physique et le monde des présentations. La culture humaine apparaitraît alors comme la capacité à se référer à ce qui n'est pas là, ajoutant un troisième terme proprement humain, le distal ou l'absent (i.e. ce qui est distant dans le temps et l'espace, c'est-à-dire absent du ici et maintenant, ou de l'imminent et du proche) au dyptique identitaire/proximal déjà présent dans les cultures animales. Là dessus se poursuit la description d'une sémiotique de la culture humaine à laquelle je renvoie le lecteur curieux.

Les autres contributions de l'ouvrage soulèvent également des questions tout à fait intéressantes. Par exemple, P. Jorion analyse la linguistique d'Aristote pour y trouver une perspective intégrante des différentes dimensions de la langue (par exemple, le triptyque ô combien célèbre même s'il repose sur un malentendu de la syntaxe/ sémantique / pragmatique) permettant de surmonter l'éclatement des linguistiques et leur incontournable provincialisme. Même si de nombreuses affirmations dans cet article me paraissent discutables, il n'en demeure pas moins que la question de l'aristotélisme est essentielle dans les sciences cognitives dans la mesure où d'une part le projet cognitiviste est de naturaliser le sens commun (entre autres) et où d'autre part, comme l'a souligné Koyré avec le brio que l'on sait, « le sens commun est et a toujours été médiéval et aristotélicien ». Il y a par conséquent un aristotélisme inhérent à toute entreprise cognitive, qu'il soit inconscient comme dans la plupart des cas, et les travaux cognitivistes sont souvent alors de la mauvaise scolastique, où alors maîtrisé et intégré dans la perspective de recherche, comme dans le néo-aristotélisme de René Thom. D. Vernant reprend le test de Turing pour insister sur sa dimension dialogique et sémiotique pour considérer le test à l'aune de l'intentionnalité humaine et artificielle. Même si ces questions ne sont pas particulièrement originales, elles sont traitées ici avec clarté et précision.

Mon choix d'insister sur tel ou tel article ou thème est nécessairement arbitraire et lacunaire. Mais je suis convaincu que tout un chacun peut faire son miel tant la diversité et la qualité sont au rendez-vous. En conclusion, je ne peux que recommander la lecture de ce livre, dans la mesure où il me semble être, outre une excellente introduction aux problématiques rencontrées actuellement dans les recherches dites « cognitives », un panorama clair des enjeux qui s'esquissent à l'occasion de ces problématiques.

Vous avez *aimé* un *livre*

Vous voulez faire partager votre intérêt. Vous pouvez nous faire parvenir une courte note, de quelques lignes, indiquant en quoi il vous semble digne d'attention pour les membres de l'AFIA. Nous la publierons volontiers.

LIVRES

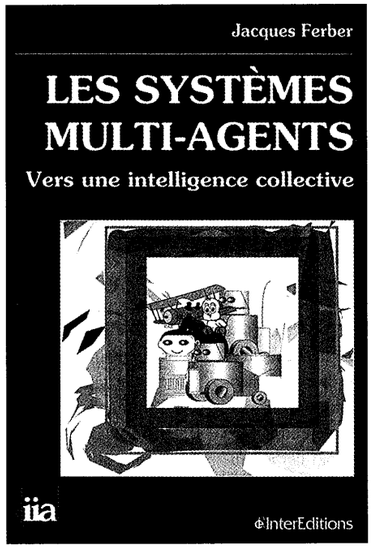
Critique du livre de Jacques Ferber: " Les systèmes multi-agents "

Jean-Pierre Müller - IIIA -
Université de Neuchâtel

Les systèmes multi-agents (SMA) constituent un domaine de l'intelligence artificielle qui a pris un essor particulier ces dernières années. Comme tous les domaines récents, l'essentiel des références dont nous disposons sont dans les actes de conférences plus ou moins spécialisées. C'est dire l'importance que peut avoir la publication d'un livre de référence sur les systèmes multi-agents. En absence de précédent, la tâche n'était pas facile puisqu'il s'agissait dans un but à la fois pédagogique et scientifique d'essayer de donner une vision relativement cohérente de travaux par ailleurs fort disparates:

> " Il fallait donc commencer par unifier les positions et établir un cadre conceptuel pour le développement de théories futures. C'est à cet objectif que cet ouvrage est consacré [...] poser les fondations d'une science de l'interaction [...] la *kénétique*. "

Le projet est à la fois ambitieux et critiquable; ambitieux parce que les systèmes multi-agents, plus encore que l'intelligence artificielle, se trouve à l'intersection de nombreuses disciplines et de plus dans un état relativement immature, critiquable parce que toute proposition de synthèse ne peut que l'être. C'est ce qui fait l'intérêt d'une telle contribution. Ainsi ceux qui s'attendent à un état de l'art détaillé et commenté, à un ensemble de techniques de programmation ou à un travail achevé (mais donc fatalement plus limité) seront déçus. Ce livre propose des réflexions sur les systèmes multi-agents et donc invite aux prolongements et à d'autres réflexions.



Mais comment faire la synthèse d'un domaine encore en pleine effervescence? Il n'y a guère que deux possibilités:

- soit en proposant une catégorisation de ce qui se fait;
- soit en proposant un ensemble de modèles (ne croyant pas au modèle universel!) dont les travaux actuels seraient des aspects ou des variantes.

La première possibilité étant insuffisante et la seconde presque impossible dans l'état actuel, le livre de Jacques Ferber navigue entre les deux, présentant tantôt des définitions et des modèles généraux (tels que BRIC, les cognitons, etc.) et tantôt des catégorisations telles les différents types de coopération, de collaboration ou de dimensions organisationnelles.

Le premier chapitre pose un certain nombre de clarifications à la fois sur ce que peuvent être les agents, les systèmes multi-agents, les recherches qui sont menées et leurs applications ainsi que sur le niveau de discours que l'on peut avoir sur ce domaine. Ce dernier point est capital car il est trop facile de confondre les langages de spécification qui portent sur les conditions que doit satisfaire un SMA indépendamment de son implémentation, les langages d'écriture de tels systèmes et plus bas encore, les langages d'implémentation. Cette confusion se fait trop souvent et empêche de faire les ponts adéquats entre divers travaux. Ce qu'il faut retenir de ce chapitre en plus de ce qui précède est la réponse que prétendent donner les systèmes multi-agents au défi de la complexité, à savoir la maîtrise théorique et pratique de tout ensemble de composants (physiques ou logiques) dont les interactions prédominent sur leur complexité individuelle.

C'est pourquoi le chapitre qui suit immédiatement traite essentiellement de l'interaction et de ce qu'il faudrait qu'il en résulte, à savoir la coopération. Une catégorisation des interactions est proposée, basée sur les relations entre buts, ressources et compétences. Mais la contribution essentielle de ce chapitre me semble être la distinction introduite entre le point de vue de l'agent et le point de vue de l'observateur pour définir la coopération. Alors que souvent la coopération désigne plutôt une algorithmique d'agent visant à se coordonner avec d'autres agents (point de vue agent), la coopération est surtout caractérisée par un certain nombre de propriétés globales (point de vue de l'observateur) dont certaines sont même mesurables comme l'accroissement de la performance avec le nombre d'agents. Remarquons qu'une telle distinction aurait pu être également appliquée plus explicitement aux interactions. En effet, les interactions peuvent aussi bien être entre les buts explicites des agents qu'entre les buts implicites pour lesquels le programmeur a réalisé un agent.

L'organisation est (ou devrait être) à la coopération ce que la structure est à la fonction. Le troisième chapitre ne pouvait donc n'être que sur ce thème. Une première partie propose une double grille d'analyse des organisations sur le plan fonctionnel et structurel ainsi qu'une réflexion sur les méthodes de concrétisation d'une organisation. Ce dernier point est particulièrement faible mais reflète la quasi-absence de méthodologies dans les SMA. Une deuxième partie décrit l'organisation d'un agent (sic!) à savoir les différentes techniques d'implémentation d'agents que l'on trouve dans le domaine. Nous retiendrons de ce chapitre la tentative de généraliser les correspondances entre agents et organisations à toute correspondance entre des entités de niveau n et des organisations de celles-ci au niveau $n+1$. Ainsi les fonctions de représentation, coordination, motivation, perception, etc. d'une organisation au niveau n sont-elles analysées selon les dimensions physique (structure d'une organisation en termes de ses sous-organisations de niveau $n-1$?), sociale (relation à l'organisation $n+1$?), relationnelle (relation aux autres organisations de niveau n ?), environnementale (relation aux organisations non constitutives de niveau $n-1$?) et personnelle (je ne vois pas comment). Les points d'interrogation reflètent une interprétation personnelle qui demande à être confirmée. Les liens entre structures et fonctions sont un problème général et essentiel que les SMA ne posent qu'avec plus d'acuité sans, pour le moment, en donner une solution satisfaisante.

Dans le chapitre 4: " Actions et comportements ", Jacques Ferber traite d'une part de la modélisation des actions et d'autre part de la modélisation des systèmes multi-agents. Une première remarque concerne la finalité de telles modélisations (notamment des actions). S'agit-il pour le concepteur d'analyser le comportement de son système, ou de disposer d'un langage d'implémentation muni de bonnes propriétés (notamment de possibilités de preuves), ou est-ce le langage dans lequel l'agent lui-même doit raisonner sur ses actions. Nonobstant l'exhaustivité du discours, on n'y trouvera pas de réponse. Nous en retiendrons néanmoins deux contributions importantes: la modélisation des actions concurrentes par influences/réactions et l'introduction de la formalisation des agents et des SMA par le formalisme BRIC basé sur les réseaux de Pétri.

Le chapitre 5 marque le passage des SMA à l'agent individuel (qui constitue, soit dit en passant, une partie substantielle de la littérature dans ce domaine) en décrivant l'agent en termes de ses états mentaux, appelés par J. Ferber les " cognitons ". L'ambition avérée est de proposer les cognitons comme composants élémentaires dont l'organisation, donc leurs relations et interactions, est à l'origine du comportement d'un agent. On devine à nouveau l'intention issue du chapitre 3 de considérer un agent comme étant lui-même une organisation. Aussi y retrouve-t-on les fonctions essentielles avec les cognitons associés ainsi qu'un état de l'art des " organisations " proposées telles que les dynamiques d'inférence sur les croyances, les désirs ou les intentions. Un problème important est le passage du raisonnement à l'action qui est ici décrit dans les cas réactif et intentionnel. A mon avis, il ne pourra être proprement résolu que lorsque l'on établira clairement si les cognitons sont constitutifs d'un agent ou seulement un langage pour en parler à l'image du discours de la philosophie analytique sur les états mentaux (dont il existe néanmoins certaines tentatives d'opérationnalisation).

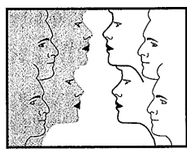
Le chapitre 6 sur la communication a l'avantage de séparer le moyen de communication (envoi de messages ou tableau noir) de la communication proprement dite notamment sous la forme des actes de langage. Nous avons donc ici une application directe de la clarification des concepts proposés au premier chapitre. Les actes de langages sont ici décrits avec clarté et exhaustivité jusqu'à la description de KQML, un des standards de fait dans le domaine des SMA. Rappelons cette définition que l'on trouve p.328 qu'un signal est interprété si il est à l'origine d'un comportement ou si il renvoie à quelque chose. Cette deuxième acception touche un problème philosophique complexe, celui de l'intentionnalité (au sens de Brentano d'être à propos de quelque chose d'autre comme un mot est à propos d'un objet) mais la première peut servir à elle seule de point de départ à toute une étude et détermine, entre autres, l'intérêt des SMA réactifs.

Le chapitre 7 fait le tour des algorithmes connus pour la répartition des tâches dans un SMA, ce que Jacques Ferber appelle la collaboration. On y retrouve les grands classiques comme les réseaux contractuels ainsi que les travaux de l'équipe de Jacques Ferber tels que SAM sur la gestion des engagements (un problème central dans la collaboration) et MANTA pour les systèmes réactifs.

Finalement le chapitre 8 et dernier (mis à part la conclusion) introduit la coordination d'actions et propose une catégorisation des solutions proposées selon le degré de complexité d'une part et, bien entendu, selon que la solution est réactive ou délibérative d'autre part. Nous passons donc en revue les problèmes de synchronisation, d'affectations de sous-plans et de fusion de plans multiples globalement ou localement. L'utilisation de l'éco-résolution ouvre une perspective intéressante qui mérite d'être poursuivie, à savoir la similitude entre la synchronisation par interactions " sur le terrain " ou par simulation de ces interactions " dans la tête ".

En conclusion, le domaine des systèmes multi-agents met le poids sur l'importance des interactions entre les individus pour l'émergence de phénomènes globaux qui dépassent chaque individu pris séparément. Ainsi en est-il des interactions entre les chercheurs travaillant dans ce domaine qui ont fait émerger un ensemble de concepts qu'il est essentiel de pouvoir regarder globalement afin de pouvoir juger de leur adéquation et de leur cohérence et ainsi faire évoluer le domaine. Rien que pour cela déjà, mais pas seulement pour cela ainsi que nous l'avons vu, le livre de Jacques Ferber constitue une contribution majeure. Je souhaite en tout cas au lecteur de ce livre qu'il stimule son imagination avec autant de plaisir que j'en ai eu moi-même à le lire et à en rédiger cette critique.

CONFÉRENCES



CONFÉRENCES

Bref compte rendu des conférences AAAI-96 et ECAI-96

Marie-Christine ROUSSET

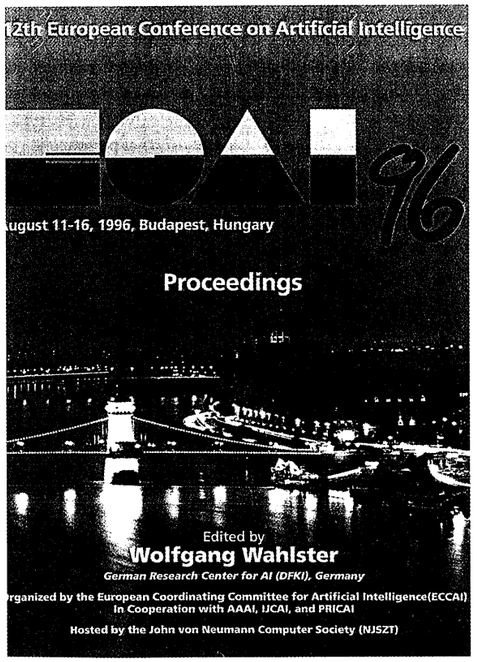
L'été dernier, j'ai eu la chance de participer aux deux conférences majeures en Intelligence Artificielle que sont la conférence américaine AAAI et la conférence européenne ECAI. Elles se déroulaient l'une à la suite de l'autre : AAAI-96 à Portland (Orégon) du 4 au 8 aout, ECAI-96 à Budapest du 11 au 16 aout. Ce planning est regrettable car il faut vraiment vouloir ou devoir assister aux deux conférences ! (je ne vous parle pas du décalage horaire et de mes vacances écourtées...).

L'exercice qui consiste à synthétiser ce qu'on a retenu d'une conférence est difficile, celui consistant à comparer deux conférences est carrément périlleux. Aussi, j'avertis tout de suite le lecteur : mon compte-rendu sera bref, partiel et forcément subjectif. Il est structuré en petites rubriques correspondant à différents critères de comparaison.

1) La taille des conférences :
La conférence américaine reste plus importante que la conférence européenne en termes du nombre des participants (autour de 1200 pour AAAI-96, autour de 700 pour ECAI-96) bien que la participation aux AAAI-96 ait baissé de 50% par rapport à AAAI-94 alors que la participation à l'ECAI-96 ait été en légère hausse par rapport à l'ECAI-94. Rappelons que la conférence américaine est annuelle (sauf quand l'IJCAI se tient en Amérique du Nord) alors que la conférence européenne se tient tous les 2 ans, en alternance avec l'IJCAI.

2) Leur organisation générale :
Elles sont assez comparables. Les deux conférences sont toutes deux précédées de 2 jours de worshops et de tutoriaux et s'articulent autour de sessions spécialisées se déroulant en parallèle ainsi que de conférences invitées. Le nombre de « workshops » associés à l'ECAI-96 était le double du nombre des « workshops » associés à AAAI-96 alors que le nombre de tutoriaux était à peu près le même (une quinzaine). Il semble que les tutoriaux AAAI aient eu beaucoup plus de succès (en termes de personnes inscrites) que ceux de l'ECAI.

3) La répartition par pays des articles acceptés :
Comme on peut s'y attendre, la conférence AAAI est majoritairement ...américaine. Signalons cependant le nombre très honorable des articles écrits ou co-écrits par des auteurs français : 13 sur un nombre total de 195, la plupart portant sur le thème de la satisfaction de contraintes (la session « Constraint satisfaction 6 » était même presque entièrement française), et un « best paper award » (le certificat fait très joli encadré dans mon bureau... et pour ceux qui s'interrogent, c'est juste pour la gloire, cela ne s'accompagne pas d'espèces sonnantes et trébuchantes). En ce qui concerne la conférence européenne, la place des papiers français est aussi plus qu'honorable : 23 sur un nombre total de 133. La France est seconde, presqu'à égalité avec l'Allemagne, bien devant le Royaume-Uni et l'Italie. Signalons aussi la percée surprenante de l'Australie et l'absence totale de l'ex-URSS.



4) La participation française :
J'ai noté la relativement faible participation des « seniors » français en IA. Plutôt que de dénoncer les absents, je signalerai la forte participation du LIPN (Paris-Nord) dignement représenté par 3 professeurs.

CONFÉRENCES

5) Les thèmes abordés :
Les deux conférences sont « généralistes » et on y retrouve donc des thèmes couvrant à peu près toute l'Intelligence Artificielle avec des points communs et des différences notoires cependant d'une conférence à l'autre. Le premier point commun est la poussée du thème « Satisfaction de contraintes », avec en particulier beaucoup d'articles sur SAT. Le thème « Représentation de connaissances » reste un thème central même s'il ne recouvre pas exactement les mêmes sous-thèmes dans les deux conférences. J'ai noté un relativement faible nombre d'articles en « Apprentissage Automatique » (surtout à l'ECAI) et en « Langage Naturel ». Cela est sans doute dû au succès de conférences spécialisées sur ces thèmes. Du côté des différences entre les deux conférences, la plus notoire concerne le thème « Acquisition de Connaissances », pratiquement absent à la conférence américaine, très présent à la conférence européenne. Une autre différence est la percée sensible dans la conférence américaine de thèmes liés au Web. Ainsi une session entière était intitulée « Internet Agents ». De plus, Tom Mitchell, dans sa conférence invitée et dans le panel « Challenge Problems for AI », a mentionné à plusieurs reprises que pour lui le challenge actuel de l'IA était la confrontation à l'immense base de connaissances que constitue le Web. Les problèmes et/ou nouveaux challenges posés par le Web étaient complètement absents de l'ECAI. De façon plus subjective, il m'a semblé que le thème « Raisonnement non monotone » était actuellement moins porteur aux Etats-Unis qu'en Europe, et qu'il y avait un regain d'intérêt aux Etats-Unis pour le raisonnement probabiliste et les réseaux Bayésiens, que je n'ai pas noté à l'ECAI.

6) Les conférences invitées :
Il y en avait beaucoup (17) à la conférence américaine sur des sujets très variés et il serait fastidieux de lister tous les thèmes abordés. A l'ECAI, il y en avait beaucoup moins (4). Le point commun entre les deux conférences est que l'assistance aux conférences invitées était importante. L'autre point commun (qui est un avis subjectif ... et qui n'engage que moi ...plus quelques autres dont je tairai le nom mais qui se reconnaîtront) est que les conférences invitées étaient dans l'ensemble plutôt décevantes : souvent trop générales et superficielles pour qu'on apprenne quelque chose en ce qui concerne celles auxquelles j'ai assisté à AAAI-96 ; trop techniques et manquant d'envergure pour celles auxquelles j'ai assisté à ECAI-96.
Pour contrebalancer mon jugement plutôt négatif, je tiens à souligner l'extrême difficulté de l'exercice qui consiste à concevoir et présenter une conférence invitée devant une audience telle que l'ECAI ou AAAI.

Je conclurai sur l'ambiance générale, très agréable tout en étant propice aux échanges et discussions, et ce dans les deux conférences.

Marie-Christine ROUSSET
L.R.I, UA CNRS 410, Université Paris-Sud

calendrier

JFIADSMA'97

Journées Francophones d'Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents

2-4 avril 1997, Côte d'azur

Les Journées Francophones d'Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents sont, depuis 4 ans, le lieu de rencontre privilégié de la communauté francophone travaillant dans ce domaine, et venant non seulement de France mais aussi de Suisse, de Belgique, du Canada et d'autres pays où la francophonie est culturellement importante comme le Portugal. Le domaine de l'Intelligence Artificielle Distribuée et des Systèmes Multi-Agents est très largement interdisciplinaire, et tire sa spécificité d'une vision concurrente des processus de réalisation de tâches par des machines ou des humains.

Ces journées ont, dès le départ, affiché ce caractère interdisciplinaire par ses ouvertures sur les applications industrielles, sur les sciences humaines et sur les domaines connexes de l'informatique. Cet état d'esprit est certainement la cause de leur succès et le gage de leur pérennité.

Les journées de 1997 auront lieu sur la Côte d'Azur. Les thèmes sur lesquels nous souhaitons mettre l'accent cette année sont centrés sur la construction et l'utilisation de tels systèmes, en tant qu'alternative paradigmatique à d'autres approches :
• Dynamique des sociétés d'agents : protocoles d'interaction, des interactions à la résolution de problèmes,
• Méthodes et outils pour la conception d'agents et de systèmes multi-agents, de la méthodologie de développement aux langages d'implémentation, en passant par les outils de développement et de prototypage,
• Systèmes d'agents rationnels, apprenant dans un environnement dynamique et évolutif.

Calendrier :
15 décembre 1996: envoi des papiers au président du C.P. (adresse ci-dessous)
fin janvier: réunion du C.P.
2-4 avril 1997: congrès

Les actes sont publiés par les éditions HERMES. Soumission électronique possible, en envoyant à jq@lirmm.fr un URL ("ftp://www.toto.fr/xxx/yyy.ps") permettant de récupérer l'article en format postscript par ftp.

suite page 48 →

CALENDRIER

APPEL À COMMUNICATIONS

JICAA'97

Journées Ingénierie des Connaissances et Apprentissage Automatique
20–22 mai 1997, Roscoff

Président : Jean Charlet, Service d'Informatique médicale/AP–HP, charlet@biomath.jussieu.fr
Président du comité d'organisation : Jacques Nicolas, IRISA–INRIA, jnicolas @irisa.fr

Les JICAA'97 (Journées Ingénierie des Connaissances et Apprentissage Automatique) font suite aux JAVA'96. Ce changement de nom était devenu nécessaire du fait de la présence envahissante du langage sur le Web. Mais, de façon plus profonde, il traduit un changement de contenu. Les disciplines qui nous intéressent ont évolué depuis la création des premières JFA (Chamrousse, 1986) JAC (Lannion, 1990) et JVAL.

En particulier, l'acquisition des connaissances vue comme le processus permettant d'acquérir, de construire la base de connaissances d'un système du même nom a vécu. Il n'est pas question de renier ce processus mais de la même façon que les Systèmes à Bases de Connaissances s'inscrivent maintenant dans le cadre plus large des systèmes d'information, l'acquisition des connaissances doit s'inscrire dans le cadre de l'ingénierie des connaissances.

Il en est de même de la validation qui, bien que générant des sujets de recherche autonomes, ne peut trouver de réels domaines d'applications qu'en élargissant son champ d'action au processus complet d'élaboration d'un système à base de connaissances. En conséquence, cette année, le thème de la validation s'intègre dans les JIC'97.

Cette tendance à ouvrir les différents domaines des conférences est une évolution qui a déjà commencé dans le domaine de l'apprentissage où cohabitent des préoccupations théoriques et appliquées et où les approches statistiques, connexionistes et génétiques s'équilibrent avec des approches plus traditionnelles symboliques

Dans la continuation de JAVA'96, les JICAA'97 sont constituées de deux conférences en parallèle, JIC'97 et JFA'97, afin de favoriser les échanges entre deux communautés aux problématiques convergentes.

Calendrier :
14 février : date limite de soumission des communications
4 avril : notification aux auteurs
2 mai 1997: date limite de réception des versions définitives

Secrétariat : Elisabeth Lebret, IRISA–INRIA, Service des relations extérieures, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, Tél : 02 99 84 72 51, Fax : 02 99 84 71 71, E-mail : lebret@irisa.fr.
Page d'accueil www : **http://www.irisa.fr/jicaa97**

Instructions aux auteurs : Toutes les propositions de communication devront être envoyées en cinq exemplaires, par courrier postal, directement au président du comité de programme correspondant. Les papiers sont limités à 12 pages maximum, simple interligne, police 12 (les papiers trop longs ne seront pas pris en compte). Les auteurs devront indiquer, parmi les thèmes proposés, ceux caractérisant le mieux leur papier en les complétant éventuellement par des thèmes non présents dans la liste.

Suite de l'Appel à communication JFIADSMA

Présidentes du comité d'organisation:
Brigitte Trousse (Inria Sophia), Marie-Claude Thomas (I3S Nice)

Président du comité de programme:
Joël Quinqueton
L.I.R.M.M. et I.N.R.I.A.
161 rue ADA - 34392 Montpellier Cedex 5
Tel (+R): (33) 04 67 41 85 32 Fax: (33) 04 67 41 85 00
Email : jq@lirmm.fr http: //www.lirmm.fr/~jq

Comité de programme:

Patrick Albert (Ilog S.A.), Francois Arlabosse (Framentec Cognitech), Jacqueline Ayel (LIA Chambery), Jean-Paul Barthès (UTC Compiegne), Philippe Benhamou (Onera Chatillon), Paul Bourgine (Cemagref Antony), Christian Brassac (GRC Nancy), Brahim Chaib-Draa (Université Laval, Quebec), Vincent Chevrier (CRIN Nancy), Anne Collinot (Laforia), Rose Dieng (Inria Sophia), Alexis Drogoul (Laforia), Jean Erceau (Onera Chatillon), Amal El Fallah Segrouchni (LIPN), Pascal Estraillier (Masi), Gérard Eude (France Telecom), Jacques Ferber (Lirmm Montpellier), Marie-Pierre Gleizes (IRIT), Agnès Lanusse (CEA Saclay), Eric Lemoine (ADB Matisse), Charles Lenay (Tsh UTC), Pierre Marcenac (IREMIA La Reunion), Jean-Pierre Muller (IIIA Neuchatel), Michel Occello (IMAG Leibniz), Sylvie Pesty (IMAG Leibniz), Suzanne Pinson (Lamsade), Michel Plu (CNET Lannion), Joël Quinqueton (Lirmm et Inria, Montpellier), Claudette Sayettat (EMSE), Marie-Claude Thomas (I3S Nice), Brigitte Trousse (Inria Sophia), Walter Van De Velde (VUB Bruxelles)

CALENDRIER

JIC'97

Journées Ingénierie des Connaissances

Président : Manuel Zacklad, France Télécom / CNET - PAA/TSA/UST/GESCOM, Manuel.Zacklad@issy.cnet.fr
Les nouvelles applications informatiques abordent des domaines de plus en plus difficiles et rendent des services de plus en plus sophistiqués à leurs utilisateurs. Dans certains cas, la complexité des sources de connaissances et des problèmes à résoudre nécessite de recourir à des méthodes de conception particulières pour spécifier, réaliser et valider les systèmes.

Les « méthodes d'ingénierie des connaissances » offrent en premier lieu des concepts, méthodes et techniques permettant d'acquérir et de modéliser les connaissances à partir de sources complexes. A cause de la difficulté des problèmes, les modèles doivent être le plus possible compréhensibles pour servir de médiation entre les acteurs du projet et pour guider efficacement l'implémentation.

En second lieu, les méthodes d'ingénierie des connaissances offrent des outils permettant d'opérationnaliser et de valider les modèles qualitatifs conçus lors de l'étape précédente en conservant une « traçabilité » entre les modèles au niveau des connaissances et les modèles pour l'implémentation. En troisième lieu, dans une démarche de conception spirale, le processus de validation doit être conçu pour prendre en compte les retours des experts et des utilisateurs afin d'améliorer les modèles qualitatifs élaborés dans la première étape et de progresser dans l'analyse du problème et la définition des méthodes élaborées pour le résoudre.

L'objectif de cette conférence est de rassembler les chercheurs francophones des diverses communautés de l'Intelligence Artificielle, des Sciences Cognitives et de l'Informatique dont les travaux contribuent à fournir des méthodes et des techniques d'Ingénierie des Connaissances innovantes.

Les thèmes abordés sont les suivants : acquisition de connaissances à partir de textes, approches cognitives de l'ingénierie des connaissances, langages de spécification et/ou d'opérationnalisation, ontologies, terminologies, hypertexte et modélisation documentaire, ingénierie des connaissances pour les systèmes coopératifs, méthodes de résolution de problèmes, mémoire d'entreprise et gestion des connaissances, acquisition de connaissances à partir de bases de données, raisonnement à partir de cas, ingénierie des connaissances et apprentissage automatique, expériences pratiques d'élicitation des connaissances et de réalisation de SBC en entreprise, validation des connaissances et systèmes à base de connaissances.

Articles à envoyer à :
Manuel ZACKLAD, France Télécom / CNET - PAA/TSA/UST/GESCOM, 38-40, rue du Général Leclerc, 92794 Issy-les-Moulineaux Cedex 9

JFA'97

Journées Apprentissage Automatique

Président : H. Soldano, LIPN, Institut Galilée, Université Paris XIII, soldano@ura1507.univ-paris13.fr

Cette nouvelle édition des journées francophones d'apprentissage se veut ouverte à ce qui a trait à la notion d'apprentissage par machine dans toute sa diversité. On retrouve ce thème dans des travaux relevant de diverses sources et préoccupations scientifiques: intelligence artificielle, reconnaissance des formes, statistiques, logique, calculabilité et grammaires, pour ce qui est du thème en soi, mais il apparaît également ailleurs, comme thème secondaire important, dans des domaines applicatifs (Reconnaissance de la parole, interprétation d'images, biologie « computationnelle » et plus généralement sciences expérimentales, informatique linguistique, etc...) ou plus généraux (mémorisation dans les systèmes de résolution de problème à base de cas par exemple).

En ce qui concerne l'esprit des contributions souhaitées, une liste evidemment non exhaustive de thèmes (méthodes et applications) est donnée ci-dessous, étant entendu que si l'apprentissage par machine n'est pas forcément le thème majeur étudié par les auteurs, il est souhaitable qu'il soit au centre de la contribution proposée : programmation logique inductive, satisfaction de contraintes, algorithmes et programmation génétique, synthèse de programmes, inférence de grammaires, apprenabilité, apprentissage à la limite, inférence inductive, méthodes adaptatives (incrémentales et dérive de concepts), interactivité et oracles, méthodes associées à des modes de représentation des connaissances (graphes conceptuels, réseaux sémantiques, etc...), méthodes numériques (statistiques, séries temporelles), discrimination et classification, réseaux connexioniste, recherche de régularités sur des objets complexes, apprentissage par découverte, acquisition de connaissances, extraction de connaissances dans les bases de données, parole, image, langage naturel, gestion électronique de documents.

Articles à envoyer à :
H. Soldano, LIPN, Institut Galilée, Université Paris XIII, avenue J-B Clément, 93430, Villetaneuse

CALENDRIER

APPEL À COMMUNICATIONS

EIAO'97

Cinquièmes Journées Francophones Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur
14-16 Mai 1997, ENS de Cachan

organisées par le PRC-GDR IA, l'INRP et l'ENS de Cachan

Objectifs
Les **Cinquièmes Journées EIAO** s'adressent, comme les précédentes, aux chercheurs, enseignants et professionnels concernés par les problèmes liés à la conception, la réalisation, l'expérimentation, l'utilisation et l'évaluation d'EIAO (Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur), ceux-ci incluant les dispositifs interactifs d'apprentissage à distance (téléprésence, réseaux, internet...). Ces journées pluridisciplinaires ont pour but de faire le point sur les activités de recherche en EIAO et de contribuer aux échanges scientifiques entre les différents champs de recherche concernés : intelligence artificielle, informatique, didactiques des disciplines, psychologie cognitive, sciences de l'éducation...

Thèmes
La liste suivante indique, de façon non limitative, les thèmes de l'EIAO sur lesquels les communications sont attendues : modélisation de domaines et d'activités pour l'enseignement ou l'apprentissage (résolution de problèmes, simulation, micromonde, aide, explications, génération de problèmes...), modélisation de l'apprenant (modèles, états de connaissances, processus d'apprentissage, analyse de réponses, diagnostic...), modélisation d'interactions (interactions didactiques, interactions entre apprenants, modélisation de dialogues, coopération...), cognition distribuée, apprentissage collaboratif, interfaces de communication (représentations, multimédia, multimodalités, réalité virtuelle...), architectures, environnements distribués, internet, aspects méthodologiques (conception, dévelop-pement), outils, expérimentations, usages, évaluation.

Les travaux présentés peuvent concerner des situations d'apprentissage diverses : en autonomie totale ou partielle, individuelles ou en groupes, en présence ou à distance (téléprésence, réseaux, internet), de formation initiale, continue ou professionnelle. Les communications faisant état de coopérations pluridisciplinaires sont encouragées.

Calendrier
6 décembre 1996 : date limite de réception des propositions de communication.
10 janvier 1997 : date limite de réception des propositions de posters et de démonstrations.
31 janvier 1997 : notification aux auteurs de la décision du comité de programme.
7 mars 1997 : date limite de réception des versions définitives

Instructions aux auteurs
Les auteurs sont invités à soumettre des articles originaux d'environ 5000 mots, rédigés en français. La première page comportera le titre de la communication, les noms et affiliations des auteurs, un résumé d'environ 10 lignes dégageant la contribution de l'article à la recherche en EIAO et une liste de mots-clés. Une lettre jointe mentionnera le nom et les coordonnées complètes de l'auteur responsable de la correspondance. Les articles proposés (impressions de qualité laser en times 12, interligne un et demi, ou équivalent), sont à adresser en 4 exemplaires, avant le 6 décembre 1996, à :
Monique BARON
LAFORIA, Boîte 169 - UPMC, 4 Place Jussieu
F 75252 PARIS Cedex 05

Les articles seront examinés par au moins deux membres du comité de lecture de disciplines différentes. Les articles retenus qui feront l'objet d'une communication par l'un de leurs auteurs seront publiés dans les actes.
Les personnes souhaitant présenter un poster ou une démonstration sont invitées à soumettre un résumé d'une page avant le 10 janvier à l'adresse ci-dessus (ou par e-mail à baron@laforia.ibp.fr en fichier attaché). Les posters retenus disposeront d'une page dans les actes, les démonstrations retenues seront mentionnées dans les actes.

Président des journées : J.F. Nicaud, IRIN (Nantes)

Comité d'organisation
M. Baron, LAFORIA, Paris VI & PRC-GDR IA, F.M. Blondel, INRP-TECNE, L. Jan, Service *Formation et Développement*,, ENS de Cachan, J.F. Nicaud, IRIN, Nantes & PRC-GDR IA.

Secrétariat des journées
Mme Dos Santos, ENS de Cachan,
Service Formation et Développement,
61 ave du Pt Wilson, 94235 Cachan cedex, France.
tél: (33) 01 47 40 22 66 fax: (33) 01 47 40 24 55
Email : fcd@ens-cachan.fr

Informations d'ordre scientifique
M. Baron (baron@laforia.ibp.fr)
J.F. Nicaud (nicaud@irin.univ-nantes.fr)
Page d'accueil www disponible à :
http://www.irisa.fr /EXTERNE/afia
dans la rubrique « conférences parrainées par l'AFIA ».

CALENDRIER

CONGRÈS / COLLOQUES / ÉCOLES D'ÉTÉ...

Décembre 1996

4 et 5 décembre 1996, LFA'96, Rencontres Francophones sur la Logique Floue et ses Applications, Nancy, France.
Objectifs : Les rencontres francophones sur la logique floue et ses applications sont une émanation d'un groupe de chercheurs dont l'objectif est de réunir les universitaires et les industriels intéressés par l'utilisation de la logique floue, des ensembles flous et de la théorie des possibilités dans des domaines tels que la commande automatique, l'aide à la décision, la reconnaissance des formes, l'intelligence artificielle, les systèmes d'information. Tous les travaux théoriques, méthodologiques, ainsi que les applications sont concernés. Comme chaque année, la priorité est donnée aux jeunes chercheurs, afin qu'ils puissent présenter leurs travaux. Ces rencontres seront suivies le vendredi 6 décembre, d'une journée organisée sous le patronage du réseau d'excellence ERUDIT. Les exposés seront ouverts à tout public. Une thématique de la journée concernera notamment l'évaluation subjective, dont l'intérêt est grand, dans un monde où la coopération des systèmes industriels et des systèmes humains force à une analyse scientifique en importance croissante.

Président des journées : Jacques Brémont.
Secrétariat : SECRETARIAT LFA'96, CRAN-PRAISSIH, Fac des Sciences B.P. 239, 54506 Vandœuvre Cedex, Tél : 03 83 91 20 05, Fax : 03 83 91 24 15, E-mail : LFA@cran.u-nancy.fr
Page d'accueil www : http://cran.esstin.u-nancy.fr/CRAN

Mars 1997

23–26 mars 1997, AIME'97, Artificial Intelligence in Medicine Europe, World Trade Center, Grenoble, France.
Objectifs : La conférence "Artificial Intelligence in Medicine Europe" est une émanation de la Société Européenne d'Intelligence Artificielle en Médecine. Cette société a été créée en 1986, à la suite d'une réunion de travail qui s'était tenue à Pavie un an auparavant. Ses objectifs sont les suivants : *(i)* soutenir la recherche fondamentale et appliquée sur l'utilisation des techniques de l'Intelligence Artificielle dans le domaine médical ; *(ii)* favoriser la dissémination des résultats les plus significatifs par des conférences bi-annuelles et (iii) favoriser le transfert industriel des produits médicaux les plus avancés. La conférence comprend des conférences invitées, ainsi que des communications et des posters sélectionnés, des démonstrations, des table-rondes, enfin des tutoriaux permettant la formation aux technologies les plus avancées.
Date limite de réception des propositions : 15 Septembre. Contributions n'excédant pas 5000 mots. Elles doivent décrire des travaux originaux non publiés par ailleurs.
Notification aux auteurs : 15 novembre 1996
Réception des versions définitives : 15 décembre 1996
Programme Committee Chair : Elpida Keravnou, Department of Computer Science, University of Cyprus, 75 Kallipoleos Strees, P.O. Box 537, CY-1678 Nicosia - Cyprus, Tél : + 357 2 338705, Fax : + 357 2 339062, Email : elpida@turing.cs.ucy.ac.cy
Organising Committee Chair : Catherine Garbay, Lab. TIMC - IMAG, Institut Bonniot - Domaine de la Merci, 38706 La Tronche - France, Tél : + 33 76 54 94 85, Fax : + 33 76 54 95 49, Email : Catherine.Garbay@imag.fr
Tutorials Chair : Jeremy Wyatt, Biomedical Informatics Unit, Imperial Cancer Research Fund, Lincoln's Inn Fields, PO Box 123, London WC2A 3PX, United Kingdom, Tél : + 44–71–269 36 37, Fax : + 44–71–269 31 86, Email : j.wyatt@icrf.icnet.uk
Secrétariat: SGV DESTINATION, 73 bis Grande Rue, F-38700 LA TRONCHE, E-mail : dcongres@imaginet.fr, Tél. : (33) 76 01 00 54, Fax : (33) 76 63 16 36, page d'accueil www : **http://www-timc.imag.fr/aime97/**

Avril 1997

2–4 avril 1997, JFIADSMA'97, Journées Francophones d'Intelligence Artificielle Distribuée et Systèmes Multi-Agents, Côte d'azur, France.
Objectifs **:** voir appel dans ce numéro page 47.
Date limite de réception des propositions : 15 décembre 1996.
Notification aux auteurs : début février

3–4 avril 1997, TIA'97, 2es Rencontres Terminologie et Intelligence Artificielle, Université Toulouse-le Mirail, France.
Objectifs **:** Le groupe Terminologie et Intelligence Artificielle (TIA) organise une rencontre de deux jours sur le thème « Terminologie et Intelligence Artificielle ». Les problématiques communes à la terminologie et à l'IA concernent au moins quatre disciplines : la terminologie, la linguistique sur corpus, le traitement automatique des langues et l'acquisition et la représentation des connaissances en IA. Chacune de ces disciplines peut trouver un apport dans la confrontation et la réflexion commune avec les autres disciplines. Les laboratoires de recherche et les entreprises sont intéressés par des méthodes de constitution de données terminologiques et par les diverses applications qui les mettent en œuvre (Traduction, Aide à la rédaction, Indexation, Capitalisation des connaissances, Mémoires d'entreprises...). La participation, importante aux premières rencontres TIA, en 95 (plus de 200 personnes), a montré qu'il existe une demande forte dans le sens de cette interdisciplinarité. Afin de mieux répondre à cette attente, TIA'97 sera organisé en deux temps et comprendra : des tutoriels visant à donner les éléments indispensables pour que chaque participant puisse comprendre les objectifs et les méthodes des autres disciplines ; des exposés sélectionnés par le Comité de Programme.
Contact : Anne Condamines (présidente du comité d'organisation), Laurence Lamy, Marie-Paule Pery-Woodley et les membres de l'opération Terminologie et Langues Spécialisées de l'ERSS (UMR 5610 du CNRS), E-mail : erss@cict.fr, Tél. : (33) 61 50 36 08, Fax : (33) 61 50 46 77, page d'accueil www : **http://www.ens-fcl.fr/labos/eli/TIA/**

CALENDRIER

Mai 1997

14-16 Mai 1997, EIAO'97, 5es Journées Francophones Environnements Interactifs d'Apprentissage avec Ordinateur, ENS de Cachan, France.
Objectifs : voir appel dans ce numéro.
Date limite de réception des propositions : 6 décembre 1996.
Date limite de réception des propositions de posters et démos. : 10 janvier 1997.
Notification aux auteurs : 31 janvier 1997
Date limite de réception des versions définitives : 7 mars 1997
Instructions aux auteurs : voir appel dans ce numéro.

Août 1997

11–22 août 1997, ESSLLI'97, 9e École d'été européenne en Logique, Linguistique et Informatique, Université de Provence, Aix-en-Provence, France.
Thème : La logique, la linguistique et l'informatique entretiennent depuis longtemps des liens étroits qui ont eu des conséquences théoriques et pratiques importantes. L'objectif premier de cette école est de proposer une réflexion et une formation sur les bases formelles de ces domaines et de leurs intersections de façon à permettre l'émergence d'une culture effectivement interdisciplinaire. Les retombées de cette interaction concernent par exemple la programmation logique, les systèmes dynamiques ou encore le traitement automatique du langage naturel. ESSLLI est une manifestation internationale de haut niveau : elle attire chaque année les meilleurs spécialistes internationaux de ces disciplines. Elle est également importante par le nombre de participants (environ 450) qui la place parmi les événements majeurs de ce domaine. ESSLLI combine une école d'été avec un ensemble de « workshops » et de conférences.
Mots clés : Logique, linguistique, informatique, traitement automatique du langage naturel, théories linguistiques
Date limite pour l'inscription précoce : 15 avril 1997
Président du comité d'organisation : Philippe Blache, 2LC–CNRS.
Président du comité de programme : Bill Keller, University of Sussex.
Contact : ESSLLI'97, LPL – Université de Provence, 29, avenue Robert Schuman, F-13621 Aix-en-Provence, E-mail : esslli97@lpl.univ-aix.fr, page d'accueil www : **http://www.lpl.univ-aix.fr/~esslli97**

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).

Sommaire des revues

INTELLECTICA

INTELLECTICA N°22, 1996/1
Revue de l'Association pour la Recherche Cognitive

Dossier : L'expérimentation et l'intelligence artificielle
• L'expérimentation et l'intelligence artificielle, *A. NICOLLE*
• La méthode expérimentale, la modélisation informatique et l'intelligence artificielle, *J. LASSÈGUE*
• Un modèle de l'illusion perceptive : simulation versus expérimentation, *M. GAIO, J. MADELAINE*
• Le traitement de la polysémie contextuelle dans le calcul sémantique, *L. GOSSELIN*
• De la métaphore à la co-construction. Coopération intelligence artificielle/psychologie pour la conception d'une expérimentation commune, *D. JACQUET, A. NICOLLE, M. ANDRÈS*
• Coopération entre psychologie et intelligence artificielle dans une expérimentation sur le dialogue homme-machine, *J. VIVIER*
***
• L'animal et la nouveauté : représentation ou acto-spatialité ?, *F. DE GAULEJAC, A. GALLO*
• La gestion des connaissances, comme condition et résultat de l'activité industrielle, *J.-P. POITOU*
Jalons
• Computational emergence and developmental emergence: a sobering survey, *D. LEISER*
• Analyse inventive, conception informatique et modélisation, *J. THEUREAU*
Comptes rendus
• Catherine Fuchs, Paraphrase et énonciation, *J.-B. GRIZE*
• Catherine Fuchs, Les ambiguïtés du français, *D. KAYSER*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE V84 N°1-2 JULY 1996
• Taxonomic plan reasoning, *P. T. DEVANBU and D.J. LITMAN*
EVEXED and MEET for mechanical design: testing structural decomposition and constraint propagation, *L. STEINDERG and N. LANGRANA*
• Qualitative probabilities for default reasoning, belief revision, and causal modeling, *M. GOLDSZMIDT and J. PEARL*
• Default-reasoning using classical logic, *R. BEN-ELIYAHU and R. DECHTER*

SOMMAIRE DES REVUES

• Compromise in negotiation: exploiting worth functions over states, *ZLOTKIN* and *J.S ROSENSCHEIN*
• PALO: a probabilistic hill-climbing algorithm, *R. GREINER*
• Limited reasoning in first-order knowledge bases with full introspection, *G. LAKEMEYER*
• Goal-directed diagnosis - a diagnostic reasoning framework for exploratory-corrective domains, *R. RYMON*
• Best-first minimax search, *R. E. KORF and D. M. CHICKERING*
• Automatic correlation and calibration of noisy sensor readings using elite genetic algorithms, *R. R. BROOKS, S. S. LYENGAR and J. CHEN*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE V85 N°1-2 AUGUST 1996
Special Volume on Empirical Methods, *P. COHEN, B. PORTER* (Guest Eds.)
• A systematic methodology for cognitive modelling, *R. COOPER, J. FOX, J. FARRINGDON and T. SHALLICE*
• Taggers for parsers, *E. CHARNIAK, G. CARROLL, J. ADCOCK, A. CASSANDRA, Y. GOTOH, J. KATZ, M. LITTMAN and J. McCANN*
• An empirical symbolic approach to natural language processing, *R. BAILI, M.T. PAZIENZA and P. VELARDI*
• An empirical study of automated dictionary construction for information extraction in three domains, *E. RILOFF*
• Empirically designing and evaluating a new revision-based model for summary generation, *J. ROBIN and K. McKEOWN*
• The effect of resource limits and task complexity on collaborative planning in dialogue, *M.A. WALKER*
• Evaluating evolutionary algorithms, *D. WHITNEY, S. RANA, J. DZUBERA and K. MATHIAS*
• Theories for mutagenicity: a study in first-order and feature-based induction, *A SRINIVASAN, S.H. MUGGLETON, M.J.E STERNBERG and R.D. KING*
• Exploratory analysis of speedup learning data using expectation maximization, *A.M. SEGRE, G.J. GORDON, and C.P. ELKAN*
• Speeding up problem solving by abstraction: a graph oriented approach, *R. HOLTE, T. MKADMI, R.M. ZIMMER and A.J. MacDONALD*
• The sensitivity of belief networks to imprecise probabilities: an experimental investigation, *M. PRADHAN, M. HENRION, G. PROVAN, B. del FAVERO and K. HUANG*

COGNITIVE SCIENCE

COGNITIVE SCIENCE V20 N°2 APRIL-JUNE 1996
• A Probabilistic Model of Lexical and Syntactic Access and Disambiguation, *D. JURAFSKY*
• Episodic Learner Modeling, *G. WEBER*
• Social Context in HCI: A New Framework for Mental Models, Cooperation, and Communication, *G. MANTOVANI*
• Multiattribute Decision Making in Context: A Dynamic Neural Network Methodology, *S. J. LEVEN AND D. S. LEVINE*

AI MAGAZINE

AI MAGAZINE V17 N°2 SUMMER 1996
• Life in the Fast Lane: The Evolution of an Adaptive Vehicle Control System, *T. JOCHEM and D. POMERLEAU*
• From Digitized Images to Online Catalogs: Data Mining, a Sky Survey, *U. M. FAYYAD, S. G. DJORGOVSKI, and N. WEIR*
• Collaborative Systems (the 1994 AAAI presidential address, delivered at the Washington State Convention Center, Seattle, Washington), *B. GROSZ*
• Citation-Based Journal Rankings for AI Research: A Business Perspective, *C. HUNG CHENG, C. W. HOLSAPPLE, and A. LEE*
REPORTS
• Eighth Workshop on the Validation and Verification of Knowledge-Based Systems
• A Report from the IJCAI-95 Workshop on Connectionist-Symbolic Integration
• The 1996 AAAI Spring Symposium Series

INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN COMPUTER STUDIES

INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN-COMPUTER STUDIES (1996) 45(1) 1-133
• Knowledge acquisition in poetry criticism: the expert's eye movements as an information tool, *J. LANWEREYNS, and G. D'YDEWALLE*
• A critical assessment of potential measurement biases in the technology acceptance model: three experiments, *F. D. DAVIS, and V. VENKATESH*
• User verification through pointing characteristics: an exploration examination, *K. BARRELLE, W. LAVERTY, R. HENDERSON, J. GOUGH, M. WAGNER and M. HIRON*
• A representational analysis of relational information displays, *J. ZHANG*
• Stress and operator decision making in coping with emergencies, *T. KONTOGIANNIS*
• Which way now? Analysing and easing inadequacies in WWW navigation, *A. COCKBURN and S. JONES*

SOMMAIRE DES REVUES

INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN-COMPUTER STUDIES (1996) 45(2) 135-262

- User interface issues raised by knowledge refinement, *A. BASDEN, and P. R. HIBBERD*
- Design of a user interface for a knowledge refinement tool, *A. BASDEN, A. J. BROWN, S. D. A. TETLOW, and P. R. HIBBERD*
- External cognition: how do graphical representations work?, *M. SCAIFE and Y. ROGERS*
- Training experiences and usage intentions: a field study of a graphical user interface, *R. AGARWAL, J. PRASAD, and M. C. ZANINO*
- The importance of usability in the establishment of organizational software standards for end user computing, *M. G. MORRIS and A. P. DILLON*

MACHINE LEARNING

MACHINE LEARNING V24 N°1 JULY 1996

- BEXA: A Covering Algorithm for Learning Propositional Concept Descriptions, *H. THERON and I. CLOETE*
- Technical Note: Some Properties of Splitting Criteria, *L. BREIMAN*
- Stacked Regressions, *L. BREIMAN*
- On Learning Visual Concepts and DNF Formulae, *E. KUSHILEVITZ and D. ROTH*

MACHINE LEARNING V24 N°2 AUGUST 1996

- Editorial, *T. G. DIETTERICH*
- A Lattice Conceptual Clustering System and Its Application to Browsing Retrieval, *C. CARPINETO and G. ROMANO*
- Bagging Predictors, *L. BREIMAN*
- Unifying Instance-Based and Rule-Based Induction, *P. DOMINGOS*

JOURNAL OF AUTOMATED REASONING

JOURNAL OF AUTOMATED REASONING, Volume 16, No. 3, June 1996

Studies in Automated Reasoning

- Using Hints to Increase the Effectiveness of an Automated Reasoning Program: Case Studies, *R. VEROFF*

Research Articles

- Linear and Unit-Resulting Refutations for Horn Theories, *P.BAUMGARTNER, P.B. ANDREWS, M.BISHOP, S. ISSAR, D. NESMITH, F. PFENNING and H. XI*
- On the Completeness of Incidence Calculus, *L. WANG, S.K.M. WONG and Y.Y. YAO*
- A Type-Theoretic Interpretation of Constructive Domain Theory, *M. HEDBERG*

COMPUTERS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

COMPUTERS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE V15 N°2/3 1996

Special issue: Grammar Systems, *J. KELEMEN, G. PAUN (Guest Editors)*

- Foreword, *J. KELEMEN, G. PAUN*
- Splicing grammar systems, *J. DASSOW, V. MITRANA*
- Accepting multi-agent systems: The case of cooperating grammar systems, *H. FERNAU, M. HOLZER, H. BORDIHN*
- Colonies with position, *I. BANIK*
- On the generative capacity of PCGSs with regular components, *V. MIHALACHE*
- Collapsing hierarchies in PCGSs with communication by command, *L. ILIE*
- PCGSs without a master, *G. VASZIL*
- The computational complexity of linear PCGSs, *L. CAI*
- Test tube distributed systems based on splicing, *E. CZUHAJ-VARJU, L. KARI, G. PAUN*
- On cooperative distributed ciphering and hashing, *C. DING, A. SALOMAA*
- On eco-grammar systems and artificial neural networks, *P. SOSIK*

COMPUTERS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE V15 N°4 1996

- Universal systems with operations related to splicing, *R. FREUND, F. WACHTLER*
- Dissemination of information in vertex-disjoint paths mode, *J. HROMKOVIC, R. KLASING, E.A. STOHR*
- PSEE: A tool for parallel systems learning, *E. LUQUE, R. SUPPI, J. SORRIBES, E. CESAR, J. FALGUERA, M. SERRANO*
- A cost model for the estimation of query execution time in a parallel environment supporting pipeline, *M. SPILIOPOULOU, M. HATZOPOULOS, C. VASSILAKIS*
- Analysis and design of a relational database management system and implementation of its nucleus, *M.C. FERNANDEZ-BAIZAN, A. GARCIA, M.M. GONZALEZ, C. PEREZ-LLERA, R. PORTAENCASA, E. SANTOS*

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING V15 N°1 1996

- Training the fuzzy integral, *J.M. KELLER, J. OSBORN*

SOMMAIRE DES REVUES

- A new model for linguistic modifiers, *L. DI LASCIO, A. GISOLFI, V. LOIA*
- Bounded recursive decomposition: A search-based method for belief network inference under limited resources, *S. MONTI, G.F. COOPER*
- Importance sampling algorithms for the propagation of probabilities in belief networks, *J.E. CANO, L.D. HERNANDEZ, S. MORAL*

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING V15 N°2 1996

- Fusion of fuzzy information with considerations for compatibility, partial aggregation, and reinforcement, *R.R. YAGER, A. KELMAN*
- Avoiding triviality: Fuzzy implications and conditional events, *P. MILNE*
- Constructing probabilistic ATMSs using extended incidence calculus, *W. LIU, A. BUNDY*

INTERNATIONAL JOURNAL OF EXPERT SYSTEMS

INTERNATIONAL JOURNAL OF EXPERT SYSTEMS V8 N°4 1995

- The entropy effect and sensitivity analysis in rule-based expert systems, *R. AGARWAL, T.J. MURRAY*
- Contextual factors in knowledge acquisition, *C.W. HOLSAPPLE, W.P. WAGNER*
- Constraint-based aircraft routing, *M. PALTRINI, A. MOMIGLIANO, F. TORQUATI*
- What can a visual expert system be like?, *A. DIMITROPOULOS*

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS V11 N°6 1996

- Interpreting a contingency table by rules, *G. KERNISBERNER, H.P. REIDMACHER*
- Design of large intelligent image database systems, *P.W. HUANG, Y.R. JEAN*
- Integrating world knowledge and linguistic constraints in the temporal interpretation of "when" sentences, *P. TERENZIANI*

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS V11 N°7 1996

- A general-purpose natural language interface to an operating system, *P. BUCHHEIT*
- Expert system validation through knowledge base refinement, *P. MESEGUER, A. VERDAGUER*
- An algorithmic approach to combining belief functions, *B.E. TONN*

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS V11 N°8 1996

- Hybrid genetic algorithms for timetabling, *A. MONFROGLIO*
- Specifying nonspecific evidence, *J. SCHUBERT*
- An algorithm for learning from erroneous and incorrigible examples, *J. KACPRZYK, G. SZKATULA*
- Representing rules as random sets — Part II: Iterated rules, *R.P.S. MAHLER*

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS V11 N°9 1996

Special issue: Fuzzy Databases and Information Retrievals

- Editorial, *S. MIYAMOTO, M. UMANO*
- Some approaches for processing SQLf nested queries, *P. BOSC*
- Unacceptable components in fuzzy relational databases, *M. NAKATA*
- Fuzzy database systems — Challenges and opportunities of a new era, *R. GEORGE, F.E. PETRY, B.P. BUCKLES, R. SRIKANTH*
- A spreadsheet-based fuzzy retrieval system, *H. NAKAJIMA, Y. SENOH*
- A context-driven intelligent database processing system using object-oriented fuzzy cognitive maps, *R. SATUR, Z.Q. LIU*
- Database discovery using fuzzy sets, *R.R. YAGER*

INTERNATIONAL JOURNAL OF UNCERTAINTY, FUZZINESS AND KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS

INTERNATIONAL JOURNAL OF UNCERTAINTY, FUZZINESS AND KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS , V4 N°2 1996

- Characterization of coherent conditional probabilities as a tool for their assessment and extension, *G. COLETTI, R. SCOZZAFAVA*
- On the relationship of associative compensatory operators to triangular norms and conorms, *E.P. KLEMENT, R. MESIAR, E. PAP*
- Ordering for classes of aggregation operators, *L. BASILE, L. D'APUZZO*

SOMMAIRE DES REVUES

• Computing the well-founded model of deductive databases, *R. BAGAI, R. SUNDERRAMAN*
• Dealing with disjunctive and missing information in logic fuzzy databases, *O. PONS, J.C. CUBERO, J.M. MEDINA, M.A. VILA*
• Erratum: Some elements of the theory of qualitative possibilistic networks, *S. PARSONS*

INTERNATIONAL JOURNAL OF UNCERTAINTY, FUZZINESS AND KNOWLEDGE-BASED SYSTEMS , V4 N°3 1996

• Vanishing tetrad differences and model structure, *G. SHAFER, A. KOGAN, P. SPIRTES*
• Fuzzy implications and generalized quantifiers, *P. HAJEK, L. KOHOUT*
• An extension of Fung-Fu's theorem, *J.C. FODOR*
• On the equivalence between fuzzy and statistical classifiers, *L.I. KUNCHEVA*
• Application of fuzzy control theory in active control of structures, *K. YEH, W. CHIANG, D. JUANG*
• Nonstandard approach to possibility measures, *I. KRAMOSIL*

JOURNAL OF APPLIED NON-CLASSICAL LOGICS

JOURNAL OF APPLIED NON-CLASSICAL LOGICS V6 N°3 1996

• Plausible reasoning: A first-order approach, *S. BADALONI, A. ZANARDO*
• A framework for knowledge-based systems, *A.Y. MURAVITSKY*
• Review of Witold Marciszewski and Roman Murawski: Mechanization of reasoning in a historical perspective, *R. CAFERRA*
• Review of Stephen Muggleton, Ed.: Inductive logic programming, *B.L. RICHARDS*
• Review of Walter P. van Stigt: Brouwer's intuitionism, *Y. SHRAMKO*

JOURNAL OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS —INTEGRATING ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND DATABASE TECHNOLOGIES—

JOURNAL OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS —Integrating Artificial Intelligence and Database Technologies— V6 N°2/3 1996

Special issue: Intelligent Integration of Information, *G. WIEDERHOLD (Guest Editor)*
• Foreword, *G. WIEDERHOLD*
• Query reformulation for dynamic information integration, *Y. ARENS, C.A. KNOBLOCK, W.M. SHEN*
• Information mediation in cyberspace: Scalable methods for declarative information networks, *S. DAO, B. PERRY*
• An approach to information mediation in the industrial domain, *A. GOLDSCHMIDT*
• NCL: A common language for achieving rule-based interoperability among heterogeneous systems, *S.Y.W. SU, H. LAM, T.F. YU, J.A. ARROYO-FIGUEROA, Z.D. YANG, S.H. LEE*
• Generating data integration mediators that use materialization, *G. ZHOU, R. HULL, R. KING*
• CoBase: A scalable and extensible cooperative information system, *W.W. CHU, H. YANG, K.R. CHIANG, M. MINOCK, G. CHOW, C. LARSON*
• Integrating information via matchmaking, *D. KUOKKA, L. HARADA*
• Glossary, *G. WIEDERHOLD*

JOURNAL OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS —Integrating Artificial Intelligence and Database Technologies— V7 N°1 1996

• A parallel algorithm for real-time decision making: A rough set approach, *A. SKOWRON, Z. SURAJ*
• A data model for processes based on relative time, *M. BALABAN, Y. KORNATZKY*
• Panorama: A database system that annotates its answers to queries with their properties, *A. MOTRO*
• Computing access relevance for path-method generation in OODB and IM-OODB, *A. MEHTA, J. GELLER, Y. PERL, P. FRANKHAUSER*

MATHWARE & SOFT COMPUTING

MATHWARE & SOFT COMPUTING V3 N°1/2 1996
Special issue: Workshop "Aspects of Mechanizing Inference: Contexts and Problems"

• How to make your logic fuzzy (preliminary version), *D.M. GABBAY*
• Concept representations and nonmonotonic inferences, *P. GARDENFORS*
• Default logic as a formalism for understanding commonsense reasoning, *G. AMATI, L. CARLUCCI AIELLO, F. PIRRI*
• Contexts, locality and generality, *P. BOUQUET, E. GIUNCHIGLIA, F. GIUNCHIGLIA*
• A metatheoretical characterization of negation as finite failure, *G. CRISCUOLO*
• Information frames, implication systems and modalities, *M. D'AGOSTINO, D.M. GABBAY, A. RUSSO*
• Fuzzy quantum logics, *M.L. DALLA CHIARA, R. GIUNTINI*
• On the viability of an algebraic approach to non-monotonic reasoning, *S. TERMINI*
• Modus ponens on Boolean algebras revisited, *E. TRILLAS, S. CUBILLO*
• Local Boolean manifolds from knowledge representation systems, *G. CATTANEO*
• Qualitative reasoning in Bayesian networks, *P. GARBOLINO*
• (Pure) logic out of probability, *T. SALES*
• Didactical note: Probabilistic conditionality in a Boolean algebra, *E. TRILLAS, C. ALSINA, S. TERMINI*
• Coherence principles for handling qualitative and quantitative partial probabilistic assessments, *G. COLETTI*
• Robust inference in probability under vague information, *G. REGOLI*
• Subjective conditional probability and coherence principles for handling partial information, *R. SCOZZAFAVA*
• Generalized version of the compatibility theorem — Two examples, *C. BERTOLUZZA, A. BODINI*
• General theory of the fuzzy integral, *P. BENVENUTI, D. VIVONA*
• Mathematical aspects of the theory of measures of fuzziness, *D. VIVONA*
• A pragmatic uncertainty measure based on rate-distortion theory and the uncertainty of BOE's, *A. FIORETTO, A. SGARRO*
• Reasons: Belief support and goal dynamics, *C. CASTELFRANCHI*
• Computational logics and the philosophy of language: The problem of lexical meaning in formal semantics, *M. FRIXIONE*
• Neural methodologies in rule-based expert systems, *E. BURATTINI, G. TAMBURRINI*
• Integrating inference and neural classification in a hybrid system for recognition tasks, *M. DE GREGORIO*
• The role of heuristics in automated theorem proving — J.A. Robinson's resolution principle, *R. CORDESCHI*
• The process of induction as a non-classical logic's double negation: Evidence from classical scientific theories, *T. DRAGO*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE V8 N°2 1996

• Introducing spatio-temporal reasoning into the inverse problem in electroencephalography, *Siregar, P. and Sinteff, J*
• Generating recipient-centered explanations about drug prescription, *De Carolis, B., de Rosis, F., Grasso, F., Rossiello, A., Berry, D.C. and Gillie, T.*
• Synthesis of an anaesthetic agent administration system using fuzzy inductive reasoning, *Nebot, A., Cellier, F.E. and Linkens, D.A.*
• An intelligent system for the diagnosis of complex images, *Salvetti, O., Braccini, G., Evangelista, R. and Freschi, M.*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE V8 N°3 1996

Special Issue: Temporal Reasoning in Medicine

• Temporal Reasoning in medicine, *Keravnou, E.T.*
• Temporal reasoning for diagnosis in a causal probabilistic knowledge base, *Long, W.*
• Learning temporal probabilistic causal models from longitudinal data, *Riva, A. and Bellazzi, R.*
• Temporal diagnostic reasoning based on time-objects, *Keravnou, E.T.*
• Knowledge-based temporal abstraction in clinical domains, *Shahar, Y. and Musen, M.A.*
• Managing temporal worlds for medical trend diagnosis, *Haimowitz, I.J. and Kohane, I.S.*
• Massively Parallel Artificial Intelligence, *Mitra, D.*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE V8 N°4 1996

• Machine learning techniques in early screening for gastric and oesophageal cancer, *Liu, W.Z., White, A.P., Hallissey, M.T. and Fielding, J.W.L.*
• The interpretation of time-varying data with DiaMon-1, *Steimann, F.*
• Retrieval of clinical science information using an interactive activation and competition network, *Cheng, K.J.*
• Fuzzy gating and the problem of screening, *Amaya Cruz, G.P. and Beliakov, G.*
• Sleep classification in infants by decision tree-based neural networks, *Koprinska, I., Pfurtscheller, G. and Flotzinger, D.*
• Application of the fuzzy ARTMAP neural network model to medical pattern classification tasks, *Downs, J., Harrison, R.F., Kennedy, R.L. and Cross, S.S*

RÉSUMÉ DE THÈSES

TASK, un environnement pour le développement de systèmes à base de connaissances flexibles

Christine Pierret-Golbreich

Habilitation à diriger des recherches
de l'Université Paris XI
soutenue le 3 juillet 1996

Résumé
Les travaux de recherche présentés dans ce mémoire concernent la conception de systèmes à base de connaissances flexibles. Ils ont donné lieu à un environnement, TASK dont les principales caractéristiques sont rappelées. Ces travaux ont eu un double objectif. D'une part, permettre la construction de systèmes à base de connaissances *flexibles* capables de raisonner sur la façon de résoudre un problème. D'autre part, proposer une *vision cohérente du développement* de systèmes à base de connaissances, qui permette de réduire le fossé entre l'expertise et son implémentation. Le problème posé était de permettre de concilier les avantages de la modélisation conceptuelle et des langages formels et opérationnels pour représenter les connaissances d'un système à changement d'état, au comportement flexible, destiné à résoudre des problèmes relevant véritablement de l'Intelligence Artificielle. Ce mémoire présente les principales caractéristiques des solutions qui ont été retenues pour y répondre. La convergence proposée entre modélisation et représentation permet de faciliter le passage de la modélisation conceptuelle de l'expertise à sa spécification formelle, puis à l'implémentation finale. Ces recherches se trouvent donc à la confluence de deux domaines, l'IA et le génie logiciel.

Mots-clés
représentation orientée tâches, ingénierie des connaissances, raisonnement flexible, modélisation conceptuelle, spécification formelle des connaissances, explicitation du contrôle, opérationalisation

Adresse de l'auteur
LRI, URA 410 du CNRS
Bat 490, Université Paris Sud, 91405 ORSAY Cedex
email : pierret@lri.fr

Apports à l'acquisition interactive de connaissances contextuelles : Sapiens, un système pour la translittération de textes hiéroglyphiques

Sophie Billet-Coat

Thèse de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc (Montpellier II)
soutenue le 12 Décembre 1995
préparée au LIRMM

Résumé
La thèse propose une méthodologie pour l'acquisition de connaissances contextuelles c'est-à-dire des connaissances qui varient avec les caractéristiques du problème à résoudre. Cette méthodologie se caractérise par la juxtaposition de deux cycles :
- un cycle modélisation - mise en oeuvre, dans lequel sont développés un modèle de résolution de problèmes, un modèle de révision de connaissances et un modèle d'interaction qui sont ensuite implémentés ;
- un cycle déclaration - expérimentation dans lequel l'expert est en interaction directe avec le système afin de le faire évoluer sous la forme d'un enseignement par l'action, c'est-à-dire dans un cadre de résolution de problèmes.
L'étude du système évolutif SAPIENS (Système d'Acquisition guidé Par l'Interaction et les ExpérimentatioNS), dédié à la translittération de textes hiéroglyphiques égyptiens, nous a permis de développer des techniques de construction des différents modèles. Les modèles de résolution de problèmes et de révision de connaissances sont empruntés à la méthodologie Kads tandis que le modèle d'interaction est issu de l'apprentissage automatique. Nous décrivons également l'architecture logicielle multi-agents de Sapiens et sa réalisation dans le langage de programmation concurrente orienté objet Actalk écrit en Smalltalk.

Mots clés :
Acquisition de connaissances - Modélisation - Interaction homme/machine - Architecture multi-agents - Révision de connaissances - Méthodologie kads.

Adresse de l'auteur
LIRMM
161, rue Ada, 34392 Montpellier cedex 5
e-mail : billet@lirmm.fr

RÉSUMÉ DE THÈSES

Une approche inductive de la découverte en médecine : les cas du scorbut et de la lèpre

Vincent Corruble

Thèse de l'Université Paris 6,
soutenue le 13 juin 1996

Les travaux présentés dans cette thèse se situent dans le champ de l'Intelligence Artificielle consacré à la modélisation des processus de découverte scientifique. Dans ce cadre, nous étudions les possibilités et les limitations d'une approche inductive de la découverte en médecine. La méthodologie est expérimentale : elle met en œuvre des algorithmes dans des simulations sur machine. Elle est en outre historique : elle repose sur des reconstructions rationnelles de découvertes sur l'étiologie des maladies. Nous montrons dans nos expérimentations que des inductions pures permettent de découvrir la cause du scorbut, et de faire progresser la compréhension de la lèpre. Cependant, il apparaît nécessaire, et possible, de prendre en compte l'influence de connaissances a priori sur le raisonnement inductif pour parvenir à des reconstructions fidèles d'un point de vue historique. D'autre part, à partir d'une analyse de la recherche des causes de la lèpre, nous montrons l'intérêt pour la découverte d'une induction modélisant explicitement des exceptions, tout en les distinguant clairement du bruit. Nous proposons un algorithme inductif, baptisé PASTEUR, qui réalise une induction de ce type, et nous l'utilisons dans la reconstruction rationnelle de la découverte des causes de la lèpre. Nous présentons enfin les projets en cours appliquant les méthodes proposées dans cette thèse à l'aide à la découverte pour la recherche médicale contemporaine.

Mots-clés
Découverte, Intelligence Artificielle, Induction, Médecine, Apprentissage, Exception, Scorbut, Lèpre.

Adresse de l'auteur
LAFORIA-IBP,
Boite 169, Université Paris 6
Tour 46-00, 2ème étage
4, Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05
corruble@laforia.ibp.fr

Simulation multi-agents et épidémiologie opérationnelle. Etude d'épizooties de fièvre aphteuse.

Benoît Durand

Thèse de l'Université de Caen,
soutenue le 20/06/1996
préparée au Centre National d'Etudes Vétérinaires et Alimentaires
(Laboratoire Central de Recherches Vétérinaires, Maisons-Alfort)

Les techniques de modélisation classiques s'appliquent difficilement aux risques sanitaires majeurs tels que la fièvre aphteuse à cause d'un manque de données de terrain. La simulation multi-agents répond à ce problème en permettant de fonder le modèle sur des connaissances portant sur le phénomène étudié.
La plupart des modèles d'agents sont centrés sur l'individu et s'appliquent mal à la représentation de connaissances sur des phénomènes dynamiques. Un modèle de système multi-agents centré sur la notion d'organisation est proposé. Il est fondé sur une description en trois temps du phénomène étudié : le niveau structurel (classes d'agents), le niveau des compétences (schémas d'organisation) et le niveau performatif (instanciation des schémas d'organisation en organisations concrètes).
Des mécanismes de réflexivité opératoire permettent, en utilisant le modèle lui-même, de définir comment s'exécutent systèmes multi-agents et simulations à événements discrets. D'autre part, un environnement de programmation mis au point grâce au modèle montre qu'au delà de la simulation, il peut être utilisé pour des tâches de programmation classiques.
Le modèle est enfin appliqué à la simulation de la dynamique d'une zone d'élevage et à l'étude d'épizooties de fièvre aphteuse dans de telles zones. On obtient ainsi des résultats non triviaux sur la dynamique de ce type de phénomène.

Mots-clés
Epidémiologie, Fièvre aphteuse, Modélisation, Intelligence artificielle distribuée, Simulation multi-agents, Réflexivité

Adresse de l'auteur
Benoît DURAND
CNEVA Alfort
22, rue Pierre Curie
BP 67, 94703 MAISONS-ALFORT
e-mail : VAAL12@CALVACOM.FR

RÉSUMÉ DE THÈSES

Modélisation formelle des connaissances temporelles à partir de textes en vue d'une génération automatique de programmes

Rim FAIZ
Thèse de l'Université Paris Dauphine
soutenue le 11 juillet 1996

L'objectif de cette thèse correspond à une réflexion méthodologique sur la modélisation des connaissances temporelles dans le domaine juridique. Le but final est d'extraire une modélisation formelle par traduction d'un texte en langage naturel dans un formalisme formel de représentation des connaissances, puis d'en déduire automatiquement un programme.
L'analyse de corpus de textes de lois nous a permis de mettre en évidence que le problème essentiel au niveau de la représentation de ces types de textes n'est pas seulement lié à la logique déontique, mais aussi à la représentation du temps, c'est-à-dire à la logique temporelle. Les notions de date et de délai qui posent des problèmes d'imputation et de déclenchement d'ordre sont, en effet, relativement importantes en droit. En effet, la représentation du temps (*délai*, *date*, *etc.*) est fondamentale dans la détermination d'une décision en matière de prestations.
Certains problèmes relatifs à l'utilisation du temps nous ont permis d'étudier d'une manière conceptuelle l'incorporation de fonctions temporelles dans notre modèle, dans le but de représenter les relations temporelles entre les concepts. Nous avons représenté, en plus du positionnement des entités temporelles les unes par rapport aux autres, les relations de ces entités dans un repère absolu, les dates de début de ces entités, leurs dates de fin et leurs durées, mais aussi le positionnement dans le temps, la granularité du temps, etc.
Nous avons également établi une méthodologie permettant de montrer le mécanisme de passage d'un texte en langage naturel à une spécification formelle dans un langage ayant la lisibilité du langage naturel. Le processus de traduction formelle s'effectue en trois étapes : l'étape de traduction du texte en langage naturel à sa représentation littérale semi-formelle, l'étape de passage de cette représentation littérale à une représentation formelle mais ambiguë et incomplète et enfin l'étape de désambiguïsation résolvant les problèmes d'ambiguïté et d'incomplétude. Une vue globale de l'ensemble a été représentée dans le formalisme SADT.
Ce processus de traduction formelle, qui est une aide au passage des textes juridiques en langage naturel vers des programmes opérationnels pour implémenter des systèmes d'information juridiques, représente pour notre méthode un outil intéressant pour la conception et la validation des textes juridiques en particulier pour les points difficiles et complexes.
Un prototype TemDéo (Temporel et Déontique) a été conçu permettant le passage automatique de la spécification formelle au programme informatique. Ce système permet aux juristes d'être plus explicite sur les buts ou les alternatives, de procéder à une analyse et calcul sur le temps à partir de textes. Cette analyse est d'autant plus rapide, automatique et correcte qu'elle va leur permettre d'automatiser certaines actions en minimisant le risque d'erreurs.

Mots-clés
représentation des connaissances, langage naturel, modélisation temporelle, spécification formelle, connaissances juridiques.

Adresse de l'auteur
LAMSADE, Université Paris Dauphine
URA 825 du CNRS
Place du Maréchal De Lattre de Tassigny
75775 PARIS CEDEX 16
E-mail: faiz@lamsade.dauphine.fr

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,..>

APPEL À DOSSIERS

Dossier Systèmes multi-agents

coordonnée par Anne Collinot et Alexis Drogoul - A paraître en Janvier 1997

Appel à contributions
Le thème de l'Intelligence Artificielle Distribuée (IAD) et des Systèmes Multi-Agents enrichit l'Intelligence Artificielle en suggérant l'usage de nouvelles métaphores sociologiques — ayant trait aux notions de coopération, de négociation, de groupe ou d'équipe, etc — ou biologiques — ayant trait aux notions d'auto-organisation , d'intelligence en essaim, etc. Les thèmes abordés dans le domaine incluent la modélisation, la conception et la programmation orientée-agent, la simulation multi-agent et vie artificielle, la problématique de l'organisation, l'évaluation de systèmes multi-agents, la définition de modèles de coopération, de coordination, de résolution de conflits et de négociation, la planification et apprentissage multi-agent, la réalisation d'environnements de développement.

Qui peut soumettre ?
Tout laboratoire ou industriel de la communauté francophone impliqué dans des actions de recherche et développement dans le domaine.

Présentation des contributions
Les contributions adopterons le schéma de présentation suivant :
- Identification et coordonnées du chercheur ou de l'équipe
- Cadre général : objectifs, collaborations principales
- Problématiques considérées, position par rapport à l'état de l'art
- Panorama des réalisations
- Présentation d'un ou deux projets représentatifs
- Courte bibliographie: les 5 articles les plus significatifs de l'équipe

Format des contributions
Les contributions feront une ou deux pages et devront être envoyées **avant le 15 Novembre 1996**, par disquette ou par courrier électronique (Eudora, BinHex ou UUencode) au format Word5.1 Mac, Word6 pour Mac ou PC, RTF ou PostScript. Aucune mise en forme particulière ne doit être faite sur les textes sauf l'utilisation du gras ou de l'italique.

Contact
Alexis DROGOUL
LAFORIA-IBP Boite 169 - Universite Paris VI - Tour 46-00
4, Place Jussieu - F-75252 PARIS Cedex 05
E-mail: drogoul@laforia.ibp.fr

Dossier Raisonnement temporel et spatial

coordonné par Christian Bessière et Jérôme Euzenat - A paraître dans le Bulletin de l'AFIA n° 29 - Avril 97

Appel à contributions
Le raisonnement sur le temps et l'espace intéresse une large partie de l'intelligence artificielle. Il est utilisée dans de nombreuses applications mais aussi dans un grand nombre de sous-domaine de l'IA: planification, raisonnement qualitatif, compréhension du langage naturel, modélisation cognitive, systèmes à base de connaissance. Le but de ce dossier est de faire le point sur les activités de recherche et de développement des équipes travaillant dans ce domaine aussi bien en France que dans les pays francophones.

Qui peut soumettre?
Le présent appel à contributions s'adresse non seulement aux chercheurs travaillant spécifiquement sur le raisonnement temporel ou spatial, que ce soit en informatique, linguistique ou psychologie mais aussi à ceux qui l'utilisent de manière intensive et originale dans des applications.
Sont concernés les travaux liés à la représentation du temps et de l'espace, le raisonnement sur ces représentations ainsi que les liens entre diverses représentations. La liste indicative des thèmes est donnée ci-dessous (lorsque cela n'est pas précisé elle concerne le temps ou l'espace) : systèmes logiques et algébriques (topologiques, vectoriels, métriques…), raisonnements et représentations qualitatif ou quantitatif, liaison temporelle-spatiale, granularité et changement de représentations, construction de cartes et de calendriers, raisonnement temporel et planification, compréhension de textes et rapports avec l'espace et le temps, systèmes génériques de représentation du temps et de l'espace (systèmes d'information géographique, par exemple), application des techniques ci-dessus.
Les travaux concernant «IA et temps réel» qui ont déjà fait l'objet d'un précédent dossier (Bulletin de l'AFIA n°17) ne seront pas traités dans celui-ci.

Présentation des contributions
Les contributions devront prendre les formes classiques utilisées dans le Bulletin de l'AFIA, c'est-à-dire de préférence organisées suivant le schéma suivant :
- identification du chercheur ou de l'équipe (adresse, nom du responsable, e-mail, URL, téléphone)
- cadre général, mission de l'équipe, composition de l'équipe
- éventuellement bref historique des travaux
- motivations, types de problèmes abordés
- panorama des travaux effectués.
- présentation d'un ou deux projets représentatifs (en cas d'applications, décrire clairement l'avancement de l'implantation)
- techniques et outils logiciels employés
- résultats obtenus
- position par rapport à l'état de l'art international
- courte bibliographie

Format des contributions
Les contributions ne devront pas dépasser une page (6000 signes, espaces comprises) et être envoyées **avant le 1° Février**, préférentiellement par courrier électronique ou sur disquette (Macintosh, PC, Sun) en format RTF (Word/Mac attaché), Ascii ou LaTeX, sans aucune mise en forme (hors italique et gras), à:

Jérôme Euzenat - INRIA Rhône-Alpes
655 avenue de l'Europe
38330 Montbonnot Saint-Martin (France)
Jerome.Euzenat@inrialpes.fr

APPEL À DOSSIERS

Dossier Intelligence Artificielle et Image

Responsables : Jean-Louis AMAT (IPSé) & Catherine GARBAY (IMAG)

A paraître en Juillet 97 -Bulletin n°30

Les images numériques sont exploitées désormais dans la quasi totalité des domaines industriels, qu'il s'agisse de synthèse ou d'analyse. Dans le premier cas, les problèmes posés sont la représentation réaliste de phénomènes naturels ou imaginaires, à l'aide de modèles mathématiques. Etant destinés à être exploités par des humains, ces systèmes se heurtent aujourd'hui à des difficultés du type : simulation d'un comportement "intelligent", facultés d'adaptation, recherche dans des bases de données non structurées, etc. Dans l'autre cas, l'analyse d'images, la problématique consiste à extraire une information utile à partir de données issues d'un capteur, et représentatives d'un phénomène. Les exemples sont bien connus : télédétection, imagerie médicale, contrôle non destructif, reconnaissance de caractères, etc.

Faisant d'une part appel à des données complexes à fort contenu informatif, et devant d'autre part relever d'un comportement "intelligent", ces systèmes se tournent depuis de nombreuses années vers les méthodes de l'IA qui offrent des possibilités pour représenter efficacement des connaissances, mettre en oeuvre des modèles de raisonnement, ou bien encore proposer des facultés d'adaptation et d'apprentissage. Les systèmes experts ont été les premiers outils exploités par les spécialistes de la reconnaissance de formes et de l'interprétation d'images, mais aujourd'hui sont utilisés d'autres outils comme les réseaux de neurones, les systèmes neuro-flous ou le raisonnement à partir de cas.

L'objectif de ce dossier est de donner un aperçu de ces différentes approches en s'appuyant sur les travaux de R&D menés actuellement par les équipes académiques et industrielles. Nous sollicitons donc auprès d'elles des contributions sur les thèmes ci-après :

Problématiques :
- outils de pilotage d'algorithmes et d'aide à la programmation d'applications - systèmes d'interprétation (ou de segmentation) - capteurs "intelligents"
- bases de données / de connaissances
- représentation de réalités virtuelles

Techniques :
- approches symboliques et cognitives
- traitement de l'incertain et de l'imprécis
- outils de reconnaissance (réseaux de neurones etc.)
- architectures (blackboard, multi-agents, etc.)

Domaines :
- télédétection
- médecine
- analyse de documents
- robotique et systèmes industriels
- etc.

Les contributions feront une ou deux pages et devront être envoyées **avant le 15 MARS 1997** par disquette ou courrier électronique (format Word Mac de préférence, RTF sinon).

Elles devront prendre les formes classiques utilisées dans le bulletin de l'AFIA, c'est-à-dire être de préférence organisées selon le schéma suivant :

* identification du chercheur ou de l'équipe (adresse, nom du responsable, téléphone, adresse électronique)
* cadre général, mission et compétences de l'équipe, composition de l'équipe
* éventuellement, bref historique des travaux
* motivations, types de problèmes abordés
* panorama des travaux effectués
* présentation d'un ou deux projets représentatifs (en cas d'applications décrire clairement l'état d'avancement de l'implantation)
* techniques et outils logiciels employés, disponibilité et diffusion éventuelle
* résultats obtenus
* position par rapport à l'état de l'art international
* courte bibliographie

Contact :
Jean-Louis AMAT
Institut Polytechnique de Sévenans
Rue du Chateau
90010 Belfort cedex
Email : Jean-Louis.Amat@utbm.fr

Dossiers du Bulletin

IA et robotique	Bulletin n°27
I.A . et biologie moléculaire	Bulletin n°26
I.A. et droit	Bulletin n°25
I.A. et fusion de données	Bulletin n°24
I.A. et musique	Bulletin n°23
Apprentissage	Bulletin n°22
Les explications dans les SBC	Bulletin n°20
Pétrole-Chimie	Bulletin n°19
Le raisonnement à partir de cas	Bulletin n°18
I.A. et temps-réel	Bulletin n°17
Planification et action	Bulletin n°16
Traitement automatique des langues	Bulletin n°15
I.A. et médecine	Bulletin n°14
Diagnostic à base de modèles	Bulletin n°13
Validation des SBC	Bulletin n°12
Le connexionnisme	Bulletin n°11
I.A. et jeux	Bulletin n°10
E.I.A.O.	Bulletin n°9
I.A. et gestion	Bulletin n°8
Conception et I.A.	Bulletin n°7
Intelligence artificielle distribuée	Bulletin n°6
Acquisition des Connaissances	Bulletin n°5
A et ordonnancement	Bulletin n°4

Adhésion et abonnement

❑ Demande ❑ Renouvellement

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

- ❑ Adhésion simple 1996 (incluant l'abonnement au bulletin) : .....250 francs
- ❑ Adhésion étudiant 1996 (incluant l'abonnement et sur justificatif) :.....100 francs
- ❑ Adhésion de soutien 1996 (incluant l'abonnement au bulletin) : .....500 francs
- ❑ Adhésion 1996 (incluant l'abonnement au bulletin) + abonnement à la Revue de l'Intelligence Artificielle:.....700 francs
- ❑ Abonnement au bulletin sans adhésion (1996):.....250 francs
- ❑ Adhésion simple 1996 (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	***1996***
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 de Bretagne code banque 15589 code guichet 35130 N° compte 03128396243 clé 23

SOMMAIRE DU BULLETIN N°27

Editorial 3

La vie de l'A.F.I.A. 4

Congrès A.F.I.A. 9

Applications de l'IA 11

Dossier IA Robotiques 15

Livres 41

Conférences 46

Calendrier 47

Sommaire des revues 52

Résumés de thèses 60

Appel à dossiers 61

CALENDRIER DE PARUTION DU BULLETIN DE L'AFIA

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