

Association Française pour l'Intelligence Artificielle

#### Présentation du bulletin

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

#### Pour contacter *l'AFIA*

Jean-Marc DAVID (Président)

Renault DSCIT

860, Quai Stalingrad 92109 Boulogne- Billancourt

Laurent SIKLOSSY (Secrétaire) Parrainage de manifestations ESIGEC - LIA,

Université de Savoie 2, route de Chambérv

73376 Le-Bourget-Du-Lac Cedex

Adhésions, trésorerie

Marc AYEL (provisoirement) ESIGEC - LIA, Université de Savoie 2, route de Chambéry 73376 Le-Bourget-Du-Lac Cedex

Claudette SAYETTAT Université de Compiègne

BP 649

60206 Compiègne Cedex

#### Personnes morales adhérentes à l'AFIA

ALGOE MANAGEMENT, CAP GEMINI INNOVATION. CEA-CEN, CEREMADE, CNETLANNION, CNETPARIS. COMPAGNIE BANCAIRE, CRISS, ECOLE DES MINES D'ALES, ENST BRETAGNE, ENST PARIS, FRAMATOME, GRASCE, HEUDIASYC-UTC, ILOG, INFO SERVICE +, INFORMATIQUE CDC, INGENIA, INRETS, IRIT, ISOFT, ITMI, MATRA MARCONI SPACE, PEUGEOT, RENAULT, SLIGOS, SOLLAC

# Bureau de I'AFIA

Jean-Marc DAVID, président Marc AYEL, vice-président Laurent SIKLOSSY, secrétaire

Jean-Paul BARTHES, Bertrand BRAUNSCHWEIG, JeanCHARLET, Philippe DAGUE, Jean-Michel DARROY, Jean ERCEAU, Philippe JORRAND, Jean-Paul KRIVINE, Suzanne PINSON, René QUINIOU, François ROUSSELOT, Marie-Christine ROUSSET, Claudette SAYETTAT, Brigitte TROUSSE, Martial VIVET

#### Comité de rédaction :

Jean-Paul KRIVINE Rédacteur en chef E.D.F.. Direction des Etudes et Recherches 1, avenue du Général de Gaulle 92141 Clamant Cedex

Jean-Paul.Krivine@der.edf.fr

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

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

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

Francoise GAYRAL LIPN. Université Paris Nord Avenue J-B. Clement 93430 Villetaneuse fg@lipn.univ-paris13.fr

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

Philippe LAUBLET rubriques «Présentation de livres et de revues» et «Projets ESPRIT» ONERA BP 72, 92322 Chatillon laublet@laforia.ibp.fr laublet@onera.fr

**Beranard LEROUX** ONERA BP 72, 92322 Chatillon leroux@onera.fr



Association Française pour l'Intelligence Artificielle

Imp. Augustin Paris - 40.36.10.15

e bureau m'a proposé de devenir le nouveau président de notre association. Je succède ainsi 📘 à Jean-Paul Haton qui avait souhaité ne pas conserver son poste. Je m'efforcerai – et ce n'est pas simplement une formule d'usage - de me montrer digne de cette confiance en tâchant, avec l'ensemble du bureau, et avec vous tous, de poursuivre le travail entrepris par mon prédécesseur.

L'AFIA est une association dynamique – le rapport moral présenté lors de la dernière AG en témoigne cette année encore. Depuis 1989, l'AFIA s'est progressivement imposée comme un acteur important de la communauté française d'IA. Forte de 400 membres – issus tout aussi bien des milieux académiques que du monde industriel – l'AFIA organise ses propres manifestations scientifiques (Journées de Compiègne en 92, Journées Jeunes Chercheurs en 92 et en 94), a coorganisé RFIA-94, patronne un nombre important de manifestations, patronne également des groupes de travail très actifs et est à l'origine de l'organisation par la France de l'ACAI'95. Le succès de l'IJCAI-93, enfin, a marqué cette année 93 : outre l'important bénéfice moral qu'en retire l'AFIA, notre trésorerie devrait s'en trouver également améliorée.

Le bureau que je vais maintenant présidé vient d'être assez profondément renouvelé, puisque sur 18 membres, 7 font leur entrée. Bienvenue donc aux «nouveaux». Je suis certain que ceux qui n'ont pas souhaité se représenter n'en continueront pas moins à œuvrer pour le développement de l'AFIA et de l'IA en France, en particulier à travers leurs responsabilités au PRC-IA, à la Revue d'Intelligence Artificielle ou à l'ECCAI.

Les objectifs qui me tiennent particulièrement à cœur seront de consolider le rôle de l'AFIA au sein de la communauté scientifique française, de renforcer ce rôle vis à vis du monde industriel, et, enfin, d'affirmer l'AFIA comme un des acteurs de la communauté francophone d'IA.

- consolider le rôle de l'AFIA au sein de la communauté scientifique française. Je n'insisterai pas sur le fait que l'AFIA est maintenant reconnue par la communauté scientifique française – et internationale – comme un partenaire à part entière. Je n'en veux pour preuve que la récente co-organisation, avec l'AFCET, de RFIA-94. Mais rien n'est jamais acquis... L'AFIA pour suivra dans cette voie et continuera d'assumer ses responsabilités d'animation et de représentation de la communauté scientifique française.
- renforcer le rôle de l'AFIA vis à vis du monde industriel. L'AFIA se doit par contre d'être plus présente dans le domaine de l'IA appliquée : elle peut apporter beaucoup plus aux utilisateurs de l'IA qu'elle ne l'a fait jusqu'à présent ; elle doit également contribuer à tisser des relations plus étroites entre milieux académiques et milieux industriels. C'est une des tâches auxquelles nous allons nous atteler en priorité. Le Bulletin, dès les prochains numéros, s'ouvrira d'avantage à ce domaine. Une manifestation sur le thème «IA et Industrie» sera bientôt organisée – nous y travaillons depuis un moment déjà.
- affirmer l'AFIA comme un des acteurs de la communauté francophone d'IA. Enfin, l'AFIA peut maintenant - et doit maintenant - jouer un rôle plus important vis à vis des autres communautés francophones d'IA. Ce thème a déjà été maintes fois évoqué, en bureau, ou lors de la dernière AG. C'est un de nos objectifs pour cette année que de mieux faire connaître l'AFIA de la communauté francophone et de développer ces relations.

Ces 3 objectifs ne constituent bien évidemment qu'une partie du travail qui attend le nouveau bureau. D'autres tâches ont déjà été réparties (cf. le compte-rendu de la première réunion) ou le seront très prochainement. Ces tâches vont mobiliser le bureau. Je souhaite très vivement qu'elles ne mobilisent pas que lui, mais aussi tous ceux qui souhaitent voir se développer notre association.

Je terminerai, puisqu'il en est encore temps, en adressant à chacun de vous, au nom du bureau et en mon nom propre, mes meilleurs vœux pour cette nouvelle année.

Très bonne année également à l'AFIA!

Jean-Marc David

# Compte-rendu de l'Assemblée Générale de l'AFIA du 7 décembre 1993.

L'Assemblée Générale de l'AFIA pour l'exercice 1993 a eu lieu le mardi 7 décembre 1993 à Jussieu. Les présents étaient au nombre de 28. L'ordre du jour comporte trois points : (1) présentation du rapport moral, (2) présentation du budget 1993, et (3) dépouillement du vote pour le renouvellement d'une partie des membres du bureau.

#### Le rapport moral

Le rapport moral présenté par Jean-Paul Haton s'organise autour de 4 points :

- Les activités scientifiques, avec un bilan sur les publications réalisées (de qualité croissante) ainsi que sur les manifestations scientifiques soutenues par l'AFIA, dont IJCAI-93.
- 2- Les activités de relations (notamment avec l'AFCET) et de promotion (plaquette, futur logo, contacts en cours avec les autres pays francophones).
- 3- Réflexions nécessaires sur les objectifs et le rôle de l'AFIA.
- 4- Les finances. Le rapport de Marc Ayel est encourageant: il dénote en particulier une réduction importante du déficit par rapport à 92.

Dans la discussion qui a suivi la présentation du rapport moral, le taux élevé de non renouvellement des adhésions d'une année sur l'autre a été largement débattu. En effet, cette année, sur les 400 membres de l'AFIA, environ 25% n'ont pas renouvelé leur adhésion, heureusement remplacés par de nouveaux adhérents.

D'une part, la négligence des personnes est évoquée: peu de démissions semblent être volontaires, mais il s'agirait plutôt d'oublis de renouvellement. Une explication possible serait un manque de repères, et ce malgré les deux lettres de relance envoyées et la mention des années d'abonnement figurant sur les enveloppes du Bulletin.

D'autre part, il est probable qu'un nombre important de thésards ne renouvellent pas leur adhésion à la fin de leur thèse. Relativement à ce point, il serait souhaitable d'établir des statistiques sur les adhérents. Cela permettrait en outre de connaître le nombre et le profil des industriels inscrits.

Parmi les propositions qui ont été faites, une suggestion majeure est d'utiliser le courrier électronique (moins cher, plus rapide et plus convivial), tout en conservant l'envoi par courrier normal pour les industriels et les personnes qui ne peuvent pas se connecter sur réseau. Un fichier d'adresses électroniques doit alors être établi, ce qui pourra être l'une des tâches d'un secrétariat à temps partiel que justifie par ailleurs la taille de l'association.

Une forte demande est également apparue en faveur de relances systématiques et d'accusés de réception des inscriptions.

Un second sujet de discussion a été l'ouverture de l'AFIA et du bulletin aux pays francophones. Daniel Kayser indique que deux numéros spéciaux de RIA seront dédiés l'un à la Suisse en 94, l'autre à la Belgique (envisagé en 95). Du côté du Bulletin de l'AFIA, un effort de diffusion est souhaité en direction des francophones d'autres pays.

A côté des activités de l'ECAI impliquant l'ensemble des pays de l'Union Européenne, il serait bénéfique d'organiser des manifestations scientifiques bilatérales autour de sujets particuliers. Les rencontres des jeunes Chercheurs en Intelligence Artificielle pourraient par exemple s'ouvrir à l'Allemagne ou à l'Italie.

#### Le budget

La présentation du budget de 1994 de Marc Ayel a tout d'abord porté sur les propositions des nouveaux tarifs: (i) les tarifs d'adhésion 93 sont reconduits pour 94 et 95, sauf pour les industriels, (ii) les pages de publicité pour les éditeurs dans le bulletin de l'AFIA sont désormais payantes.

Le second point a porté sur les abonnements jumelés avec d'autres associations: d'une part, l'AFIA a trouvé un accord avec l'AFCET pour proposer un tarif jumelé à partir de janvier 94 permettant une réduction de 50F sur l'abonnement AFCET (l'AFIA ne faisant pas pour sa part de réduction).

D'autre part, une discussion a été également entamée avec l'ARC pour une adhésion jumelée. Cependant, P.Y. Raccah rappelle qu'actuellement, une adhésion à l'ARC doit être préalablement acceptée par le bureau d'administration. L'assemblée a donné mandat au bureau de l'AFIA pour négocier avec l'ARC.

De manière générale, la possibilité et l'intérêt d'une cotisation jumelée sans réduction a été discutée. En effet, bien que la réduction puisse être une incitation à plus d'adhésions, l'adhésion jumelée sans réduction avec une autre association permettrait déjà d'ouvrir l'AFIA à un public différent. En outre, les tarifs pratiqués actuellement par l'AFIA correspondent quasiment aux frais de publication du bulletin, et de ce fait, paraissent difficilement réductibles. En conclusion, l'assemblée est d'accord pour continuer pour l'instant une politique de jumelage sans réduction.

Le rapport moral et le rapport financier, ainsi que les tarifs de 1994 et 1995 et le budget de 1994, tels qu'ils ont été présentés dans le document joint à la convocation, ont été votés à l'unanimité des présents.

# VIE DE L'A.F.I.A., VIE DES ASSOCIATIONS D'I.A.

#### Le renouvellement du Bureau

Sur 393 membres il y a eu 209 votants, ce qui représente une proportion tout à fait convenable. Ont obtenus :

J.P. Krivine	= "	184	B. Braunschweig	=	126
M. Ayel	=	183	L. Siklossy	=	107
M.C. Rousset	=	154	B. Trousse	=	99
R. Quiniou	=	150	E. Mercier-Laurent	=	96
P. Jorrand	=	133	C. Giraud	=	86
J. Charlet	=	132	A.M. Kempf	=	86

J.P.Krivine, M. Ayel, M.C. Rousset, R. Quiniou, P. Jorrand et J. Charlet sont donc élus pour 3 ans, B. Braunschweig et L. Siklossy sont élus pour 2 ans, et B.Trousse est élue pour 1 an.

Synthèse effectuée par A. Cornuéjols et M. Moulet

# Rapport moral 1993

Présenté à l'assemblée générale de l'AFIA le 7 décembre 1993 par Jean-Paul HATON, président de l'AFIA

Le bilan de l'année 1993 est très riche pour notre association.

Sur le plan scientifique, l'AFIA a mené trois types d'actions :

- les publications : notre bulletin a su conserver au fil des ans une grande qualité, ce qui est à l'honneur du comité de rédaction dont je salue la valeur et le professionnalisme. Une proposition de tarif pour des pages de publicité relative à des ouvrages scientifiques est faite dans le budget 1994. La Revue d'Intelligence Artificielle a subi cette année un remaniement de son comité de lecture, désormais présidé par Marie-Odile Cordier. La qualité de cette revue est reconnue en France et à l'étranger. Il importera en revanche au cours des mois à venir de repréciser les relations entre l'AFIA et l'éditeur Hermès;

- les manifestations : cette année a été marquée par la tenue du congrès mondial IJCAI à Chambéry. Cette manifestation a eu un succès incontestable, grâce notamment aux efforts considérables de Jean-Pierre Laurent et de l'équipe de Chambéry. J'ai grand plaisir à les remercier ici pour ce succès qui rejaillit sur l'ensemble de la communauté française d'IA. IJCAI-93 sera un congrès bénéficiaire et une part du bénéfice viendra abonder le budget 1995 de

notre association lorsque les comptes seront définitivement arrêtés.

L'AFIA accorde également son patronage à des manifestations d'IA. Pour l'instant dix sept patronages ont été accordés pour 1993 et 1994.

Enfin, de nouvelles manifestations sont déjà prévues pour 1994 et 1995: le congrès RFIA co-organisé avec l'AFCET à Paris en janvier 1994, une journée «L'IA dans l'industrie» qui aura lieu dans le cadre du congrès international Avignon-94 sous la responsabilité de Jean-Marc David, les deuxièmes journées «Jeunes Chercheurs en IA» à Marseille en septembre 1994, l'Ecole d'été de l'ECCAI (ACAI) qui aura lieu à Lannion en 1995;

- les groupes de travail : ces groupes sont maintenant au nombre de six, pour la plupart en association avec l'AFCET, et d'autres sont en préparation. Ils ont fonctionné de façon satisfaisante au cours de cette année. Les relations de l'AFIA avec l'AFCET ont été établies cette année sur une

ont été établies cette année sur une base de coopération et d'ouverture. Les discussions qui ont eu lieu ont été très positives, en particulier grâce à l'excellent esprit de l'AFCET et de son président E. Jacquet-Lagrèze. Les accords actuels concernent la coorganisation du congrès RFIA (l'AFIA prenant une participation à hauteur de

20%), la représentation à l'ECCAI (accord tripartite avec l'ARC), le fonctionnement des groupes de travail mixtes, la possibilité d'adhésion jumelée aux deux associations proposée pour 1994.

Sur le plan promotionnel, nous avons réalisé, grâce à Suzanne Pinson, une plaquette de présentation de l'AFIA et fait la promotion de l'association lors des grandes manifestations scientifiques, notamment le congrès d'Avignon et l'IJCAI. Une réflexion est en cours pour attirer à l'AFIA des membres venant des différents pays francophones.

Les finances de notre association se sont nettement améliorées par rapport à 1992, comme le montre le rapport de notre trésorier Marc Ayel que je remercie pour le très gros travail qu'il effectue avec le sourire et dans la discrétion.

Forte de quatre cents membres. l'AFIA a désormais acquis une reconnaissance nationale et internationale. Il nous faut maintenant mener une réflexion de fond sur les missions de l'association et sur son avenir. L'AFIA ne doit pas se réduire à un organisme publiant un bulletin et une revue (aussi excellentes soient ces publications...) et organisant des manifestations. Il me semble que l'AFIA est avant tout une communauté de personnes venant d'horizons divers œuvrant en commun pour la promotion et le rayonnement de l'intelligence artificielle. Tous les membres de l'association sont invités à réfléchir au sens profond de son adhésion à l'AFIA et à faire des propositions pour assurer l'avenir de l'AFIA.

En cette période de renouvellement, je voudrais remercier le bureau de notre association pour son action et le très bon esprit qui y a régné. Je remercie en particulier Marie-Odile Cordier qui a assuré le secrétariat de l'association avec efficacité.

En ce qui me concerne, je reste membre du bureau mais, comme je l'avais annoncé, quitte la présidence avec le sentiment d'avoir mis en place une structure pérenne et avec l'assurance que la relève est assurée.

# Bilan comptable pour 1993

Recettes (TTC)	budget 93 nombre	montant	bilan 93 nombre	montant	dont de 92
cotisations à 200	230	46 000	259	51 873,20	17
cotisations de soutien	1	1 200	6	2 400,00	
cotisations à 1500 (labos)	6	9 000	111	16 500,00	2
cotisations à 2500 (industriels)	15	37 500	12	30 000,00	
cotisations 93/94	80	36 000	32	14 400,00	
cotisations de soutien 93/94			2	2 000,00	*
cotisations à 1500 93/94		. *	2	6 000,00	
cotisations à 2500 93/94			1	5 000,00	
cotisations jumelées RIA	70	35 000	67	33 150,00	7
cot. jumelées RIA remb. Hermes	3	450	0	4 1	pour 94 :
cotisations 94		1		1 000,00	4
recettes publicitaires		8 000			
divers		15 000		15 619,09	
total	404	188 150	392	177 942,29	·

Dépenses (TTC)	budget 93		bilan 93		eath e in tak
	nombre	montant	nombre	montant	
bulletins	4	100 000	3	89 974,61	dont 23KF n°15
bulletins AI-Com	4	14 000		13 526,39	
publicité-plaquette		10 000	1	14 127,05	
reversements RIA	70	21 000		18 850,00	· ·
réserve cotisations 94	80	20 000	41	14 500,00	
secrétariat	The second	4 500		6 857,09	
divers	1	9 500		2 519,09	
excédent TVA (payés)			<b> </b>	5 905,88	
dépenses reportées de 1992		13 500		12 798,46	
total		192 500	· ·	179 058,57	

Déficit de l'exercice			1 116,28
Delicit de l'exercice	100		1 110,20

Bilan des comptes reliquat bancaire de l'exercice précédent recettes de l'exercice	actif 8621,94 177 942,29	passif
dépenses de l'exercice		179 058,57
dépenses de l'exercice précédent		31 288,46
dépenses reportées de l'exercice prec.	12 798,46	
réserve pour le procahin exercice	14 500,00	
dépenses reportées au prochain exercice		and the second second
(prix RF-IA-91)	5 000,00	
(bulletin n°15)	23 000,00	
reliquat bancaire de l'exercice 93		31 515,66
balance	241 862,69	241 862,69

# VIE DE L'A.F.I.A., VIE DES ASSOCIATIONS D'I.A.

# Budget pour 1994

Recettes (TTC)				
	prix	nombre	montant	
cotisations	250	115	28 750	
cotisations réduites pour RF-IA	200	140	28 000	
cotisations de soutien	500	2	1 000	
cotisations labos	1500	10	15 000	
cotisations industriels	2965	10	29 650	
cotisations 94/95	500	20	10 000	
cotisations de soutien 94/95	1000	1	1 000	
cotisations labos 94/95	3000	1	3 000	
cotisations jumelées RIA	600	60	36 000	
cot. jumelées RIA remb. Hermes	450	0	0	
cotisations 93/94		41	14 500	
recettes publicitaires			8 000	
bénéfice RF-IA			10 100	
résultat des Journées de Marseille			15 000	
total		400	200 000	

Tarifs spéciaux 1994

adhésion jumelée AFCET-AFIA réduction AFCET, pas de réduction AFIA

adhésion jumelée ARC-AFIÁ

Page de publicité dans le bulletin 2000F HT soit 2372 F TTC

Tarifs 1995

250 F TTC personne physique

minimum 500F TTC personne physique (soutien)

laboratoire 1500 F HT soit 1779 F TTC

industriel (applicable en 1994) 2500 F HT soit 2965 F TTC

Dépenses (TTC)			
•	prix	nombre	montant
bulletins	27500	4	110 000
bulletins AI-Com			15 000
publicité-plaquette		· .	3 000
reversements RIA	350	60	21 000
réserve cotisations 95		22	14 000
secrétariat		,	10 000
divers			1 884
excédents TVA			4 000
déficit de 1993	·	•	1 116
Prix RF-IA 94			5 000
avance Journées de Marseille			15 000
total		·	200 000
•			

#### Bureau de l'AFIA Procès-Verbal de la réunion du 11 janvier 1994.

Palais des Congrès, Paris (à l'occasion de RFIA'94) à 17.30.

Présents: Marc Ayel, Jean Charlet, Jean-Marc David, Jean-Paul Haton, Suzanne Pinson, René Quiniou, Marie-Christine Rousset, François Rousselot, Laurent Siklóssy, Brigitte Trousse.

Absents excusés: Bertrand Braunschweig, Philippe Dague, Jean-Michel Darroy, Jean-Paul Krivine (procuration à David).

Absents: Jean-Paul Barthes, Jean Erceau, Philippe Jorrand, Claudette Sayettat.

Invité: Jean-Pierre Laurent.

JPH, président sortant, ouvre la réunion en attendant l'élection du nouveau Bureau. Il demande un volontaire pour rédiger le PV; LS est volontaire.

#### 1. JPL informe

-l'IJCAI aura un excédent au profit de l'AFIA d'environ 300 KF, dont la plus grande partie devrait être versée en 1994. Au nom de l'AFIA toute entière, JPH félicite JPL et les Chambériens qui ont tant contribué au succès de l'IJCAI.

-qu'il sera candidat à la présidence de l'ECCAI à la prochaine AG de l'ECCAI -lors de l'ECAI94 à Amsterdam, en août 1994- si l'AFIA le désire, (il doit être le délégué de l'AFIA à cette AG). JPL reçoit le support unanime du bureau.

-JPL rappelle l'existence de bourses de voyage ECCAI pour les jeunes chercheurs qui désirent se rendre à des congrès. (Pour détails, lire AI Comm.)

JPL quitte la réunion du bureau.

#### 2. Prochaines réunions du bureau

Ma 15 02 1994, 14.30.

Ma 29 03 1994, 14.3O.

Ma 03 05 1994, 14.3O.

Ma 31 05 1994, 14.30.

Le bureau demande à JC d'arranger un lieu de réunion, sans doute à l'Assistance Publique.

#### 3. Responsabilités

Par des votes unanimes, sauf abstention des candidats (uniques), les quatre postes statutaires du bureau seront occupés par:

David, président; MA, vice-président; LS, secrétaire, FR, trésorier.

[L'accord de FR pour le poste de trésorier était conditionné à l'existence d'un support de secrétariat à Strasbourg, qui ne s'est pas réalisé. Donc, FR ne pourra assumer le poste de trésorier.]

(Le bureau s'engage à financer l'équivalent d'un tiers temps de secrétaire pour le travail lié aux adhésions et à l'utilisation du fichier des membres.)

Les responsabilités non-statutaires sont distribuées comme suit:

PhD et SP (co-responsables), promotion (LOGO - <u>urgent</u>-,plaquettes, stands, adhésion personnes morales, etc.);

BB, DAR, relations avec industriels;

JPH, relations ECCAI;

JPK, Bulletin (Rédacteur en chef);

JC, Bulletin (comité de rédaction);

RO, communication électronique:

MCR, IA & Enseignement;

CS, patronage;

BT, groupes de travail.

(Sans responsabilités précisees: JE, PJ, JPB).

#### 4. Bulletin

A la demande de JPK, l'AFIA mettra à la disposition du rédacteur en chef du Bulletin un Macintosh (avec imprimante, etc.), pour un coût total maximum de 15 KF TTC. Les modalités de l'achat sont à déterminer. Rappel: Les annonces dans le Bulletin coûtent 2000 FF HT/page.

#### 5. Congrès systèmes experts d'Avignon,

5.1 JPH fait part d'une lettre de Jean-Claude Rault, président d'EC2 et organisateur des congrès d'Avignon. Il propose d'associer l'AFIA comme co-organisateur de ces Congrès. Une discussion s'ensuit.

Le président David nomme un groupe de réflexion, comprenant David, JPH, MA et MCR.

5.2. IA & Industrie à Avignon '94. David indique que la date limite des contributions a été reportée au 15 01 1994, et des contributeurs éventuels ont été contactés individuellement.

Rédigé par: Laurent Siklóssy, Secrétaire AFIA.

(Cette version intermédiaire n'a pas encore été approuvée officiellement par le bureau)

## VIE DE L'A.F.I.A., VIE DES ASSOCIATIONS D'I.A.

#### Le bureau de l'AFIA

Marc Ayel
LIA-ESIGEC-Universite de

Savoie Savoie Technolac 73376 LE BOURGET-DU-LAC

Tel: 79758845, 79758788 Fax: 79758785 mayel@univ-savoie.fr

#### Jean-Paul Barthes

Division Informatique
Universite de Technologie de
Compiegne
60206 COMPIEGNE
Tel: 1.44232266, 1.44234464,
1.44234446
Fax: 1.44234633
barthes@hds.univ-compiegne.fr

#### Bertrand Braunschweig Institut Français du Petrole

Direction Informatique Mathematiques Appliquees BP 311 92506 Rueil Malmaison cedex Tel: 1.47526648

Tel: 1.47526648 Fax: 1.47527022 braunschweig@cl.ifp.fr, braunweg@ifp.fr

#### Jean Charlet INSERM U.194 (DIAM) 91, bd de l'Hopital 75634 PARIS cedex 13

Tel: 1.45836728 Fax: 1.45838720, 1.45865685 charlet@biomath.jussieu.fr Philippe Dague LIPN Institut Galilee Universite de Paris Nord Avenue Jean-Baptiste Clement 93430 VILLETANEUSE Tel: 1.49403617 Fax: 1.48260712 dague@lipn.univ-paris13.fr

# Jean Michel Darroy MATRA MARCONI SPACE 31 rue des Cosmonautes 31077 TOULOUSE cedex Tel: 61396735 Fax: 62247780 darroy@osiris.matra-espace.fr

Jean Marc David RENAULT Service Systemes Experts Bat J4-D14, service 0497 860 quai Stalingrad 92109 Boulogne Billancourt Tel: 1.41049486 Fax: 1.41049023 david@renault.renault.fr

Jean Erceau
ONERA BP72
29 avenue de la Division Leclerc
92322 CHATILLON
Tel: 1.46734377, 1.46734401
Fax: 1.46734150
erceau@onera.fr

# Jean Paul Haton CRIN - Univ. de Nancy I B.P. 239 54506 Vandcavre-Lès-Nancycedex Tel: 83592050 Fax: 83413079 jph@loria.crin.fr

Philippe Jorrand
Institut IMAG - LIFIA
46, avenue Felix Viallet
38000 GRENOBLE
Tel: 76574647
Fax: 76574602

jorrand@lifia.imag.fr

Jean-Paul Krivine
EDF DER, Service Etudes et
Reseaux
1 av du Géneral de Gaulle
92141 CLAMART
Tel: 1.47653992

72141 CLAMAR1
Tel: 1.47653992
Fax: 1.47653991
Jean-Paul.Krivine@der.edf.fr

Suzanne Pinson LAMSADE Universite Paris-Dauphine Place du Mal de Lattre de Tassigny 75775 PARIS Tel:: 1.44054551, 1.44054434 Fax:: 1.47554091

Rene Quiniou INRIA / IRISA, Campus de Beaulieu 35042 RENNES cedex Tel: 99847319 Fax: 99383832 quiniou@irisa.fr

pinson@dauphine.fr

Francois Rousselot
Universite de Strasbourg II
22 rue Rene Descartes
67084 STRASBOURG
Tel: 88417429
Fax: 88417354
rousse@steinway.u-strasbg.fr

Marie-Christine Rousset L.R.I, Batiment 490, Universite Paris-Sud 91405 ORSAY cedex Tel: 69416197 Fax: 69416586 mcr@lri.lri.fr

Claudette Sayettat
Universite de Technologie
Dept. Genie Informatique
BP 649
60206 COMPIEGNE cedex
Tel: 44234487
Fax: 44234477
sayettat@hds.univ-compiegne.fr

Laurent Siklossy
LIA - ESIGEC
Domaine Scientifique
Universitaire
73376 LE BOURGET-DU-LAC
cedex
Tel: 79758848
Fax: 79758785
siklossy@lia.univ-savoje.fr

Brigitte Trousse INRIA Unite de Sophia-Antipolis, Projet SECOIA 2004, route des Lucioles. BP 93 06902 SOPHIA-ANTIPOLIS Tel: 93657745, 93657780 Fax: 93657783 trousse@sophia.inria.fr



#### ANNONCE

#### Offre d'emploi

RENAULT recherche pour son Service Systèmes Experts un spécialiste de l'IA (3 à 5 ans d'expérience), ayant si possible une compétence dans le domaine de l'aide à la conception.

Il - ou elle - interviendra dans un premier temps sur un projet de recherche européen (AIT). A terme, il aura pour mission d'encadrer des projets d'IA dans le domaine de la conception.

Le Service Systèmes Experts est le centre de compétence de Renault pour les techniques d'IA. Il est composé d'une quinzaine de personnes. Ce service développe des applications opérationnelles, en liaison avec les directions informatiques, et assure une veille technologique sur les techniques avancées, en particulier à travers des projets de recherche.

Contacts: Jacques Hur ou Jean-Marc David

RENAULT

Service Systèmes Experts (0497)

860, Quai Stalingrad

F - 92109 BOULOGNE BILLANCOURT

tél: (1) 41 04 94 49

#### Nouvelles d'Allemagne

KI-93 (anciennement GWAI, German Workshop on A I), le grand congrès scientifique allemand en I.A, a eu lieu en septembre 1993. Il a donné lieu à un numéro spécial de la revue KI (Künstliche Intelligenz l'homologue du Bulletin de l'AFIA outre Rhin). Celui-ci rassemble les résumés de toutes les conférences et les exposés des ateliers. L'organisation de KI-93 marque une importante évolution du congrès: d'une part, il est la poursuite de GWAI en regroupant les contributions des chercheurs de différents domaines d'I.A., d'autre part, il se veut tourné vers les applications. Une partie de la conférence est donc orientée résolument vers le monde industriel. Elle se déroule à la suite de la première. Elle a comme objectif de faciliter l'échange et les rencontres entre les deux commu-

On souhaite de plus en plus souvent en Allemagne un développement de l'I.A. vers les applications de la recherche aux problèmes industriels réels. Une première démarche en ce sens a été l'organisation du congrès allemand XPS-93 sur les systèmes experts («Expertensysteme-93») début 93 qui a eu également deux parties: l'une scientifique et l'autre appliquée.

On assiste en effet en Allemagne à une réorientation de la politique en IA. Un audit a été demandé pour évaluer les retombées de l'équivalent du PRC I.A. en Allemagne (financé pendant presque 10 ans par le ministère de la recherche et de la technologie)! Ceci laisse vraisemblablement présager une baisse des crédits ministériels.

Voyons le programme de KI-93, duquel nous allons citer quelques projets concrets traités par des conférences invitées:

- le programme PRO-ART (PROMETHEUS Artificial Intelligence) qui fait partie de PROMETHEUS (PROgramme for a European Traffic with Highest Efficiency and Unprecedented

Safety) et étudie la représentation des connaissances permettant la modélisation des états dynamiques de la circulation automobile (où des établissements français comme l'UTC sont impliqués)

- VERBMOBIL, un projet dirigé par W. WAHLSTER, qui a comme objectif la traduction des dialogues d'une négociation entre deux partenaires qui communiquent principalement en anglais, mais qui peuvent utiliser leur langue maternelle (traduite en anglais) et s'exprimer par gestes. (projet prévu de 8 à 10 ans americano-japano-germanique coût 40 M de DM pour les 4 prochaines années).
- un projet concernant les mécanismes de reconnaissance des formes et la vision (approche portant sur la simulation de la vision au moyen de réseaux neuronaux)

Il serait fastidieux d'énumérer les 17 ateliers, mais un effort pour se tourner davantage vers les besoins de l'utilisateur et vers les applications, est perceptible dans les thèmes des ateliers dont voici une sélection:

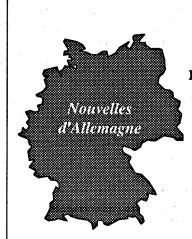
- apprentissage symbolique: approches théoriques et applications potentielles
- méthodes de l'I.A. dans le secteur financier
  les expériences pratiques avec KADS
- I.A. et la recherche opérationnelle

- I.A. et ses applications dans l'environnement

A la fin du numéro se trouve le compte-rendu d'une discussion sur les résultats de l'I.A. dans l'entre-prise, rassemblant des chercheurs en I.A. renommés comme B.NEUMANN ou W.WAHLSTER. Leurs explications essaient de montrer les difficultés que rencontrent souvent les institutions universitaires sur le plan de recherche dans les collaborations avec des industriels. Ce sujet est complété par un article de W. BRAUER «l'I.A. sur la voie de la normalité».

Le reste du numéro 3/93 de KI par contre rassemble des articles aux thèmes divers: usage de la logique floue dans la formalisation d'une loi du code civil, conséquences sociales et professionnelles de la mise en pratique de l'I.A.(particulièrement des systèmes experts), système d'apprentissage symbolique portant sur des exemples, compte-rendu sur les «journées informatique et génome» allemandes (15-16 Février à Bonn).

Trois autres papiers décrivent encore des applications parmi lesquels on trouve un système expert utilisé dans l'agriculture. Cet article a eu un prix pour son originalité et sa qualité à XPS-93(voir plus haut).



F. ROUSSELOT et T.KESSEL
Equipe de Recherche en Ingénierie
des Connaissances (ERIC)
ENSAIS

24 Bd de la Victoire 67084 Strasbourg CEDEX {rousse, kessel}@steinway.ustrasbg.fr tel 88 14 47 37, 88 14 47 53 fax 88 24 14 90

# VIE DE L'A.F.I.A., VIE DES ASSOCIATIONS D'I.A.

# Secondes Rencontres Nationales des Jeunes Chercheurs en I.A. Marseille, 7-10 septembre 1994

à l'initiative de l'A.F.I.A. avec le parrainage des PRC-IA, PRC-CHM Organisées par le GIA, le GRTC, le LIUP, et les universités Aix-Marseille II, Aix-Marseille III

Après le succès des premières rencontres à Rennes en 1992, les secondes rencontres se tiendront à Marseille en 1994.

#### **Objectifs**

Le but de cette conférence d'ampleur nationale est de permettre aux étudiants préparant une thèse en Intelligence Artificielle, ou l'ayant soutenue depuis peu, de se rencontrer et de présenter leurs travaux.

Ces rencontres seront également l'occasion de donner aux auditeurs, universitaires et non universitaires, une vision large des thèmes de recherche en cours.

#### **Contributions**

Les auteurs proposant une contribution doivent être en cours de thèse ou avoir soutenu leur thèse depuis moins d'un an.

Les articles soumis seront examinés par un comité de programme selon les critères scientifiques habituels et une attention particulière sera portée sur la forme de la rédaction et de la présentation.

Les rencontres couvrent tous les domaines de l'intelligence artificielle.

Les articles acceptés seront publiés dans un document intitulé «Actes des Secondes Rencontres Nationales des Jeunes Chercheurs en Intelligence Artificielle 1994». Compte tenu de l'audience et des objectifs de ces rencontres, les articles présentés à d'autres conférences pourront être soumis.

Une session de posters sera organisée afin de permettre à un certain nombre d'auteurs dont la contribution n'a pas été retenue de présenter leurs travaux.

Le comité de programme est composé pour majorité de jeunes docteurs et comprendra également quelques membres désignés par le bureau de l'A.F.I.A.

#### Calendrier

#### •15 mars 1994

Date limite de réception des contributions.

#### •15 mai 1994

Notification d'acceptation ou de rejet.

#### •15 juin 1994

Réception des versions définitives.

#### Contacts

#### Stephane Grandcolas,

GIA, parc technologique et scientifique de Luminy. 163 avenue de Luminy 13288 Marseille cedex 9.

#### Philippe Jegou,

LTUP, Université de Provence, 3 place Victor Hugo, case H 13331 Marsei

3 place Victor Hugo, case H, 13331 Marseille cedex 3

#### Odile Papini,

GIA, parc technologique et scientifique de Lummy, 163 avenue de Lummy 13288 Marseille cedex 9

#### Monique Rolbert.

GRTC, CNRS 31 chemin Joseph Aiguier, 13402 Marseille cedex 9.

#### PRÉSENTATION DE LABORATOIRE : UNIVERSITÉ D'OTTAWA

#### Département d'informatique de l'Université d'Ottawa Ottawa, Ontario, K1N 6N5 Canada

Présentation par Jean-François Delannoy delannoy@csi.uottawa.ca

Ottawa a deux universités. l'Université d'Ottawa, bilingue et l'université Carleton, anglophone. Les activités informatiques sont partagées entre les deux universités au sein d'un institut d'Informatique. Le département d'informatique de l'Université d'Ottawa compte 19 professeurs à temps plein, 400 étudiants «sous-gradués» (préparant le «baccalauréat», c'est-à-dire le BSc) et environ 60 en «master» et en doctorat. L'actuel directeur du departement est Luigi Logrippo. L'ambiance est très internationale, tant du côté des étudiants que de celui des enseignants. Il y a même un Québecois — au nom irlandais. Les activités l'A portent principalement sur l'apprentissage automatique, la langue naturelle, la réutilisation du logiciel et la destion des connaissances.

#### Thèmes de recherche IA

# Apprentissage automatique (Stan Matwin, Rob Holte)

Une première direction de ces recherches est l'apprentissage inductif: construction de concepts et utilisation de l'implication inversée en programmation inductive logique (S. Matwin); apprentissage de clichés relationnels permettant un regard en avant en programmation logique inductive (J. Morin); utilisation de modèles qualitatifs apportant des connaissances du domaine qui augmentent l'efficacité et la précision des règles obtenues (R. Holte, S. Matwin, P. Clark); apprentissage inductif en télé-détection (CABARESS: S. Matwin, D. Charlebois).

D'autres recherches portent sur l'abstraction: accélération de la planification et de la résolution de problèmes (R. Holte); recherches théoriques sur l'abstraction qualitative à partir de réels (Ch. Drummond).

Enfin, d'autres travaux observent l'utilisateur d'un environnement orienté objets pour accélérer le processus de recherche par l'inférence de buts ('goal inference') dans la recherche interactive dans les bases de connaissances (R. Holte,

Ch. Drummond) ou dans l'exploration de classes en Smalltalk (Ch. Drummond).

#### Traitement de la langue naturelle et acquisition de connaissances (Stan Matwin, Stan Szpakowicz)

Les projets TANKA et MaLTe portent sur l'extraction de connaissances à partir de textes techniques. La connaissance du domaine est extraite des textes eux-mêmes, ou sollicitée de l'utilisateur suivant les besoins («lazy approach»), et non codée massivement au préalable comme dans la plupart des systèmes d'acquisition. Le premier composant de TANKA est l'analyseur DIPETT, dont la grammaire de clauses définies est basée sur la grammaire de l'anglais de Quirk et al.: A Comprehensive Grammar of the English Language. DIPETT est un analyseur général et strictement syntaxique. L'analyseur sémantique HAIKU est. lui, interactif: l'utilisateur saisit des structures de cas. ou avalise les propositions du système basées sur l'expérience antérieure via une métrique de similarité. La représentation sémantique ('proto-réseau') articule trois niveaux: structure des groupes nominaux, structures de cas, et relations entre propositions (notamment les relations causales). La représentation finale est un réseau sémantique. TANKA peut etre vu comme un système de traitement linguistique entrainable, à présent seulement pour les structures casuelles, plus tard pour la sémantique des groupes nominaux et la traduction en clauses de Horn dans MaLTe. Des outils permettant d'exploiter l'ontologie WordNet en association avec les dictionnaires électroniques ('semantic clustering') ont été prototypés.

MaLTe utilise TANKA avec l'objectif d'effectuer de l'apprentissage automatique sur la représentation du texte, en particulier des exemples comme en comportent beaucoup de textes techniques. Ces exemples sont compris et utilisés par un lecteur humain au travers d'une généralisation appropriée, c'est-a-dire opérationnelle. MaLTE traduit le 'proto-réseau' fourni par TANKA en clauses de Horn et leur applique plusieurs techniques d'apprentissage: généralisation et apprentissage par explications (EBL) pour arriver à une clause plus opérationnelle, et saisie de liens manquants pour compléter une preuve.

# Réutilisation du logiciel (Stan Matwin)

Trois projets concernent la réutilisation du logiciel:

- CAESAR: réutilisation de logiciel avec raisonnement à partir de cas (S. Matwin, M. Israel, G. Fouqué - actuellement à l'UCLA Los Angeles). La première partie de CAESAR fabrique un bibliothèque de sousprogrammes en découpant un programme écrit en langage C en modules réutilisables, définis par leurs entrées-sorties. La deuxième partie assemble les modules appropriés pour répondre à des spé-

#### PRÉSENTATION DE LABORATOIRE

cifications prototypées en Prolog. Il y a également des travaux sur la réutilisation dans une bibliothèque orientée objets (T. Rovel).

- · GUIDAR: conception et réutilisation d'interfaces graphiques (D. Duchier). La technique de «spreading computation» permet d'explorer un graphe en transmettant non pas un marqueur unique comme dans la «spreading activation» mais un programme, notamment le programme d'exploration appliqué au noeud appelant. C'est donc un modèle d'agents qui se reproduisent. Cette technique a été implantée en langage ML, et appliquée à la navigation dans la bibliothèque du générateur d'interfaces graphiques GARNET.
- SAFIR: raisonnement analogique en conception et réutilisation de bases de données relationnelles (H. Ould-Brahim).

# Ingénierie de la connaissance (Doug Skuce)

CODE (Conceptually Oriented Description Environment) est un système de gestion de la connaissance qui intègre l'analyse, le debogage et la présentation de la base. Avec CODE l'utilisateur accède à la base de connaissances de façon directe, par «browsing» interactif (et non par requêtes). Le système comprend une représentation par frames possédant plusieurs modes d'héritage et d'inférence, une inter-

face graphique permettant d'éditer le graphe de la base, un mode de parcours inspiré des hypertextes (coréférences mises à jour automatiquement), avec la possibilité de descriptions en pseudo-anglais, et des outils de gestion de lexiques. Le but est l'assistance à l'utilisateur pour des tàches d'interprétation sémantique ou d'analyse conceptuelle, ou pour la recherche d'information. CODE est écrit en Smalltalk pour Macintosh, PC ou Unix. Il est utilisé dans plusieurs sociétés dont Bell Northern et Boeing.

Une application particulière de CODE est le projet COGNITERM, qui porte sur la construction et l'utilisation d'une base de connaissances terminologique, en particulier pour les traducteurs et les rédacteurs techniques. Cette application est réalisée en collaboration avec lngrid Meyer, du département de traduction de l'Université d'Ottawa. Le groupe a entamé des travaux sur des outils linguistiques pour l'acquisition, par exemple l'acquisition de connaissances à partir de corpus par des méthodes statistiques.

#### Negopian (Stan Szpakowicz)

Negoplan est un système multiagents d'analyse et de simulation à base de connaissances, applicable à la décision individuelle ou collective. Le système représente un agent dont il assure les decisions, d'autres agents, et l'environnement. Il permet de modéliser par exemple des négociations professionnelles.

#### Autres activités

Les autres thèmes de recherche, hors intelligence artificielle, sont:

- algorithmes (S. Boyd, J. Mullins, I. Rival, I. Stojmenovic, J. Urrutia, N. Zaguia),
- communications (R. Probert, T.-Y. Cheung, L. Logrippo, A. Mili, H. Ural, G. White) système LO-TOS. J. Raymond travaille sur l'application à l'EAO.
- simulation et qualité du logiciel (L.G. Birta, T. Ören),
- génie logiciel (A. Mili)
- informatique théorique (J. Mullins).

Les cours d'intelligence artificielle sont assurés par Doug Skuce et Stan Szpakowicz; les cours d'apprentissage automatique, par Stan Matwin et Rob Holte.

A la School of Computer Science, dirigée par R. Pugh, les activités de recherche sont les suivantes:

- evolutionary computing» avec utilisation d'algorithmes génétiques: modélisation de la cognition humaine, vie artificielle (F. Oppacher)
- systèmes iconiques orientés objet et outils logiciels avancés (W. LaLonde, J. Pugh)
- calcul parallèle et réseaux de neurones (W. LaLonde, J. Neilson)
- apprentissage probabiliste et reconnaissance de formes (B.J. Ommen)
- algorithmes (M. Atkinson, F. Fiala, E. Kranakis).

Les domaines d'acquisition de connaissances postdoctorales vont des modèles physiques dynamiques (hockey, ski, patins le long du canal By également connu comme La Plus Longe Patinoire Du Monde) aux modèles explicatifs appliqués au raisonnement légal (correspondance sophistique avec l'administration fiscale dont les guides sont si limpides), en passant par la chimie organi-



#### PRÉSENTATION DE LABORATOIRE

que (Blanche de Chambly, Maudite, Sleeman, ou faute de mieux Labatt Blue).

Parmi les chercheurs invités du groupe apprentissage figurent Peter Clark, maintenant à l'université d'Austin, Texas, et David Aha, maintenant au Naval Research Laboratory près de Washington DC. Rob Holte sera lui aussi à Austin (où il avait déjà participé au système PROTOS) en congé sabbatique durant l'année 1994. Il existe un programme d'échange de stagiaires entre le laboratoire et l'ENST Paris; certains stagiaires sont affectés au groupe apprentissage, d'autres au groupe communications. Un autre programme d'échanges associe la région Rhone-Alpes et la province de l'Ontario.

#### Contacts

stan@csi.uottawa.ca szpak@csi.uottawa.ca doug@csi.uottawa.ca holte@csi.uottawa.ca duchier@csi.uottawa.ca

#### **Publications**

- P. Clark, S. Matwin: \*Using Qualitative Models to Guide Inductive Learning." Proceedings of the Tenth International Conference on Machine Learning (ICML:93), Amherst MA, pp. 49-56.
- T. Copeck, S. Delisle & S. Szpakowicz (1992). "Parsing and Case Analysis in Tanka". Proceedings of the 15th Annual Contenence on Computational Linguistics (COLING-92), Nantes, July 1992, pp. 1008-1012.
- JF Delannoy, C. Feng, S. Matwin, S. Szpakowicz (1993), "Knowledge Extraction from Text: Machine Learning for Text-to-Rule Translation", Proceedings of the Machine Learning and Text Analysis Workshop, European Conterence on Machine Learning (ECML-93), Vienna, pp. 1-7.
- S. Dellisle, K. Barker, JF Delannoy, S. Matwin, S. Szpakowicz, 'From Text to Horn Clauses: Combining Linguistic Analysis and Machine Learnings, solumis aux Journées sur l'Acquisition des Connaissances 1994
- D. Duchier (1993): «Concrete Browsing of a Graphical Toolkit Library». Proceedings of the 1993 IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence . Boston, MA, pp 491-492
- G. Fouqué, S. Matwin (1992): \*CAESAR: Case-based system for software reuse\*, proceedings of KBSE-7, Tysais Corner, 1992
- R. Holte: «Very Simple Hypotheses Perform Well on Most Commonly-Used Datasets», à paraître dans *Machine Learning*
- Z. Koperczak, S. Matwin, S. Szpakowicz (1992): «Modelling Negotiation Strategies with Two interacting Expert Systems». *Control and Cybernetics* (special issue on Barganing and Arbitration in Conflicts), vol. 21, no.1, 105-130.
- S. Lapointe, Ch. Ling, S. Matwin (1993): "Constructive Logic Programming», Proceedings IJCAI-93, Chambery, pp. 1030-1036
- S. Matwin, B. Plante, \*Theory Revision by means of Analyzing Explanationa», & paraître dans *Machine Learning*
- S. Matwin, S. Szpakowicz (1993). "Text Analysis: How Can Machine Learning Help?", Proceedings of the First Conterence of the Pacific Association for Computational Linguistics (PACLING), Vancouver, April 21-24, pp. 33-42.
- D. Skuce (1993) \*A multifunctional knowledge management-system\*. *Knowledge Acquisition*, Vol.5 No.3, september 1993, pp. 305-346

#### Les présentations de laboratoires et de sociétés dans le Bulletin de l'AFIA

The state of the s	
LRDC, Université de Pittsburgh (USA)	Bulletin n°15
EURISCO	Bulletin n°15
LRDC, Université de Pittsburgh (USA)  EURISCO  LIPN, Université de Paris Nord	Bulletin n°14
Société INGENIA	Bulletin n°14
IRISA (INRIA et Université de Rennes)	Bulletin n°13
Georges Mason University, Center for AI (USA)	Bulletin n°13
Institut d'Analyse des Systèmes, Académie Russe des Sciences	Bulletin n°12
GRTC – CNRS (Marseille)	Bulletin n°12
DFKI (Centre allemand de recherches en IA)	Bullatin nº11
Institut Français du Pétrole	Bulletin n°10
LAIAC, université de Caen	Bulletin n°9
Institut Français du Pétrole  LAIAC, université de Caen  CEA, Service SERMA –Saclay–  Société ILOG	Bulletin n°8
Société ILOG	Bulletin n°8
LAIR, OHIO State University (USA)	Bulletin n°7
ARAMIIHS, Laboratoire mixte MATRA – CNRS (Toulouse)	Bulletin n°7
IIIA, Compiègne	Bulletin n°6
L'institut FAW (Allemagne)	Bulletin n°6
Département Applications de l'IA au CNET (Lannion)	Bulletin n°5
KSL, Université de Stanford (USA)	
,	~undin ii J

#### PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ ISOFT

# **ISoft**

Chemin de Moulon 91190 Gif sur Yvette Tél: (33-1) 69 41 27 77 Tcp: (33-1) 69 41 25 32

# e-mail : hp@isoft.fr

Présentation adressée par Eric Litizzetto

ISoft est une société de service informatique spécialisée dans les applications logicielles de l'IA et les techniques avancées. Nous avons pour vocation la réalisation d'applications dans les domaines de l'aide à la décision, l'aide à la gestion de situation de crise, la fusion de données, l'acquisition des connaissances, et dans l'analyse et la classification de données.

Dans nos activités Recherche nous avons défini trois axes principaux :

- Δ Le raisonnement à partir de cas (Case-based Reasoning)
- Δ L'Apprentissage Symbolique Automatique,
- Δ L'analyse de données symboliques, la classification

#### Historique

Depuis plus de 6 ans, les collaborateurs d'ISoft ont choisi de s'implanter en plein coeur de la Recherche Française, dans un cadre champêtre (la ferme du Moulon) pour associer l'innovation des techniques avancées au charme d'un lieu historique.

Son évolution constante et la qualité de ses prestations positionnent progressivement ISoft dans la «cour des grands».

#### **Activités**

Nous avons de nombreuses réalisations dans les domaines de l'aide à la décision, la fusion de données, l'acquisition des connaissances, et dans l'analyse et la classification de données.

De plus, nous développons et commercialisons les produits :

- ReCall: est un logiciel de raisonnement à partir de cas (CBR) développé par ISoft. ReCall permet de construire des systèmes d'aide à la décision qui s'appuient sur l'expérience passée pour résoudre des situations nouvelles.
- AC<sup>2</sup>: est un produit d'acquisition de connaissances et de classification, développé par ISoft. AC2 est un outil particulièrement efficace pour les analyses de données.
- Spirits: est un environnement complet de prototypage rapide, conçu par Thomson CSF qui nous a confié la commercialisation exclusive, la maintenance et les évolutions du produit logiciel. SPI-RITS se compose de 3 modules:
- MMI : le générateur d'Interface Homme Machine.
- XIA : le générateur de Système Expert,
- CARTO: le logiciel de cartographie.



#### Organisation

Les activités (Recherche, Produit, Applications) sont organisées par pôles de compétences, en effet elles correspondent à des objectifs et des profils de collaborateurs différents.

Néanmoins nous gardons la souplesse nécessaire pour mettre en commun toutes les compétences afin de résoudre un problème précis.

En effet, les principales caractéristiques d'une société telle que ISoft doivent être :

- le Professionnalisme.
- la Disponibilité.
- la Créativité.

# ReCall: un exemple du savoir-faire d'ISoft

#### Informations brèves

ReCall sera utilisé dans un produit logiciel «grand public» diffusé à plus de 3000 exemplaires en 1994 pour un projet innovant d'identification à but éducatif (sur support CD-ROM).

# ReCall utilise des techniques avancées

- o Langage orienté objets de représentation des connaissances: il permet de prendre en compte des connaissances structurées, éventuellement incomplètes, non homogènes et incertaines sur le domaine d'application. Ces connaissances sont saisies par l'utilisateur à l'aide d'éditeurs graphiques spécialisés.
- o Indexation hiérarchique : ReCall effectue une indexation hiérarchi-

#### PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ ISOFT

que de la base de cas qui permet de sélectionner des cas proches d'un nouveau problème à résoudre. La construction de cet index est soit automatique et donc transparente pour l'utilisateur, soit guidée par l'utilisateur (profondeur maximale, critères d'élagage, choix des descripteurs, etc.).

- o Raisonnement: ReCall effectue un raisonnement qui lui permet de déterminer des cas très semblables au problème donné. Les méthodes de raisonnement de ReCall utilisent des mesures de similarité à la fois numériques, en tenant compte des caractéristiques des descripteurs, symboliques, à l'aide des connaissances sur le domaine et analogiques, en considérant la structure hiérarchique des cas.
- o Adaptation: L'adaptation permet de transposer les solutions de cas similaires à la nouvelle situation. ReCall propose à l'utilisateur des mécanismes d'adaptation standards tel que le vote

et l'analogie. Les bibliothèques de méthodes d'adaptation ainsi que celles de raisonnement peuvent être enrichies par l'utilisateur en fonction des particularités de son application.

# ReCall est un outil convivial. ouvert et puissant

- o Interface Homme-machine qui comporte des éditeurs graphiques de hiérarchies, de classes, de relations, de taxonomies, de démons et de cas, ainsi qu'un éditeur d'arbres permettant l'inspection et la modification locale de l'index.
- o Système multi-bases. L'utilisateur peut travailler simultanément sur plusieurs bases.
- o Système de scripts. L'utilisateur peut piloter le système à l'aide d'un langage de commande.
- o Librairie de classes C++ permettant à un utilisateur d'intégrer dans son

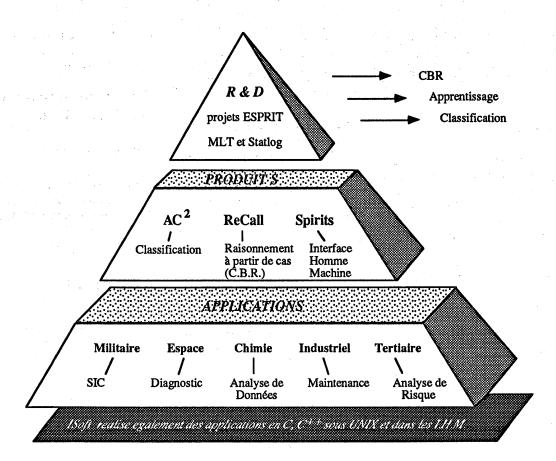
application les fonctionnalités du langage de représentation des connaissances, de l'indexation, des méthodes de raisonnement et d'adaptation.

#### ReCall est disponible

- soit avec ses interfaces graphiques pré définies,
- soit sous forme de «librairies» intégrables directement dans un autre programme.

Domaines d'applications : support technique, détection de pannes, estimation financière, enseignement, évaluation de risques, contrôle et surveillance.

Matériels: ReCall, codé en C++, est disponible sur stations de travail Unix sous environnement graphique Motif (SUN, DEC Alpha, IBM RS6000, DPX20, HP 700) et également sur PC sous Windows 3.1.



## PRÉSENTATION DE LA SOCIÉTÉ ISOFT

#### Participation active aux projets Européens

ISoft participe activement à des travaux de recherche, en particulier sur les projets Européens; parmi les projets réalisés citons :

#### MLT

Machine Learning Toolbox est un projet Esprit, type A. Ce projet intègre 10 algorithmes d'apprentissage pour l'acquisition et le raffinement des connaissances. L'intégration de ces algorithmes comprend une représentation commune du langage de la connaissance (CKRL), une interface commune et un système expert appelé «Consultant», qui apporte une aide à l'utilisateur pour le choix de l'outil d'apprentissage adapté au domaine concerné.

ISoft a principalement travaillé sur les algorithmes d'apprentissage, ainsi que sur le développement de CKRL et les bases de connaissances.

#### Références bibliographiques :

- [MLT 90] Esprit Project n°2154, Deliverable D2.2. Specifications of the Common Knowledge Representation Language of the MLT. Prepared by K. Causse, M. Csernel, K. Morik, C. Rouveirol.
- [COIMBRA 92] «Case Study on loan Analysis.» Technical Report COI//W/ 92/10, Machine Learning Toolbox ESPRIT Project P2154, October 92.
- [Nedellec 92] C. Nedellec «How To Specialize by Theory Refinement.» In B. Neumann Editor, Proceedings of the 10th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI), pages 474-478, August 1992.

#### Statlog

Statlog est un projet Esprit d'évaluation comparative entre les techniques d'apprentissage par l'exemple (en particulier les arbres de décision, les méthodes statistiques, les algorithmes génétiques les alogotithmes neuronaux ...).

Pour faire cette comparaison, une méthodologie, des critères de tests et une batterie commune de tests ont été définis

Ce projet a permis d'analyser finement les avantages et les inconvénients de l'ensemble des techniques, et de comprendre précisément pour un problème donné quelle est la technique la mieux adaptée.

#### Références bibliographiques :

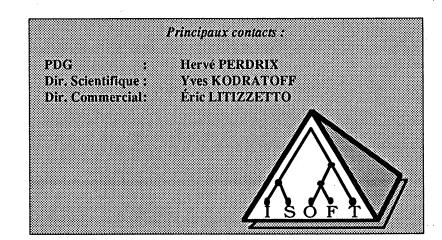
- [Statlog 92] «Comparative Testing of Statistical and Logical Learning.» Esprit Project n°5170, Deliverable D3.11 Description of AC2.
- [Statlog 93a] «Comparative Testing of Statistical and Logical Learning.» Esprit Project n°5170, Deliverable D4.1 Final report.
- [Statlog 93b] «Comparative Testing of Statistical and Logical Learning.» Esprit Project n°5170, Machine Learning, Neural and Statistical Classification Ed. D. Michie, D.J. Spiegelhalter, C.C. Taylor.

# Rappel...

Les sociétés, personnes morales de l'AFIA, peuvent présenter leurs activités R&D dans les colonnes du Bulletin.

Le contenu de cette présentation relève de leur responsabilité.

Si vous êtes intéressés, contactez Gilles Kassel (voir page 2 de ce Bulletin) avant tout envoie.



#### **Dossier «Planification et action»**

#### Réalisé par :

Hervé Laruelle (LAAS), Pierre Régnier (IRIT), Sylvie Thiébaux (IRISA)

Avant-propos: Ce dossier se propose de faire le point sur les activités des équipes de recherche françaises dans le domaine de la planification et du raisonnement sur l'action. Il est composé de deux parties bien distinctes:

- la première partie est une introduction synthétique au domaine,
- la deuxième partie contient la description succincte des activités des laboratoires français impliqués dans des recherches sur ces thèmes.

#### Plan general du dossier

Première partie: Introduction au domaine

Deuxième partie : Présentation des laboratoires

- 0. Le projet PRC IA «Planification et action»
- 1. CEA (Saclay)
- 2. ENST (Paris)
- 3. INRIA (Nancy)
- 4. INRIA (Sophia Antipolis)
- 5. IRISA (Rennes)

- 6. IRIT (Toulouse)
- 7. LAAS (Toulouse)
- 8. LAFORIA (Paris)
- 9. LIA (Chambery)
- 10. LIPN (Paris)

#### Première partie : Introduction au domaine

#### 1. Introduction

La planification, en tant que discipline de l'intelligence artificielle, s'intéresse depuis une trentaine d'années à la construction de systèmes capables de générer automatiquement des plans en tant que collections organisées d'actions. Un plan doit permettre, par son exécution réelle (en général par un système robotique) ou simulée, de faire évoluer l'univers modélisé de manière à satisfaire un objectif à atteindre. Ces systèmes doivent également pouvoir contrôler l'exécution de ces plans, en les modifiant si l'évolution de l'environnement le requiert. La planification pose donc de multiples problèmes, notamment :

- des problèmes de représentation des actions, des plans, du changement, du temps et des objectifs à atteindre,
- des problèmes algorithmiques pour la synthèse automatique des plans,
- des problèmes d'exécution, de contrôle d'exécution, de réactivité aux évolutions de l'environnement, de réutilisation et de révision des plans déjà produits.

La présentation qui suit s'articule selon ces trois grands axes.

# 2. Représentation et paradigmes

Les problèmes classiques que l'on cherche à résoudre en planification peuvent être représentés par des graphes d'états. Bien que la taille de cette représentation soit prohibitive, elle permet d'illustrer précisément les problèmes rencontrés. Dans cette représentation:

- les sommets d'un graphe représentent les états dans lesquels le monde peut se trouver,
- les arcs de ce graphe représentent les actions qu'il est possible d'exécuter pour passer d'un état du monde (d'où part l'arc considéré) à un autre (où arrive ce même arc).

Un problème de planification est donc représenté par un graphe d'états particulier; pour résoudre un problème classique (pour le-

#### **DOSSIER: PLANIFICATION ET ACTION**

quel l'objectif est de faire évoluer l'environnement d'un état initial vers un état satisfaisant le but à atteindre), il suffit de trouver un chemin reliant l'état initial à un état-but dans le graphe d'états. A cause de sa trop grande taille, cette représentation ne sert généralement que de référence pour juger des propriétés formelles des représentations de plus haut niveau que l'on utilise plus généralement. Dans les chapitres suivants, nous distinguerons trois familles de systèmes de représentation:

- les représentations classiques (parce que les plus anciennes et les plus utilisées) que sont la logique et la logique combinée aux opérateurs de changement d'état,
- les extensions des représentations classiques pour la prise en compte du temps,
- les autres représentations, moins utilisées, mais que l'on ne peut ignorer.

# 2.1. Les représentations classiques : logique et (logique+opérateurs)

La représentation de l'action et des états, et plus généralement la modélisation du changement, a donné lieu à deux grands courants qui datent des débuts de la planification:

- l'approche logique, où actions et états sont représentés par des termes d'une même théorie logique; la planification se ramène alors à la démonstration (constructive) d'un théorème exprimant l'existence de l'état but,
- l'approche par logique et opérateurs où chaque état est représenté par un ensemble de formules d'une théorie logique alors que les actions sont modélisées par des opérateurs de changement d'états. La syntaxe et la sémantique les plus courantes pour ces opérateurs sont les suivantes:

Opérateur ::= (<Nom-de-l'action (Paramètres)> <Préconditions> <Ajouts> <Retraits>) où :

Faute de place, le dossier que nous présentons ici est une version raccourcie du dossier que nous avions originellement rédigé. Le dossier original (rapport interne IRIT) comprend une présentation bien plus détaillée du domaine ainsi que de très nombreuses références (générales ou des laboratoires). N' hésitez pas à nous le demander (mail ou courrier à Pierre REGNIER, IRIT, Université Paul Sabatier, 31062 Toulouse Cedex, FRANCE, E-mail : regnier@irit.fr). Il sera également disponible sur réseau en février.

- Préconditions : liste des faits qui sont les conditions nécessaires à l'exécution de l'action.
- Ajouts : liste des faits ajoutés à la description du monde par l'exécution de l'action.
- Retraits: liste des faits enlevés à la description du monde par l'exécution de l'action.

Dans ce dernier cas, le processus de planification peut être facilement représenté par la recherche explicite d'un chemin dans un graphe d'états.

Dans ces deux approches, une action est modélisée par ses préconditions (conditions nécessaires à l'applicabilité de l'action), et ses postconditions (éventuellement sous la forme Ajouts et Retraits). Cette modélisation entraîne plusieurs problèmes classiques:

- Le problème de qualification: il est impossible d'énumérer toutes les conditions véritablement nécessaires à l'exécution d'une action. Le problème de qualification est un problème de choix des préconditions (généralement, on ne tient pas compte des événements exceptionnels qui pourraient empêcher l'exécution de l'action).
- Problème de ramification: il est le plus souvent laborieux d'expliciter toutes les conséquences d'une action dans tous les contextes possibles. On voudrait pouvoir déduire certains effets de bord, effets dépendants du contexte et effets synergiques entre

actions sans avoir à les expliciter dans leurs postconditions.

• Problème de rémanence (frame problem): il est également laborieux d'expliciter tout ce que l'action laisse invariant dans l'état du monde à partir duquel elle est exécutée. On voudrait pouvoir obtenir, en grande partie implicitement, les faits du monde que son exécution laisse inchangés.

L'obstacle principal rencontré par les approches logiques, comme la logique situationnelle ou la logique dynamique, est le problème de rémanence. La logique linéaire, qui commence également à être utilisée en planification, se propose comme une solution à ce problème.

Le planificateur STRIPS (1971) en marquant l'apparition des approches par opérateurs de changement d'état a également proposé une solution simple au problème de rémanence en supposant qu'un fait était laissé inchangé par l'exécution d'une action sauf spécification contraire dans les postconditions de l'opérateur modélisant cette action. Ces approches ne résolvent cependant ni le problème de qualification, ni celui de ramification.

Certaines approches plus récentes proposent de s'attaquer simultanément aux problèmes de rémanence et de ramification, en particulier dans le cas d'informations incomplètes sur les

postconditions d'une action ou sur l'état dans lequel elle est appliquée. Qu'elles soient basées sur la logique ou sur les opérateurs, ces approches s'efforcent de minimiser les changements engendrés par l'application d'une action. Des axiomes exprimant les lois du domaine permettent de déduire les effets de bord des actions. Dans ces approches, un fait n'est pas modifié par une action, à moins que sa rémanence soit inconsistante avec les postconditions de l'action ou les lois du domaine; si c'est le cas, on cherche alors à minimiser l'ensemble des faits devant être modifiés pour assurer la consistance du nouvel état du monde. Les approches logiques basées sur ce principe utilisent la logique des défauts, la circonscription ou la logique modale. Les approches par opérateurs font souvent appel à la révision des théories ou aux mises à jour (PWA et PMA). Ces approches ne résolvent pas non plus tous les problèmes posés.

#### 2.2. Extensions des représentations classiques à la prise en compte du temps

Dans les planificateurs qui utilisent les logiques classiques ou une modélisation STRIPS des actions, la représentation du temps est implicitement réduite aux seules relations de précédence

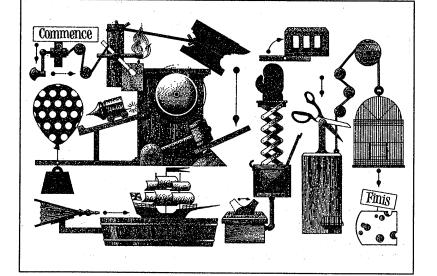
entre actions de durée nulle (càd à la définition d'un ordre partiel ou total basé sur des relations de causalité entre des actions ponctuelles). On ne peut donc pas exprimer explicitement des contraintes temporelles telles que (par exemple) «l'action A1 doit s'exécuter pendant le déroulement de l'action A2" ou «l'exécution de l'action A1 doit avoir lieu entre 3h40 et 4h20". Pour tenir compte du temps d'une facon explicite et plus réaliste, la première solution employée a consisté à rajouter des attributs temporels aux représentations classiques basées sur les opérateurs de changement d'état. Vere fut le premier, avec son système DEVISER (1981) à rajouter des fenêtres temporelles, des dates d'activation et des durées à des opérateurs de type STRIPS.

Ces représentations sont cependant limitatives et un cadre plus formel a besoin d'être défini. On utilise pour cela des logiques temporelles qui prennent en compte le temps de manière spécifique. Dans ces logiques, on dispose d'une «ligne temporelle» explicite; planifier revient alors à contraindre, par rapport à cette ligne temporelle, des actions de durée non nulle résolvant les buts donnés. Pour cela, il faut pouvoir prédire leurs effets et vérifier leurs conditions d'applicabilité: on dé-

temporelle» qui contient les effets des actions et les contraintes défitemporellement les effets des actions, deux principaux types de logiques sont actuellement employés : les logiques dites réifiées et le calcul d'événements. «carte temporelle» en utilisant des gérées au même titre que les partie, la manipulation des axiomes logiques est plus souple.

#### 2.3. Une autre représentation importante: utilisation de la théorie de la décision

Une autre limite des représentations classiques est qu'elles ne gèrent pas les compromis possibles entre objectifs concurrents comme la minimisation des ressources requises par l'exécution d'un plan, la robustesse de ce plan, le temps consommé pour sa génération, ... Une autre approche de la planification (introduite par Feldman et Sprool et assez proche de la recherche opérationnelle) consiste à essayer de maximiser une fonction caractérisant l'utilité d'un plan pour un problème donné. Cette fonction ne dit rien quant à la manière de construire un plan (la recherche opérationnelle est axée sur l'organisation de tâches données plutôt que sur leur choix) mais elle permet de caractériser numériquement l'utilité des objectifs. La



#### finit donc une «base de données nies par le problème. Pour décrire Dans les logiques réifiées, comme la logique de McDermott ou la logique de Allen, on sépare clairement la partie propositionnelle de la partie temporelle. Les contraintes entre les qualifications temporelles sont gérées séparément du planificateur (mais pas indépendamment) grâce à une algorithmes de propagation spécifiques. Dans le calcul d'événements, le temps est lié à la notion d'événement et les relations temporelles entre événements y sont autres prédicats. La gestion de la base temporelle est beaucoup moins efficace, mais, en contre-

#### **DOSSIER: PLANIFICATION ET ACTION**

théorie de la décision permet le calcul de l'utilité d'un plan à partir de préférences numériques sur les réalisations qu'il autorise (les actions qu'il comporte, les états qu'il permet d'atteindre, ...).

#### 3. Techniques de synthèse de plans

#### 3.1. Algorithmes généraux: planification linéaire et non-linéaire

Pour générer un plan, deux approches principales sont successivement apparues : la planification linéaire et la planification non-linéaire.

La planification linéaire cher-

che à produire un plan-solution composé d'actions totalement ordonnées, en développant des plans partiels toujours linéaires. Elle a été très développée dans les années 70 mais son inconvénient est qu'elle fait un choix systématique sur l'ordre des actions qui nécessite en général de nombreux retours arrières. Deux techniques ont principalement été étudiées : • Une première technique consiste à rechercher un chemin dans le graphe d'états qui représente le problème à résoudre (en utilisant pour cela les méthodes classiques de recherche opérationnelle). Cette technique possède l'avantage de fournir en permanence une description explicite de l'état courant du monde, mais elle est souvent impraticable, car le développement explicite du graphe, même partiel, est en général trop coûteux.

• Une seconde technique consiste à décomposer les buts initiaux en sous-buts (supposés indépendants), puis en nouveaux sousbuts, ... jusqu'à obtenir des sousbuts élémentaires, directement solubles par l'exécution d'une action. Il s'agit donc ici d'une recherche dans un espace de sous-buts. Pendant la planification, le planificateur ordonne linéairement les buts, les sous-buts

I.A. et jeux .......Bulletin nº10 E.I.A.O......Bulletin nº9 Conception et I.A. Bulletin n°7 Acquisition des Connaissances Bulletin n°5 et les actions (arbitrairement ou éventuellement être exécutées

Les dossiers du Bulletin de l'AFIA

Traitement automatique des langues ....... Bulletin n°15

I.A. et médecine Bulletin n°14

Validation des systèmes à base de connaissances ... Bulletin n°12

en fonction de connaissances sur le problème). Mais les sous-buts sont rarement indépendants, l'ordre fixé ne convient pas toujours, et ils interagissent alors de manière destructive en empêchant la résolution d'aboutir (on parle du problème de l'interaction entre sous-buts). Le planificateur doit donc souvent revenir sur ses choix d'ordonnancement.

A l'opposé, et pour résoudre ces problèmes d'interactions, la planification non-linéaire se propose, selon la stratégie du moindre engagement, de ne faire un choix (d'ordre ou d'instanciation) que quand celui-ci est nécessaire pour poursuivre la planification. Elle cherche à produire un plansolution qui ne comporte qu'un nombre indispensable de con-(d'ordre traintes d'instanciation) en développant des plans partiels qui soient toujours le moins contraints possible. En général (lorsque les contraintes imposées par le problème ne sont pas trop dures), on obtient des plans-solutions qui sont partiellement ordonnés. Le principal avantage de ces plans est que l'ordre d'exécution des actions qui restent non ordonnées peut être choisi postérieurement (en fonction, par exemple, de contraintes supplémentaires imposées par l'exécution) ou que ces mêmes actions peuvent

en parallèle. En planification non-linéaire, la recherche d'un plan-solution est une recherche dans un espace de plans, le passage d'un plan à un autre se faisant par ajout d'une action, d'une contrainte de précédence ou d'une contrainte d'instanciation. Les états ne sont pas directement descriptibles (contrairement à la planification linéaire). Un plan est une solution du problème ssi tous les plans linéaires qu'il contient sont des solutions de ce problème. Les techniques de projection (du plan-solution partiellement ordonné) pour se ramener à l'ensemble de ses plans linéaires et procéder à leur vérification individuelle sont beaucoup trop coûteuses. On utilise donc plutôt un critère (le Modal Truth Criterion), qui permet de vérifier de façon polynomiale si un plan non-linéaire est solution. Lorsque le plan n'est pas solution. ce même critère donne les modifications que l'on peut apporter à ce plan pour résoudre ses incohérences et poursuivre la planification.

Les premières tentatives de prise en compte des ramifications des actions datent des planificateurs linéaires (après chaque ajout d'action au plan, l'état du monde y est totalement connu et les effets de bord peuvent alors être précisément déterminés). En général on y distingue les rela-

tions primaires, fondamentales pour la description de l'univers. des relations secondaires qui sont définies en fonction des premières et peuvent en être déduites (ces relations ne sont calculées et ajoutées au monde qu'en cas de besoin). Dans les planificateurs non-linéaires l'ordre des opérateurs est constamment partiel, et on ne sait pas précisément quels effets de bord vont se déclencher ni dans quel ordre. Seule l'exploration, à chaque étape de développement du plan, de toutes les linéarisations du plan pourrait permettre cette prise en compte. SIPE (1988) est le premier planificateur non-linéaire (et l'un des seuls) à autoriser les effets de bord ou dépendants du contexte des actions.

Si le passage d'un plan non-linéaire partiellement ordonné à un plan linéaire (projection) ne présente pas de difficulté particulière (il suffit d'ajouter au plan non-linéaire des contraintes d'ordre entre les actions qui n'y sont pas ordonnées), des algorithmes spécifiques ont dû être étudiés pour permettre de passer d'un plan linéaire au plan non-linéaire partiellement ordonné dont il est une projection. Ces algorithmes ont pour la plupart des complexités polynomiales et l'indépendance entre les actions du plan ainsi obtenu peut être utilisée pour optimiser le temps d'exécution en les exécutant en parallèle.

#### 3.2. La complexité

Les recherches sur la décidabilité et la complexité de la planification sont très récentes (1987); elles sont particulièrement actives en ce moment, mais des résultats importants restent encore à établir. Deux orientations principales se dégagent des travaux sur la complexité en pire cas:

• Les études basées sur des représentations proches de celles de STRIPS et leurs restrictions qui peuvent permettre, moyennant certaines hypo-

thèses restrictives, une planification polynomiale. On montre ainsi qu'en utilisant la représentation «planification propositionnelle», la planification est (en général) P-space complète. D'autres restrictions sont NPcomplètes (par exemple celle pour laquelle les préconditions sont des littéraux positifs). Quant aux restrictions permettant une planification polynomiale, elles sont draconiennes (par exemple, la même que précédemment, plus au maximum une postcondition).

• Les recherches sur des extensions successives de représentations très simples permettant une planification polynomiale. On a ainsi identifié des classes polynomiales de moins en moins restreintes, basées sur la représentation «Simplified Action Structures" (SAS et SAS+, SAS-PUBS et ses extensions SAS-PUS et SAS+-PUS (dans ces représentations, les actions doivent être

indépendantes et ne pas changer une même variable d'état à une même valeur).

Ces représentations, même si elles sont intéressantes du point de vue théorique, sont encore bien trop restreintes pour posséder un réel intérêt pratique.

On s'intéresse également à la complexité moyenne de la planification et on a montré qu'il existait un encadrement du nombre d'actions disponibles, fonction d'autres paramètres du problème (nombre de pré/post-conditions, nombre de buts), pour lequel il existe un algorithme ayant une forte probabilité de trouver efficacement une solution. Cet encadrement est suffisamment large pour laisser présager une complexité moyenne très intéressante.

3.3. La recherche de l'efficacité (hiérarchie, macroopérateurs, algorithmes anytime).

Le paragraphe précédent exposait les travaux théoriques qui étudient la complexité de la planification. Dans ce chapitre, nous exposerons plusieurs techniques qui ont été développées pour tenter de réduire cette complexité.

# 3.3.1. Planification hiérarchique, macro-opérateurs

La planification hiérarchique est l'une des techniques les plus développées actuellement, elle con-

#### Bibliographie

#### Ouvrages généraux

Charniak, McDermott, 84 E.Charniak, D.McDermott, -Introduction to artificial intelligence -, Editions Addison-Wesley, 1984.

Nilsson, 88 : N.J. Nilsson, «Principes d'intelligence artificialie» Editions Cepadues, 1988.

Rich, 87 : E.Rich, \*Intelligence artificielle» Editions Masson 1987.

#### Ouvrages spécialisés, rapports

Allen et col, 91: J.F.Allen, H.A.Kautz, R.N.Pelavin, J.D.Tenenberg, «Reasoning about plans», Editions Morgan Kaufmann, 1991

Dean, Weilman, 91: T.E. Dean, M.P. Weilman, \*Planning and Control\*, Editions Morgan Kautmann, 1991.

Jacopin, Régnier: E.Jacopin, P.Régnier, enfin un manuel français de planification, à paraître fin 94 chez Cepadues (si tout va bien !)

Hammond, 89 K.J.Hammond, «Case-based planning», Editeur Academic Press, 1989

Hoc. 87 : J.M. Hoc. \*Psychologie cognitive de la planification\*, Editions des Presses universitaires de Grenoble, 1987

Régnier, 90 : P. Régnier: «Planification : historique, principes, problèmes et méthodes (de GPS à ABTWEAK)». 100 pages, Rapport IRIT n° 90/22/R, IRIT, UPS-Toulouse, Juin 1990.

Wilkins, 89 ; D.E. Wilkins «Practical planning», Editions Morgan Kaufmann, 1988.

#### DOSSIER : PLANIFICATION ET ACTION

siste à générer un plan final (càd composé d'actions élémentaires) par affinements successifs et explicites du plan initial (niveaux de planification). Ces niveaux de planification successifs peuvent être liés à la décomposition du monde de la planification en plusieurs niveaux d'abstraction. Cette méthode permet une restriction notable de la complexité de la recherche et un nombre important de systèmes l'utilisent, souvent de manière très différente. En effet, dans les planificateurs traditionnels, la description du monde comprend

• des faits qui décrivent (suivant une théorie logique) l'état du monde (connaissances assertionnelles).

• des opérateurs qui représentent les transformations qu'il est possible d'effectuer pour faire passer le monde d'un état à un autre (connaissances opératoires).

A cette description il faut encore ajouter les processus, stratégies et heuristiques utilisés pour diriger la recherche d'une solution (connaissances de contrôle). Suivant les systèmes, la hiérarchisation utilisée peut donc porter sur un ou plusieurs de ces types de connaissances.

Un niveau d'abstraction caractérise la finesse de détails (granularité) avec laquelle on décrit le monde (objets, faits, opérateurs, ...). Au niveau le plus bas (niveau concret de rang i=0) la description du monde est composée de faits de base et d'actions (opérateurs primitifs). Pour les niveaux d'abstraction supérieurs (niveaux i, i>0), on rencontre, selon les planificateurs, différentes définitions. Les niveaux de planification sont, eux, des artefacts définis par le processus de planification lui-même, non par la forme des données développées ou manipulées. Chaque niveau de planification produit un plan explicite qui résout le problème posé à un «niveau de détail» donné. Le planificateur génère d'abord un premier plan à haut niveau (peu

de détails), et il l'enrichit au fur et à mesure des niveaux successifs de la planification, ceci jusqu'à l'obtention d'un plan uniquement composé d'actions exécutables.

On se dirige actuel-

lement vers la définition et la génération automatique de niveaux d'abstraction liés aux différents niveaux de planification. On distingue deux conceptions différentes pour la représentation de ces niveaux: • Dans un premier cas, un état du niveau i recouvre un ensemble d'états du niveau i-1 (comme une pièce contient plu-

sieurs lieux). La complexité est fortement réduite lorsque tout plan trouvé au niveau i contient une solution au niveau i-1.

• Dans un second cas. les états

du niveau i sont un sous-ensemble des états du niveau i-1, comme par exemple lors du déplacement dans une ville, pour lequel on peut définir une hiérarchie d'états en distinguant carrefours principaux et carrefours secondaires. Cette représentation induit naturellement l'utilisation de macro-opérateurs reliant deux états de niveau i, en passant par différents états de niveau i-1. Les macroopérateurs, qui sont alors des «morceaux de plans», ont souvent été utilisés, de manière plus générale, pour réduire la complexité du processus de planification. Lorsque les problèmes considérés sont décomposables, l'emploi des macro-opérateurs peut faire passer la complexité de la planification d'exponentielle à linéaire.

#### Bibliographie (suite)

Recueils d'articles et proceedings sur la planification

Beckström, 93: C Backström (Editeur), Proceedings of the second European WorkShop on Planning (EWSP/93), Editions IOS: Press, 1993.

Brown, 87: F.M.Brown (Editeur), "The frame problem in artificial intelligence", Proceedings of the 1987 workshop, Editions Morgan Kolmann, 1987.

Georgeff, Lansky, 87: M.P. Georgelf, A.L.Lansky (Editeurs), «Reasoning about Actions and Plans», Proceedings of the 1986 workshop, Editions Morgan Kaufmann, 1987

Hendler et cot, 90: J.F. Allen, J. Hendler, A. Tate (Editeurs), «Readings in Planning», Editions Morgan Kaufmann, 1990. Hendler, 92: J. Hendler (Editeur), Proceedings of the first conference on Artificial Intelligence Planning Systems (AIPS-92), Editions Morgan Kaufmann, 1992.

Hertzberg, 91: J Hertzberg (Editeur), Proceedings of the lirst European WorkShop on Planning (EWSP'91), Lecture notes in artificial intelligence, nº 522, Editions Springer-Verlag, 1991

Proceedings du AAAI Workshop on planning : «Foundations of automatic planning. The classical approach and beyond». AAAI Spring Symposium Series. 1993. Proceedings des conférences IJCAL, AAAI, ECAI.er KR

# 3.3.2. Planification en temps contraint (algorithmes anytime)

Les contraintes de temps imposées par l'environnement ont donné lieu à des recherches sur des algorithmes de planification capables de produire un résultat en un temps limité. On préfère ainsi générer des plans sous-optimaux, approximatifs ou incomplets, mais qui seront disponibles assez tôt pour être utilisables. Dans cette optique, les algorithmes anytime sont principalement des algorithmes de recherche heuristique interruptibles ou en temps borné qui font des hypothèses fortes sur les propriétés de l'espace de recherche : la qualité de la solution qu'ils produisent est une fonction monotone croissante du temps de recherche utilisé. De tels d'algorithmes, ayant une portée générale, ont été identifiés, mais la plupart des résultats obtenus concernent des problèmes spécifiques (navigation, calcul de trajectoire, optimisation)

pour lesquels trouver une solution n'est pas un problème difficile.

# 4. Planification et exécution

Par définition, un plan est fait pour être exécuté par un agent (humain ou robot). Jusqu'à présent, le problème de l'exécution a surtout été étudié dans le cas de systèmes robotiques équipés d'effecteurs et de capteurs (les premiers pour exécuter les actions, les seconds pour assigner une valeur aux prédicats définissant l'état). On est cependant encore très loin d'en arriver à la réalisation d'un système robotique autonome.

#### 4.1. Cas d'un environnement très prévisible : planification puis exécution avec contrôle

Dans le cas ou l'environnement est assez statique, donc très prévisible et facilement modélisable, on peut séparer la génération du plan de son exécution. Sauf si on est pressé par des contraintes temporelles, il est alors réaliste de planifier jusqu'à obtenir un plan-solution puis de lancer son exécution : on possède ainsi les plus grandes chances d'arriver à réaliser le but puisque tout le déroulement du plan a été simulé. Si la modélisation que l'on a fait du monde est correcte, l'exécution de ce plan résoudra le problème posé dans le monde réel.

Dans ce cas, un contrôleur d'exécution est chargé de surveiller l'exécution du plan-solution; il procède en trois étapes principales:

• vérifier, à chaque étape de l'exécution, que les actions restantes dans le plan sont exécutables en testant la conformité de leurs conditions d'application avec l'environnement perçu (cette vérification peut, selon les cas, être locale ou porter globalement sur le reste du plan non encore exécuté),

- déclencher l'exécution des actions exécutables,
- s'assurer que l'exécution de ces actions est bien suivie des effets prévus par le plan.

Malgré toutes les précautions prises, des événements imprévus, ou des effets non planifiés (cf. la difficulté du problème de ramification) peuvent néanmoins invalider le plan. En cas d'échec ou d'interruption au cours de l'exécution d'une action, le contrôleur lance la mise à jour de la base de faits et relance la planification à partir de ce nouvel état initial. Avant de relancer cette nouvelle planification, on peut cependant tenter de réparer localement le plan : pour cela, des démons (actes réflexes) peuvent être activés et, en cas de nouvel échec, des règles spécifiques peuvent être utilisées.

#### 4.2. Cas de l'environnement peu prévisible : planification réactive et plans de réaction

Dans un environnement réel, plus dynamique, donc peu prévisible. difficilement modélisable ou bien encore contraint par le temps, il devient indispensable de pouvoir modifier fréquemment les décisions stratégiques prises pendant la planification (par reprise du processus, au niveau symbolique). On essaye ainsi de réagir constamment et en temps limité à l'évolution de l'environnement plutôt que de générer un plan complet puis de l'exécuter. L'environnement peut en effet changer pendant que le plan est généré, celui-ci devenant alors obsolète avant d'être utilisé. Le contrôle d'exécution tel que nous l'avons présenté au paragraphe précédent reste néanmoins nécessaire pour effectuer des mises à jour tactiques (de bas niveau décisionnel), sans faire intervenir la planification et pour réaliser des modifications locales du

plan (en utilisant des réflexes, des démons ou encore des règles spécifiques). Les travaux actuels sur la réactivité face à l'environnement s'orientent selon deux axes : les plans de réaction et la planification réactive.

#### 4.2.1. Les plans de réaction

Dans cette optique, on cherche à définir des langages permettant de décrire le comportement réactif d'un agent, c'est à dire les actions qu'il doit exécuter en réaction à l'évolution de l'environnement afin d'atteindre ses objectifs. Des programmes (plans de réaction) écrits avec ces langages sont alors utilisés pour construire des systèmes réactifs. Ces systèmes ne font pas de planification (au sens de délibération, prédiction), mais exécutent un programme, ce qui explique leur temps de réaction minime. Les approches diffèrent suivant la nature du langage utilisé et la facon dont sont produits les plans servant à construire le système. Le spectre couvre :

- des langages très expressifs dans lesquels les plans de réaction sont écrits manuellement et sont destinés à être interprétés tels quels,
- des langages permettant une description plus abstraite du comportement à produire, en terme de buts à atteindre, de propriétés à maintenir ou de tâches à effectuer, ainsi que des règles de ré-

Un grand merci à tous les lecteurs de la première version de cette introduction, pour les nombreux commentaires qu'ils ont bien voulu nous faire où pour leur participation à la rédaction de certains paragraphes : Marie-Odile Cordier, Frédéric Garcia, Malik Ghallab, Éric Jacopin, Philippe Morignot.

#### DOSSIER: PLANIFICATION ET ACTION

duction de buts en sous-buts, et qui sont ensuite compilés en un programme exécutable,

• des langages permettant de décrire des structures de plans très simples comme les plans universels (il s'agit d'arbres de décision permettant de réagir en toute circonstance), les tables triangulaires, les ensembles de règles situation-action (règles de production qui, à une situation de l'environnement, associent une action à exécuter), ou encore des automates.

#### 4.2.2. La planification réactive

La simplicité des plans de la dernière extrémité du spectre permet leur génération automatique à partir d'une description quasiclassique du domaine. On peut donc compiler une représentation classique en un système réactif et envisager des systèmes mixtes planificateur / exécuteur-réactif, ou le rôle du planificateur est d'accroître incrémentalement les capacités de réaction de l'exécuteur en produisant des plans pour de nouvelles situations. La planification réactive se propose de planifier et de replanifier en ligne, en tenant compte des contraintes imposées par l'environnement, en particulier de son évolution intempestive et de contraintes de temps. Le générateur révise en permanence son plan, et l'améliore de manière à s'adapter aux contraintes.

# 4.3. Modification et réutilisation de plan

La planification réactive a engendré d'autres domaines de recherche comme la planification en temps contraint ou encore la modification et la réutilisation des plans (case-based planning). On s'intéresse ici à la réutilisation et à la modification de plans déjà produits afin de résoudre un nouveau problème de planification (en espérant être plus rapide qu'en planifiant).

Le premier problème rencontré consiste à essayer de sélectionner rapidement, parmi ceux déjà produits, un plan qui soit suffisamment approprié à la résolution du nouveau problème. Pour cela, on peut se servir des techniques d'indexation utilisées en raisonnement à partir de cas. Il faut ensuite modifier le plan sélectionné pour qu'il résolve le nouveau problème. La problématique de la modification d'un planen cours d'exécution (pour réagir à des événements imprévus) est similaire mais procède différemment, en modifiant le plan localement.

#### 5. Conclusion

Depuis environ cinq ans la planification a connu de très nombreux développements. Cette croissance se manifeste actuellement par des réunions de plus en plus importantes de la communauté des spécialistes en planification. En 1992 s'est déroulée la première conférence internationale sur les systèmes de planification en intelligence artificielle (AI Planning Systems, AIPS-92); la seconde est prévue pour 1994. Le premier workshop européen sur la planification (European WorkShop on Planning, EWSP-91) a eu lieu en 1991, le second en Décembre 1993. En France, un projet PRC-IA «Planification et action» a vu le jour en 1992. Les choses ne font que commencer!

#### Deuxième partie : Présentation des laboratoires

0. Le Projet PRC IA Représentation et algorithmes pour la planification et l'action

#### Responsable:

Rachid ALAMI

Tél: (33) 61.33.62.00, Fax: (33) 61.33.64.55, E-mail: rachid@laas.fr

Groupe RIA, LAAS - CNRS, 7 av. du colonel Roche, 31077 TOULOUSE Cedex.

#### Participants:

Le groupe «Robotique et Intelligence Artificielle» du LAAS - CNRS, le groupe «Intelligence Artificielle» du CERT - ONERA et l'équipe «Formalisation du Raisonnement» de l'IRIT ont mis en place en 1992, dans le cadre du PRC Intelligence Artificielle, un projet de recherche collaborative bisannuel portant sur la représentation et le développement d'algorithmes pour la planification et l'action.

#### Objectifs du projet :

Dans un premier temps, les travaux ont porté sur le choix et l'exploration approfondie d'une représentation des actions et du changement, permettant de prendre en compte le temps, et offrant un compromis satisfaisant vis-à-vis de la complexité des algorithmiques de planification. La représentation, basée sur une représentation formelle de l'état, contient conjointement des opérateurs temporels et des axiomes du domaine - temporels et atemporels. Les travaux consistent alors à construire un «Gestionnaire de Connaissances Temporelles» intégrant un système de maintien des contraintes temporelles et un système déductif. Nous étudions en particulier le rapport entre la perte en efficacité (par introduction d'un démonstrateur) et le gain en expressivité. Enfin, à partir de cet élément central, le projet a pour but de définir un système de planification, de contrôle d'exécution de plan, d'interprétation de situation, et de révision des connaissances. Nous avons également défini un exemple canonique de chantier de construction d'un bâtiment, qui nous sert de support de validation et de comparaison.

#### Références :

Le lecteur intéressé trouvera dans les actes des 4èmes Journées Nationales du PRC un article détaillant ces aspects.

1. CEA - CEN Saclay (DMT/SERMA) **Groupe Intelligence Artificielle** et Analyse de Systèmes

#### Contacts:

Michel DUMAS,

CEA - CEN Saclay DMT/SERMA, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, FRANCE.

Tél: (33) 69.08.50.44, E-mail: michel@soleil.serma.cea.fr Gilles ARNAUD, E-mail: jc@soleil.serma.cea.fr Pierre APHEZBERO,

E-mail: pieraph@soleil.serma.cea.fr

#### Thèmes de recherche:

L'équipe travaille sur des thèmes directement liés aux projets dans lesquels le groupe est impliqué: aide à la conduite, aide au calcul scientifique, contrôle des matières nucléaires. Elle a développé des méthodes de construction de plans totalement ordonnés, de passage à des plans partiellement ordonnés en exploitant une version étendue de la table triangulaire de Fikes. Une approche permettant la généralisation de plans sous forme de macro-actions a également été mise en œuvre, ainsi que la prise en compte d'actions conditionnelles dans les plans. La prise en compte du temps dans la génération de plans constitue le second thème d'activité, à travers, dans un premier temps, la mise en oeuvre de techniques de satisfaction de contraintes numériques sur les dates et les durées des actions. Enfin, les approches de planification basées sur l'interaction d'agents autonomes (planification distribuée) sont étudiées dans le cadre de la génération d'actions de conduite sur des systèmes industriels complexes.

#### Projets:

- 1) STRASSY: Système d'aide à l'évaluation de stratégies d'inspection pour l'Agence Internationale de l'Energie Atomique (AIEA)
- L'AIEA définit, pour un pays donné, une stratégie d'inspection permettant de vérifier si le flux de matières nucléaires entre les différentes installations (réacteurs, usines de fabrication et de retraitement du combustible ...) est bien conforme à l'utilisation pacifique de l'énergie atomique. Le but de STRASSY est de chercher, étant donné les dates et la nature des inspections, s'il est possible de détourner, pendant une période supérieure à un temps critique, une quantité significative de matières nucléaires. Pour cela, STRASSY doit construire un plan en insérant, entre des opérations légales, des actions malveillantes permettant de dissimuler le détournement suffisamment longtemps.
- 2) PANAM: planification d'actions de conduite à base de modèles pour un processus continu

Ce projet fait suite à la réalisation de SAGACE, système d'aide à la génération des procédures qui permettent, en cas d'incidents sur les alimentations électriques d'un réacteur

nucléaire, de retrouver la disponibilité des fonctions de sûreté. Pour étendre cette approche aux circuits fluides d'un réacteur, il est nécessaire de modéliser qualitativement et quantitativement le comportement physique des composants du circuit (pompes, vannes, ...). On peut alors considérer les composants comme des agents autonomes dont le modèle du comportement repose en partie sur les modèles physiques. Le but du projet consiste à étudier comment la satisfaction d'objectifs de conduite peut résulter de l'interaction entre de tels agents.

3) Supervision des codes modulaires de calcul scientifique

Certains des codes de calcul développés au CEA dans des domaines comme la mécanique, la thermo-hydraulique ou la neutronique se présentent sous forme de modules qui communiquent entre eux à l'aide de structures d'information qu'ils créent eux-mêmes ou qui sont fournies en données. Une des composantes d'un système d'aide à l'utilisation de ces codes est un générateur de plans car on peut modéliser les modules comme des actions. Le langage de commande donnant aux utilisateurs la possibilité d'utiliser des instructions conditionnelles (Si... Alors... Sinon... Fin) et des procédures qui sont analogues à des sous-programmes, nous avons été amenés à étudier, dans le mécanisme de génération de plans, la prise en compte de conditions et la création de macroactions généralisées par apprentissage. En évitant l'acquisition du savoir-faire nécessaire à la mise en œuvre de ces codes de calcul, très puissants mais dont l'emploi est difficile, ce projet devrait fournir une aide efficace aux utilisateurs.

#### Bibliographie:

Preston, Werkoff, Dumas, 93: N. Preston, F. Werkoff. M.Dumas, «Combining plan generation, constraint management and representation of time in STRASSY: Aid in the optimisation of international nuclear safeguards», Avignon'93, May 24-28, 1993.

Dumas, Ll. 91: M.Dumas, H.H.Ll. «Apprentissage de macro-opérateurs partiellement ordonnés», RFIA'91, 25-29 Novembre, 1991.

Dumas, 91: M.Dumas, «Automatic programming of modular codes Command language», European Conference on new advances in Computational Structural Mechanics, 1991.

2. ENST (Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications), Paris Groupe Intelligence Artificielle

#### Contact:

Philippe MORIGNOT. ENST, Département Informatique, 46 rue Barrault, 75634 Paris Cedex 13, FRANCE.

E-mail: morignot@inf.enst.fr

#### Thèmes de recherche:

#### **DOSSIER: PLANIFICATION ET ACTION**

#### 1) Planification classique

La planification classique repose sur un modèle d'action sous forme de préconditions / effets et sur la caractérisation rigoureuse de la notion de causalité (i.e., critère modal de vérité ou théorème causal). Bien que ces notions dates de 20 et 7 ans respectivement, on trouve encore peu d'implantations correctes, complètes et efficaces. Nous nous intéressons à l'extension du formalisme des actions d'un plan (e.g., conditions, lieux, durées, fonctions) ainsi qu'à l'efficacité du contrôle du planificateur (e.g., heuristiques basées sur la causalité). Le temps de réponse d'un planificateur nonlinéaire à variables a été étudié.

2) Représentation des connaissances pour la planification

Concevoir la construction d'un objet complexe est parfois difficilement exprimable sous forme de couples préconditions / postconditions d'actions. Nous nous sommes intéressés à un langage décrivant les conditions d'utilisation d'une séquence d'actions et de son insertion dans le plan en cours de formation, ainsi que leur relation avec le modèle de l'objet à construire.

#### 3) Planification et réaction

Un ordinateur est considéré non plus comme un environnement de simulation exécutant temporairement un programme pour satisfaire un observateur humain, mais comme un agent autonome doué de certaines facultés cognitives et physiques, qui doit mener à bien ses propres activités dans un environnement réel. Nous nous intéressons aux architectures de tels agents pouvant combiner l'organisation de leurs activités futures avec leurs réactions aux éventualités présentes.

#### Projets:

- 1) Organisation des tâches à assigner aux équipes d'ouvriers dans un chantier de bâtiments. Plan d'une centaine de tâches, gros-œuvre, buildings de bureaux. Collaboration avec les sociétés Cognitech (Ch. Assémat, Ph. Vernet) et Dumez (J. Edelman, M. Baudot) dans le cadre du programme IN.PRO.BAT (1989).
- 2) Implantation d'une version complète du planificateur Tweak de D. Chapman (Ph. Morignot, 1991). Intégration dans une architecture organisant et contrôlant les activités d'un robot mobile autonome ayant des fonctions de surveillance ou d'assistant de secrétariat (dans l'équipe de B. Hayes-Roth au Knowledge Systems Laboratory de Stanford, dans le cadre du programme Lavoisier du MAE).

#### Bibliographie:

B.Hayes-Roth, P.Lalanda, P.Morignot et col, 93: Barbara Hayes-Roth, Philippe Lalanda, Philippe Morignot, Marko Balabanovic, Karl Pfleger, «Plans and Behaviors in Intelligent Agents», Technical Report KSL-93-42, Stanford, Jun 1993.

P.Morignot, 89 : Philippe Morignot, «Critères de vérité en planification». Thèse de Télécom-Paris, mai 1991. C.Assemat, P.Morignot, P.Vernet : Christophe Assémat, Philippe Morignot, Philippe Vernet, «Coplaner: un système-expert d'aide à la planification de chantiers de bâtiments; vers une expertise fonctionnelle en planification», Les systèmes experts & leurs applications, Avignon, 1989.

#### 3. INRIA CRIN-CNRS / INRIA-Lorraine Nancy, Equipe RFIA

François CHARPILLET,

Université de Nancy I - B.P. 239, 54506 Vandœuvre-les-Nancy Cedex, FRANCE.

Tél: (33) 83.59.20.81, Fax: (33) 83.41.30.79, E-mail: charp@loria.fr

Maroua BOUZID, Jean-Michel GALLONE, Jean-Paul HATON, Philippe LALANDA, Corinne LŒSEL, Pierre MARQUIS, Abdel-Illah MOUADDIB, Malek MOUHOUB.

#### Thèmes de recherche:

Notre équipe s'intéresse depuis quelques années à la problématique du raisonnement sur le temps et en temps réel. Nos travaux sur le raisonnement temporel portent sur la définition de modèles de représentation des informations temporelles. Pour exploiter ces modèles, nous étudions deux types d'approches : l'une fondée sur les techniques de propagation de contraintes, l'autre fondée sur les méthodes de démonstration automatiques :

• L'approche par propagation de contraintes a été au centre de nombreux travaux qui se partagent en deux écoles selon l'ontologie de référence: instant ou intervalle. Notre démarche s'insère dans la seconde catégorie. Nous étudions une extension de l'algèbre des intervalles d'Allen de telle sorte que des informations numériques sous forme de fenêtres temporelles et des information symboliques sous forme de relations puissent être traitée simultanément. Ce modèle est fondé sur une représentation discrète du temps dans laquelle est présente une notion de granularité qui permet la représentation de phénomènes dans lesquels différents processus évoluent avec des constantes de temps disparates. La nature hétérogène des contraintes de notre modèle nous a conduit à implanter une nouvelle méthode de propagation de contraintes. Cette méthode consiste à séparer la propagation des deux types de contraintes, numériques et symboliques, en deux niveaux de traitement qui interagissent jusqu'à stabilité. Un outil, TemPro, a été construit sur cette base. Il peut être utilisé pour des tâches tels que l'ordonnancement, l'allocation de ressources, etc. Nous avons également étudié la problématique du couplage de TemPro avec un moteur d'inférence tel que G2.

• Dans la seconde approche nous traitons des expressions issues d'une logique temporelle reifiée, grâce à la mécanique d'un système de maintien de vérité fondé sur les hypothèses (ATMS). Pour cela, nous avons établi les bases formelles d'un ATMS standard et démontré comment elles pouvaient être étendues hors du cadre propositionnel. Ainsi la notion de minimalité en terme d'inclusion ensembliste a été reformulée en terme de conséquence logique minimale d'un ensemble d'hypothèses. Cette base formelle a permis de réviser dans un cadre logique les extensions temporelles et qualitatives développées dans le laboratoire ces dernières années.

Au niveau temps réel, la problématique du contrôle d'exécution et la planification réactive est au centre de nos préoccupations, notamment dans le cadre des projets REAKT (REAl time Knowledge Tool) (projet ESPRIT III) et ATOMETR. Nous étudions en particulier le problème du raisonnement en temps contraint qui est un point important lorsque l'on souhaite prendre en compte l'aspect dynamique de l'environnement. Ainsi, nous avons développé deux modèles de raisonnement progressifs: GREAT (Guaranteed REAsoning Time) et REAKT. Tous deux reposent sur une résolution progressive d'un problème de sorte qu'une première solution soit disponible rapidement. Celle-ci est ensuite améliorée à chaque étape. Ainsi, à tout moment, lorsque le traitement est interrompu, le résultat de l'étape précédente peut être utilisé.

#### Bibliographie;

Charpillet, Boyer, Mouaddib, Haton, 93: F. Charpillet, A. Boyer, A. I. Mouaddib, J. P. Haton, «A blackboard system for real-time progressive reasoning». Proceedings workshop on integration in real-time intelligent control systems, 1993.

Lalanda, Charpillet, Haton, 92 : P. Lalanda, F. Charpillet, J.P. Haton, «Real-Time Blackboard Based Architecture». Proc. 10th ECAL Vienne, Autriche, 1992.

Tolba, Charpillet, Haton, 91: H.Tolba, F.Charpillet and J.P.Haton, «Representing and propagating Temporal Constraints» AICOM, (4): 4, 145—151, 1991.

Mouaddib, Charpillet, Haton, 92: A I Mouaddib, F. Charpillet, J.P. Haton, «Approximate and progressive reasoning», Proc. of AAAI workshop on approximation and abstraction of computational theories, 1992.

# 4. INRIA, Sophia Antipolis Equipe ORION

#### Contact:

Monique THONNAT,

INRIA, BP 93, 06902 Sophia Antipolis Cedex, FRANCE. E-mail: thonnat@sophia.inria.fr, Fax: (33) 93.65.76.43

#### Thèmes de recherche:

ORION a pour objectif de faciliter la construction

d'environnements de résolution de problèmes à base de connaissances pour des systèmes autonomes. Un système autonome est un système qui doit non seulement fonctionner automatiquement, mais aussi pouvoir s'adapter aux modifications de son environnement. L'orientation que nous avons choisie consiste à spécialiser les environnements de résolution de problèmes pour certaines tâches ou classes de problèmes. Les classes de problèmes auxquelles nous nous intéressons sont, d'une part les problèmes de pilotage de programmes et, d'autre part, ceux d'interprétation de données et de reconnaissance de formes.

Dans le cadre de nos travaux sur le pilotage de programmes, nous effectuons des recherches dans les domaines de la planification et du contrôle d'exécution. Nos travaux consistent en effet à planifier et à contrôler l'exécution de programmes de traitements numériques contenus dans une bibliothèque de façon à automatiser le plus possible les différentes phases qui sont nécessaires pour atteindre un but fixé. La planification permet d'automatiser la sélection des opérateurs et de trouver une séquence hiérarchique permettant l'exécution d'opérateurs appropriés. Le contrôle d'exécution sert à initialiser les paramètres, à évaluer les résultats des logiciels exécutés et à ajuster ces paramètres en bouclant éventuellement jusqu'à obtenir des résultats d'une qualité satisfaisante. Un système de pilotage d'algorithmes permet l'intégration de connaissances sur les buts des programmes, leurs conditions d'utilisation et leurs relations. Un tel système doit contenir explicitement toute la connaissance nécessaire pour la sélection et l'utilisation des programmes vus comme des boites noires.

#### Projets:

- 1) Projet Eurêka PROMETHEUS pour l'amélioration de la sécurité routière: participation au développement du véhicule démonstrateur Prolab2.
- 2) Projet Esprit III PASSWORDS de développement d'un système avancé de surveillance de locaux, parallèle et temps réel pour assister un opérateur humain.

#### Réalisations:

OCAPI est un environnement de développement de systèmes à base de connaissances spécialisé dans le pilotage d'algorithmes. Cet outil général, indépendant du domaine d'application ou de la bibliothèque de programmes considérée, est écrit en LeLisp.

#### Bibliographie:

Clement, Thonnat, 93.a: V Clement, M Thonnat, «Integration of image processing procedures, OCAPI: a knowledge based approach», CVGIP: Image Understanding, Vol 57, no 2, 1993.

Clément, Thonnat, 93.b : V.Clément, M.Thonnat, «Pilotage de procédures de traitement d'images pour la description morphologique de galaxies». TS, numero special Intelligence Artificielle, Vol 9, n° 5, 1993.

#### **DOSSIER: PLANIFICATION ET ACTION**

Clément, Thonnat, Van den Elst, 94.a.; M.Thonnat, V.Clément and J.Van den Elst, «Supervision of perception tasks for autonomous systems: the OCAPI approach», International Journal on Information Science and Technology, (à paraître) 1994.

Shekhar, Moisan, Thonnat, 94.b.; C.Shekhar, S.Moisan, M.Thonnat, «Towards an intelligent problem-solving environment for signal processing», Transactions of IMACS, (à paraître) 1994.

# 5. IRISA, Rennes Equipe REPCO

#### Contacts:

Marie-Odile Cordier IRISA, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex, FRANCE.

Tél: (33) 99.84.73.14, E-mail: cordier@irisa.fr Laurence ROSE, Sylvie THIEBAUX.

#### Thèmes de recherche:

Le thème général de nos travaux est la prise en compte de l'incertain pour la modélisation et le suivi d'environnements évoluant dans le temps. Ces travaux s'orientent selon trois axes principaux:

1) Mises à jour (Updates) et raisonnement sur l'action

L'opération consistant à mettre à jour une base de connaissances représentant l'état de l'environnement au temps t pour prendre en compte les informations acquises sur son état au temps t' est une forme de révision appelée "mise à jour" (ou update) pour l'opposer à la "révision de croyances" (belief revision). Cette opération est fondamentale dès que l'on s'intéresse à des environnements (ou systèmes) évoluant dans le temps : elle est en particulier nécessaire pour prendre en compte les conséquences d'une action dans le cadre de la planification ou encore les observations faites régulièrement par des capteurs lors du suivi de systèmes dynamiques. Nous avons proposé avec Pierre Siégel (LIUP, Marseille) d'exprimer de manière explicite la persistance des informations entre deux états par un ensemble de contraintes de transition. Les contraintes strictes (ou obligatoires) sont distinguées des contraintes préférentielles qui sont partiellement ordonnées. Nous avons montré que l'opération de mise à jour peut alors être formalisée en utilisant la circonscription avec priorités. Ce travail étend les résultats de Winslett. Le modèle de transition proposé peut servir de base à une modélisation des actions qui peut être comparée avec celle proposée par Brewka et Hertzberg.

2) Planification sous incertitude et en temps contraint

Ces travaux sont effectués en collaboration avec Joachim Hertzberg (GMD, Allemagne). Pour des domaines d'application réels, un planificateur n'a souvent qu'une connaissance incertaine (imprécise, ambigüe, voire

incorrecte) de son environnement ou de ses capacités à agirsur celui-ci. D'autre part, l'environnement impose des contraintes de temps au planificateur, qui doit être capable de décider du degré d'incertitude à prendre en compte, et du degré de détail des plans à produire, en fonction du temps imparti. Nous nous basons sur le formalisme d'actions de Brewka et Hertzberg, pour prendre en compte explicitement un certain degré d'incertitude lors du processus de génération. Nous générons des plans sous la forme d'automates d'états finis, qui permettent, à l'exécution, de réagir rapidement a certains événements imprévus. La technique de génération adoptée est adaptée à l'extension incrémentale des plans, ainsi qu'à leur réutilisation pour résoudre des problèmes similaires. Nous utilisons des techniques probabilistes (logique probabiliste de Nilsson, conditionnement Bayésien, règle de Lewis, chaînes de Markov, théorie de la décision), pour estimer la qualité des plans générés. L'estimation a priori de la qualité peut être mise à jour pendant l'exécution du plan, en accord avec les informations supplémentaires sur l'état de l'environnement qui sont alors disponibles. Ces estimations permettent la construction d'algorithmes anytime opérant horsligne ou en-ligne, décidant des cas d'incertitude à prendre prioritairement en compte, en fonction du temps de génération alloué. Une première maquette de PASCALE, système mettant partiellement en œuvre ces concepts, a été réalisée.

3) Diagnostic de systèmes évolutifs et planification

Le diagnostic de systèmes de type "model-based" consiste à identifier l'état des composants d'un système à partir des observations et de son modèle de fonctionnement. Nous débutons un projet (contrat CNET/France-Télécom) en collaboration avec le LAAS (Louise Travé) et l'Institut Galilée-Paris 13 (Philippe Dague) portant sur la supervision et le diagnostic de systèmes dynamiques. Un premier travail a consisté à montrer comment les techniques de planification pouvaient être utilisées pour le diagnostic de systèmes dont les différents modes de fonctionnement sont sujets à des évolutions dans le temps.

#### Bibliographie:

Cordier, Siegel, 92: M.O.Cordier, P.Siegel, 92: «A Temporal Revision Model for Reasoning about World Change», Principles of Knowledge Representation and Reasoning, Proc 3rd Int. Conf. (KR 92), pp 732-739, Morgan Kaufmann, 1992

Cordier, Slegel, 93: M.O. Cordier, P. Siegel, «A Transition Model for Updates», Soumis à J. of Logic and Computation, Special Issue on Actions and Processes. Thiébaux, Hertzberg, 92: S. Thiébaux, J. Hertzberg, «A Semi-Reactive Plaimer Based on a Possible Models Action Formalization», Al Planning Systems, Proc. 1st. Int. Conf. (AIPS '92), pp. 228-235, Morgan Kaufmann, 1992. Thiébaux, Hertzberg, Shoaff, Schneider,

92: S.Thiebaux, J.Hertzberg, W.Shoaff, M.Schneider, «A Stochastic Model of Actions and Plans for Anytime Planning under Uncertainty», Proc. 2nd European Workshop on Planning (EWSP'93), 1993 (Version étenduce a paraître dans Int. J. of Intelligent Systems).

6. Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) Équipe IA et Robotique

#### Contacts:

Bernard FADE,

Tél: (33) 61.55.63.30, Fax: (33) 61.55.62.39, E-mail:

fade@irit.fr

Pierre REGNIER,

IRIT, Université Paul Sabatier, 31062 Toulouse Cedex, FRANCE.

Tél: (33) 61.55.66.11 (72.63), Fax: (33) 61.55.62.39,

E-mail: regnier@irit.fr

#### Thèmes de recherche

1) Planification linéaire et exécution d'actions en parallèle Pierre Régnier, Christine Bastié

Les algorithmes que nous avons élaboré permettent de déterminer, dans les plans d'actions séquentiels produits par des planificateurs linéaires (actions de type STRIPS munies d'une durée), les paires d'actions qui restent exécutables en parallèle. Pour cela, le plan linéaire produit par le planificateur est mémorisé sous la forme d'une table triangulaire et un algorithme de recherche du parallélisme (que l'on a prouvé correct et complet) permet de déterminer les paires d'actions exécutables en parallèle. D'autres algorithmes (dérivés d'algorithmes classiques de la théorie des graphes) permettent alors de déterminer les ensembles maximaux d'actions exécutables en parallèle et d'optimiser le temps d'exécution du plan. La définition de la table triangulaire ainsi que son algorithme de construction ont été repris afin de mieux répondre aux impératifs du contrôle d'exécution et de permettre la recherche du parallélisme. Tous ces algorithmes ont des complexités polynomiales (en temps) et la plupart d'entre eux sont utilisables de manière incrémentale. Nous travaillons actuellement sur l'étude et l'implémentation d'un système (basé sur les travaux précédents) destiné à entrelacer les processus de planification linéaire et d'exécution d'actions en parallèle. Ces travaux ont pour but principal d'appliquer la planification à des univers plus dynamiques. Tous les algorithmes définis lors de cette étude ont été implémentés et testés en Common Lisp, un système expérimental est en cours de réalisation.

2) Planification multi-agent Bernard Fade, Pascal Mourou

La participation de l'équipe au projet EUREKA PROMETHEUS qui était le cadre de ces travaux s'est arrêtée fin 92. L'univers modélisé est celui de la circulation autoroutière (image simplifiée de la circulation en général). Le but est l'amélioration de la sécurité et de l'efficacité de la circulation routière. Chaque véhicule est vu comme un agent équipé de capteurs, d'effecteurs, d'un système intelligent appelé "copilote" qui leur permet de planifier et de contrôler l'exécution des plans et d'un système de communication

avec les autres véhicules par l'intermédiaire d'un réseau à courte distance. Certains véhicules sont équipés, d'autres non, et le système doit répondre en temps réel (la vitesse des véhicules est élevée et le plan est construit dynamiquement, en parallèle avec son exécution). Après avoir déterminé les structures de données qui étaient nécessaires pour représenter un monde multi-agent quelconque et les plans des agents. nous avons mis au point une méthode et des algorithmes pour réaliser ce type de planification. Cette méthode, basée sur des comparaisons successives, est très adaptée au type de planification multi-agent auquel nous sommes confrontés puisqu'elle permet une certaine réactivité grâce à des replanifications sélectives efficaces pendant lesquelles seul le plan de l'agent responsable du backtrack est de nouveau comparé au plan de notre véhicule. Un premier planificateur a été programmé. Il permet de construire un plan d'actions pour résoudre le but souhaité par le conducteur «rouler à la vitesse moyenne de X km/h» ou «rouler en convoi en suivant le véhicule Y». Les actions sont par exemple «déboîter». «accélérer de 10 km/h», «se rabattre». Un simulateur sur station SUN, écrit en Common Lisp permet de visualiser à l'écran le déroulement des plans produits par divers véhicules équipés se côtoyant. Nous étudions actuellement un «copilote de surveillance» du conducteur qui devra réaliser un contrôle d'exécution «très souple» des actions effectuées par le conducteur humain en se basant sur le plan «idéal» produit par le planificateur multi-agent. Le rôle de ce copilote de surveillance est d'alerter le conducteur en cas de danger pour éviter un accident imminent.

#### Projets:

1) Projet EUREKA PROMETHEUS Bernard Fade, Pascal Mourou

Voir ci-avant.

2) Projet AIP (Atelier Inter-universitaire de Productique) Jean Alvarez, Bernard Fade, Pierre Régnier

Ce projet regroupe en son sein l'AIP, l'IRIT, le LAAS et l'INSA, son objectif est la réalisation d'un système robotique intégrant plusieurs fonctions pour construire la maquette d'une pièce à l'aide de plusieurs bras manipulateurs en partant du plan de la pièce, des objets devant y figurer, et des souhaits et contraintes fournis par un dialogue multi-modal avec l'utilisateur. Ce système qui devra proposer des solutions viables à des problèmes industriels et être intégré et présentable, servira de support d'enseignement pour les équipes impliquées dans le projet. Notre équipe est chargée de la réalisation de la fonction décision du système (qui comportera trois modules : satisfaction de contraintes. planification, contrôle d'exécution). On dispose d'un volume vide et d'objets à placer dans ce volume en respectant des contraintes de placement de ces objets. A partir de ces éléments, il faut proposer un agencement satisfaisant de ces objets dans ce volume (module de satisfaction de contraintes). L'utilisateur peut ensuite valider cette proposition ou modifier ses souhaits initiaux. Si le système ne peut pas proposer un agencement satisfaisant, il donne une explication qui doit

#### **DOSSIER: PLANIFICATION ET ACTION**

permettre à l'utilisateur de supprimer et/ou modifier le ou les souhaits qui empêchent la résolution. L'agencement ainsi déterminé devient le but à atteindre par un planificateur qui devra construire la séquence d'actions qui vont permettre au système robotique de mettre en place les objets dans le volume initial (module planification). Chaque action contribue à placer un objet, elle doit être exécutable par le ou les bras manipulateurs qui pourront travailler en parallèle. Il faut ensuite lancer et superviser la réalisation du plan produit (module de contrôle d'exécution).

#### Bibliographie:

Mourou, Fade, 92.a: P.Mourou, B.Fade, "Multi-agent planning and scheduling, execution monitoring and incremental rescheduling application to motorway traffic", 1992 AAAI Spring Symposium on Practical Approaches to Scheduling and Planning, 1992.

Mourou, Fade, 92.b: P.Mourou and B.Fade, "Multi-Agent Planning and Execution Monitoring: Application to Highway Traffic", 3rd Annual Conference on Artificial Intelligence, Simulation and Planning in High Autonomy Systems (AIS'92), 1992, IEEE Computer Society Press. Regnier, Fade, 90: P.Regnier, B.Fade, «Complete determination of parallel actions and temporal optimization in linear plans of actions», European WorkShop on Planning, Lecture notes in artificial intelligence, nº 522, Springer-Verlag Eds., 1991.

Régnier, Fade, 91 : P.Régnier, B.Fade, «Détermination du parallélisme maximal et optimisation temporelle dans les plans d'actions linéaires». Revue d'intelligence artificielle, volume 5, n° 3, 1991

#### 7. LAAS - CNRS, Toulouse Groupe RIA

#### Contacts:

Malik GHALLAB,

Tél: (33) 61.33.62.00, Fax: (33) 61.33.64.55, E-mail: malik@laas.fr

Groupe RIA, LAAS - CNRS, 7 av. du colonel Roche, 31077 TOULOUSE Cedex.

Rachid ALAMI, E-mail: rachid@laas.fr
Philippe LABORIE, E-mail: laborie@laas.fr
Hervé LARUELLE, E-mail: laruelle@laas.fr
Thierry VIDAL, E-mail: thierry@laas.fr
Patrick ALBERS, E-mail: patrick@laas.fr

#### Thèmes de recherche:

Nous sommes six chercheurs et thésards du groupe «Robotique et Intelligence Artificielle» du LAAS à travailler sur la planification temporelle. Nous développons un planificateur, appelé IxTeT, dans le but de réaliser le contrôle haut niveau des robots mobiles HILARE (en environnement d'intérieur) et ADAM (en environnement d'extérieur). IxTeT trouve des applications dans de nombreux autres projets. La même base de raisonnement temporel dans IxTeT est utilisée, entre

autres, pour faire du suivi d'évolutions ou de la reconnaissance de chroniques. Pour exprimer les faits dans IxTeT, nous avons choisi une logique temporelle réifiée, où les atomes logiques peuvent être représentés par des couples <P,I>, où P est une proposition et I un intervalle. Pour des raisons de complexité, les intervalles I sont définis par un couple d'instants [t1, t2]. Dans ce cadre, nous avons orienté nos axes de recherche plus particulièrement vers:

- 1. La gestion des contraintes temporelles symboliques et numériques.
- 2. La représentation de l'action et l'algorithmique de contrôle du planificateur.
- 3. La gestion spécifique des ressources par le planificateur.
- 4. L'exécution de plan.
- 1) Gestion des contraintes temporelles symboliques et numériques

Thierry Vidal

Les relations temporellement qualifiées sont formalisées dans un treillis d'instants géré indépendamment du type d'application considéré. Sur cet ensemble d'instants pèsent des contraintes symboliques (précédences explicites) et numériques (dates et durées imprécises). Dans un cas comme dans l'autre, des procédures spécifiques de mise, à-jour, de maintien de cohérence et de requêtes simples sur la base ont été mises en place. Pour les contraintes symboliques, on obtient une algorithmique linéaire, par l'intermédiaire d'un arbre de recouvrement indexé. Pour ce qui est des contraintes numériques, la complexité inhérente au processus de propagation est réduite grâce à la gestion d'un sous-graphe numérique. La représentation est ensuite étendue en distinguant les contraintes contrôlables par le planificateur et celles qui, au contraire, dépendent de l'environnement, et que nous nommons de ce fait contraintes contingentes. De plus, on cherche à prendre en compte l'incertitude qui pèse sur ces dernières et à redéfinir le processus de propagation de façon à caractériser le degré de réalisabilité du plan produit.

2) Représentation de l'action et algorithmique de planification Hervé Laruelle

Pour décrire les actions, nous avons défini une représentation hiérarchique d'opérateurs temporels qui permet de spécifier des opérateurs complexes. Le planificateur peut aussi prendre en compte une description restreinte d'axiomes du domaine, et une situation initiale contenant un ensemble d'événements futurs attendus. Le contrôle du planificateur est basé sur:

- l'utilisation des Causal-links,
- le partage du contrôle en une procédure dite de «faisabilité», pour le choix des opérateurs, et une autre dite de «satisfiabilité», pour la résolution des contraintes (temporelles et d'instanciation entre variables),
- une stratégie de moindre engagement.
- 3) La gestion des ressources Philippe Laborie

Nous avons voulu étudier l'intégration de la gestion des ressources au processus de génération de plan, pour pouvoir gérer de façon concurrente les contraintes dues à la résolution des sous-buts, et les contraintes dues aux ressources. Dans notre représentation, plusieurs types de ressources sont envisagées: non-partageables, partageables, consommables, productibles. Nous étudions les algorithmiques associées à chacune d'elles.

#### 4) L'exécution de plan Rachid Alami

A partir des opérateurs temporels IxTeT, nous avons défini une représentation plus riche des opérateurs, qui prend en compte les cas non nominaux d'exécution des actions. Cette représentation est basée sur une modélisation des actions par des automates à états finis. Nous nous intéressons de façon parallèle à l'étude d'une architecture complète, permettant de garantir à chaque niveau d'abstraction, une réaction conforme à la dynamique de l'environnement qui y est considérée. Ce système est utilisé pour contrôler le robot mobile HILARE. Par ailleurs un travail sur la parallélisation de nos algorithmes vient de démarrer (Patrick Albers). Il s'appuie sur les approches de parallélisation en programmation logique avec contraintes, et vise la réalisation d'un système de planification distribué.

1) Projet PRC IA (Représentation et algorithmes pour la planification et l'action)

voir chapitre 0.

#### 2) Projet PADRE

Conception d'un système de planification, d'allocation de ressources et de suivi d'exécution. Application à la planification des expériences scientifiques à bord de la station spatiale Colombus.

#### 3) Projet MARTHA

Allocation de robots à des tâches prédéfinies de chargement / déchargement de containers dans un environnement portuaire multi-robots : effectuée en parallèle avec une exécution simulée, en fonction de l'évolution des imprécisions pesant sur les contraintes temporelles.

#### Réalisations:

Le planificateur IxTeT est réalisé en C++ et contient les éléments suivants:

- un plan partiel, constitué d'un graphe de contraintes temporelles, d'une table des variables, comme un réseau de contraintes (CSP) et d'un ensemble d'événements et d'assertions à maintenir.
- · les procédures d'analyse du plan partiel (faisabilité, satisfiabilité, ressources),
- · l'arbre de recherche du planificateur.

#### Bibliographie:

Ghallab, Mounir-Alaoul, 89.a : M.Ghallab and A.Mounir-Alaoui, «Managing Efficiently Temporal Relations through Indexed Spanning Trees», IJCAL, 1989. Ghallab, Mounir-Alaoui, 89.b : M. Ghallab and A.Mounir-Alaoui, «Relations temporelles symboliques: Représentations et algorithmes», Revue d'Intelligence Artificielle, 3(3): 67-116, 1989. Mounir-Alaoui, 90 : A.Moumr-Alaoui, «Raisonnement Temporel pour la Planification et la Reconnaissance de

Situations», Thèse de Doctorat, LAAS, Toulouse, 1990.

Laruelle, 93: H.Laruelle, «Control of IxTeT, a Temporal

Planner», Rapport LAAS-CNRS, 1993.

8. LAFORIA (Laboratoire FORmes et Intelligence Artificielle), Paris **Equipe Miriad** 

Miriad (Méthodologie des Interactions et Recherches en Intelligence Artificielle Distribuée) est une équipe du LAFORIA dirigée par Jacques Ferber.

#### Contact:

Éric Jacopin,

LAFORIA, Boîte 169, Université Pierre et Marie Curie, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05 Tél: (33) (16.1) 44.27.36.67,

E-mail: jacopin@laforia.ibp.fr

#### Thèmes de recherche:

L'idée central qui anime les recherches en planification dans Miriad est que la notion de plan n'est qu'une vision rétrospective d'un observateur. À partir de ce point de vue extrême, les thèmes de recherches de l'équipe s'articulent autour de deux axes:

- Études de systèmes de résolution de problèmes par interactions d'agents.
- Définition de la notion d'interaction comme point central de la résolution d'un problème.

#### Projets:

- Un projet répondant à l'appel d'offre Science de la Cognition de Juin 1992 du MRT.
- Un projet en collaboration avec l'Office National d'Études et Recherches en Aéronautiques (ONERA) et le Centre d'Études de la Navigation Aérienne (CENA).
- Un projet en collaboration avec l'Office National d'Études et Recherches en Aéronautiques (ONERA) et Dassault
- 1) L'action en situation : Planification par préparation Responsable: Eric Jacopin

Ce projet se propose de jeter les bases d'une formalisation de

#### DOSSIER: PLANIFICATION ET ACTION

la notion d'action située. L'ambition est de construire un pont entre l'étude éthnométhodologique d'une activité et une mise en œuvre informatique. L'activité étudiée est celle de la confection d'un plat et plus particulièrement la réalisation de la pâte d'une tarte aux pommes. L'espoir d'une mise en œuvre repose sur une programmation par représentations indexicales qui a été popularisée par le système Pengi, d'Agre et Chapman (1987). L'analyse de l'activité se fait à partir de films vidéos de la réalisation de la pâte ; une vingtaine de films ont été réalisés. L'importance des relations spatiales entre les objets utilisés au cours de la confection font penser que la notion d'action située repose sur une frange temporelle et non sur la situation immédiate. La reprogrammation de Pengi à partir de cette étude est en cours. L'analyse vidéo s'est faite en commun avec Christian Heath (Rank Xerox EuroParc et Université du Surrey), Phil Agre et David Kirsh (UCSD), et Don Norman (Apple).

2) Étude d'algorithmes d'anti-collisions pour la navigation aérienne

Responsable: Karim Zeghal

Cette étude financée par le CENA (et faisant l'objet d'une convention entre le CENA et l'ONERA) a pour but de trouver et de tester des algorithmes d'évitement pour aéronefs. La motivation étant de pouvoir utiliser ces algorithmes aussi bien dans un systeme sol d'aide au contrôleur que dans un système embarqué d'anticollision. Cette étude s'appuie sur les principes de champs de forces symétriques. Ce mécanisme, qui s'inspire des techniques de champs de potentiels utilisées en robotique pour l'évitement d'obstacles, est temps réel et décentralisé. La coordination des actions est obtenue sans communication ni négociation entre agents, par des considérations de symétries entre les forces exercées sur les

3) Reconnaissance d'intentions du pilote de chasse en mission de reconnaissance basse altitude

Le but de ce projet est de développer un système reconnaissant les intentions d'un pilote au cours d'une mission, en se basant sur les actions déjà réalisées par le pilote. La reconnaissance d'une (ou plusieurs) intentions permettra de fournir une assistance au pilote selon les situations ; en particulier, l'accent sera mis sur les situations dangereuses. Le langage de développement de la première maquette a été Mering IV. L'analyse des intentions du pilotes a été réalisé par des psychologues du CERMA (Centre d'Etudes et de Recherches Médicales des Armées).

#### Bibliographie:

Ornato, Carle, 94 : Manuel Ornato, Patrice Carle, «Expertise transitionnelle et focalisation pour la reconnaissance d'intentions (une application à la reconnaissance des intentions du pilote de chasse). Rappon Laforia (à paraître).

Drogoul, Ferber, Jacopin, 93 : Alexis Drogoul, Jacques Ferber, Éric Jacopin, «Viewing Cognitive Modelling as Eco-Problem Solving : The Pengi Experience», Proceedings of the 1991 European Conference on Modelling and Simulation Multiconference, 1991. Conein, Jacopin, 93: Bernard Conem, Eric Jacopin, «La planification dans l'action : les objets dans l'espace», Raisons Pratiques 4, «Les objets et l'action», École des Hautes Études en Sciences Sociales, novembre, 1993. Jacopin, 93 : Éric Jacopin, «Classical Al Planning as Theorem Proving: The Case of a Fragment of Linear Logic», AAAI Technical Report FS-93-01, Automated Deduction in Nonstandard Logic, AAAI Press Publication.

Zeghal, 94 : Karim Zeghal, «Un modèle de coordination d'actions pour agents mobiles réactifs et décentralisé». Rapport laforia (à paraitre).

#### 9. Laboratoire d'Intelligence Artificielle LIA, Chambery ESIGEC, «Monde d'Hommes et de Machines»

#### Contact:

Laurent SIKLÓSSY

Université de Savoie, Domaine Universitaire Scientifique, 73376 Le Bourget du lac, Cedex, FRANCE. Tél: (33) 79.75.87.85, Fax: (33) 79.75.88.48, Email: siklossy@lia.univ-savoie.fr

#### Thèmes de recherche:

1) Représentation et description d'événements dynamiques D. Sol

Pour représenter les événements dynamiques, nous avons développé une nouvelle technique de représentation dont les objets de base sont eux-mêmes des objets dynamiques (et non statiques, dans les autres schémas de représentation d'événements dynamiques). Avec cette représentation, nous pensons et analyser et synthétiser des événements dynamiques. La compréhension d'événements dynamiques doit inclure la synthèse de développements futurs possibles de ces événements. Les événements eux-mêmes, leurs développements futurs et la différence entre la réalité et ce qui a été prédit peuvent engendrer des réactions émotionnelles dans la description des événements. Nous avons l'intention de développer un système émotionnel, en temps réel, de description d'événements dynamiques

2) Raisonnement en présence de beaucoup de connaissances

J.A.Durieux, Université de Nimègue, Pays-Bas

En présence de beaucoup de connaissances qui doivent être utilisées par plusieurs robots, les paradigmes de planification qui ont été développés sont insuffisants. Parmi les résultats de cette recherche, citons : des algorithmes permettant d'utiliser de manière uniforme les connaissances et divers niveaux de métaconnaissances : l'étude de l'efficacité de diverses représentations des mêmes informations, etc.

#### 3) Résultats divers en planification.

Au fur et à mesure de nos recherches, nous obtenons des résultats qui ont une valeur indépendante. L'un des derniers, s'énonce: «Il est, en général, impossible de décomposer un opérateur (e.g. en modélisation robotique) ayant plusieurs effets en opérateurs n'ayant qu'un seul effet. De plus, à un niveau suffisamment précis, les opérateurs n'ayant qu'un seul effet n'existent pas». Ce résultat est intéressant (et amusant) car plusieurs chercheurs ont obtenu des résultats qui ne s'appliquent qu'aux opérateurs à effet unique, ou bien ont supposé que la décomposition était, de toute évidence et trivialement, toujours possible.

# Point de vue : 20+ années en planification (par Laurent Siklóssy)

En octobre 1991, je me suis établi en France, au LIA. Ici, je résume certains résultats, parfois peu connus en France, que mes collaborateurs et moi-même avons obtenus, d'abord aux USA, puis de 1984 à 1991, aux Pays-Bas. La bibliographie est donnée en totalité dans le dossier complet (voir première page du dossier).

STRIPS (Fikes & Nilsson, IJCAI & AIJ, 1971) m'ouvrit les horizons de la planification. Ce système, fort connu, introduisit les changements dans un état (représenté par une conjonction de propriétés vraies) sous la forme de suppressions et d'ajouts de propriétés. Ces suppressions, «interdites» dans les approches logiques, ont été la grande contribution de STRIPS. Les préconditions des opérateurs étaient représentées sous forme de formules générales ordonnées en calcul des prédicats (y compris quantificateurs et disjonctions). Le système de résolution de problèmes, basé sur une approche à la GPS, était faible: typiquement, les problèmes les plus difficiles résolus avaient des solutions de 4 à 5 (applications d')opérateurs.

En 1973, dans le système LAWALY, l'axiomatisation de STRIPS fut changée : les préconditions, suppressions et ajouts des opérateurs étaient des ensembles, donc nonordonnés. Ainsi la représentation, entièrement ensembliste, était uniforme. Il était maintenant possible de raisonner sur les opérateurs. Cette nouvelle représentation, beaucoup plus élégante et efficace, fut (presque) universellement adoptée par les chercheurs sous le nom, incorrect et injuste, de représentation STRIPS, et non représentation LAWALY! En outre, LAWALY introduisit le concept de hiérarchie des (sous-)problèmes, basé sur le concept, bien connu en physique, de degrés de liberté (restante). Grâce à ces avances en représentation et résolution de problèmes, LAWALY pouvait résoudre des problèmes dont les solutions contenaient des centaines de pas, remarquable pour un système aussi général. Créé également en 1973, DISPROVER était un système, basé sur notre concept de partitions héréditaires. DISPROVER prouvait de façon formelle que certains problèmes en planification n'avaient pas de solution.

Les idées contenues dans LAWALY et DISPROVER étaient particulièrement riches, et les implémentations très performantes, ce qui nous amena à explorer dans plusieurs directions:

Si le monde est mal ou insuffisamment connu, un plan ne peut être que rarement exécuté. Le système AMINA, était un système exécutif (on dirait maintenant réactif) qui opérait dans de tels mondes. LAWALY était un «optimiste», supposant qu'un problème en planification avait une solution (ou plus), et essayant de la trouver. DISPROVER était un «pessimiste», supposant qu'un problème n'avait pas de solution, et essayant de prouver cela. Quand LAWALY échouait, peut-être le problème n'avait pas de solution et DISPROVER pouvait réussir (et vice-versa). Donc LAWALY et DISPROVER avaient des

«motivations» opposées; nous les fîmes collaborer, l'échec de l'un des systèmes apportant des informations supplémentaires à l'autre système, ..., et augmentant ses chances de succès. Etant donné une description du monde. LAWALY engendrait ses propres procédures, faisant montre ainsi de capacités d'apprentissage de procédures. Les solutions trouvées par LAWALY, surtout les longues solutions. étaient rarement optimales. Le système AFTERMATH, qui utilisait LAWALY. optimisait les solutions obtenues par n'importe quel système. AFTERMATH manipulait les squelettes des solutions. Les modèles publiés, même les plus simples, étaient bourrés de fautes. Par exemple, dans le modèle de STRIPS, le robot pouvait être dans deux endroits différents en même temps. Dans d'autres modèles du même groupe, des boîtes pouvaient être en plusieurs endroits en

#### Précisions

# Bulletin de l'AFIA n°15 dossier sur le traitement automatique des langues

La société Langage Naturel SA nous prie de bien vouloir communiquer sa nouvelle adresse

Langage Naturel SA 28, rue Paul Brousse 34000 Montpellier

> Tel: 67 58 06 24 Fax: 67 92 45 30

#### DOSSIER: PLANIFICATION ET ACTION

même temps. Utilisant DISPROVER et nous basant sur des lois de conservation, nous étudiâmes, dès 1975, des techniques de validation de modèles. La solution, par LAWALY, d'un problème typique d'une famille de problèmes, fut généralisée, menant à la synthèse de solutions plus générales. Dans des domaines où une hiérarchie des sous-problèmes n'existe pas (donc des domaines où il y a beaucoup d'interférences entre sous-problèmes), LAWALY est inefficace. Pour résoudre de tels problèmes, nous avons conçu REFLECT. Utilisant les définitions des opérateurs, ce système engendre d'abord, dans une phase de prétraitement (phase de réflexion), des assertions incompatibles. Ensuite, pour résoudre un problème, REFLECT cherche à partir du but, et élimine les états contenant une de ces assertions incompatibles.

Plus récemment, nous nous sommes penchés sur les problèmes de planification dans des mondes où plusieurs agents ont accès à beaucoup d'information. Il ne s'agit donc plus de seulement planifier la distribution des tâches parmi les agents divers, mais aussi de distribuer la planification. La grande quantité d'information oblige à réfléchir sur l'efficacité des représentations.

Bibliographie: donnée en totalité dans le dossier complet (voir première page du dossier).

10. Laboratoire d'Informatique de l'Université Paris Nord (LIPN) Equipe "Logique et Raisonnement" Groupe d'Application de la Logique Linéaire à l'IA

#### Contact:

#### Marcel MASSERON,

LIPN, Institut Galilée, Université Paris Nord, 93430 Villetaneuse, FRANCE.

E-mail: mm@lipn.univ-paris13.fr, Fax: (33) 16.1.48.26.07.12

#### Thèmes de recherche:

Notre travail en "Planification et Action" exploite les trois aspects suivants de la logique linéaire :

• Analyse des connecteurs classiques en connecteurs

linéaires multiplicatifs et additifs qui permet de capter, par exemple, la différence entre les non déterminismes externes et internes.

- Une notion de réseaux de preuves, bien adaptée à la représentation des plans.
- Une sémantique naturellement dynamique, apte à rendre compte des phénomènes de changement d'état et des problèmes de mise à jour.

Le cas de la planification déterministe (conjonctive) est maintenant bien compris, et nous répondons dans le cadre cohérent de la logique linéaire, aux questions classiques auxquelles un traitement logique pouvait prétendre. Le cas non déterministe (de façon interne) lui aussi a trouvé une solution satisfaisante, et l'étude des réseaux de preuves qui lui correspondent est en cours d'achèvement. Pour la suite, nous comptons beaucoup sur le fait que nous commençons à interpréter en termes d'actions, la sémantique à laquelle il a été fait allusion plus haut, ainsi que sur les progrès récents dans la connaissance des réseaux de preuves en logique linéaire.

#### Projets:

ESPRIT, Research Working Group LAC (Logic And Change) 22

Approches déclaratives dans le traitement des phénomènes d'action et de changement, qui apparaissent dans les domaines tels que la planification, la révision des connaissances, les systèmes concurrents et multi-agents, par l'étude des systèmes logiques spécifiques.

#### Bibliographie:

Girard, 87: I.Y. Girard, «Linear logic», Theoretical Computer Sciences, nº 50, 1-102, 1987.

Masseron, 93: M.Masseron, «Generating plans in linear logic, II: A geometry of action». Theoretical Computer Science 113, 371-375, 1993

Masseron, Tolln, Vauzeilles, 92: M. Masseron, C. Tollu, J. Vauzeilles, «Planification et logique linéaire», Revue d'Intelligence Artificielle 6, 285-311, 1997.

Masseron, Tollu, Vauzeilles, 93: M.Masseron, C.Tollu, J. Vauzeilles, «Generating plans in linear logic, I: Actions as proofs», Theoretical Computer Science 113, 349-370, 1993

Certains dossiers publiés dans les précédents Bulletins de l'AFIA peuvent être obtenus en tirés à part. Contacter le responsable du dossier, ou à défaut, la rédaction du Bulletin.

#### LE PROJET ESPRIT: REAKT

#### Le Projet REAKT:

#### Environnement et Méthodologie pour le Développement de Systèmes à Base de Connaissances Temps Réel

# Antoine MENSCH Thomson-CSF RCC, 160 Bd de Valmy, BP 82, F-92704 Colombes Cedex Tél: +33 (1) 41 30 45 91, Fax: +33 (1) 41 30 35 05

#### **Objectifs**

Après plusieurs années de développement intensif, la technologie des systèmes à base de connaissances (SBC) a maintenant atteint une certaine maturité. Cependant, les nombreuses applications mettant en œuvre ces techniques sont restées en général de petite taille et peu intégrées avec l'environnement extérieur : ces limitations s'expliquent en partie par l'utilisation de langages de programmation spécialisés (LISP, Prolog) et les faibles capacités d'intégration des générateurs de SBC avec du logiciel conventionnel existant.

Dans le domaine du temps réel, l'utilisation des SBC s'est heurtée à des difficultés supplémentaires : en particulier, les générateurs de SBC de première génération étaient incapables de produire des applications fonctionnant convenablement de manière continue. Bien que certains produits apparus plus récemment aient résolu ce problème, les outils existants sont encore loin de satisfaire tous les besoins d'un système à base de connaissances temps réel (SBCTR): d'importants progrès sont encore nécessaires, en particulier dans les domaines du raisonnement hypothétique et non monotone, du raisonnement temporel, de la garantie des temps de réponse, des performances et des possibilités d'intégration.

L'objectif initial du projet ESPRIT REAKT (REAl-time Knowledge Tool) était de développer un ensemble d'outils, ainsi que la méthodologie associée, permettant l'introduction de SBC dans les domaines temps réel. Au cours d'une première phase, le projet a produit les définitions, spécifications et prototypes d'un certain nombre de techniques, qui sont maintenant en cours d'intégration dans un environne-

ment devant faciliter le développement, la mise au point, la production et la maintenance de SBC intégrables dans des applications temps réel.

Une application de contrôle de procédé a été choisie pour servir de démonstrateur à la fois de l'environnement et de la méthodologie. Les modules de cette application présentent des caractéristiques temporelles variées, permettant de montrer que la technologie est suffisamment flexible pour couvrir un large domaine d'opérations.

#### Principaux Résultats

Après trois ans de développement, le projet REAKT a déjà obtenu un certain nombre de résultats intéressants, en cours d'intégration dans l'environnement logiciel qui constituera le produit

REAKT. Parmi ces résultats, les plus significatifs sont :

- Une architecture logicielle temps réel, multi-agents et multi-tâches, dérivée du modèle du tableau noir (Blackboard). Cette architecture permet en particulier le raisonnement en temps limité et le raisonnement temporel.
- Une approche méthodologique adaptée aux besoins temps réel.
- Un compilateur de connaissances, acceptant plusieurs types de représentation de la connaissance et utilisant un langage totalement intégré avec C++.
- Une application de gestion d'alarmes, en cours d'installation dans le système de contrôle d'une importante raffinerie de pétrole.

#### Le projet REAKT en bref

#### Partenaires:

Thomson-CSF RCC (F) - Coordinateur Syseca (F)

CRIN INRIA (F)

Etnoteam S.p.A. (I)

Emoreum o.p.m. (1)

Grupo de Mecanica del Vuelo (E)

Universidad Politecnica de Valencia (E)

Marconi Radar & Control Systems (G-B)

Computas Expert Systems (N)

Durce: 4 ans en deux contrats

ESPRIT II P. 5146: Octobre 90 - Mars 93 ESPRIT III P. 7805: Avril 93 - Septembre 94

Charge de travail : environ 65 hommes/an

Contact: A. MENSCH, Thomson-CSF RCC

#### LE PROJET ESPRIT : REAKT

# Description de l'Architecture Temps Réel

Un des principaux enjeux des travaux de recherche menés au sein du projet REAKT a été de définir, spécifier et produire les techniques et algorithmes capables de répondre aux besoins d'un SBCTR, et en particulier de permettre:

- l'acquisition de données en continu;
- la gestion des interruptions et la focalisation de l'attention:
- le raisonnement en temps limité:
- le raisonnement temporel et la gestion du vieillissement des données.

L'architecture logicielle qui a été conçue pour répondre à ces besoins est basée sur le modèle de coopération multi-agents dit du Blackboard, dans lequel des agents indépendants sont utilisés pour résoudre des parties d'un problème donné, la solution imcomplète obtenue par chaque agent étant ensuite partagée avec les autres agents au travers d'une zone de mémoire commune, appelée tableau noir ou Blackboard. Les agents sont créés dynamiquement en réponse à des modifications importantes du Blackboard (évènements). Les activités de chaque agent sont coordonnées par un module de supervision qui choisit l'agent à activer en fonction de l'état courant de la solution.

L'architecture REAKT étend le modèle classique du Blackboard selon plusieurs directions, pour obtenir un système bien adapté aux besoins d'applications temps réel (Figure 1).

#### Tâches Multiples

Au lieu d'être activés séquentiellement, le superviseur et les agents sont exécutés dans le modèle REAKT comme des processus indépendants. L'approche multi-tâches donne au superviseur la possibilité de réagir pratiquement instantanément à l'arrivée de nouveaux évènements, et de suspendre des agents en cours d'exécution pour activer d'autres agents plus importants. Ce mécanisme permet d'introduire les capacités de gestion d'interruptions et de focalisation de l'attention requises par la plupart des systèmes temps réel,

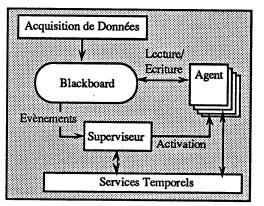


Figure 1: Architecture REAKT

même lorsque les algorithmes utilisés par les agent ne sont pas eux-mêmes interruptibles.

L'approche multi-tâches permet également d'inclure dans l'architecture des processus spécialisés pour l'acquisition de données. Ces processus peuvent être activés de manière synchrone ou asynchrone pour mettre à jour le Blackboard lorsque de nouvelles données sont disponibles.

De plus, chaque tâche peut être indépendamment et individuellement synchronisée avec l'horloge, ce qui permet d'introduire facilement dans le système la notion de "temps courant". Un processus spécialisé est chargé de la gestion du temps courant, et fournit un certain nombre de services, comme par exemple l'exécution en temps simulé ou la comparaison avec l'horloge.

L'introduction de mécanismes multitâches s'accompagne bien évidemment de la définition d'un protocole de protection des données pour éviter les problèmes d'accès multiples, courants dans les applications temps réel. Des mécanismes supplémentaires ont également été introduits pour maintenir la cohérence entre le contenu du Blackboard et les agents en cours d'exécution.

#### Gestion des Echéances

La garantie des temps de réponse est un problème majeur rencontré lors de la conception de nombreux systèmes temps réel, dans lesquels la qualité d'une solution obtenue dépend fortement du moment auquel elle devient disponible: l'instant après lequel la qualité de la solution commence à décroître est appelé échéance. L'échéance est dite stricte lorsqu'elle ne peut être dépassée sans provoquer de dysfonctionnement majeur du système. Dans le cas contraire, c'est à dire lorsque la solution peut encore être exploitée après l'échéance, on parle d'échéance sounle.

Dans le modèle REAKT, une échéance peut être dynamiquement associée à chaque agent créé en réponse à un certain évènement. Ces échéances sont intégrées à la fonction qui permet au superviseur de choisir à chaque instant le meilleur agent à activer. La gestion des échéances permet au système de connaître à tout moment le temps restant avant qu'une solution ne soit requise, de pouvoir si nécessaire retarder certaines activités moins urgentes, voire même de supprimer les activités les moins importantes en cas de surcharge.

Cependant, la gestion des échéances dans un système expert temps réel peut se révéler extrêmement délicate, principalement pour deux raisons:

- les algorithmes généralement utilisés dans les systèmes experts pour l'unification et la propagation n'ont pas toujours des temps d'exécution précisément connus, et peuvent même parfois être non bornés.
- le nombre d'activités à gérer en parallèle dans le système n'est pas toujours connu à l'avance.

#### Raisonnement Progressif

De ce fait, une des principales difficultés rencontrées dans le projet REAKT a été la mise au point d'une stratégie de

#### LE PROJET ESPRIT : REAKT

contrôle permettant de garantir les temps de réponses tout en utilisant des algorithmes ayant par nature des temps d'exécution maximaux très grands ou même non bornés. Cette stratégie repose sur une technique appelée raisonnement progressif, qui a été étudiée depuis quelques années à la fois dans les domaines de l'Intelligence Artificielle et du Temps Réel. Grâce à l'utilisation du raisonnement progressif, un système est capable d'obtenir rapidement une première solution, puis de l'affiner tant que le temps disponible le permet. Si le résultat approximatif peut être obtenu en temps limité, il devient possible de garantir l'obtention d'une solution dégradée même en cas de surcharge, tout en produisant des solutions de bonne qualité dans des conditions normales.

Afin de fournir une architecture adaptée au raisonnement progressif, une stratégie de contrôle à deux niveaux a été choisie pour REAKT (Figure 2):

Le premier niveau est basé sur une méthode de séquencement précompilée, dérivée de l'approche utilisée dans les systèmes temps réel classiques. L'ensemble des agents qui peuvent être activés à ce premier niveau doit être borné, et chaque agent doit également avoir un temps d'exécution maximal borné. De plus, la séquence d'activations de chaque agent doit être périodique ou présenter des intervalles minimaux connus entre chaque activation. Parmi les activités pouvant généralement être exécutées à ce niveau, on trouve l'acquisition de données, l'identification de situations anormales, les actions réflexes, etc... Lorsque ces hypothèses sont vérifiées, on peut aisément déterminer avant l'exécution s'il est possible d'activer tous les agents de premier niveau en satisfaisant toutes leurs échéances, ce qui permet évidemment de garantir tous les temps de réponses dans une application.

Le séquenceur de premier niveau permet également de maximiser le temps disponible pour le raisonnement au second niveau, dans lequel des agents plus complexes sont activés. Ces activités sont soit des affinements de solutions obtenues au premier niveau, soit des tâches indépendantes avec seulement des échéances souples. Dans les deux cas, le superviseur essaie d'activer ces tâches en fonction de leurs échéances, mais en prenant également en compte l'importance de chaque tâche et la qualité du résultat déjà obtenu. La possibilité de définir pour chaque activité de second niveau plusieurs profondeurs de raisonnement permet en effet au superviseur d'adapter précisément la qualité de la solution au temps disponible.

L'exécution complète des activités de second niveau ne peut être garantie : néanmoins, l'existence de solutions de premier niveau permet de réduire l'impact d'une interruption intempestive sur le fonctionnement global du système.

#### Raisonnement Temporel

Le raisonnement temporel dans un SBCTR peut prendre de nombreuses formes: c'est pourquoi les mécanismes temporels fournis dans REAKT sont suffisamment généraux pour pouvoir être adaptés aux besoins spécifiques d'une application. Les principales opérations temporelles proposées par REAKT sont les requêtes sur les valeurs passées, la comparaison avec

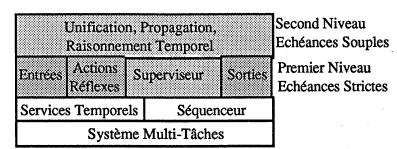


Figure 2: Niveaux de raisonnement dans REAKT

le temps courant et l'utilisation de valeurs prédites (futures) dans le raisonnement.

La gestion des informations temporelles dans l'architecture REAKT se fait principalement dans le Blackboard, c'est à dire la zone de mémoire partagée utilisée par les agents pour stocker et échanger des informations:

- Des valeurs passées, présentes et futures peuvent être associées à chaque objet stocké sur le Blackboard.
- Un Gestionnaire de Relations Temporelles (GRT) permet de représenter, maintenir et exploiter des relations temporelles entre objets. Le GRT peut utiliser à la fois des informations temporelles précises (numériques) dans le passé et des informations futures imprécises. Il permet de répondre aux requêtes temporelles exprimées par les agents, et de propager les nouvelles informations temporelles ajoutées sur le Blackboard.

La complexité du raisonnement temporel effectué par un agent dépend du niveau auquel il se trouve : les agents prédictibles de premier niveau ne peuvent accéder qu'aux valeurs passées, alors que l'utilisation de prédictions, qui nécessite la mise en œuvre d'algorithmes plus complexes, est réservée aux agents de niveau supérieur.

#### Méthodologie

Le but principal de la partie méthodologique du projet REAKT a été de définir les méthodes permettant d'assister les utilisateurs de l'environnement de développement REAKT durant le cycle de développement de leur SBCTR. Cette assistance peut prendre la forme de consignes, de notations et même de composants logiciels réutilisables. De plus, des outils spécifiques facilitant la mise en œuvre de la méthodologie ont également été développés.

# RAM (REAKT Application Methodology)

L'approche suivie lors du développement de la Méthodologie Applicative REAKT (RAM) a été d'étendre certaines méthodologies existantes. Les principales influences sont venues des domaines :

#### LE PROJET ESPRIT : REAKT

- de l'Intelligence Artificielle, et plus précisément des systèmes à base de connaissance;
- du Temps Réel;
- de la Programmation Objet.

Le développement d'un SBC est considéré dans RAM comme une activité de modélisation. Cette approche est semblable à celle utilisée dans KADS, qui a d'ailleurs été choisie comme la base de RAM. Cependant, il a été nécessaire de compléter KADS sur certains points:

- Contrairement à KADS, RAM permet d'utiliser un seul modèle durant tout le cycle de développement, modèle qui est affiné entre la phase d'analyse initiale du domaine et celle d'implantation.
- Lanotation est basée sur OMT (Object Modelling Technique), technique bien adaptée à la fois à l'analyse conceptuelle et à la description de l'implantation.
- Les aspects temps réel ont été introduits dans la méthodologie et la notation.
- Des consignes d'implantation permettent d'établir une correspondance simple entre les éléments du modèle et les fonctionnalités de l'environnement REAKT.

Les aspects liés à la réutilisation des résultats, permettant de réduire à la fois les risques et les coûts de développement, ont été également pris en compte dans RAM. Les "modèles d'interprétation" de KADS ont été adaptés dans RAM sous le nom d'"applicationscadres" (Application Frameworks), permettant de définir une application sous la forme de classes d'objets communiquant à travers des protocoles bien établis. Dans un AF, toutes les classes sont abstraites, et doivent être redéfinies par des classes dérivées pour produire une application spécifique. Un AF peut donc être l'ancêtre de plusieurs applications réelles.

Un certain nombre d'études spécifiques ont également été menées dans les domaines des modèles de cycle de vie, d'acquisition et de validation de la connaissance, des mesures de performances... Les résultats de ces études ont également été intégrés dans RAM.

#### Plateforme logicielle

L'utilisation des techniques de modélisation proposées par RAM peut être grandement facilitée par l'existence d'un outil graphique bien adapté. Un prototype d'un tel outil a été réalisé au sein du projet. Il permet de représenter graphiquement les différentes parties d'un modèle, et de les relier grâce à des arcs. Cette approche est particulièrement utile pour les modèles complexes et hiérarchiques définis par RAM. De plus, l'outil permet de traduire automatiquement des parties du modèle en code directement utilisable par le compilateur REAKT.

Un autre aspect du cycle de développement d'une application, la mesure des performances, vitale pour des applications temps réel, a nécessité la réalisation d'outils spécifiques: ces outils permettent à l'utilisateur de générer automatiquement des séquences de tests à exécuter, afin d'obtenir des statistiques d'exécution telles que les temps moyens et maximaux d'exécution. La connaissance précise de ces mesures est évidemment fondamentale pour pouvoir garantir le raisonnement en temps limité.

#### L'Environnement REAKT

Les résultats des travaux décrits précédemment sont en cours d'intégration dans un environnement de développment et de mise au point de SBCTRs. En plus des aspects habituels liés au développement de ce type d'environnement (interfaces graphiques, facilités de mise au point, ...), une attention particulière a été portée aux points suivants:

- possibilité d'intégration d'une application REAKT dans du logiciel existant, et possibilité de réutiliser du logiciel existant dans une application REAKT;
- efficacité des algorithmes utilisés dans les applications;
- portabilité et conformité aux standards.

L'approche générale a été de développer un certain nombre de "compilateurs de connaissances", utilisés pour transformer les divers formalismes de représentation de la connaissance de REAKT en du code source conventionnel pouvant être compilé et lié à une bibliothèque d'exécution pour produire une application. Le langage cible choisi est C++, pour des raisons d'efficacité et de portabilité. Cette approche permet d'intégrer efficacement et facilement le code produit pour une application REAKT et du code existant, par simple édition de liens.

Certaines caractéristiques importantes de l'environnement REAKT sont présentées ci-dessous.

#### Représentation des Données

Les données dans REAKT sont stockées sur le Blackboard, qui est une zone de mémoire partagée organisée en classes (BB Levels). Ces classes, comme les classes C++, contiennent des attributs et des méthodes typés, pouvant faire référence soit à d'autres BB Levels, soit à des types C++ (types prédéfinis ou classes définies par l'utilisateur). L'héritage entre BB Levels est également possible.

La différence principale entre un BB Level et une classe C++ est l'introduction d'un nouveau type d'attributs, dit temporel. Les attributs temporels permettent d'associer à une donnée sa qualification temporelle, et de stocker ses valeurs passées et futures. Ce type d'informations est évidemment nécessaire pour permettre le raisonnement temporel.

Chaque BB level est transformé par le compilateur REAKT en une classe C++ équivalente, qui peut ensuite être utilisée comme n'importe quelle autre classe utilisateur.

#### Agents

L'utilisation du raisonnement progressif dans une application implique pour le développeur une contrainte supplémentaire: il doit fournir pour un problème donné plusieurs moyens d'aboutir à la solution, en utilisant des algorithmes de complexité différente. Afin d'assister l'utilisateur dans cette tâche difficile, REAKT fournit plusieurs formalismes de représentation de la connaissance. En particulier, deux types d'agents à base de règles peuvent être définis.

#### LE PROJET ESPRIT : REAKT

Le premier formalisme est un système de production classique compilé selon l'algorithme RETE. Cet algorithme a été étendu pour permettre:

- L'unification sur des objets du Blackboard, et en particulier sur les valeurs temporelles présentes, passées et futures.
- La synchronisation des règles avec l'horloge sytème.
- la restriction de l'unification à un nombre réduit d'objets du Blackboard (focalisation de l'attention).

Les agents sont créés dynamiquement en associant à une base de règles compilée une mémoire de travail et un focus, donné sous la forme d'une liste d'objets du Blackboard. Pour ce type d'agents, l'obtention dans le cas général d'un temps d'exécution maximal précis est extrêmement difficile, bien qu'il soit souvent possible d'obtenir des estimations significatives grâce à des statistiques d'exécution. Des outils de métrologie sont fournis pour faciliter l'obtention de ces statistiques.

Le second formalisme, plus restreint mais prédictible, permet de compiler une base de règles en un arbre de décision, pour lequel le temps d'exécution maximal peutêtre aisément déterminé. Le mécanisme de focus peut également être utilisé pour ce type d'agents.

En plus de ces formalismes prédéfinis, l'architecture REAKT peut recevoir d'autres types d'agents, exécutant soit des algorithmes définis par l'utilisateur, soit des procédures fournies par des bibliothèques commerciales. Une application REAKT peut donc facilement intégrer plusieurs niveaux de raisonnement, allant d'actions réflexes au raisonnement complexe à base de règles.

Le langage utilisé dans les agents à base de règles est totalement intégré avec C++: du code C++ natif peut être utilisé aussi bien dans les conditions que dans les conclusions d'une règle. Contrairement à la plupart des compilateurs permettant l'inclusion de langage cible dans les règles, une vérification syntaxique complète du code REAKT et C++ est effectuée avant la phase de génération, ce qui facilite grandement la mise au point des bases de règles.

#### Support d'Exécution

Le code généré par le compilateur REAKT doit être lié avec une bibliothèque d'exécution afin de produire l'application finale. Cette bibliothèque implante l'architecture REAKT décrite dans une section précédente, et en particulier les mécanismes multitâches, primordiaux dans cette architecture. Deux choix possibles ont été considérés lors de l'introduction de ces fonctionnalités dans le système :

- utiliser les mécanismes Unix standards (multi-tâches, mémoire partagée, IPC...);
- utiliser une bibliothèque de processus légers: ce type de bibliothèque permet d'introduire des mécanismes multi-tâches au sein d'un seul processus Unix.

La seconde solution a été adoptée, car elle fournit à la fois de meilleures performances et un meilleur contrôle de l'exécution des tâches.

#### Le Démonstrateur

L'intérêt du démonstrateur MORSAF (Monitor Operations to Render Sound Advice Fast, à prononcer "More Safe") dans le projet REAKT est double:

 C'est une application réelle, correspondant à un besoin clairement identifié et qui sera installée dans un environnement de production avant la fin du projet.  De plus, son développement permet de valider de nombreuses fonctionnalités de l'environnement REAKT, ainsi que la méthodologie RAM.

MORSAF est un système en ligne dont le rôle est d'assister les opérateurs chargés de contrôler le bon fonctionnement des colonnes de crackage d'une importante raffinerie de pétrole. Dans ce domaine particulier, l'introduction de SBCTRs peut avoir un impact important du point de vue économique et de la sécurité: beaucoup de raffineries sont aujourd'hui partiellement automatisées, à l'aide de systèmes de contrôle conventionnels, mais d'importantes tâches sont laissées aux opérateurs. Parmi ces tâches, on peut citer l'optimisation de la production, le contrôle de la qualité, la détection précoce d'anomalies, l'interprétation des alarmes, le diagnostic d'alarmes, etc... Il y a donc un besoin clairement exprimé de meilleurs systèmes d'aide à la décision dans ces domaines.

Les principales fonctions remplies par MORSAF sont :

- La gestion d'alarmes, c'est à dire la présentation à l'opérateur des actions à effectuer pour garder le procédé sous contrôle pendant que les causes possibles d'un problème sont recherchées.
- Le diagnostic de pannes. Le diagnostic est effectué à l'aide d'un modèle basé sur les réseaux de causalité. La combinaison gestion d'alarmes - dia-

#### Références

Mensch A., Kersual D., Crespo A., Charpillet F. «REAKT Architecture» Workshop on Integration Technology for Real-Time Intelligent Control Systems. Madrid. October, 1993

Barber F, Botti V., Crespo A., Garcia A., Hernández L., Ripoll I., Onaindia E. «Temporal Reasoning and Coherence Management in REAKT" Workshop on Integration Technology for Real-Time Intelligent Control Systems. Madrid. October, 1993.

Charpillet F. Boyer A., Haton J.P., «Progressive Reasoning in Reaktw. Workshop on Integration Technology for Real-Time Intelligent Control Systems, Madrid, October, 1993.

Galan J.J., González-Quel A., Mensch A., Monai F., Kersual D. «An Implementation Analysis of the REAKT Toolkit» Workshop on Integration Technology for Real-Time Intelligent Control Systems. Madrid. October, 1993.

#### LE PROJET ESPRIT : REAKT

gnostic est un bon exemple de raisonnement progressif, où les actions "réflexes" proposées à l'opérateur peuvent être considérées comme la solution de premier niveau, tandis que le diagnostic représente la solution complète.

- Le filtrage d'alarmes à l'aide de prédictions. Un des problèmes classiques rencontrés par l'opérateur est l'effet d'avalanche, c'est à dire le très grand nombre d'alarmes apparentées qui lui sont présentées lorsque un problème apparaît. La prédiction d'alarmes, utilisant des relations temporelles de causalité, permet d'identifier et de filtrer les alarmes liées à une panne déjà signalée.
- La prévention, qui consiste à contrôler continûment un certain nombre de variables dans le système pour détecter des anomalies avant le déclenchement réel des alarmes.

L'intérêt industriel du démonstrateur MORSAF provient de sa capacité à gérer des situations potentiellement dangereuses, afin de garantir à la raffinerie de meilleures performances et un plus haut degré de sécurité. Cette raffinerie étant l'une des plus importantes du bassin méditérranéen, les aspects liés à la sécurité de son fonctionnement sont évidemment tout à fait primordiaux. L'intégration d'un système

à base de connaissances dans le système de contrôle conventionnel de l'usine semble être une approche prometteuse pour améliorer cette sécurité.

#### **Conclusions**

Après trois ans d'études, le projet REAKT a produit un certain nombre d'algorithmes, techniques et méthodes pour faciliter le développement de SBCTRs. Pour la dernière année du projet, les principaux objectifs sont:

- La finalisation de l'intégration des différentes techniques dans l'environnement de développement REAKT.
- La définition précise des plans d'exploitation, qui devraient conduire un ou plusieurs membres du Consortium REAKT à proposer les résultats du projet sous forme de produits commerciaux.
- L'installation et la validation sur site du démonstrateur MORSAF.

Les outils et la méthodologie qui seront produits d'ici la fin du projet devraient permettre d'accroître le domaine d'applications dans lesquelles des SBCTRs peuvent être intégrés, accroissant du même coup la taille du marché pour ce type de produit et pour les applications les utilisant..

#### –Précision –

# Projet PAYDIRT (Bulletin n°15)

Dans la présentation du projet ESPRIT PAYDIRT faite dans le bulletin n° 15, nous avons omis de préciser les auteurs de la présentation du projet européen PAYDIRT ainsi que les contacts de ce projet.

Les auteurs sont donc :

- Peter Herman et Florence Renaud (Sinapse, France)
- Marc Clement (La Lyonnaise des Eaux Dumez, France)

Le point de contact est :

Peter Herman SINAPSE 32 Rue Jean Rostand 91893 ORSAY tel: 69418585 / fox 69418590 e-mail: m2740@eurokom.ie

Nous présentons toutes nos excuses à ces personnes ainsi qu'à nos lecteurs

# Les présentations de projets européens dans le Bulletin de l'AFIA

PAYDIRT (ESPRIT P5473)	Bulletin nº15
VALID (ESPRIT P2148)	Bulletin n°12
MENELAS (AIM A2023)	Bulletin n°11
CONSTRUCT (ESPRIT P5477)	Bulletin n°10
AIMS (ESPRIT P5210)	Bulletin n°8
ACKnowledge (ESPRIT P2576)	Bulletin nº7
Présentation de la rubrique par Brice Lepape (CEE)	

#### DÉBAT : SYMBOLIQUE / NUMÉRIQUE

## Débat Symbolique-Numérique

#### Table ronde animée par Michèle Sebag

Vous avez vu (dans les derniers numéros) que le bulletin de l'AFIA organise un débat sur le symbolique-numérique. Qu'est-Le que c'est ? Justement : la réponse fait partie du débat.

Voici quand même queiques precisions. Le traitement des données (avec ou sans connaissances) est «naturellement» assis entre deux chaises celle de l'Analyse de Données et celle de l'Intelligence Artificielle, tendance Apprentissage. Pour designer cette zone revendiquée par les dogmatismes divers, mai-traitée par les heuristiques ad hoc et reconnue comme un gisement de productivité industrielle inestimable, un vocable est apparu le symbolique-numérique, un vocable synonyme est apparu à la même seconde « le numérique-symbolique Le premier congrés français en cette mattère à été organisé par Edwin Diday de Paris-IX Dauphine et Yves Kodratoff d'Orsay en 1987.

Pour préciser la définition et la situation du symbolique-numérique, j'ai propose un questionnaire (ni exhaustif, ni limitalif) dans le dernier bulletin de l'AFIA.

#### Position d'Olivier Gascuel

#### LIRMM, 161 rue Ada 34392 Montpellier Cedex 5 gascuel@lirmm.fr

# 1. Pourquoi estimez-vous que ce que vous faites est (ou n'est pas) symbolique-numérique?

Je n'estime pas ce que je fais soit parfaitement défini par le terme «symbolique-numérique» qui n'a guère d'autre mérite que celui d'exister. Mon travail, et celui de ceux qui travaillent avec moi, est à l'interface de plusieurs disciplines: Intelligence Artificielle, Représentation des Connaissances, Reconnaissance des Formes, Probabilités et Statistiques et, de manière plus marginale, Réseaux de Neurones.

# 2. Pourquoi êtes-vous venus au symbolique-numérique?

J'ai travaillé dans le domaine des Systèmes Experts, puis dans celui de l'Apprentissage. J'ai donc utilisé des coefficients de certitude, mesuré des fréquences et estimé des probabilités. Ceci depuis que je fais de l'IA. Etait-ce du symbolique-numérique?

Plus sérieusement, je pense que l'on ne peut pas faire de l'Apprentissage en ignorant tout des probabilités et des

statistiques. Tout simplement parce que l'objet même de l'Apprentissage est d'inférer à partir d'observations particulières, des lois générales, s'appliquant avec de bonnes garanties à des situations nouvelles. C'est-à dire faire de l'inférence statistique. Ceci ne signifie nullement que l'Apprentissage réinvente la roue. La manière de représenter les observations, par exemple en utilisant la logique des prédicats, est tout à fait nouvelle. Le passage d'observations ainsi représentées à des lois générales, constitue également une problématique originale qui soulève des questions d'ordre algorithmique. Donc, «on ne vient pas au symbolique-numérique». On se rend compte (éventuellement) que d'autres disciplines existent dont les acquis sont évidents et les résultats fondamentaux.

3. Si vous venez du symbolique, comment caractérisez-vous le numérique? Plutôt que le numérique, disons les Probabilités, les Statistiques et l'Analyse de Données. En bref: comme des disciplines anciennes, étonnamment

bien structurées pour quelqu'un qui vient de l'IA, dont les résultats abondent et, contrairement à ce qui se dit parfois en IA, dont les méthodes ont des sorties parfaitement intelligibles dès que l'on a compris le sens et les présupposés de la méthode employée. Ce n'est pas pour rien que dans tous les cursus de sciences naturelles, de sciences humaines et d'autres encore, est intégrée une solide formation en statistiques. Malgré tout, ce ne sont pas des disciplines closes et je ne doute pas que l'Apprentissage ainsi que les Réseaux de Neurones, renouvelleront leur champ d'investigation.

#### 4. Quelles disciplines numériques sont les plus proches du symbolique-numérique? Quels domaines de l'IA sont les plus proches du symboliquenumérique?

Pour ce qui concerne l'Apprentissage symbolique-numérique, il me semble avoir déjà répondu. Mais le symbolique-numérique concerne aussi les Systèmes Experts et le raisonnement déductif, la Résolution de Contraintes, ... Les disciplines numériques correspondantes sont alors certaines approches bayésiennes, les logiques floues ou possibilistes, l'optimisation numérique, la programmation linéaire, ...

#### 5. Ce que n'EST PAS le symboliquenumérique ?

Je ne sais pas ce qu'il n'est pas. Je sais qu'il est à l'interface de plusieurs disciplines, comme dit plus haut. Je pense qu'il doit à la fois faire siens les différents acquis des disciplines dont il est le point de rencontre, et éviter de simplement «remettre au goût du jour» ou même «réinventer» certains travaux anciens. L'exemple à ne pas suivre est ID3. En effet, ID3 est une méthode de segmentation; or ce type de méthodes a été élaboré en statistiques et théorie des questionnaires une quinzaine d'années avant d'être réinventé par l'Apprentissage Automatique (voir la bibliographie). Par contre, META-DENDRAL a en son temps constitué un travail très intéressant.

# 6. Etapes et avancées prochaines du symbolique-numérique ?

Si on considère que l'objet principal de l'Apprentissage symbolique-numérique est l'analyse de données symboliques, non-traitables par des méthodes conventionnelles d'AD, les prochaines étapes vont consister à donner des preuves de la capacité effective des méthodes à traiter ce type de données. On peut par exemple penser à des applications en Chimie, en Langage Naturel et en Reconnaissance de la Parole, en Biologie Moléculaire, ... A plus long terme, l'objectif est la réalisation de méthodes d'analyse des données, intégrées à des systèmes de base de données «modernes», comme les bases de données orientées objet, ou les bases de données déductives.

#### 7. Documents «essentiels»

Un article (parmi d'autres) pour le numéricien:

B.G. Buchanan, E.A. Feigenbaum, DENDRAL and META-DENDRAL: their applications dimension, Artificial Intelligence 11, North-Holland, 5-24, 1978.

L'article introductif à META-DENDRAL, qui en démonte clairement les mécanismes et donne un bon exemple d'application d'une méthode IA à des données non-traitables par l'AD.

Deux livres (parmi d'autres) pour le symboliste :

Breiman L., Friedman J. H., Olshen R. A., Stone C. J., Classification and regression trees, Wadsworth Inc., Belmont California, 1984.

Le comment et le pourquoi, la théorie et la pratique, du plus simple au plus complexe, en bref tout (ou presque) sur les arbres de décision et les méthodes de segmentation, par des auteurs qui savent vraiment de quoi ils parlent.

V. N. Vapnik, Estimation of dependencies based on empirical data, Springer-Verlag, New-York, 1974.

Le Chapitre 6 donne des résultats très généraux (applicables, entre autres, à de nombreuses méthodes de l'IA) permettant de prouver la convergence des processus d'apprentissage.

Je recommande également vivement à ce dernier de se procurer le guide de voyage au pays des statistiques :

G. Saporta, Probabilités, Analyse de Données et Statistiques, Editions Technip, Paris, 1990.

Yves Kodratoff prend une position vigoureusement différente, pour l'intérêt du débat. Voici, reconstituées d'après les réponses, les questions auxquelles il a répondu ....

#### Position d'Yves Kodratoff

Équipe I&A, LRI bat 490, Paris-Sud 94 405 Orsay Cedex yk@lri.fr

# 1. Que préférez-vous, le S/N ou la formalisation?

Bien que venant du symbolique, je partage l'opinion de tout le monde que les statistiques sont bien formalisées. Bien que...A titre d'anecdote, je me souviens que dans les annéees 65-75, les probabilistes considéraient les statistiques comme un ramassis de bouts de ficelles - avec un certain mépris.... En apprentissage, la formalisation progresse aussi, avec le temps. Du côté du symbolique pur et dur, il suffit de regarder la démonstration automatique de théorèmes (Huet, Jouannaud, etc); croire que ces gens ne savent pas formaliser, c'est aberrer loin des données!... Du côté de l'apprentissage symbolique formel, la rigueur est aussi au rendez-vous: Jacques Nicolas en est un digne représentant; voir également l'apprentissage logique inductif - dont une digne représentante est Céline Rouveirol.... Enfin, du côté S/N. l'apprenabilité (étude de la complexité d'un apprentissage probablement approximativement correct, ou Probably Approximately Correct Learning) constitue aussi une formalisation rigoureuse. Last, not least, la formalisation de Diday, qui certes n'a pas l'avantage de venir d'un anglophone, me parait une formalisation du domaine S/ N - aussi respectable que celle des statistiques.

Bref, pour répondre à la question : je suis venu au S/N parce qu'il recouvre une réalité importante, en particulier industrielle, et non pas parce que les méthodes sont bien ou mal formalisées. A nous de créer un formalisme pas nécessairement indépendant des stats - mais nécessairement non contenu dans celui des stats - pour mieux comprendre et traiter cette réalité.

#### 2. Quelles sont les discriplines proches?

Dans chaque discipline - stats inclues - il y a des gens qui s'occupent d'intelligibilité, de transparence des systèmes, etc. Ces gens-là, selon moi, font du «vrai» symbolique numérique et s'intéressent à la solution des problèmes réels - aux antipodes aussi bien du symbolique abscons que du numérique imbittable.

En résumé, il n'y a pas de disciplines proches du S/N: il y a des problématiques proches, et les gens qui posent ces problématiques.

3. Ce que n'est pas le S/N?

Une définition du S/N est difficile à fournir (c'est vrai, NDLC), mais que dire d'une définition du Not S/N? On peut peut-être travailler en extension, ce sera mieux? Evidemment, l'Analyse de Données old style, les stats ne sont pas du S/N, mais que dire de plus précis? Je vais donc reformuler la question (merci, NDLC).

# 4. Vous avez dû rencontrer du «vrai» (selon vous) S/N dans votre entourage. Décrivez le problème, les difficultés rencontrées, etc.

Alors, là, je répondrai en parlant des travaux de Marjorie Moulet, et de l'introduction des techniques de régression dans une approche d'apprentissage par découverte, de Gilles Bisson et de l'élaboration d'une mesure de similarité en logique du premier ordre, de Gilles Venturini, appliquant les algorithmes génétiques à l'élaboration d'un système de règles; etc.

A partir d'un pool d'exemples incontestés par disons 90% de la communauté, on pourra peut-être bâtir une définition en intension - mais ce sera dur.

#### DÉBAT : SYMBOLIQUE / NUMÉRIQUE

Sur ce thème, je voudrais prendre la défense de ID3 et des Flous. Moi, je n'en fais pas (ni de ID3 ni du Flou), mais ne méprisons pas le succès des autres:

Du point de vue des stats, ID3 est assez nul; du point de vue symbolique, ce n'est pas non plus terrible. Alors pourquoi ID3 a-t-il résolu tant de problèmes industriels qu'on ne savait pas résoudre auparavant? A mon avis, c'est justement parce que ID3 est du «vrai» S/N (quoiqu'effectivement un peu simple). ID3 élabore une mesure numérique de l'utilité de descripteurs symboliques. Le premier élève en stats venu peut clamer qu'il fait bien mieux, optimise nettement plus - en perdant le sens des descripteurs... C'est ça l'erreur: il faut élaborer des mesures sta-

tistiques en préservant le sens symbolique, et c'est ce qu'ID3, le premier, a fait. On est libre de trouver que ce n'est pas intéressant. Ceci dit - quoique non formalisée (non formalisable, NDLC ?), la contrainte d'intelligibilité est quelquefois capitale.

Idem en ce qui concerne le flou : il s'agit pour moi, de bon S/N déductif. La mesure floue en soi n'a rien de fracassant; du point de vue de l'implémentation, tout se ramène à un choix d'opérateurs fondés sur le min et le max. On peut en dire tout le mal qu'on veut - et pourtant, ça marche! Comme la terre tourne... A mon avis, c'est justement parce qu'il conserve des propriétés d'intelligibilité des résultats obtenus, que le Flou permet de résoudre des problèmes nouveaux.

Les personnes citées par l'ves Kodratoff comme exemples de symbolique numérique ont décrit leur cas avec enthoustasme et célératé.

Découverte empirique de lois numériques Aspects symboliques-numériques du système ARC

Marjorie Moulet, Équipe I&A, LRI bat 490, Paris-Sud 94 405 Orsay Cedex marjorie@lri.fr

La découverte empirique de lois numériques, telle qu'elle est abordée dans ma thèse (cf. résumé de thèse dans ce même numéro) cherche à induire des lois à partir d'un ensemble d'expérimentations. Ce travail se situe à la frontière de l'apprentissage symbolique automatique et de l'analyse de données - quant aux données initiales, aux méthodes utilisées et aux buts cherchés.

Les données sont décrites par des attributs numériques et symboliques (qualitatifs); je cherche d'une part à déterminer des expressions analytiques reliant les attributs numériques; et d'autre part, à classifier les expérimentations en fonction des attributs symboliques. La découverte de lois comprend en effet trois sous-problèmes: la classification des exemples initiaux (distinguant par exemple les gaz parfaits des autres gaz); la détermination de lois sur chacune des classes obtenues (par

exemple la loi des gaz parfaits); enfin, la discrimination de ces classes, donnant les conditions de validité des différentes lois trouvées (caractérisation des gaz parfaits). (Bien sûr ces sous-problèmes ne sont pas indépendants).

Les méthodes employées sont également de nature double, dans la mesure où elles utilisent des heuristiques et des techniques des deux types, numérique et symbolique.

Parmi les heuristiques qualitatives, citons l'étude de la dépendance monotone de deux variables, c'est-à-dire la détermination de la croissance ou de la décroissance d'une variable vis-à-vis d'une autre; citons aussi un point majeur de cette recherche, la construction d'une bonne fonction d'évaluation pour sélectionner les termes (monômes dans le cas d'un polynôme) entrant dans la loi finale.

Parmi les méthodes numériques utilisées figure la technique classique de la régression polynomiale. Cette technique est utilisée par le biais de nombreuses heuristiques symboliques, répondant aux questions : quand l'utiliser et quels exemples considérer? Quels attributs (numériques) prendre comme variables indépendantes ? Quel attribut prendre comme variable dépendante? Quel degré de polynome choisir ? La réponse à cette dernière question passe par un raisonnement à la fois numérique et symbolique. Il est possible en effet d'utiliser de manière classique l'étude des branches infinies : mais les heuristiques sont nécessaires étant donné le nombre d'exemples (souvent faible) disponible. Ainsi, comparé à l'analyse de données, je me suis focalisée sur la recherche de biais et de concepts permettant de traduire de manière simple et symbolique l'existence d'une loi numérique.

Une autre technique numérique concerne le calcul d'incertitude. En fonction des incertitudes associées aux données initiales, cette méthode permet de calculer l'incertitude d'un terme quelconque et notamment de comparer deux termes et de tester leur égalité moyennant les incertitudes.

Une technique de type symbolique utilise le calcul formel dans le but de simplifier les expressions mathématiques obtenues et de filtrer les tautologies: l'expression X = X, quoique vraie, est loin de constituer une loi physique intéressante!

Enfin, la solution cherchée est sélectionnée selon des critères à la fois symboliques et numériques. En effet, une solution peut être définie comme la première expression qui vérifie les critères fixés par l'utilisateur au travers des paramètres numériques. De par la recherche itérative suivie, la première solution est nécessairement la plus simple en termes d'opérateurs arithmétiques utilisés. On peut ainsi assurer une certaine intelligibilité tout en vérifiant des critères (numériques) tels que le pourcentage minimum d'exemples qui doivent être couverts par au moins une des lois découvertes.

Dans la dernière version du système ARC, les hypothèses faites sur l'existence d'une relation polynomiale sont

#### DÉBAT : SYMBOLIQUE / NUMÉRIQUE

évaluées de manière à la fois statistique et heuristique: le polynôme cherché est construit sur une partie des exemples, puis testé sur les exemples restants, ce qui constitue une validation numérique. Par ailleurs, on cherche à relier les coefficients trouvés aux variables initiales non intégrées dans le polynôme. En effet, le fait de pouvoir relier un coefficient d'un polynôme à une autre variable extérieure confirme d'une certaine manière que ce coefficient possède une certaine sémantique, et valide l'hypothèse d'un polynôme.

Voici quelques uns des aspects symboliques et numériques de mon travail j'espère ainsi contribuer à la définition «en extension» du symbolique numérique! Quant au coeur du débat, j'envoie ma contribution pour un prochain bulletin de l'AFIA.

#### Références:

Moulet M. Accuracy as a new information in law discovery, International Conference Symbolic Numeric, Data Analysis and Learning, E. Diday ed, Nova Science, pp. 383-395.

Moulet M. Using accuracy in law discovery, Fifth European Working Session on Learning, Y. Kodratoff (Ed), Lecture Notes in Artificial Intelligence., Springer Verlag, pp. 118-136.

Moulet M. ARC.2: Regression Linéaire en découverte scientifique, dans les Actes des lères Journées Francophones de l'Apprentissage et de l'Explicitation des Connaissances 92, pp 97-114, Dourdan.

Moulet, M. ARC.2 Linear regression in ABACUS. Machine Learning International Conference 92 Workshop on Machine Discovery, Aberdeen.

Moulet M. ARC: Découverte empirique de lois numériques ou ABACUS Revu et Corrigé, Thèse d'Université, Paris 11, 1993.

Apprentissage en Logique du Premier Ordre

Aspects numériques-symboliques du système KBG

Gilles Bisson, LIFIA, IMAG 38 Grenoble Cedex gilles.bisson@imag.fr

Le système d'apprentissage KBG (Bisson 92a, 93) a pour but, d'une part, d'engendrer automatiquement à partir d'un ensemble d'exemples et d'une théorie du domaine, des bases de connaissances permettant de faire du diagnostic et d'autre part, d'apporter à l'utilisateur, au travers d'explications une aide effective dans la formalisation de son problème.

Ce travail est issu d'un contexte purement symbolique, celui de l'apprentissage à partir de la détection de similarités; le langage de représentation des connaissances qui est employé, tant en entrée qu'en sortie du système, dérive de la logique des prédicats. De plus, l'architecture du système a été conçue de manière à favoriser l'explicabilité des processus d'apprentissage ce qui constitue l'une des caractéristiques des approches «IA». Cependant la représentation utilisée a évolué très vite vers le symbolique-numérique: outre les informations relationnelles données par les prédicats (exemple Partie(Arche,Socle)), il est nécessaire de prendre en compte des informations numériques (exemple Hauteur(Socle, 2,20 m)) ou plus généralement des informations typées de type quelconque.

En ce qui concerne les méthodes utilisées, le problème est le suivant. Dans le langage de représentation adopté, et plus généralement en logique du pre-

mier ordre, les problèmes d'apprentissage auxquels nous nous intéressons correspondent à des problèmes connus de la théorie des graphes. En effet, les exemples peuvent être exprimés sous la forme d'hypergraphes dont les sommets sont constitués par les entités (Chapiteau, Socle) et dont les arcs sont les relations connectant ces entités entre elles. Du point de vue des graphes, la généralisation et la classification d'un ensemble d'exemples passe par la recherche de sous-graphes isomorphes. Ces sous-graphes représentent les parties semblables des exemples ; leur caractérisation est la formule généralisant les exemples en question. Lorsque l'on cherche la généralisation la plus spécifique des exemples, ce qui est notre cas, on cherche donc les sousgraphes isomorphes maximaux de deux graphes. Malheureusement, l'isomorphisme de sous-graphes est un problème NP-complet pour lequel il n'existe pas, à ce jour, d'heuristique satisfaisante.

L'heuristique que nous avons proposée est de type symbolique-numérique. Elle consiste à évaluer une distance numérique entre les sommets de deux graphes (les entités), puis entre les graphes eux-mêmes (les exemples). Nous passons ainsi d'une représentation externe relationnelle à une représentation interne numérique : la matrice des similarités entre les exemples. Une fois ces similarités calculées. la classification des exemples est effectuée par un algorithme de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) qui est une technique classique en analyse de données; les exemples regroupés sont généralisés en utilisant des techniques symboliques de Mise en Appariement Structurel (voir bibliographie).

Le principal apport de ce travail concerne donc la définition d'une mesure de similarité entre exemples et entre objets.

Cette similarité permet premièrement de quantifier de façon globale les ressemblances entre deux exemples, que ces ressemblances portent sur les attributs, sur les relations ou sur les valeurs qui apparaissent dans les exemples. Or les distances développées jusqu'à présent en AD ne sont pas directement utilisables dans notre contexte car elles

#### DÉBAT : SYMBOLIQUE / NUMÉRIQUE

ne prennent pas en compte ces aspects relationnels. Plus exactement, lorsque l'on a ce type de données à traiter il est nécessaire de passer par une étape, toujours délicate, de *recodage*. Dans notre approche cette étape devient inutile.

Deuxièmement, notre calcul de similarité a une complexité algorithmique qui est quadratique en fonction du nombre d'objets intervenant dans les exemples. Le fait d'avoir une faible complexité est crucial puisque le calcul de similarité constitue une étape élémentaire des processus d'apprentissage. Bien évidemment, le résultat que nous obtenons n'est pas toujours optimal car le problème de l'appariement de graphes est intrinsèquement NP-complet.

Enfin, du point de vue de «l'explicabilité» des résultats, notre mesure de similarité repose sur des comptages qui peuvent être expliqués à l'utilisateur de façon raisonnablement simple.

En conclusion, KBG est un système d'apprentissage à la fois symbolique (par la prise en compte d'une théorie du domaine, par les capacités de généralisation) et numérique (par l'élaboration d'une matrice de similarités, par l'utilisation de CAH). L'intérêt de coupler ces deux approches est ici d'effectuer des opérations coûteuses - telle la généralisation et la classification en logique du premier ordre - dans une

représentation riche (relationnelle et numérique) et avec une efficacité et une complexité raisonnables.

En espérant que cette description permettra d'avancer dans la caractérisation de ce qui est symbolique-numérique... Quant aux autres points (le futur du SN), la suite au prochain numéro du bulletin de l'AFIA...

#### RÉFÉRENCES:

Bisson G. 1992a. Learning in FOL with a similarity measure. In Proceedings of 10th AAAI Conference. San-Jose. 82-87.

Bisson G. 1992b. Conceptual Clustering in a First Order Logic Representation. Proceedings of 10th ECAI. Vienna. 458-462.

Bisson G. 1993. KBG: Induction de Bases de Connaissances en Logique des Prédicats. Thèse de l'université Paris-sud soutenue le 30avril 1993.

SUR LA CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE, VOIR: SAPORTA G., Probabilités, Analyse de données et Statistiques, Editions Technip, Paris 1990

Sur La MISE EN APPARIEMENT STRUCTUREL, VOIR: KODRATOFFY., GANASCIA J.G. 1986. Improving the generalization step in Learning. Machine Learning 2 an Artificial Intelligence Approach, Morgan Kaufmann Publishers, 215-244.

Apprentissage de Règles par Algorithmes Génétiques Aspects symboliques numériques du système SIA

Gilles Venturini, Équipe I&A, LRI bat 490, Paris-Sud; 94 405 Orsay Cedex gv@lri.fr

Le système SIA extrait des régularités exprimées sous forme de règles Si - Alors, à partir de base d'exemples.

SIA cherche à déterminer les règles couvrant les exemples (comme le système AQ de Michalski); sa différence

est d'utiliser comme algorithme de recherche un algorithme génétique (AG). Un exemple de la base est choisi comme point de départ, puis l'AG tente de trouver la meilleure règle couvrant cet exemple. Ensuite, un autre exemple non couvert est choisi pour apprendre une autre règle, et ainsi de suite jusqu'à ce que tous les exemples soient couverts.

Les aspects symboliques de SIA concernent essentiellement le traitement des valeurs inconnues. Dans les problèmes réels, les bases de données sont souvent constituées de données numériques et symboliques, et contiennent souvent du bruit. Mais il arrive également que des données soient inconnues, c'est à dire manquantes, indifférentes ou non définies, et ceci dans une large proportion: une des applications traitées concerne l'analyse du fonctionnement de la justice en France.

SIA a été conçu pour traiter ce type de données sans utiliser de prétraitement; notamment il ne remplace pas les valeurs manquantes par la valeur la plus probable, (ce qui évite d'introduire des données erronées dans la base). Les deux mécanismes développés pour traiter les valeurs manquantes consistent à abandonner les parties non renseignées dans la description de l'exemple de départ, et à définir une notion de recouvrement partiel - lorsqu'on examine si une règle couvre un exemple partiellement décrit.

Les aspects numériques de SIA sont ceux des algorithmes génétiques ; ils permettent notamment une bonne prise en compte du bruit. SIA adopte une approche inductive ascendante (bottom-up) au contraire de l'approche numérique classique descendante (top-down), comme ID3 par exemple. Or les approches ascendantes sont traditionnellement plus sensibles au bruit (si en effet on part d'un exemple erroné, les règles apprises à partir de cet exemple sont sujettes à caution). Le filtrage du bruit est assuré par le principe statistique de l'algorithme génétique lui-même. Cette technique, fondée sur l'analogie avec le mécanisme de sélection darwinien, postule qu'après un certain nombre de générations. parmi les solutions survivantes figurent les solutions les mieux adaptées au milieu. Une solution est ici une base de règles ; l»adaptation au milieu» (fitness) est ici la qualité de la base de règles, mesurée en nombre et qualité (simplicité, pourcentage d'exceptions,...) des règles.

#### DÉBAT

Enfin les préférences de l'expert du domaine en ce qui concerne les règles apprises peuvent être prises en compte très souplement par l'intermédiaire de la fonction d'adaptation au milieu». Ainsi, l'algorithme peut chercher à utiliser certaines variables dans les règles plutôt que d'autres, suivant des poids donnés par l'expert; il peut également chercher les règles admettant au plus un pourcentage d'erreur fixé en fonction des connaissances de l'expert concernant le bruit des données initiales.

Les recherches menees au LRI dans le domaine du symbolique-numérique soni ainsi de crites. Quid des autres labos? Quid des industriels? La suite au prochain numero.

Envoyez contributions, commentaires critiques questions, etc., à

Michèle Sebag sebag@xela.polytechnique.fr.

ou LMS-CNRS URA 317, École Polytechnique, 91128 Palaiseau.

l'ai eu des problèmes de mail i mes excuses à ceux qui ont essayé de joindre la boite aux lettres symbolique numérique depuis deux mois. Elle refonctionne désormais, avec mon e-mail

Cette rubrique
"Débats" est la vôtre.
Faites nous parvenir
toutes vos remarques et
commentaires sur tous
les sujets relatifs à
l'Intelligence
Artificielle, ou sur tout
article publié dans ce
Bulletin.

#### DU CÔTÉ DES ÉDITEURS

#### Livres reçus

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

S.Chipman, A.Meyrowitz (eds) Foundations of Knowledge Acquisition (V1): Cognitive models of Complex Learning, *Kluwer 1992*.

S.Chipman, A.Meyrowitz (eds): Foundations of Knowledge Acquisition (V2): Machine Learning, *Kluwer 1992*.

G.De Jong (ed): Investigating Explanation-Based Learning, Kluwer, 1992.

**B.Faltings, P.Struss, (eds):** Recent Advances in Qualitative Physics, *The MIT Press, 1993*.

O.Houdé et D.Mieville, Pensée logico-mathématique: nouveaux objets interdisciplinaires, *PUF 1993*.

L.P. Kaelbling: Learning in Embedded Systems, *Bradford Book*, 1993. J.A.Michon, A.Akyürek (eds): SOAR: A cognitive architecture in perspective, *Kluwer Academic Publishers*, 1992.

E.Pacherie, Naturaliser l'intentionnalité, essai de la philosophie de la psychologie, *PUF 1993*.

J.Pitrat, Penser autrement l'informatique, Hermès 1993.

A.Quaife (ed): Automated Development of Fundamental Mathematical Theories, *Kluwer 1993*.

R.Smullyan: Les théorèmes d'incomplétude de Gödel, Masson 1993.

R.Yager, L.Zadeh: An Introduction to Fuzzy Logic: Applications in Intelligent Systems, *Wiley 1992*.

L.Zadeh, J.Kacprzyk: Fuzzy Logic for the Management of Uncertainty, Wiley 1992.



#### DU CÔTÉ DES ÉDITEURS

# A Propos du Livre de Bruno BACHIMONT Le Contrôle dans les Systèmes à Base de Connaissances Contribution à l'Epistémologie de l'Intelligence Artificielle Editions Hermès - 1992

#### Bernard LE ROUX<sup>1</sup>

I faut lire le livre de Bruno Bachimont. L'intérêt de son argumentation doit l'emporter sur les réticences induites par les désaccords que l'on peut avoir avec l'auteur. Peut-être faut-il même le lire surtout à cause de ces désaccords éventuels.

L'IA est avide de discussions théoriques, parallèlement à un travail technique, son histoire et sa littérature en témoignent, et les récents bulletins de l'AFIA le confirment<sup>2</sup>. Le livre de Bruno Bachimont est animé de ce double mouvement, "L'enjeu d'une réflexion philosophique sur l'IA n'est donc pas d'aborder de l'extérieur cette discipline pour porter des jugements qui resteront par là même étrangers à la pratique scientifique du domaine, mais bien d'enrichir cette pratique par une réflexion philosophique menée de l'intérieur. C'est pourquoi nos deux parties, méthodologique et épistémologique, sont pour nous non une cohabitation mais une symbiose. Il n'est pas possible de comprendre l'une sans aborder l'autre, elles se réciproquent mutuellement dans leurs conséquences dés lors qu'on les étudie."

Le livre de Bruno est ainsi composé de deux sections précédées d'un long pro-

1 ONERA 29, Avenue de la Divi-

sion Leclerc BP 72 92320 CHA-

LAFORIA-CNRS Université Pierre

& Marie Curie Tour 46-0-4, place

Jussieu 75252 PARIS Cédex

<sup>2</sup> Numéro 10: L'IA entre science

et métaphysique, par J-M. Besnier;

Numéro 11: Débat sur IA entre

science et métaphysique; Numéro

13: Modélétique: un néologisme

pour présenter l'IA sans déclen-

cher critiques et polémiques, R.P.

**TILLON Cédex FRANCE** 

E-mail: leroux@onera.fr

FRANCE

logue. L'auteur parle d'une section scientifique et d'une section philosophique. La première est une reprise de sa thèse sur les "tableaux noirs". Elle traite du contrôle, de la connaissance et de la représentation, puis des éléments pour une méthodologie et une épistémologie du contrôle. La seconde discute des fondements philosophiques de l'IA. Elle nous invite à parcourir le chemin de l'interprétation qu'a Bruno Bachimont d'une tradition philosophique occidentale et continentale, les bornes de ce chemin sont Aristote, Descartes, Leibniz, Kant et Husserl.

# L'IA et le problème du contrôle<sup>3</sup>

Pour définir la classe des problèmes qu'adresse l'IA, l'auteur propose le critère de l'existence ou non de modèles mathématiques pour les résoudre. Ouand de tels modèles existent, une approche informatique standard consiste à manipuler une "représentation du monde". Quand ils n'existent pas, "ce sont les connaissances dont on dispose sur le problème, et non le contexte du monde réel où il s'insère, qui sont modélisées." Le système manipule alors une "représentation des connaissances". C'est cette seconde classe de systèmes que l'IA a pour objectif de construire.

Le statut particulier de l'IA est de "réintroduire une interprétation que la théorie de l'information avait chas-

<sup>3</sup> Dans cette partie ainsi que dans la suivante: Aristote, Descartes etc., nous résumons les positions de l'auteur sans y faire interférer notre propre point de vue (dans la mesure du possible). Toutes les citations entre guillemets sont extraites du livre.

sée", réintroduire donc la question du sens et de la connaissance. Cette disparité fondamentale entre forme (représentation) et sens (connaissance) a pour pendant celle entre résolution informatique (traitement de symboles ininterprétés, i.e. en fonction de leur forme) et résolution humaine (traitement de symboles interprétés, i.e. en fonction de leur sens). Le sens ne peut être que s'il y a un sujet médiateur du sens, un interprétant humain.

Le problème du contrôle en IA, qui découle de ce qui précède, est: "quand et comment utiliser une représentation pour qu'elle se comporte comme si elle était une connaissance." Selon l'auteur, "le contrôle est en fait tout le problème de l'IA...." La connaissance étant l'oeuvre d'un sujet, la représentation ne peut être une connaissance, la vision informatique sera donc:

Connaissance = Représentation + Utilisation (modulo un utilisateur). "Le contrôle est un artefact méthodologique de la représentation: il faut contrôler uniquement parce que l'on représente."

A l'issue de cette présentation de ses thèses, l'auteur se fait l'avocat d'un type particulier d'architecture, susceptible, selon lui, d'autoriser le traitement du problème du contrôle. Cette étude concerne le contrôle dans des systèmes de type tableau-noir (atratabulaire). Nous renvoyons le lecteur aux développements intéressants du livre que nous ne saurions résumer ici faute de place.

# Aristote, Descartes, Leibniz, Kant & Husserl

La deuxième section (philosophique) a pour thème fédérateur le problème de la connaissance et de la représentation. "L'IA veut traiter informatiquement (c'est la méthode) des problèmes qui nécessitent des connaissances non formalisables pour être résolus (c'est l'objet). L'inadéquation entre l'objet et la méthode a été clairement vue dés l'origine. La surmonter, c'est donner le cadre de pensée dans lequel vont s'insérer les travaux effectués. Le cognitivisme computationnel est une telle tentative de solution. L'artefacture en est une autre."

#### DU CÔTÉ DES ÉDITEURS

L'auteur expose l'alternative, la connaissance est-elle phénoménalité<sup>4</sup> (c'est le point de vue du cognitivisme) ou phénoménologie<sup>5</sup> (c'est celui de l'artefacture). "Les phénomènes de la conscience sont en effet subjectifs, informels, inobservables. En bref, ils ne peuvent constituer une phénoménalité faisant l'objet d'une étude scientifique." Or, la méthode de l'IA pour résoudre des problèmes en termes de connaissances sera, pour le cognitivisme computationnel, de simuler le comportement cognitif humain, au sens fort, impliquant indiscernabilité. Un traitement de la connaissance va donc consister à manipuler syntaxiquement des symboles (représentations ininterprétées) avec un résultat identique à celui des êtres humains utilisant des connaissances (représentations interprétées). John Searle, par le biais de l'expérience de pensée connue sous le nom de "chambre chinoise", déboute, selon l'auteur, le cognitivisme computationnel de ses prétentions, une machine, condamnée à simuler syntaxiquement une activité cognitive humaine ne peut utiliser des représentations comme des connaissances.

Le livre de Bruno Bachimont est lourd d'une vigoureuse critique du cognitivisme computationnel, nous n'en livrons ici que quelques éléments à propos desquels nous renvoyons le lecteur à l'argumentaire détaillé du livre:

• Le cognitivisme computationnel prétend dériver de l'aristotélisme, pourtant l'habillage syntaxique dont il affu-

<sup>4</sup> La physique mathématique étudie les phénomènes naturels, ceux-ci sont des apparences ou des indices dont la science permettra de connaître la réalité qu'ils manifestent, ils ne sont pas considérés en eux-mêmes pour ce qu'ils sont mais pour ce qu'ils permettent de savoir, et relèvent de la phénoménalité.

5 Les phénomènes de la conscience doivent être considérés pour ce qu'ils sont en eux-mêmes, données brutes ni objectives ni objectivables, ils sont l'objet d'une phénoménologie qui ne saurait statuer que sur leurs rapports.

ble la logique aristotélicienne est contradictoire avec le caractère proprement phénoménologique de celle-ci.

- L'IA cognitiviste qui vise la mécanisation de la pensée est un anticartésianisme.
- Mécanique n'est pas calcul au sens leibnizien, pour qui c'est une opération de la pensée irréductible à la causalité efficiente. L'IA cognitiviste se réclame à tort de Leibniz.
- Le but de l'IA cognitiviste, construire une machine qui soit un agent doté d'une finalité interne, est hors de portée, "car, Kant nous l'apprend, cette question n'est pas scientifique".

Ce que l'auteur retire de Kant, c'est une stratégie épistémologique: "Il faut donc construire scientifiquement une machine pour qu'elle m'apparaisse comme un agent, en utilisant la finalité de façon régulatrice pour la concevoir. Il faut donc penser la machine, la construire comme si elle était un agent, comme si elle avait des connaissances." De Husserl, c'est une stratégie cognitive: "Sil'IA veut modéliser des connaissances pour construire des systèmes qui puissent les utiliser, il convient d'étudier les connaissances pour elles mêmes...]

... Une connaissance est un vécu intentionnel, un fait phénoménologique, qui appartient à un autre domaine ontologique que le monde de la nature.."

Le programme de recherche qui en découle: "Il faut donc recourir à l'interprétation en termes de connaissance du comportement du système. Il faut donc spécifier le comportement attendu pour le modéliser formellement. La modélisation obtenue se compile alors sur une machine informatique. La dernière étape sera donc de valider le modèle en fonction du comportement attendu en termes de connaissances." L'artefacture, qui est l'approche préconisée par l'auteur, est ainsi "une héritière directe de l'argumentaire philosophique des théories transcendantales de la connaissance."

«L'apport du cognitivisme est d'avoir su reconnaître au sein de la science un domaine qui lui résistait. Son erreur fut de le traiter comme une autre région de la nature." L'IA ne peut avoir pour objet de simuler des comporte-

# Le contrôle dans les systèmes à base de connaissances contribution à l'épistémologie de l'intelligence artificielle

ments cognitifs, elle doit donc étudier comment construire des systèmes informatiques utilisant ce qui seulement pour nous sont des connaissances. Il s'agit, pour l'auteur, d'une "révolution copernicienne .../ ... au lieu de faire graviter l' l'A autour de notre propre cognition, .../..., il s'agit de faire graviter nos connaissances autour des systèmes .../... [pouvant] adopter un comportement nous apparaissant comme plein de sens." Le contrôle "est alors cette problématique où l'utilisation des représentations doit permettre de combler le déficit sémiotique."

#### Discussion (très) sommaire 6

Nous ne saurions ici aborder la discussion critique de ce livre avec le projet d'un traitement exhaustif. La limite en taille de ce compte-rendu nous l'interdit. Il y a, de notre point de vue, dans le livre de Bruno, à la fois du Jekyll et du Hyde.

Du Jekyll parce que toute la partie traitant du contrôle dans les tableaux noirs est d'un intérêt technique évident. Du Jekyll aussi parce que la réflexion à laquelle il nous invite sur le statut de l'IA, du cognitivisme

6 Pour un compte-rendu plus substantiel et une discussion moins sommaire j'ai rédigé un texte plus long qui est disponible sur demande par E-mail, et a été soumis à la revue RIA.

Gilibert...

#### DU CÔTÉ DES ÉDITEURS

computationnel, de la double hypothèse newellienne des Systèmes symboliques physiques et du "knowledge level", et d'autres thèmes encore, est bienvenue. L'IA est une science jeune, la discussion de nombre de ses thèmes récurrents à la lumière de certains développements actuels est du plus grand intérêt.

Du Hyde, parce que la problématique de l'auteur est fondamentalement kantienne. Pour être bref, comme disent les anglais "in a nutshell", Kant a inventé la Philosophie, avec un P majuscule, comme discipline à part entière. Il l'a dotée, pour ce faire, d'un domaine imprenable, la Théorie de la Connaissance, et d'un rôle majestueux, celui du Législateur qui décide de ce qui est fondé et de ce qui ne l'est pas. Bruno Bachimont a pour but explicite de fonder philosophiquement l'IA. Est-il besoin de le dire. nous ne partageons nullement cette problématique de la fondation. La science n'a nul besoin d'une philosophie qui serait son fondement.

La thèse de Bruno Bachimont implique que, de par les principes fondateurs qu'il exhibe, il est impossible de construire un système qui soit effectivement intelligent, qu'il est même impossible de se donner scientifiquement un tel objectif. Il y a là incontestablement une redéfinition radicale du projet de l'IA, ce que Searle appellerait un abandon de l'IA forte. Déjà Gaston Bachelard délivrait un avertissement à propos du problème des limitations ultimes, «Toute frontière absolue proposée à la science est la marque d'un problème mal posé...» Alors, à Toi, lecteur, de trouver l'erreur!

7 Il est à noter que cet abandon est aussi le fait de Winograd et Florès dans leur livre "L'IA en question", mais cette fois au nom d'une autre référence philosophique: Heidegger.

# Les modèles mentaux: Approches cognitives des représentations.

Coordonné par : Marie-France Ehrlich, Hubert Tardieu, Marc Cavazza.

Masson, série Sciences Cognitives, 190F

Notes de lecture de Bruno Bachimont

Le but de cet ouvrage est de présenter, à travers quelques articles reflétant les recherches en cours. la théorie des modèles mentaux. On v trouvera ainsi, après un exposé introductif des linéaments de la théorie par le père fondateur luimême, Philip Jonhson-Laird, des articles traitant de la compréhension du langage (Garham & Oakhill, Ehrlich & Tardieu), des images mentales (Denis & de Vega), du raisonnement naturel (Girotto), de la situation des modèles mentaux dans les sciences cognitives (Cavazza), et enfin de l'analogie (Gineste & Indurkhya).

Traitant d'une théorie à la mode, séduisante tant par sa simplicité que par son efficacité à résoudre certains problèmes connus (cf. l'article de Girotto étudiant pourquoi le modus tollens est expérimentalement plus complexe pour les sujets que le modus ponens, alors que les théories classiques, voyant dans le raisonnement humain une démonstration syntaxique de théorèmes, prédisent une complexité identique dans les deux cas), ce livre a l'estimable intérêt de laisser le lecteur trouver tant les avantages que les inconvénients des modèles mentaux : même si l'orientation délibérément apologétique et triomphaliste des articles éclaire essentiellement les atouts de la théorie (chaque article vise à montrer que les modèles mentaux sont une meilleure explication pour des phénomènes bien choisis que les théories concurrentes), les inconvénients ne sont pas pour autant escamotés.

Venons en donc à cette théorie des modèles mentaux. L'un des princi-

paux facteurs de réussite et de popularité de cette théorie est son nom, suffisamment vague pour que chacun y trouve son compte, pour peu que l'on accepte la notion de représentation mentale. Mais la théorie de Johnson-Laird précise davantage. Elle s'oppose principalement à l'idée suivant laquelle les raisonnements humains sont des manipulations d'un langage formel syntaxique. Le raisonnement humain ne repose pas sur une syntaxe logique de la pensée, et sa théorie n'est pas une théorie de la preuve ou de la démonstration. En revanche, le raisonnement s'effectue sémantiquement sur des modèles, c'est-à-dire une représentation extensionnelle du monde. Ainsi, au lieu d'avoir dans l'esprit des clauses logiques, des axiomes et des théorèmes, on aura des objets homomorphes au monde sur lesquels un raisonnement extensionnel, à la manière des preuves par tableaux sémantiques dans les logiques modales, s'effectue. Pour montrer que tous les A sont B, on n'appliquera donc pas des axiomes et des règles de déduction, on regardera si dans le modèle tous les objets de type A sont effectivement des objets de type B.

Plus généralement, les modèles mentaux sont des constructions possédant trois propriétés essentielles, sur lesquelles quasiment tous les articles s'accordent et précisent plus ou moins explicitement (e.g. l'article de Cavazza): les modèles sont homomorphes au monde (les objets du modèle ressemblent, sont de même forme que, i.e. isomorphes à, ceux du monde réel perçu; on n'a seulement qu'un homomorphisme car la relation

## DU CÔTÉ DES ÉDITEURS

n'est pas bijective, le modèle ne contenant pas tous les objets du monde) ; ils sont construits de façon incrémentale ; ils n'instancient pas de connaissances prédéfinies, mais construisent dynamiquement une représentation du monde.

Par exemple, dans le cas de la compréhension du langage naturel, le modèle ne reflète pas la structure linguistique ou conceptuelle de la phrase, mais la représentation homomorphe de la situation du monde réel décrite par la phrase. Il est alors possible de raisonner sur cette représentation pour comprendre le texte en n'étant pas soumis à l'arbitraire de l'expression linguistique.

Cette théorie est séduisante et repose sur des évidences expérimentales convaincantes rapportées par les articles. Cependant, des points d'ombre subsistent, et cela est d'autant plus troublant que ceux-ci concernent le cœur même de la théorie, c'est-à-dire la possibilité d'une représentation symbolique extensionnelle du monde et homomorphe à celui-ci. Une telle représentation suppose qu'il existe une catégorisation où la perception délivre des objets typés : on sait qu'un objet est de type A, et non de type B, si bien que l'on peut vérifier si tous les A sont B ou non. On peut

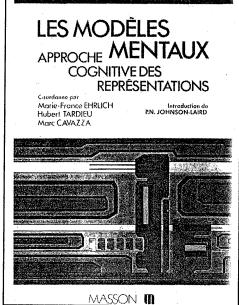
regretter que ce problème à mon sens fondamental pour la théorie en question n'est pas abordé dans cet ouvrage, sinon depuis les remarques judicieuses de Cavazza, mais ce dernier n'en indique pas de traitement adéquat, ni ne mobilise les théories actuelles sur ce problème. Si, comme on peut le soutenir, la catégorisation est le problème crucial des sciences cognitives. montrant le passage du perceptif au symbolique, on peut reprocher aux modèles mentaux de partir de ce qui est à expliquer, au lieu d'y aboutir.

Quel est le problème de la catégorisation? Les objets que contiennent les modèles mentaux reflètent l'apparence qualitative du monde telle que la description linguistique la délivre (d'ailleurs, la compréhension du langue est un domaine d'investigation privilégié pour les modèles mentaux). Or, on sait bien que les objets qualitatifs, constituant ces descriptions qualitatives n'ont pas de consistance scientifique, n'appartiennent pas à l'ontologie scientifique. Expliquer le fonctionnement mental par ces objets n'est pas une explication physicaliste. Or, le but des sciences cognitives est d'avoir de telles explications du mental et de la signification.

> Ce problème est donc fondamental. On peut mieux le comprendre si on oppose les modèles mentaux au modèle cognitif qu'ils révoquent. le raisonnement humain comme manipulation syntaxique de règles et de symboles, i.e. le cognitivisme computationnel. Si on adopte un point de vue syntaxique sur les raisonnements mentaux, le passage du perceptif au mental s'effectue via les deux mécanismes que Pylyshyn par exemple précise dans son « Computation and Cognition »: la transduction et l'implémentation. Le monde extérieur est le monde tel que la physique moderne le décrit ; il est peuplé des

objets qu'elle pose dans ses théories et il obéit aux lois auxquelles ils sont soumis. Ce monde physique interagit avec le cerveau : nos configurations neuronales sont en interactions causales avec notre corps et le monde physique extérieur. Mais, ces configurations neuronales peuvent implémenter des symboles atomiques, élémentaires, qui, par le jeu des relations fonctionnelles qu'ils ont entre eux - i.e. des relations comme celles que les symboles d'un programme informatique ont entre eux - possèdent des significations, des types etc. Par conséquent, on dira que le monde extérieur passe aux symboles par une relation de transduction, un transducteur faisant correspondre des causes physiques à un symbole de l'esprit. Mais ce symbole possède un sens non parce que le support neuronal dans lequel il est implémenté subit des interactions causales, mais parce qu'il est en interaction computationnelle avec d'autres symboles. Transduction et implémentation expliquent donc comment le perceptif délivré par le monde physique devient du symbolique signifiant. La signification est implémentée dans la matière, mais ne provient pas des lois physiques de la matière.

Si la théorie des modèles mentaux récuse l'explication cognitiviste de la transduction et de l'implémentation, elle se doit d'apporter une solution de remplacement au problème de la catégorisation. En soutenant que les modèles sont homomorphes au monde, elle se confronte au problème qu'il faut expliquer comment les catégories et types des objets du modèle appartiennent au monde extérieur, font partie de son ontologie, puisque ses objets reflètent ceux du monde. Le problème est alors que d'un point de vue scientifique, seule l'ontologie de la physique existe. Il faut donc trouver comment naturaliser ces catégories à partir de l'ontologie physique. De telles théories existent, dont les plus connues sont sans doute la théorie des catas-



#### DU CÔTÉ DES ÉDITEURS

trophes et la morphodynamique qui en est issue. Le cognitivisme computationnel (syntaxique) n'avait pas ce problème dans la mesure où transduction et implémentation ne faisaient pas surgir le sens du monde, mais du jeu computationnel des symboles entre eux.

La réponse n'est pas dans l'ouvrage. Peut-être des écrits de Johnson-Laird répondent à cette question : n'étant pas spécialiste du domaine, je ne peux me prononcer. En revanche, il est clair que l'enjeu cognitif passe par une réponse argumentée à ce problème. La non prise en compte de ce problème dans l'ouvrage commenté ici montre que les articles relèvent davantage de la psychologie cognitive expérimentale que des sciences cognitives proprement dites, c'est-à-dire ces disciplines qui visent à naturaliser la pensée en montrant comment le sens s'articule et s'inscrit dans la nature matérielle scientifiquement décrite.

Même si un tel problème détermine l'enjeu de la théorie des modèles mentaux, et conditionne sa portée proprement cognitive et pas seulement psychologique, le but de l'ouvrage n'est pas de traiter cette question, mais plutôt de livrer un panorama de la recherche actuelle sur ce domaine. Et, disons le tout net : cet ouvrage atteint son objectif. Il évite la succession indigeste d'articles de recherche n'ayant pour seul point commun que le libellé « modèle mental » dans leur titre.

Bref, bien qu'issu d'un colloque tenu à l'Ecole Pratique des Hautes Études, ce n'est pas un livre de circonstance : il possède une unité théorique indiscutable et se lit agréablement. Par conséquent, on ne peut que le recommander à ceux qui veulent se familiariser avec la théorie des modèles mentaux sans avoir à absorber la littérature déjà considérable sur ce sujet.

# La représentation des connaissances et le raisonnement sur les systèmes physiques - Physique Qualitative -

- I mysique adamative -

**Jean-Pierre Laurent et Marcos Vescovi** 

CÉPADUÈS ÉDITIONS, 400F

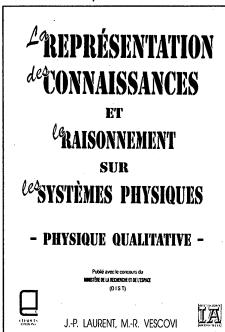
Notes de lecture de Jean Charlet

Après une introduction sur la physique qualitative et ses problématiques, ce livre se poursuit par un exposé rapide des modèles fondateurs de cette physique (De Kleer & Brown, Kuipers, Forbus). Ces modèles sont critiqués puis des modèles plus récents sont proposés.

Les auteurs s'attardent ensuite sur la simulation causale dans le cadre de la représentation des connaissances : « Si l'on veut reproduire le raisonnement d'un physicien ou d'un ingénieur sur les systèmes physiques, il faut être capable de faire une simulation causale. » Ils décrivent ce qu'est la simulation causale et proposent une procédure (PGMCC) qui génère un modèle causal directement à partir d'un ensemble d'équations physiques.

Les deux chapitres suivants approfondissent alors la notion de simulation (en particulier l'algorithme DPS) et la notion d'explication (que peut-on attendre comme explications des systèmes proposés précédemment).

Pour terminer, les auteurs décrivent un exemple d'application



de leur approche et proposent de futurs développements de leurs travaux au regard des problèmes rencontrés.

En conclusion, c'est un livre où les auteurs développent une approche critique des modèles habituels de la physique qualitative et décrivent un système informatique pour la représentation des connaissances et le raisonnement sur les systèmes physiques. A lire en complément des « Textbook » sur la physique qualitative.

#### DU CÔTÉ DES ÉDITEURS

# Generating Abstraction Hierarchies, An Automated Approach to Reducing Search in Planning.

Craig A. Knoblock, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1993, 168 pages.

Discussion: Philippe Morignot, KSL, Stanford, morignot@ksl.stanford.edu

L'intuition de Knoblock est que se concentrer sur le plus important d'abord et sur les détails ensuite est plus efficace que d'essayer de tout résoudre en même temps. Mais encore faut-il pour cela disposer d'une méthode pour séparer en un coup d'oeil l'important du secondaire, et ce avant même de s'attaquer au problème proprement-dit. C'est une telle méthode que propose l'auteur dans ce livre, réimpression (aux détails des expériences près) de son PHD qui est épuisé [2].

L'auteur se place dans le cadre de la

planification classique (i.e.,

environnement clos, actions décrites par un jeu de prérequis et d'effets, problème posé sous forme de situations initiale et finale). La relation d'abstraction proposée est définie par les contraintes suivantes : au sein d'une action, un effet d'une action est plus abstrait qu'un prérequis; tous les effets d'une action sont aussi abstraits a priori; si, en plus, un problème spécifique est fourni, un effet concourant à un prérequis d'une autre action est plus abstrait que ceux n'y concourant pas. En regroupant les litéraux (prérequis et effets confondus) par abstraction équivalente et en numérotant ces classes, chaque litéral se voit estampillé d'un degré d'abstraction, le tout pour une complexité linéaire en le nombre de ces litéraux. L'intérêt d'une telle hiérarchie, nous démontre l'auteur, est qu'établir un prérequis à un niveau d'abstraction donné ne modifie pas les prérequis déjà établis aux niveaux supérieurs (ce qui est secondaire ne remettra pas en cause ce qui est important). Ainsi, lors de la résolution du problème, il suffira de considérer ces prérequis et effets par degrés d'abstraction décroissants (l'important avant le secondaire) pour être certain de n'avoir à faire d'éventuels retours-arrière qu'au sein du niveau d'abstraction courant, tout au plus, et non peut-être jusqu'à la racine de la recherche.

L'auteur valide expérimentalement sa théorie avec un programme nommé ALPINE, qui construit cette hiérarchie. PRODIGY, résolveur de problème à usage multiple développé par Steve Minton au CMU, est utilisé en aval pour résoudre effectivement le problème, i.e. générer un plan (en suivant l'ordre des litéraux déterminé par ALPINE). Trois domaines sont testés : les tours de Hanoi, la construction d'une machine et un problème de robot issu de STRIPS. Pour des problèmes générés aléatoirement dans ces domaines, l'auteur montre que ALPINE+PRODIGY trouve une solution plus rapidement, en temps comme en nombre d'actions, que PRODIGY tout seul, que PRODIGY aidé d'heuristiques codées à la main, ou qu'ABSTRIPS. L'efficacité est d'autant plus grande que la taille du plan-solution est grande. De plus, la construction des niveaux peut produire du sens : un niveau d'abstraction correspond à un disque de Hanoi, par exemple.

Concernant le cœur de l'argumentation de l'auteur, de telles hiérarchies sont basées sur la précédence entre actions mais pas sur les conflits relatifs aux variables des littéraux, ce qui peut conduire à des performances arbitrairement mauvaises [5]. Mais alors comment savoir à l'avance si ces hiérarchies seront efficaces dans un domaine donné? Plus fondamentalement, l'auteur envisage l'activité de planification en tant que programme fonctionnant dans un environnement clos et simulé sur ordinateur. Do not disturb! Qu'en est-il maintenant de ce même programme mais émancipé, promu agent devant vivre sa vie dans un monde souvent imprévisible? Par exemple, l'auteur ignore l'exécution par un agent des plans ainsi générés : si un événement inopiné survenait au cours de l'exécution d'un tel plan, comment cette distinction important/ secondaire serait-elle utilisée pour replanifier/réagir [6] ? Ou encore, si l'agent englobant le planificateur devait

interrompre soudainement le processus de planification (pour concentrer toutes ses ressources calculatoires sur l'analyse d'une situation anormale, par exemple), comment cette connaissance de l'important et du secondaire aideraitelle à rendre quand même exécutable le début du plan laissé inachevé [3]?

Le lecteur alléché par un gain parfois exponentiel des performances de son propre mécanisme d'inférences trouvera le détail de l'algorithme de construction aussi bien dans l'article initial [1] que dans ce livre. Celui intéressé en plus par une discussion argumentée et récente (jusqu'à mi-1992) de l'état de l'artrelatif à la notion d'abstraction poursuivra sa lecture par ce livre. Enfin, un état de l'art général en langue française sur la planification pourra être trouvé par exemple dans [4].

#### Références

[1] Craig A. Knoblock. Learning Abstraction Hierarchies for Problem Solving. In Proceedings of the Eight National Conference on Al. (AAAI'90), Boston MA, 1990, p. 923-928

[2] Craig A. Knoblock.
Automatically Generating
Abstractions for Problem Solving.
PHD Thesis, CMU-CS-91-120
Carnegie-Mellon University.
Pittsburgh PA, May 1991

[3] Thomas Dean, Mark Boddy. An Analysis of Time Dependent Planning. In Proceedings of the Seventh National Conference on Al (AAAI 88), Minneapolis MI, 1988, n 49-54

[4] Philippe Morignot. Critères de vérité en planification. Thèse. ENST. Paris, Mai 1991

[5] David E. Smith, Mark A. Peot. A. Critical Look at Knoblock's Hierarchy Mechanism. In Proceedings of the First Conference on Al Planning Systems. College Park MA, June 1992, p. 367-308.
[6] Richard Washington, Barbara Hayes-Roth. Practical Real-Time Planning Foundations of Automatic Planning, AAA1 Spring Symposium, Stanford, March 1993, p. 151-155.

#### **CONFÉRENCES**

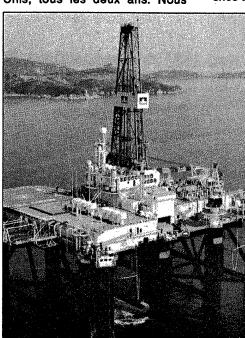
# "Eurocaipep 93" European Conference on Artificial Intelligence in Petroleum Aberdeen, Septembre 1993

#### Bertrand Braunschweig

#### 1. Introduction

La deuxième conférence Eurocaipep fait suite à celle qui avait été organisée à Rueil-Malmaison par l'IFP en 1991 (voir Bulletin de l'AFIA n° 8 de Janvier 92). Cette fois-ci, c'est le Petroleum Science and Technology Institute (institut britannique qui finance des projets de recherche intéressant la profession pétrolière) qui a pris en charge l'organisation matérielle de la conférence, au "visitor's center" de la très ancienne et respectable université d'Aberdeen.

68 personnes, surtout des industriels, ont participé à cette deuxième EuroCaipep. C'est moins qu'en France il y a deux ans, mais plus qu'à la conférence Caipep nordaméricaine de cette année où une cinquantaine de personnes s'étaient rendues. Il a enfin été décidé que les deux manifestations alterneraient, entre Europe et Etats-Unis, tous les deux ans. Nous



aurons donc une Caipep à Dallas en 1994, et une EuroCaipep, sans doute en Norvège, en 1995.

L'ensemble des travaux présentés étaient de bonne qualité, avec quelques réalisations nettement au-dessus du lot; il y a un certain pragmatisme, les applications semblant guidées plus par les besoins des utilisateurs que par le désir de réaliser une "belle application IA".

Le programme comprenait deux conférences invitées, deux ateliers spécialisés (un sur les applications des Algorithmes Génétiques, un autre sur les applications de la Logique Floue), une exposition, et des sessions techniques. Il faut bien voir que les conférences de ce type diffèrent fortement des manifestations habituelles de la communauté IA: les participants s'intéressent nettement plus aux applications et aux résultats opérationnels concernant leur domaine qu'aux approches théoriques. Les quelques ré-

sumés de communications que je fais ci-dessous vous donneront une idée des domaines d'application de l'IA dans l'industrie pétrolière, plutôt que des techniques mises en œuvre.

# 2. Sessions techniques

#### Conférences invitées

Tom Schwartz, The Schwartz Associates: Systèmes Hybrides.

Tom Schwartz est spécialisé dans le conseil en technologies IA innovantes, réseaux neuronaux, algorithmes génétiques, raisonnement à base de cas etc... Sa présentation était consacrée à défendre les systèmes hybrides, où divers techniques IA cohabitent afin de donner plusieurs vues du même problème, soit avec un système de votes (chaque module produit une décision et la majorité l'emporte), soit de façon plus imbriquée où les conclusions d'un module peuvent être utilisées par d'autres. Un exposé plutôt stimulant, engageant l'auditeur à ne pas resté figer sur une technique (en général, systèmes à base de connaissances ou réseaux neuronaux).

Bob Wielinga, Université d'Amsterdam : Méthodologies.

Bob Wielinga est un des pères de la méthodologie KADS. Il nous a parlé des résultats du projet ESPRIT KADS II et de la méthodologie Common Kads, et a cité le chiffre de plusieurs centaines d'applications à base de connaissances réalisées avec Kads en support, totalement ou partiellement.

Il a fait le parallèle entre Kads et d'autres méthodes de spécification orientées objet, en particulier avec Yourdon. Toujours sur cet aspect, il a indiqué qu'il était tout à fait possible d'implémenter la méthode Kads au-dessus d'outils de conception orientés objet. Il a présenté un nouveau concept introduit dans Kads 2, celui des schémas de modèles. facilitant l'acquisition des connaissances et venant se placer dans les structures d'inférence. Il a insisté sur la nécessité d'établir des ontologies de domaines (avec l'exemple de STEP pour la CAO) mais n'avait pas entendu parler de POSC (une démarche très importante de la profession qui vise à mettre en place des standards de représentation de données et de communications entre logiciels pour l'exploration et la production pétrolière).

#### **CONFÉRENCES**

Enfin, il a listé un ensemble de facteurs pouvant conduire à des expériences négatives de la méthodologie: absence de documentation (un "modeling handbook" est en préparation), insuffisances méthodologiques, bibliothèques incomplètes ou hétéroclites (elles sont unifiées dans Common Kads), trop grande complexité de la méthode (il existe un "mini-Kads"), difficulté de s'intégrer avec des outils de conception plus conventionnels, manque d'outils informatiques dédiés (maintenant il y a au moins KadsTool et OpenKads).

En résumé, une conférence extrêmement intéressante qui resitue bien Kads par rapport à l'ensemble des méthodes de génie logiciel.

#### Sessions

Plutôt que de raconter la conférence session par session, je vais citer quelques-unes des présentations les plus intéressantes.

Jon Lewis, Heriot-Watt University,

Edimbourg: "The Identification of Lithofacies Types in Geological Imagery Using Neural Networks". Il s'agit de la combinaison d'algorithmes de traitement d'images (images hautes résolution prises dans des puits de forage) et de réseaux neuronaux, pour la classification des faciès (types de roches rencontrées). Les algorithmes de prétraitement (matrices de cooccurences, mesure de texture) sont opérés sur une machine CM-200 du Edinburgh Parallel Computing Centre, les résultats sont communiqués à des réseaux multicouches 25-n-4 (25 entrées, n intermédiaires, 4 sorties codant les 13 lithofaciès), entraînés par rétropropagation, fonctionnant sur Sparc Classic. Les résultats sont comparés à l'approche non neuronale des K-plus proches voisins, et lui sont nettement supérieurs (taux de généralisation de l'ordre de 88%).

Lorenzo Tomada, Agip, Milan: "Exploiting Fuzzy Logic for Sedimentary Units Description and Automatic Classification"

Il y a quelques années, Agip présentait son système expert LOBSTER de classification d'environnements sédimentaires, développé avec l'outil KEE d'IntelliCorp. Le nouveau développement, effectué en 92/93, est l'intégration, en relation avec l'équipe IA de Politecnico de Milano, de la logique floue, pour adoucir la classification automatique. Il s'agit d'un système d'inférence floue, où les règles propagent des appartenances à des notions linguistiques, et non d'un système de contrôle flou tel que ce qui est couramment pratiqué dans l'industrie. Le système produit donc des classifications étiquetées par des notions linguistiques (ou des "modificateurs") du genre "the sample considered is MEDIOCRELY SIMILAR to the LOBE-FRINGE sedimentary unit"). Agip déclare que la réaction des utilisateurs face à ce type de réponse est plus favorable que lorsque le système faisait des diagnostics stricts.

Ian Harrison, AIAI, Edimbourg : "SPIRIT, A Knowledge-Based Well Test Intepretation Tool"

SPIRIT est un système expert permettant de sélectionner un modèle - une formule - capable de représenter le résultat d'un test de puits, puis d'ajuster les paramètres de la formule par une méthode calculatoire. La sélection des modèles est effectuée grâce à un corpus de connaissances d'ingénierie de réservoir et de géologie, et utilise en interne des réseaux de propagation de croyance (Belief Networks). L'environnement utilisateur est très convivial.

#### **Autres communications**

Je cite quelques titres de communications pour vous donner une idée de la diversité des applications et des moyens utilisés: "GeoCoS - A Diagnosis and Solutions Providing Toolfor Consistant 3-D Models from Geological Cross-Sections", Jean Hamburger, ER&DIA, Paris; "Putting KBSs to Work: Some Comments about Tools and Methods", Hervé Delesalle, Elf Aquitaine Production, Pau; "Real-Time Model-Based Diagnosis of Gas Turbines", Rob Milne, Intelligent Applications; "Production Scheduling by Constraint-Based Programming", François Hartmann, Elf Antar; "Genetic Algorithms for the Automatic Adjusment of Thermodynamic Models", Ehsan Emami, IFP; "Managing Rule Bases and Controlling Their Complexities - An Experience in Operating Cost Estimation", Patrice Schirmer, Total.

#### 3. Exposition

EuroCaipep avait rassemblé une petite dizaine d'exposants, dont les habituels Gensymavec G2, llog avec leur panoplie d'outils et de réalisations, en particulier ODDA. le système expert en forage dirigé qui a été récompensé à Avignon cette année. AIAI démontrait SPIRIT (voir plus haut), et Jim Baldwin de Mind & Vision Computer Systems présentait ses applications des réseaux neuronaux pour l'interprétation de diagraphies (prises de mesures dans les puits). Tout cela donnait une impression de très bonne qualité et de professionalisme.

#### 4. Et après...

Je termine ce compte rendu en reprenant ce que j'avais dit il y a deux ans, à la suite de la première EuroCaipep, lorsque je faisais référence à la très faible participation universitaire: "... le simple fait d'avoir l'occasion de rencontrer des professionnels, ingénieurs et décideurs, familiers des techniques d'IA et connaissant les problèmes industriels, devrait être une motivation suffisante pour sortir de son laboratoire... nous les attendons donc avec impatience pour la prochaine édition."

Nous vous attendons toujours!

Bertrand Braunschweig
Institut Français du Pétrole, Division
Etudes et Recherches Informatiques.
Groupe de Compétence Intelligence
Artificielle

#### CONFÉRENCES

#### IJCAI Workshop "Object-Based Representation Systems" Chambéry, samedi 28 août 1993

Lenneke Dekker et Amedeo Napoli

#### 1. Le pourquoi du workshop!

Le but de cet atelier (notre tra-

duction de workshop) était d'étu-

dier les notions d'objets en représentation des connaissances et d'éclaircir les rapports représentation et programmation à base d'objets (voir à ce sujet l'article de Jean-François Perrot, Bulletin AFIA 13, page 41, avril 1993). La notion d'objet peut être considérée selon des points de vue logique et fonctionnel (ou procédural). Le point de vue logique est celui sur lequel reposent les logiques terminologiques (terminological logics, description logics ou encore concept languages en anglais, il s'agit de la famille des langages de représentation dérivant de KI-ONE) : les recherches y sont plutôt tournées vers l'étude des représentations déclaratives. Le point de vue fonctionnel provient des langages à objets dédiés à la représentation des connaissances (langages de frames et hybrides, et plus généralement représentations à objets): les recherches y sont plutôt tournées vers la représentation et l'usage de composants fonctionnels. Ces différents points de vue induisent des différences au niveau de la structures des objets, de leur organisation (héritage, subsomption), et de leur manipulation (raisonnement par classification, envoi de messages, programmation dirigée par les accès, etc.). L'étude de ces points communs et différences était à l'origine de l'organisation de l'atelier. Plus précisément, les sujets sur lesquels les personnes intéressées étaient invitées à réfléchir comprenaient entre autres: les notions d'objet en représentation de connaissances (concept, frame, classe, état et comportement d'un objet); l'organisation des objets (subsomption, héritage,

composition, relations d'équivalence); les notions de contraintes ; la représentation de connaissances procédurales; le raisonnement (classification, gestion de la cohérence); et enfin les liens existant entre langages de classes, représentations à objets et logiques terminologiques.

L'atelier était aussi censé faire collaborer la communauté des chercheurs travaillant sur les logiques terminologiques, essentiellement allemande, italienne et nord-américaine, et celle des chercheurs travaillant sur les représentations à objets, du côté de laquelle se trouvent plutôt les chercheurs français.

#### 2. Le programme des cérémonies

L'atelier se composait de quatre sessions. Les trois premières sessions comprenaient trois présentations et trente minutes de discussion globale chacune. Durant la première session, intitulée objets, bases de données, temps et planification, les deux premiers exposés étaient relatifs aux liens existant entre les logiques terminologiques et les modèles à objets ayant cours dans le domaine des bases de données (études d'un morphisme formel et d'une optimisation des requêtes), tandis que le troisième exposé introduisait un formalisme adapté à la représentation d'objets et de relations temporels. Pendant la discussion concluant la session, il a été remarqué que la session s'était focalisée sur les logiques terminologiques, qui ne représentent qu'une (petite) partie de l'univers des systèmes de représentation à base d'objets (pour Object-Based Representation Systems). Une des raisons pou-

vant être avancée est que le formalisme des logiques terminologiques procure une base formelle et théorique bien fondée pour étudier les phénomènes liés à la représentation de concepts et à la classification (à noter qu'une telle remarque s'applique sans rien y changer à la deuxième session). Relativement à cette première remarque, il faut quand même noter que la majorité des gens ayant soumis des papiers provenait du monde des logiques terminologiques (à cause des membres du comité de programme?). Il est également apparu que l'étude des liens existant entre les bases de données et les systèmes de représentation à base d'objets n'en est encore à ses débuts. De plus, il n'a été question d'aucune application dans les présentations (pas plus que dans les papiers d'ailleurs).

Pour continuer dans la même veine, les trois papiers de la seconde session étaient également en rapport avec les logiques terminologiques. La session portait sur l'étude des aspects théoriques des systèmes de représentation à base d'objets : comment et pourquoi la théorie intervient, en quoi peut elle aider le concepteur et l'utilisateur? Le premier exposé traitait des caractéristiques d'une logique étendue combinant objets et fonctions. L'exposé suivant présentait les liens entre algèbres de concepts, algèbres libres et théorie des ensembles non bien fondés. Ensuite venait un exposé relatif à une axiomatisation des logiques terminologiques s'appuyant sur le calcul des séquents. Durant la discussion, il fut question de l'utilisation et de l'utilité d'une axiomatisation : elle peut servir à déterminer qu'un ensemble de constructeurs nécessaires aux besoins d'une application est correct et complet. Toute-

#### **CONFÉRENCES**

fois, aucun exemple réel n'a été donné, et le fossé entre pragmatiques et théoriciens est resté ouvert.

La troisième session, représentation et programmation, permit aux participants d'entendre enfin parler d'objets en dehors du cadre des logiques terminologiques. Les séparations entre propriétés ontologiques et taxonomiques, ainsi qu'entre propriétés nécessaires et propriétés nécessaires et suffisantes furent mises en avant dans le premier exposé. Dans l'exposé suivant, il fut question de contraintes dans un système à base d'objets. Le dernier exposé avait pour sujet une implantation simplifiée de la relation de subsomption dans l'univers d'un langage à objets proprement dit, en l'occurrence CLOS. Pendant la discussion qui suivit, les possibilités d'extension liées à l'utilisation du méta protocole et des fonctions génériques de clos ont été soulignées. L'étude de l'intégration programmation - représentation n'en est encore qu'à ses débuts, et le dernier exposé a en tout cas mis l'accent sur le bienfondé d'une telle intégration.

La dernière session était une table ronde relativement désorganisée, pendant laquelle les participants avaient le loisir de présenter des problèmes, remarques et réflexions en rapport avec les thèmes de la journée. Furent alors discutés tout d'abord un problème de contraintes numériques rencontré dans la gestion de réseaux téléphoniques (dimensionnement de réseau), puis l'application de techniques de représentations hiérarchiques dans la modélisation de systèmes physiques. Ensuite, fut abordé l'important problème de l'intégration programmation - représentation : correspondance entre classes - instances et concepts - individus, apport de la réflexivité et nécessaire coopération entre systèmes écrits dans des langages différents. La table ronde s'est terminée par un panorama des points communs et différences existant entre les diverses familles de systèmes à objets. Ce panorama servit à exhiberquelquescaractéristiquesqui devraient être associées aux futurs systèmes de représentation à base d'objets.

Et ce fut la fin de l'atelier.

#### 3. Passé et futurs

Les futurs: il apparaît clairement que de nombreux points restent encore à éclaircir, et qu'un ou plusieurs ateliers du même type pourraient aborder plus en détail les rapports héritage - subsomption, l'intégration représentation - programmation, les problèmes liés à l'implantation de systèmes de représentation à base d'objets, et l'étude d'applications concrètes. Ces derniers thèmes sont peutêtre un peu plus en rapport avec les préoccupations des chercheurs de la communauté française objet. Il est vrai qu'ils étaient relativement peu nombreuxàparticiperàl'atelier, peut-

être à cause d'un obstacle de taille : l'inscription à l'atelier était conditionnée par l'inscription à la conférence, clause qui a peut-être privé l'atelier de la participation de chercheurs ne se sentant pas directement concernés par l'ensemble des thèmes de la conférence LJCAI.

C'est essentiellement d'après les notes de Lenneke Dekker qu'a été réalisé ce compte-rendu. Pour tout détail ou information supplémentaires, il faut s'adresser à Amedeo Napoli, qui était l'organisateur de l'atelier (napoli@loria.fr). Les actes de l'atelier sont édités sous la forme d'un rapport CRIN (Centre de Recherches en Informatique de Nancy) portant le numéro 93-R-156. Ils sont disponibles via ftp sur le site ftp.loria.fr (152.81.12.10) dans le répertoire Loria/Workshop-8. Le fichier workshop8.ps.Z (postscript compressé) contient un préambule de présentation, l'ensemble des papiers et une liste des participants.

#### Appel à contribution

Workshop sur les Systèmes à base de connaissances coopératifs organisé dans le cadre des 14e journées «Les systèmes experts et leurs applications» (30 mai au 3 juin 94)

Le but de ce workshop sera de faire le point sur les développements applicatifs ou théoriques dans un domaine, au carrefour entre plusieurs autres domaines mieux explorés (acquisition / modélisation des connaissances, IAD, etc.). Plusieurs aspects de la problématique des systèmes coopératifs seront abordés :

- le rôle des modèles de connaissances
- la notion de rôle des agents coopérants - les stratégies de distribution des tâches
- entre agents
- l'analyse des besoins de coopération des systèmes d'aide
- -les architectures de systèmes coopératifs
- l'adaptativité des systèmes coopérants à l'évolution des utilisateurs.

#### Participation au Workshop:

Le nombre de participants au Workshop est limité à vingt. La sélection sera effectuée sur la base d'un résumé étendu de leur contribution orale. L'inscription au workshop est incluse dans l'inscription à la conférence générale. Ce résumé, en français, de 3 pages environ, ne devra en aucun cas excéder 4 pages (times 12).

La première page devra mentionner le électronique du ou des auteurs.

#### Dates a retenir:

25 mars : date de réception du résume étendu, à adresser à Jean-Luc Soubie, IRIT, Université Paul

Sabatier, 118 route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex.

Un appel à contribution complet peut être obtenu à cette même adresse.

Fin avril: notification des acceptations aux auteurs

#### Comité d'organisation:

Jean-Luc Soubie (IRIT - Toulouse) President -

Joost Breuker (Universite d'Amsterdam) Jean-Paul Krivine (EDF - Clamart) Bernard Pavard (ARAMIIHS - Toulouse) Jean-Michel Penalva (CEA - Marcoule) David Sadek (CNET - Lannion) Jean Sallantin (LIRMM - Montpellier) nom, l'adresse professionnelle, l'adresse Manuel Zacklad (UTC - Compiegne)

#### **CONFÉRENCES**

#### Congrès / Colloques / Ecoles d'été...

14-15 mars 1994, 4es Journées sur l'Induction Symbolique/Numérique, Orsay

Thème: Ces journées sont destinées à l'exposé et à la discussion des problèmes soulevés par l'automatisation de l'induction symbolique/numérique

21-25 mars 1994,
JAC'94, Strasbourg.
Thème: 5es Journées
d'Acquisition des
Connaissances du PRC-IA
(cf. Bul. 14).
Contact: JAVA-94,
Congrès Louis-Pasteur,
19, rue du Maréchal
Lefèvre, 67100
Strasbourg, Tél: 88 79 15
00, Fax: 88 39 53 18, Email: rousse@steinway.ustrasbg.fr

Président comité de

programme: Philippe

LAUBLET, ONERA-

CHATILLON, E-mail:

laublet@laforia.ibp.fr

DMI, BP 72, 92322

21-25 mars 1994, JVAL'94, Strasbourg. Thème: 3es Journées Validation des systèmes à bases de Connaissances du PRC-IA (cf. Bul. 14). Contact: JAVA-94, Congrès Louis-Pasteur, 19, rue du Maréchal Lefèvre, 67100 Strasbourg, Tél: 88 79 15 00, Fax: 88 39 53 18, Email: rousse@steinway.ustrasbg.fr Président comité de programme: Alun PREECE, LIA-ESIGEC-Université de Savoie, 73376 Le Bourget du Lac Cedex, Tél: 79 75 85 85 poste 7804, Fax: 79 75 87 85, E-mail: preece@univsavoie.fr

21-25 mars 1994. JFA'94, Strasbourg. Thème: 9es Journées Francophones sur l'apprentissage du PRC-IA (cf. Bul. 14). Contact: JAVA-94, Congrès Louis-Pasteur, 19, rue du Maréchal Lefèvre, 67100 Strasbourg, Tél: 88 79 15 00, Fax: 88 39 53 18, Email E-mail: rousse@steinway.ustrasbg.fr Président comité de programme: Céline ROUVEIROL, LRI. Université Paris-Sud Bat. 490, 91405 Orsay Cedex, Tél: 69 41 64 62, E-mail: celine@lri.fr

23-25 Mars 1994, Premier colloque jeunes chercheurs en Sciences cognitives, La motte d'Aveillan (Isère) Thèmes: Ce premier colloque vise à offrir aux jeunes chercheurs en Sciences Cognitives une vue d'ensemble sur leurs préoccupations en présentant leurs travaux. Cette manifestation, entièrement organisée par des jeunes, sera l'occasion de créer des liens entre des disciplines différentes. Les thèmes proposés sont: apprentissage et acquisition; sens, langages et communication; contrôle, perception, décision et action; résolution de problème et raisonnement. Les textes seront rédigés en français par de jeunes chercheurs n'ayant pas soutenu leur thèse avant 1992. Ils comporteront deux parties : l'une décrira précisément les tenants et aboutissants du

travail de recherche et

l'autre sera une ouverture du problème traité à d'autres disciplines des **Sciences Cognitives** (comparaison de méthodes, apports et demandes à d'autres disciplines). Renseignements: Nathalie Chaignaud, tél: (1) 49 40 35 78, Fax: (1) 48 26 07 12. E-mail: nat@lipn.univ-paris13.fr. Patricia Monteiro-Palagi, tél: 76 57 48 21, Fax: 76 57 47 90, E-mail: palagi@tirf.grenet.fr

18 -20 mai 1994,

Inforsid'94, Aix-en-Provence. Objectif: L'objectif du congrès est de présenter, dans le domaine des systèmes d'information: (i) des recherches et des développements originaux et significatifs, (ii) des travaux de recherche en cours de développement. Un intérê tout particulier sera accordé à l'apport de l'intelligence artificielle aux systèmes d'informations. Président: X. Castellani, CEDRIC-IIE (CNAM), 18 allée Jean Rostand, 91025 Evry Cedex, France. Tél: (33) 1 60 77 97 40, FAX: (33) 1 60 77 97 99. Secrétariat : Atelier de Prévision et de modélisation, FEA, 3 av. Robert Schuman, 13628 Aix-en-Provence, Tél: (33) 42 96 64 03, FAX: (33) 42 96 43 17.

30 mai-3 juin 1994, Avignon'94. Contact: EC2, 269 rue de la garenne, 92024 Nanterre Cedex, Tél: 1 47 80 70 00, fax: 1 47 80 66 29. July 4-8, 1994, IPMU'94, Paris.

Purpose: the management of uncertainty is at the heart of many knowledgebased systems. The aim of this Conference is to bring together researchers working on various methodologies for the management of uncertain information. Contact: IPMU'94, c/o Bernadette BOUCHON-MEUNIER, LAFORIA, Université Paris 6, Boite 169, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05, France. Email: bouchon@laforia.ibp.fr

7-10 septembre 1994, 2e Rencontres Nationales des Jeunes chercheurs en Intelligence Artificielle, Marseille.

Objectifs: Le but de cette conférence est de permettre aux étudiants préparant une thèse en Intelligence Artificielle, ou l'ayant soutenue depuis peu (moins d'un an), de se rencontrer et de présenter leurs travaux. Ces rencontres seront également l'occasion de donner aux auditeurs, universitaires et non universitaires, une vision large des termes de recherche en cours.

Date limite réception communications: 15 mars 1994 (4 exemplaires, 5000 mots à envoyer à Philippe Jegou).

Notification aux auteurs: 15 mai 1994.

Contact: Philippe Jegou, LIUP, Université de Provence, 3 place Victor Hugo, case 88, 13331

#### **CONFÉRENCES**

Marseille Cedex 3. Tél: 91 10 61 06, Email: jegou@gyptis.univ-mrs.fr

5-9 septembre 1994, ISAP'94, Montpellier Thème: 5th international conference on Intelligent System Application to Power systems. Date limite réception communications: 15 janvier 1994. Notification aux auteurs: 15 avril 1994. Renseignements: ISAP. EDF, Arnaud Hertz: 1, av du Géneral De Gaulle; 92141 Clamart cedex: Tél: (1) 47 65 89 32, Email: ISAP@der.edf.fr 26-28 octobre 1994,

ERGO-IA'94, Biarritz
Thème: Ergonomie et
informatique avancée.
Date limite réception
communications: 15
janvier 1994.
Notification aux auteurs:
31 mars 1994.
Renseignements: ERGO-IA'94, IDL/CCI BAyonne
Pays Basque, 50-51 allées
Marines, 64100 Bayonne,
Tél: 59 46 59 01, Fax: 59
46 59 47.

Nous annoncons

dans cette
rubrique toutes 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
(mail ou
disquette) à Jean
Charlet (voir page
2 de ce bulletin).

#### Call for Papers JKAW94

#### The Third Japanese Knowledge Acquisition for Knowledge-Based Systems Workshop Sponsored by Japanese Society for Artificial Intelligence

Advanced Research Laboratory, Hitachi, Ltd. (Japan) November 7 - 9, 1994

The objective of this workshop is to assemble theoreticians and practitioners of AI who recognize the need for developing methods and systems that assist the knowledge acquisition process. The workshop participation will be kept small - about 50 participants. Persons not submitting papers can also request to participate. Authors are invited to formulate an issue that would be useful to discuss. Software demonstrations related to presented papers are also encouraged. Best paper awards are available for foreign students to cover a part of their travel expenses (100,000 yen/person).

Papers are invited for consideration in all aspects of knowledge acquisition for knowledge-based systems, including (but not restricted to): Languages and frameworks for knowledge and knowledge modeling, Tools and techniques for knowledge modeling, Tools and techniques for sustained knowledge acquisition, knowledge refinement and knowledge validation, Fundamental views on knowledge that affect the knowledge acquisition process and the use of knowledge in knowledge engineering, Integration of knowledge acquisition and machine learning, Integration of knowledge acquisition techniques within a single system; integration of knowledge acquisition systems with other systems (hypermedia, database management systems, simulators, spreadsheet...), Methods and techniques for sharing and reusing knowledge and knowledge models.

Five copies of a draft paper (up to 20 pages) should be sent to Riichiro Mizoguchi (Institute of Scientific and Industrial Research, Osaka University, 8-1 Mihogaoka, Ibaraki 567, Japan, miz@ei.sanken.osaka-u.ac.jp) before May 31, 1994. Acceptance notices will be mailed by August 31, 1994. Camera-ready copies should be returned before October 10, 1994. The proceedings will be published and distributed at the workshop.

**Workshop Co-chairs** 

Riichiro Mizoguchi, Hiroshi, John Boose, Brian Gaines, Paul Compton

## JAVA '94

Journées Acquisition, Validation et Apprentissage du PRC-IA

21 au 25 mars 1994, Strasbourg

#### **AU SOMMAIRE DES REVUES**

#### Au sommaire des revues...

#### ARTIFICIAL INTELLIGENCE

# ARTIFICIAL INTELLIGENCE: V63 N°1-2 October 1993 Special Volume: Natural Language Processing,

- Introduction, F.C.N.PEREIRA and B.J.GROSZ,
- The KERNEL text understanding system, M.S.PALMER, R.PASSONNEAU, C.WEIR and T.FININ,
- Interpretation as abduction, J.R.HOBBS, M.E.STICKEL, D.E.APPELT and P.MARTIN,
- Innovations in text interpretation, P.S.JACOBS and L.F.RAU.
- Lexical knowledge representation and natural language processing, J.PUSTEJOVSKY and B.BOGURAEF,
- Parsing as non-Horn deduction, E.P.STABLER Jr,
- Time and modality in a natural language interface to a planning system, R.S.CROUCH and S.G.PULMAN,
- Pitch accent in context: predicting intonational prominence from text, *J.HIRSCHBERG*,
- Automated discourse generation using discourse structure relations, E.H.HOVY,
- Plan-based integration of natural language and graphics generation, W.WALHSTER, E.ANDRE, W.FINKER, H.J.PROFITLICH and T.RIST,
- Interlingual machine translation: a parametrized approach, B.J.DORR.
- Book Review of Meaning and Grammar: An Introduction to Semantics, (G.Chierchia an S.McConnell-Ginet), C.R.PERRAULT.
- Book Review of Language in Action: Categories, Lambdas and Dynamic Logic (J. Van Benthem), D. ISRAEL,
- Book Review of Intentions in Communication (P.R.Cohen, J.Morgan and M.E.Pollack), J.OBERLANDER.
- ARTIFICIAL INTELLIGENCE: V64 N°1 November 1993
- An apprentice-based approach to knowledge acquisition, S.MAHADEVAN, T.M.MITCHELL, J.MOSTOW, L.STEINBERG and P.V.TADEPALLI,
- A Bayesan model of plan recognition, E.CHARNIAK and R.P.GOLDMAN,
- Probalistic Horn abduction and Bayesan networks, D.POOLE.
- Optimal compression of propositional Horn knowledge bases: complexity and approximation (Research Note), P.L.HAMMER and A.KOGAN,
- Fast parallel constraint satisfaction (Research Note), L.M.KIROUSIS,
- Norvig's Paradigms of artificial intelligence: a student's perspective, J.WONG,
- Norvig's Paradigms of artificial intelligence: a instructor's perspective, J.H.MARTIN.

#### REVUE D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

#### REVUE D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE: V7 N°2 1993

- Acquisition de connaissances dans des dictionnaires: une évaluation, J.VERONIS et N.IDE,
- Representation à objets et classification. Conception d'un

système d'aide à la planification de synthèses organiques, ANAPOLI et CLORENCO.

• Problem-Solving Expertise Acquisition: a Computational Model, B.SEROUSSI et V.MORICE

# REVUE D'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE: V7 N°3 1993

- Surveillance et réflexivité. Présentation du système SADE, S.KORNMAN,
- S.KUKIVIMAIN,
- Représentation granulaire du temps, J.EUZENAT,
- Formalisation du contrôle dans les architectures de tableau noir: remarques méthodologiques et logiques, B.BACHIMONT.

#### COGNITIVE SCIENCE

#### COGNITIVE SCIENCE: V17 N°3 July-September 1993

- Pronoms, Names and the Centering of Attention in Discourse, P.C.GORDON, B.J.GROSZ and L.A.GILLIOM,
- A Neural Network Model for Attribute-Based Decision Processes. M.USHER and D.ZAKAI.
- Concept Discovery in a Scientific Domain, K.DUNBAR.
- The Beginnings of Expertise for Ballads, D.C.RUBIN, W.T.WALLACE and K.B.C. HOUSTON.

#### **IEEE EXPERT**

#### IEEE EXPERT: V8 N°4 August 1993

- Integrating Model-Based and Heuristic Features in a Real-Time Expert System, M.PFAU-WAGENBAUER and WNEJDL,
- Focusing Knowledge-Based Techniques on Market Analysis, T.ANAND and G.KAHN,
- Software testing with Kitss, U.NONNENMANN and J.K.EDDY,
- A Structural and Behavioral Reasoning System for Diagnosing Large-Scale Systems, R.K.PAASCH and A.M.AGOGINO,.
- A Knowledge-Based Equation Discovery System for Engineering Domains, R.BHARAT RAO and S.C-Y.LU
- A Comparison of Neural Net Simulators, O.LUTZY and A.DENGEL,
- Pattern Recognition: Neural networks in Perspective, D.WANG.
- Integrating Mobile-Robot Design: Winning the AAAI'92 Robot Competition. D.KORTENKAMP et al.
- Implementing KADS Expertise Models with Model-K, A.VOSS and W.KARBACH,
- Developing Formal Specifications form Informal Requirements, W.L.JOHNSON, K.M.BENNER and D.R.HARRIS,

#### IEEE EXPERT: V8 N°5 October 1993

- Test and Evaluation by Genetic Algorithms, A..C.SCHULTZ, J.J.GREFENSTETTE and K.A.DeJONG,
- Managing Genetic Search in Job Shop Scheduling, S.UCKUN et al,
- Training Product Unit Neural Networks with Genetic Algorithms, D.J.JANSON and J.F.FRENZEL,

#### AU SOMMAIRE DES REVUES

- Knowledge-Based Document Filing, S.POZZI and A.CELENTANO,
- A Unified Approach to Automatic Indexing and Information Retreival, A.GINSBERG,
- A Supervision Support System for Industrial Processes, J.M.PENALVA et al,
- Formal Minds and biological brains: AI and Edelman's Extended Theory of Neuronal Group Selection, P.F.M.J.VERSCHURE.

#### IEEE EXPERT: V8 N°6 December 1993

- Integrating Natural language Processing and Information Retrieval in a Troubleshooting Help Desk, P.G.ANICK,
- Building a Case-Based Help Desk Application, M.KRIEGSMAN and R.BARLETTA.
- Extracting Knowledge from Diagnostic Databases, R.UTHURUSAMY et al.
- Building Blocks for Computer Vision Systems, P.KAHN,
- Applying AI Clustering to Engineering Tasks, D.FISHER et al.
- Optimized Rule Induction, S.M.WEISS and N.INDURKHYA,

#### APPLIED ARTIFICIAL INTELLIGENCE

# APPLIED ARTIFICIAL INTELLIGENCE V7 N°4, 1993

- Production Systems for Process Control: Advances and Experiences, F.BARACHINI and R.GRANEC.
- Inductive and Bayesian Learning in Medical Diagnosis, I.KONONENKO.
- Semi-automatic Extraction of Linguistic Information for Syntactic Disambiguation, R.BASIL, M.T.PAZIENZA and P.VELARDI.
- Eyes Detection for Face Recognition, L.STRINGA,
- A Crtical Assessment of the Boxes Paradigm, D.W.RUSSEL
- An Implementation Architecture of Knowledge-Based Systems for Engine Diagnosis, D.HONG, G.XIUWEN, Y.SHUZI and Z.SHAOLONG,
- Multiagent Symbol Systems and Behavior-Based Robots, *J.KELEMEN*,

#### MACHINE LEARNING

#### MACHINE LEARNING, V13 N°1, October 93

- Cost-Sensitive Learning of Classification Knowledge and Its Applications in Robotics, MING TAN,
- Explanation-Based Learning for Diagnosis, Y.EL FATTAH and P.O'RORKE,
- Extracting Refined Rules from Knowledge-Based Neural Networks, G.G.TOWELL and J.W.SHAVLIK,
- Prioritized Sweeping: Reinforcement Learning with Less Data and Less Time, A.W.MOORE and C.G.ATKESON,
  Research Note on Decision Lists, R.KOHAVI and
- Research Note on Decision Lists, R.KOHAVI and S.BENSON,
  Technical Note: Selecting a Classification Method by
- Cross-Validation, C.SCHAFFER,

   Book Review: «Machine Learning A Theoretical
- Book Review: «Machine Learning A Theoretical Approach», L.HELLERSTEIN,
- A Reply to Hellerstein's Book Review of Machine

Learning A Theoretical Approach, B.K.NATARAJAN.
MACHINE LEARNING, V13 N°2-3, NovemberDecember 93

- Special Issue on Genetic Algorithms
- Introduction: J.J.GREFENSTETTE.
- Using Genetic Algorithms for Concept Learning, K.A.DeJONG, W.M.SPEARS and D.F.GORDON.
- A Knowledge-Intensive Genetic Algorithm for Supervised Learning, C.Z.JANIKOW,
- Competition-Based Induction of Decision Models from Examples, D.P.GREENE and S.F.SMITH,
- Genetic Reinforcement Learning for Neurocontrol Problems, D. WHITLEY and al.
- What Makes a Problem Hard for a Genetic Algorithm? Some Anomalous Results and Their Explanations, S.FORREST and M.MITCHELL.

#### **JETAI**

#### JETAI: V5 N°2-3 April-September 1993

- Special Issue: Propositional Knowledge Representation
   Guest Editorial, D.KUMAR and H.CHALUPSKY,
- Propositional attitude framework requirements,
- A.BALLIM,
   Connectionist meta-representation for propositional
- attitudes, J.A.BARNDEN,
   Using hypothetical reasoning as a method for belief ascription, R.CHALUPSKY
- SNePSwD: A newcomer to the SNePS family, M.R.CRAVO and J.P.MARTINS.
- Propositional and terminological knowledge representations, D.D'ALOISI and C.CASTELFRANCHI,
- Deductive efficiency, belief revision and acting, D.KUMAR and S.C.SHAPIRO,
- Representing reified relations in LOOM, R.M.MacGREGOR.
- Propositionally representing incomplete knowledge about existence, A.S.MAIDA
- SNePS<sub>R</sub>: A SNePS with resources, N.J.MAMEDE.
- The STRICT assumption: a propositional approach to change, C.PINTO-FERREIRA and J.P.MARTINS,
- Belief spaces as sets of propositions, S.C.SHAPIRO,
- Logical foundations for representing object-oriented systems. J.F.SOWA
- Reference and intensions. R.WYATT.

#### ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE

# ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE VOL5, NR 5, 1993

- The representation of medical reasoning models in resolution-based theorem provers, P.J.F. LUCAS.
- Symbolic decision support in medical care, J. HUANG, J. FOX, C. GORDON and A. JACKSON-SMALE.
- Logic-based integrity constraints and the design of dental protheses, P. HAMMOND, J.C. DAVENPORT and F.J. FITZPATRICK,
- A constraint logic programming framework for constructing DNA restriction maps, R.H.C.YAPS.

#### **AU SOMMAIRE DES REVUES**

# INTERNATIONAL JOURNAL OF EXPERT SYSTEMS —RESEARCH AND APPLICATIONS—

# INTERNATIONAL JOURNAL OF EXPERT SYSTEMS VOL. 6 N° 3 1993

Special issue: Verification and Validation: Guest Editorial (Part Two), A.D. PREECE, C.Y. SUEN

- Formal verification of knowledge bases focused on consistency: Two experiments based on ATMS techniques, S. LOISEAU, M.C. ROUSSET
- Subsumption anomalies in hybrid knowledge bases, S.R. LEE, R.M. O'KEEFE
- Inconsistency and redundancy checking for quasi-firstorder-logic knowledge bases, A. GINSBERG, K. WILLIAMSON
- Verification of knowledge base redundancy and subsumption using graph transformations, G. VALIENTE
- SYCOJET and SACCO, two tools for verifying expert systems, M. AYEL, L. VIGNOLLET
- Using paper models in validation, verification & testing, J.A. LONG, I.M. NEALE

# INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING

# INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING VOL. 9 N° 2 1993

- The approximation of implicates and explanations, A. KEAN
- Generalized fuzzy method-of-cases, B. YUAN, Y. PAN
  A fuzzy inference model based on an uncertainty forward
- A fuzzy inference model based on an uncertainty forward propagation approach, L.M. DE CAMPOS, A. GONZÁLEZ INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING VOL. 9 N° 3 1993
- Foreword: Special Issue on Fuzzy Expert Systems, I.B. TÜRKSEN, H. TANAKA, J. WATADA
- Rule base reorganization and search with a fuzzy cluster analysis, I.B. TÜRKSEN, S. JIANG
- Approximate reasoning by linear rule interpolation and general approximation, L.T. KÓCZY, K. HIROTA
- A neuro-fuzzy approach to data analysis of pairwise comparisons, H. ICHIHASHI, I.B. TÜRKSEN
- On reduction of transitive fuzzy matrices and its applications, A. DI NOLA, W. KOLODZIEJCZYK, S. SESSA

La revue Raison Présente nº109 du mois de janvier 1994 rend compte du séminaire public de Jean-Pierre Vernant organisé au Collège de France sur le thème

#### Les sciences humaines en débat.

Au sommaire:

Linguistique: pragmatisme et conceptualisme (débat entre Jean-Claude Milner et Claude Hagège)

A quoi pensent les sciences cognitives? (débat entre Daniel Andler et Jean-Pierre Changeux)

Raison Présente 14 rue de l'Ecole Polytechnique, 75005 Paris

- Consistency checking for fuzzy expert systems, K.S. LEUNG, Y.T. SO
- The context model: An integrating view of vagueness and uncertainty, J. GEBHARDT, R. KRUSE

# INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING VOL. 9 N° 4 1993

- An approximate reasoning system: Design and implementation, Z.L. ZHANG
- Proof methods for reasoning about possibility and necessity, C.J. LIAU, B.I-P. LIN

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

# JOURNAL OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS VOL. 2 N° 3 1993

Special issue: Methodologies for Intelligent Systems, J. KOMOROWSKI, Z.W. RAS (Guest Editors)

- Guest-Editor's Preface: Selected papers from the ISMIS 1993 Symposium, J. KOMOROWSKI, Z.W. RAS
- Knowledge management by example, L.V. ORMAN
- Processing negation and disjunction in logic programs through integrity constraints, T. GAASTERLAND, J. LOBO
- On the learning of rule uncertainties and their integration into probabilistic knowledge bases, B. WÜTHRICH
- On the complexity of the instance checking problem in concept languages with existential quantification, A. SCHAERF
- Learning decision trees from decision rules: A method and initial results from a comparative study, I.F. IMAM, R.S. MICHALSKI

#### COMPUTERS AND ARTIFICIAL INT'ELLIGENCE

# COMPUTERS AND ARTIFICIAL INT'ELLIGENCE VOL. 12 N° 3 1993

- ullet Exploiting small clauses in automatic theorem proving, S.J. LEE
- Serialization as a paradigm for the engineering of parallel programs, G.R.R. JUSTO, P.H. WELCH
- A graph-based approach to action scheduling in a parallel database system, P.W.P.J. GREFEN, P.M.G. APERS
- Major issues on PSEE: Process software engineering environments, N. BELKHATIR, M. AHMED-NACER
   Distinction of shapes. V. KOHOUT
- COMPUTERS AND ARTIFICIAL INT'ELLIGENCE VOL. 12 N° 4 1993
- Exploiting parallelism in primitive operations on bulk data types: Some results, S.H. LAVINGTON, M.E. WAITE, J. ROBINSON, N.E.J. DEWHURST
- The speedup of parallel image reconstruction, W.L. NOWINSKI
- Advanced compiler techniques for the cache line thrashing, G. JIN, F. CHEN
- FUELCON: An expert system for assisting the practice and research of in-core management and optimal design in nuclear engineering, A. GALPERIN, Y. KIMHI, E. NISSAN

#### RÉSUMÉS DE THÈSES

# Résumés de thèses

LISA, un langage réflexif pour la modélisation du contrôle dans les systèmes à base de connaissances. Application à la planification des réseaux électriques.

Isabelle Delouis

Thèse de l'Université Paris XI-Orsay, soutenue le 30 juin 1993, préparée dans le cadre d'un contrat CIFRE entre EDF (DER-Clamart) et le LRI (Université Paris 11)

Le travail de thèse a permis la réalisation du langage LISA, dédié à la conception de systèmes à base de connaissances, et l'expérimentation de ce langage dans le cadre d'un projet industriel. LISA permet de passer d'un «modèle conceptuel», décrivant de façon abstraite les problèmes à résoudre et la stratégie de résolution à appliquer, à un système opérationnel capable de mettre en œuvre cette stratégie. Le système ainsi construit intègre (et opère sur) une représentation explicite du modèle conceptuel initial; il est capable de faire référence à ce modèle, pour décrire son comportement ou expliquer ses décisions.

Pour permettre la construction de tels systèmes. LISA exploite deux concepts clés: le concept de «but» est utilisé pour modéliser les différents problèmes et sous-problèmes que le système peut être amené à résoudre, et celui de «méthode» pour modéliser l'ensemble des plans d'action qui peuvent être appliqués pour résoudre ces problèmes. Les aspects originaux du langage LISA sont les suivants : l'énoncé des problèmes à résoudre (les buts) et la description des méthodes disponibles pour le faire sont clairement séparés. Des connaissances sont attachées aux problèmes, pour caractériser précisément les solutions attendues, et aux méthodes, pour spécifier les contextes favorables à leur déclenchement et les types de résultats qu'elles produisent. Ces connaissances permettent au système de raisonner pour choisir la méthode à appliquer dynamiquement en tenant compte du contexte. Les activités de contrôle liées à ce processus de choix de la méthode sont modélisées dans les mêmes termes que les activités du domaine, au sein d'une architecture réflexive; les activités de contrôle peuvent de ce fait être le point de départ d'explications ou de (méta)raisonnements.

Le langage LISA a servi de base au développement de la première maquette du système COPILOTE d'aide à la planification des réseaux électriques. Nous montrons à travers cette expérimentation l'intérêt de notre approche pour faciliter la mise en place de mécanismes de coopération.

#### Mots clés

Systèmes à base de connaissances, opérationnalisation des modèles conceptuels, contrôle de la résolution, systèmes réflexifs, systèmes coopératifs.

Adresse de l'auteur

I. Delouis-Jacob, EDF, 1 avenue du Général De Gaulle, 92 141 CLAMART

email: delouis@clr34el.edf.fr

Algorithmique de l'interaction:
le cas de la planification.

Contribution à une classification des systèmes de planification en intelligence artificielle.

Eric Jacopin

Thèse de l'Université Paris 6, soutenue le 9 septembre 1993, préparée au LAFORIA (équipe MIRIAD)

L'opposition entre système réactif et système prédictif permet de trier rapidement les systèmes de planification en intelligence artificielle. Cette thèse se propose d'aller au delà de cette oppposition classique en prenant l'action comme point de départ d'une analyse des systèmes de planification en intelligence artificielle. Après avoir discuté l'action et ses composantes éventuelles du point de vue d'un agent en interaction avec un environnement, on donne une première classification des modes de description de représentation d'action. Cette classification débouche sur une définition du problème de l'interaction dont on montre qu'il n'est pas celui de la planification. On propose alors de voir un système de planification comme un système d'entrée/sortie qui vérifie (éventuellement) la conformité des plans reçus en entrée. Enfin, la notion de métaplanification est discutée. L'analyse est appuyée par des résultats pratiques : étude de l'utilisation de termes fonctionnels et des quantificateurs dans la description d'action de type Strips, simplification du critère de vérité introduit dans Tweak, nouvelles preuves d'indécidabilité pour la planification de type Strips, étude d'un système de planification utilisant la logique linéaire, contre-exemples du fonctionnement de Pengi, propositions de métaopérateurs pour une métaplanification de type Strips.

#### Adresse de l'auteur

LAFORIA/IBP, Boîte 169, Université P. & M. Curie, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05 e-mail: jacopin@laforia.ibp.fr

De la simulation multi-agents à la résolution collective de problèmes : une étude de l'émergence de structures d'organisation dans les systèmes multi-agents

Alexis Drogoul
Thèse de l'Université Paris VI,
soutenue le 23 Novembre 1993,
préparée au LAFORIA (équipe MIRIAD)

La problématique générale qui oriente notre travail concerne la capacité de groupes d'agents à s'auto-organiser pour produire des réponses fonctionnelles collectives. Elle s'insère dans la problématique plus vaste de l'Intelligence Artificielle Distribuée, qui est de faire fonctionner de manière coopérative des agents informatiques au sein de systèmes multi-agents. Nous nous intéressons plus particulièrement à l'émergence

#### **RÉSUMÉS DE THÈSES**

de ces réponses au sein de groupes d'agents non-intelligents individuellement, encore appelés agents réactifs. Ce choix nécessite de comprendre les comportements individuels et inter-individuels qui permettent l'apparition et le maintien d'une dynamique collective alors même qu'aucun agent n'est capable de penser cette dynamique.

Comme les travaux théoriques portant sur l'auto-organisation ou l'émergence de propriétés sont encore loin d'être finalisés, le point de vue que nous défendons ici est qu'il est possible de s'inspirer de processus auto-organisés existants pour construire des logiciels exploitant ces propriétés. Pour cela, deux types d'études ont été réalisées.

Une étude de simulation s'est attachée à reproduire le fonctionnement d'une colonie de fourmis en utilisant un système réactif, où chaque fourmi est représentée dans le système par un agent possédant un comportement du type stimulus/réponse. Nous reproduisons fidèlement, avec ce système totalement décentralisé, la dynamique de fondation d'une société et la structuration de l'ensemble des agentsfourmis au sein d'une division globale du travail. Outre que ces résultats nous fournissent l'occasion de montrer le large champ d'application d'une approche multi-agents de la simulation, ils peuvent être interprétés comme la réponse fonctionnelle et auto-organisée d'un groupe d'agents aux problèmes que lui pose son environnement.

La seconde étude développe dans le domaine de la résolution de problèmes cette capacité auto-organisatrice, en s'attachant tout d'abord à extraire de la simulation réalisée les paradigmes qui nous fournissent la base d'un système de Résolution Collective de Problèmes. Nous montrons ainsi comment concevoir des systèmes réactifs capables de résoudre des problèmes comme le Tri Collectif ou la recherche d'échantillons dans un environnement aléatoire, en s'inspirant directement des comportements des agents-fourmis de la simulation. Nous montrons ensuite qu'une approche réactive peut être appliquée à des problèmes classiques en Intelligence Artificielle, comme Pengi et le Taquin, en offrant de bien meilleurs résultats que toutes les approches précédemment employées. Nous en montrons cependant aussi les limites potentielles, notamment dans le cadre du Jeu d'Echecs, mais également les perspectives en dehors des domaines «jouets» sus-cités.

#### Adresse de l'auteur

LAFORIA/IBP. Boîte 169. Université P. & M. Curie, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05 e-mail: drogoul@laforia.ibp.fr

FORREnMat: un système à base de connaissances pour l'étude expérimentale du raisonnement mathématique Philippe.Laublet

Thèse de l'Université PARIS-VI, soutenue le 10 décembre 1993 préparée au LAFORIA et à l'ONERA

FORREnMat, pour «Formalismes Objets pour le Raisonnement et la Représentation d'Entités Mathématiques», est un système à base de connaissances qui a pour but l'étude expérimentale du raisonnement mathématique. Il a été utilisé

en théorie des ensembles pour produire des démonstrations qui sont compréhensibles par l'homme. Il a permis de démontrer plus de 120 théorèmes, certains considérés comme difficiles pour un démonstrateur automatique. Ces démonstrations ont été obtenues en réutilisant ou non les théorèmes précédemment démontrés. Si ceux-ci sont pris en compte, le système dispose d'un ensemble d'heuristiques pour les sélectionner et les appliquer. Il produit ainsi des démonstrations de plus haut niveau.

Nous proposons un langage, fondé sur la théorie des ensembles, pour représenter et opérationnaliser la connaissance mathématique. Ce langage utilise des mécanismes usuels dans la pratique mathématique, comme la définition des ensembles en compréhension et l'introduction de nouveaux concepts accompagnés de leur définition. Ce langage est construit sous forme d'un ensemble de classes Smalltalk correspondant aux entités mathématiques dans leur diversité : objets, termes, propriétés, formules logiques du premier ordre, concepts primitifs de la théorie des ensembles, ainsi que les entités utilisées pour construire des preuves (lemmes, théorèmes, buts, hypothèses,....).

Un des aspects intéressants du langage est de représenter explicitement les propriétés mathématiques comme des objets à part entière. Celles-ci sont dynamiquement structurées par une relation de spécialisation construite en cours de démonstration. Cette structuration permet de donner dans le raisonnement une place importante à ces propriétés et à l'acquisition de celles-ci par les termes.

L'homme dans sa pratique mathématique combine des méthodes de raisonnement en avant avec d'autres dirigées par les buts. D'une manière analogue, FORREnMat associe propagation d'assertions et création de nouveaux buts. Cette combinaison permet de rendre les preuves compréhensibles. Elle s'effectue entre autres, par l'intermédiaire de la focalisation sur un sous-ensemble des termes, appelés objetsfocus et déterminés à partir des buts.

Les connaissances mathématiques ou logiques sont données au système soit sous forme de méthodes Smalltalk, soit sous forme de règles des systèmes NéOpus et Essaim. Nous bénéficions ainsi des qualités des deux formalismes : obiets et règles. Par exemple, nous faisons un usage important de l'héritage qui permet d'écrire et d'utiliser les connaissances à des niveaux différents d'abstraction. En première conclusion, nous suggérons comment poursuivre ce travail par l'intégration au système d'une base de connaissances mathématiques comprenant concepts, résultats et exemples. Enfin, nous proposons et discutons une modélisation Kads de notre système. En seconde conclusion, nous identifions à partir de cette modélisation, un problème de recherche important pour les systèmes hybrides : la détermination et le rôle des «objets de raisonnements».

Intelligence artificielle, Système à base de connaissances, Démonstration automatique de théorèmes, Représentation de connaissances à base d'objets, Raisonnement mathématique.

Adresse de l'auteur ONERA, BP72, 92322 CHATILLON cedex, France. e-mail: laublet@laforia.ibp.fr

#### **RÉSUMÉS DE THÈSES**

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

Il est conseillé d'envoyer un résumé en français (pour le Bulletin) et en anglais (résumé transmis à AI-Com) • saisir sous traitement de texte compatible avec

Word si possible, en times 12, interligne moyen (ou équivalent):

• présentation (pour un doctorat d'Université) :

#### <Titre de la thèse>

<auteur>

Thèse de l'Université <université>. soutenue le <date> [à lieu de soutenance>  $si \neq de < université > 1$ [préparée à <lieu de préparation> si ≠ de <université>1

<Résumé, environ une demie-page> Mots-clés <mots-clés> Adresse

<adresse de l'auteur pour contact, demande d'exemplaire...>

• envoyer le fichier sur disquette Mac à Monique Baron (adresse en page 2 de ce Bulletin).

Accord AI-Com, Bulletin de l'AFIA

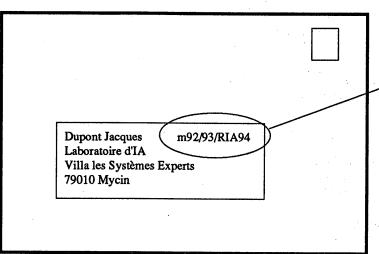
Faites connaître vos travaux en Europe...

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

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

#### LE COIN DU TRÉSORIER

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



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

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

... et pensez à acquiter votre cotisation si vous ne l'avez pas déjà fait.

#### DANS LES PROCHAINS BULLETINS DE L'AFIA...

## Dossier: IA et temps réel

(À paraître dans le bulletin de l'AFIA n° 17, Avril 1994)

Le Bulletin n°15 présentait l'appel à contribution pour ce dossier. Si vous êtes impliqué dans la problématique de l'intelligence artificielle temps réel, envoyez avant le 1er Mars 1993 votre contribution à:

une page:
- votre équipe ou société d'appartenance,

- vos coordonnées (adresse, e-mail, fax, nom de la personne à contacter),

- votre approche du temps réel,
- les projets auxquels vous participez ainsi que les

La présentation de votre activité devra indiquer en

- réalisations validant votre approche,
- une courte bibliographie.
- François Charpillet,
  CRIN-CNRS et INRIA LORRAINE,
  B.P. 239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy CEDEX
  charp@loria.fr

# Dossier sur le raisonnement à partir de cas (Bulletin de l'AFIA n° 18, juillet 1994)

Le raisonnement à partir de cas (Case-based Reasoning) est un domaine de recherche en intelligence artificielle en pleine croissance. Déjà grandement étudié Outre-Atlantique, de plus en plus d'équipes européennes se penchent sur le sujet, et EWCBR-93, qui s'est déroulé à l'Académie Européenne de Otzenhausen en novembre 1993, fut l'occasion d'un grand rassemblement de chercheurs concernés par le raisonnement à partir de cas. En France, un groupe de travail s'est constitué autour de ce sujet depuis mars 1993, et s'est déjà réuni en deux occasions à Grenoble au LIFIA, et à Paris au LAFORIA, en mars et octobre derniers. Plusieurs actions ont déjà été entreprises comme l'établissement d'un lexique, la constitution d'une base bibliographique et un recueil d'articles décrivant les travaux du groupe, ainsi que la création d'une liste d'adresses électroniques.

Ce groupe se propose de constituer dans le bulletin un dossier présentant l'ensemble des recherches françaises sur ce domaine. Nous demandons donc aux équipes impliquées d'envoyer leur contribution avant le 15 mai 1994 à :

#### Hervé Mignot

Laboratoire de Recherche en Informatique, Batiment 490 Université Paris-Sud 91405 Orsay cedex

La présentation de votre équipe et de ses recherches devra être envoyée sous format Word pour Mac, ou Winword pour PC, et contenir les renseignements suivants :

- le nom et le logo de l'équipe,
- les coordonnées (adresse, téléphone, fax, email) de la personne en charge des contacts de l'équipe pour le raisonnement à partir de cas,
- le descriptif des principaux thèmes de recherche,
- le descriptif des projets auxquels participe l'équipe,
- les réalisations pratiques, produits disponibles, ou commercialisés,
- une courte bibliographie,
- ne pas dépasser une page (1000 mots).

La constitution de ce dossier peut être l'occasion d'une prise de contact avec notre groupe de travail. Pour tout renseignement complémentaire : Hervé Mignot, mh@lri.fr ou Sophie Rougegrez, rougegre@laforia.ibp.fr

Adhésion Particulier	Demande	Renouvellement
Nom:	Prénom :	
Affiliation:		
Adresse postale :		
N° de téléphone :	N° de fax :	
Adresse électronique :		
Adhésion simple 1994:	•••••	250 francs
Adhésion de soutien 1994:		500 francs
Adhésion 1994 + abonnemen	it à la Revue de l'Intellige	nce Artificielle: 600 francs
Adhésion simple sur deux a Adhésion de soutien sur de	ans (1994 et 1995):	
Adriesion de soulien sur de	iux alis (1994 et 1995)	1000 francs
Veuillez trouver un chèque de	e franc	s
Je vous prie de m'envoyer un	e facture pour un mon	tant deTTC
Adhésion Personne mora	Demande	Renouvellement
Organisme :	cachet de l'organis	sme:
Nom du représentant :	Prénom :	
Fonction:		
Adresse postale :		

Personnes morales non universitaires: 2 965F 2965 F

Année 1994 Année 1995 Total

Somme: Somme: francs

je joins un bon de commande pour une somme de francs

je vous prie de m'envoyer une facture de francs TTC

Nº de fax:

1994

1500 F

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.

N° de téléphone :

**Tarits** 

Adresse électronique :

Laboratoires universitaires :

Ce bulletin d'adhésion doit être retourné à M. AYEL, Trésorier de l'AFIA - ESIGEC - L.I.A. - Université de Savoie - 2, route de Chambéry - 73376 LE-BOURGET-DU-LAC cedex

1995

1500 F

#### Sommaire du Bulletin n° 16 Editorial de Jean-Marc David......3 Vie de l'AFIA, vie des associations d'IA ...... 4 Compte-rendu de l'Assemblée Générale de l'AFIA ......4 Présentation de laboratoires et de sociétés ......12 • Département d'informatique de l'Université d'Ottawa ......12 • ISoft \_\_\_\_\_\_\_\_15 Dossier «Planification et action» ...... 18 Le projet ESPRIT REAKT ...... 36 • Table ronde Symbolique-Numérique animée par Michèle Sebag Du côté des éditeurs ...... 47 • B. Bachimont : Le Contrôle dans les Systèmes à Base de Connaissances • M-F. Ehrlich et al. : Les modèles mentaux: • J-P. Laurent et Marcos Vescovi: La représentation des connaissances et le raisonnement sur les systèmes physiques - Physique Qualitative - (notes de Jean Charlet) ....... 52 · Craig A. Knoblock: Generating Abstraction Hierarchies, An Automated Approach to Reducing Search in Planning. (notes de P. Morignot) ...... 53 Conférences ..... Au sommaire des revues.......60 Résumés de thèses ...... 63 Dans les prochains Bulletins de l'AFIA ......66 Formulaire d'adhésion ou de renouvellement d'adhésion ...... 67

## CALENDRIER DE PARUTION DU BULLETIN DE L'AFIA

Hiver

Réception des contributions: 15 décembre

Sortie le 15 janvier

Printemps

Réception des contributions: 15 mars

Sortie le 15 avril

Eté

Réception des contributions: 15 juin

Sortie fin juillet

Automne

Réception des contributions: 30 septembre

Sortie le 30 octobre