



OCTOBRE 1995
N°23

Association Française pour l'Intelligence Artificielle

Présentation du bulletin

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

Pour contacter l'AFIA

Jean-Marc DAVID (Président)

Renault DSCIT Service 0497 860, Quai Stalingrad 92109 Boulogne- Billancourt

Laurent SIKLOSSY (Secrétaire)

ESIGEC - LIA, Université de Savoie 2, route de Chambéry 73376 Le-Bourget-Du-Lac Cedex

Brigitte TROUSSE (Trésorière)

INRIA 2004, Route des Lucioles BP93 06902 Sophia-Antipolis Adhésions, Liens avec les adhérents René QUINIOU

INRIA / IRISA
Campus de Beaulieu
35042 Rennes Cedex
e-mail: quiniou@irisa.fr

Parrainage de manifestations Claudette SAYETTAT

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

Personnes morales adhérentes à l'AFIA

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

Bureau de l'AFIA

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

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

Comité de rédaction

Philippe LAUBLET

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

Monique BARON rubrique «Résumés de thèses»

et «Sommaires des revues» LAFORIA, Université Paris 6 4, Place Jussieu, 75005 PARIS baron@laforia.ibp.fr

Jean CHARLET

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

Anne COLLINOT

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

Gilles KASSEL

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

Jean-Paul KRIVINE

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

Bernard LE ROUX

ONERA, BP 72, 92322 Chatillon leroux@onera.fr

Philippe VOLLE

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

ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'INTELLIGENCE, ARTIFICIELLE

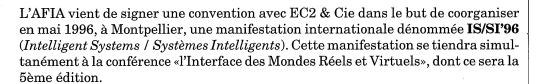
Imp. Augustin Paris - 40.36.10.15



a

INTELLIGENT SYSTEMS / SYSTEMES INTELLIGENTS '96

Jean-Marc DAVID



Cette convention fait suite à un premier accord signé l'an passé pour la coorganisation d'IA'95 et de TLN'95 (voir l'éditorial de Marc Ayel dans le Bulletin n°18), accord qui n'avait pu être appliqué du fait des problèmes rencontrés par EC2.

Ce nouvel accord est différent pour 3 raisons :

- le nouvel EC2 (EC2 & Cie) s'appuie maintenant sur une structure solide, entre autre le réseau Eurysis, structure qui nous donne quelques garanties quant à la pérennité de cette société;
- l'accord est étendu à la coorganisation de 3 manifestations (et même 4 en 96). Ces conférences sont détaillées ci-dessous ;
- enfin, l'AFIA est considérée dans cette convention comme un véritable partenaire d'EC2 & Cie, ce qui signifie concrètement que nous serons associés au résultat, à hauteur d'1/3, qu'il s'agisse de bénéfices ou de pertes.

Comme dans le précédent accord, l'AFIA assume la responsabilité scientifique de l'organisation de cette manifestation.

Un comité de pilotage a été mis en place pour veiller à la bonne organisation de cette manifestation, qu'il s'agisse d'aspects budgétaires, de communication ou de relations avec les manifestations organisées conjointement. Participent à ce comité des représentants de l'AFIA (Marc Ayel, Jean-Paul Haton et moi-même), des représentants d'EC2 & Cie, ainsi que les présidents des comités de programme.

L'accord porte donc sur la coorganisation de 4 conférences en 96 :

- IA'96 tout d'abord. Il est important d'observer que par son objectif jouer le rôle de pont entre les travaux académiques et les besoins des utilisateurs aussi bien que par son caractère international, IA'96 est complémentaire de RFIA. Qui plus est, avec RFIA, IA et AAI, nous couvrons maintenant l'ensemble du spectre.
- Le président du Comité de Programme d'IA'96 est Jean-Paul Krivine.
- TIL'96, comme son nom l'indique sera consacrée au Traitement Informatique des Langues. La présidence du Comité de Programme de cette conférence a été confiée à Gérard Sabah.
- RN'96 sera consacrée aux réseaux de neurones et à leurs applications. La présidente du Comité de Programme est Françoise Fogelman.

EDITORIAL

- Applied Al'96, enfin, a un statut un peu particulier. Il s'agit d'une suite – au niveau européen cette fois – de la journée «l'IA dans les Entreprises» coorganisée par l'AFIA et EC2 en 1994. Bisannuelle, son but est de présenter des réalisations majeures de l'IA. Mais, au contraire des autres conférences d'IS/SI, il n'est pas prévu que cette conférence s'installe de manière permanente à Montpellier ; il est même déjà envisagé qu'AAI'98 soit organisée par l'AEPIA en Es-

Le président du Comité de Programme d'AAI'96 est Bertrand Braunschweig.

En coorganisant cette manifestation, l'AFIA prend donc une double responsabilité: scientifique d'abord, et financière de l'autre. Si la première peut sembler aller de soi parce que relevant pleinement des missions de l'AFIA, la seconde nous a paru nécessaire pour garantir des relations de partenaire à partenaire dans cette coorganisation, partenaires tous deux responsables du succès de la manifestation. Il va sans dire que l'état des finances de l'association fait qu'un tel engagement est possible et réaliste. J'ajouterais que le schéma est exactement le même avec l'AFCET – sur une base paritaire cette fois – pour la coorganisation de RFIA.

L'organisation conjointe de ces 4 conférences, simultanément à la conférence Interfaces, permettra une économie d'échelle appréciable. Ceci est nécessaire dans une période où toutes les

conférences, et pas seulement dans notre domaine, ont du mal à trouver leur point d'équili-

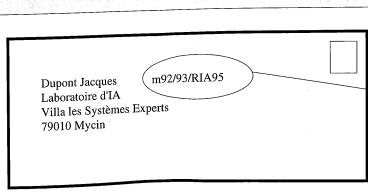
Surtout, l'organisation conjointe de ces conférences permettra de créer une dynamique et des échanges dont l'évolution de l'IA nous montre qu'ils sont plus que jamais nécessaires. L'AFIA n'a pas vocation à représenter la seule IA symbolique, encore moins réduite à une ingénierie de la connaissance. En s'impliquant dans des conférences qui représentent autant de facettes de l'IA, l'AFIA entend ainsi promouvoir l'IA dans toutes se dimensions, qu'il s'agisse de sousdomaines (IA, TIL, RN) ou de composantes plus applicatives (AAI).

Enfin, cette organisation simultanée devrait faire d'IS/SI un des événements majeurs pour la communauté française et européenne. Alors que l'éparpillement des conférences et autres workshops tend à diluer l'intérêt de chacun, espérons que ce regroupement agira dans le sens contraire.

Après Rennes en janvier prochain, rendez-vous donc du 20 au 24 mai à Montpellier. Chaque membre de l'AFIA peut contribuer activement au succès de ces manifestations, par l'envoi de papier, sa participation à l'une des conférences et la diffusion de ces informations auprès d'universitaires et d'industriels, notamment européens.

Jean-Marc David

LE COIN DU TRÉSORIER



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

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

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

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

Activités du Bureau durant les 2èmes et 3èmes trimestres

Le Bureau s'est réuni 4 fois au cours des 2èmes et 3èmes trimestres, le 4.4 (à Grenoble), le 15.5, le 3.7 et le 19.9. Outre les affaires courantes (trésorerie, adhérents, Bulletin, parrainage de manifestations, relations avec l'ECCAI, etc.), le Bureau a travaillé sur un certain nombre de dossiers qui sont résumés ci-dessous.

Plusieurs manifestations dans lesquelles l'AFIA est fortement impliquée sont en cours d'organisation, à des degrés d'avancement divers : ce sont principalement les prochaines Rencontres Jeunes Chercheurs, RFIA'96 et IS/

Nous espérons que tous les membres de l'AFIA se sentiront concernés par le succès de ces manifestations – que ce succès soit mesuré par le nombre de soumissions, la qualité de ces soumissions, ou le nombre de participants – et comptons donc sur votre participation active.

Rencontres Jeunes Chercheurs en IA

L'organisation des Rencontres Jeunes Chercheurs 96 s'est mise en place durant l'été, grâce en particulier aux efforts de M. Zacklad.

L'appel à candidature pour l'organisation de ces rencontres a connu un vif succès ; 5 dossiers ont été déposés, de très bonne qualité, obligeant le Bureau a un choix difficile.

Lors de sa réunion du 3 juillet, le Bureau a retenu la candidature de l'Institut de Recherche en Informatique de l'Université de Nantes pour le Comité d'Organisation. Nous tenons à féliciter l'équipe sélectionnée et à remercier les autres candidats pour la qualité de leurs dossiers.

Lors de sa réunion du 19.9, le Bureau a décidé de la responsabilité scientifique de ces Rencontres. Deux candidats s'étaient déclarés suite à l'appel à candidature.

La présidence du Comité de Programme a été confiée à T. Schaub, de l'Université d'Angers ; il sera assisté

dans cette tâche par Laurent Siklossy, en qualité de «conseiller senior».

Ce choix reflète deux préoccupations du Bureau, qui méritent d'être souli-

- la volonté de donner une plus grande responsabilité aux «jeunes chercheurs» dans l'organisation de ces rencontres, y compris en confiant la présidence du Comité de Programme à un jeune ;

- la volonté d'assumer la responsabilité, qui est la nôtre, d'encadrement et de conseil envers ces jeunes scientifiques. Ce sera bien sur le rôle des chercheurs confirmés invités à participer au Comité de Programme; ce sera plus particulièrement celui de Laurent que de faire profiter ce comité, et en particulier son président, de son expérience.

RFIA 96

Alors que le programme du congrès est maintenant prêt, et devrait donc être diffusé sous peu, l'organisation – et en particulier les aspects budgétaires sont en passe d'être finalisés entre le Comité d'Organisation de l'IRISA et le Comité de Pilotage AFIA / AFCET.

Intelligent Systems / Systèmes Intelligents '96

Un groupe de travail animé par Marc Ayel a défini et mis en place la coorganisation, avec EC2 & Cie, de la manifestation IS / SI '96. Celle-ci se tiendra du 20 au 24 mai 1996 à Montpellier (voir l'éditorial et l'appel à communications p13 de ce numéro).

ADIT

Sous l'impulsion de F. Rousselot, le Bureau travaille à définir une collaboration entre l'AFIA et l'ADIT (Agence pour la Diffusion de l'Information Technologique). L'ADIT a pour mission de contribuer à la pénétration des technologies nouvelles dans le tissu industriel français et diffuse des publications de très bonne qualité (par exemple Technologies Internationales et Vigie Informatique Appliquée).

Des échanges sont envisagées entre le Bulletin et les publications de l'ADIT,

en particulier dans le but de mieux faire connaître l'IA et ses applications auprès des PME-PMI. Il est également envisagé que l'ADIT puisse s'appuyer sur les adhérents de l'AFIA pour réaliser des études touchant nos domaines.

Relations avec l'ECCAI

L'ECCAI a tenu une assemblée générale le 7 juillet dernier à Paris. Le compte-rendu de JP. Barthès, représentant de l'AFIA à cette AG, a été publié dans le Bulletin Electronique. Deux informations importantes concernant l'AFIA:

- JP. Laurent, président de l'ECCAI depuis un an, a démissionné de son poste à mi-mandat pour raisons personnelles;
- la candidature française à l'ECAI 2000 a été annoncée officiellement. Cette candidature est animée par J. Erceau et devrait proposer l'organisation de cette conférence dans la région parisienne. Notre but est qu'elle soit soutenue au niveau français à la fois par l'AFIA, l'AFCET et l'ARC.

Par ailleurs, un annuaire des membres des différentes associations européennes est en cours de constitution.

Autres

- La très bonne organisation de l'ACAI'95 à Perros Guirec (voir le compte-rendu de R. Quiniou dans ce Bulletin). Félicitations donc à JF. Le Cloarec et à tous ceux qui se sont impliqués dans l'organisation de cette école d'été.
- R. Quiniou a mis en place un serveur Web contenant un certain nombre d'informations sur l'AFIA (adresse: http:/ /www.irisa.fr/EXTERNE/afia, voir p 66 de ce bulletin. On peut également trouver une présentation de l'AFIA dans le serveur de l'ECCAI (http://www is.cs.utwente.nl:8080/

mars/ECCAI.html).

suite p . 6

INTERNET

Retour de mission aux USA: perspectives de recherches autour du **World Wide Web**

Marie-Christine ROUSSET

Professeur membre du bureau de l'AFIA Responsable de l'équipe «Intelligence Artificielle et Systèmes d'Inférences» L.R.I, UA CNRS 410 Université Paris-Sud, Bâtiment 490 91405 - ORSAY Cedex

Actuellement, nous sommes tous témoins de l'explosion du nombre d'informations de toute sorte qui deviennent accessibles par le support de l'informatique. Ainsi, les grandes compagnies ou institutions possèdent un grand nombre de bases de données dont elles permettent l'accès de façon interne ou externe. Surtout, le rapide essor du World Wide Web (WWW) et du réseau Internet a considérablement augmenté la masse d'informations désormais disponibles non seulement pour des professionnels mais pour le grand public (tout au moins dans un futur très proche).

Le World Wide Web est un outil de partage d'informations utilisant le réseau mondial Internet, permettant à toute personne ou compagnie ayant un compte sur Internet de créer ses propres sources d'informations et d'en permettre l'accès à tous les utilisateurs d'Internet. Alors qu'il ne s'agit que d'un réseau de millions d'ordinateurs, Internet, associé à WWW, apparaît comme un immense espace d'informations distribué, constitué de ressources (documents ou services) liées les unes aux autres et parmi lesquelles on peut «naviguer». Outre leur grand nombre, les sources d'informations existantes dans WWW peuvent être très disparates par leur contenu mais aussi par leur format. Elles peuvent contenir des textes, du son, des images, des films vidéo. Elles peuvent avoir une structure interne variée (hypertexte, base de données relationnelles, bases de connaissances, différentes formes de

• la mise en place d'un tarif d'adhésion pour les étudiants à 100 F sera proposé à la prochaine Assemblée Générale. Le Bureau souhaite par cette mesure inciter les futurs membres de notre communauté à adhérer à l'AFIA.

Nous comptons ensuite sur les enseignants pour faire connaître cette opportunité.

• Groupe de travail sur les Applications Opérationnelles de l'IA. Ce nouveau groupe de travail de l'AFIA s'est mis en place au mois de mai. Animé par B. Braunschweig, E. Mercier-Laurent et P. Wey, il a pour objectif de constituer un lieu d'échanges entre les personnes intéressées par les applications opérationnelles des techniques d'IA. Il a également pour but d'établir

des liens entre l'AFIA et les associations professionnelles (SCI, SEE, SIA, etc.).

• Concernant les applications de l'IA toujours, F. Gayral a quitté le comité de rédaction du Bulletin où elle était en charge de ce domaine. C'est l'occasion de la remercier pour un travail qui n'a pas toujours été facile.

Il va sans dire que toutes les contributions ou collaborations pour cette rubrique sont les bienvenues...

• Enfin, grâce à l'obstination de J. Charlet, l'AFIA s'est dotée d'un nouveau logo, comme vous aviez déjà pu le constater sur le dernier Bulletin.

Jean-Marc David

fichiers). Elles peuvent avoir des protocoles d'accès différents (ftp, http, ...).

Actuellement, les seuls outils d'aide offerts aux utilisateurs pour s'y retrouver dans cette énorme masse d'informations sont des «browsers» tels Mosaic ou Netscape, qui permettent de naviguer parmi les sources d'informations existantes, d'y accéder et de lire les documents qu'elles contiennent. De tels outils de «navigation» sont certes utiles mais restent un moven limité pour obtenir l'information cherchée et sont grands consommateurs de temps. En outre, généralement, l'utilisateur a envie d'interroger le réseau de sources d'informations en soumettant des requêtes de haut niveau comme par exemple «donnez-moi l'adresse des agences de voyages parisiennes qui offrent des billets d'avion aller-retour Paris-San Francisco à moins de 6000F». Avec les outils actuels, si on suppose que chaque agence de voyage a une base de données contenant la description de ses vols et de ses prix, l'utilisateur doit luimême naviguer dans ces différentes bases de données pour y rechercher les informations qu'elles contiennent et vérifier si ces informations permettent de satisfaire sa requête.

Ainsi, des outils de navigation plus élaborés ainsi que de nouveaux outils, permettant de répondre à des requêtes de haut niveau, sont nécessaires pour aider l'utilisateur à accéder et à interroger facilement et efficacement l'énorme réseau mondial de sources d'informations accessibles via Internet.

Aux Etats-Unis, ce problème focalise l'intérêt des industriels tels les concepteurs de logiciels comme Microsoft mais aussi des chercheurs, en particulier en Intelligence Artificielle et en Bases de Données. Citons pour preuve la naissance de nombreux projets de recherche portant sur l'intégration

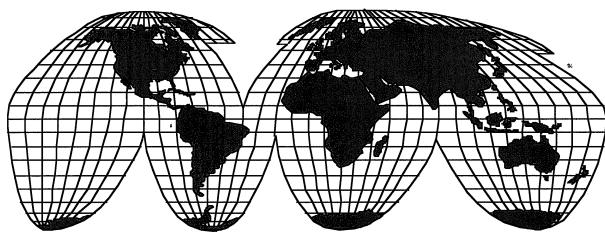
INTERNET

de sources d'informations hétérogènes, tels que Information Manifold (projet développé au centre de recherche d'AT&T Bell Labs) ou Tsimmis (projet développé à l'Université de Stanford), ainsi que l'organisation de tables rondes sur le sujet dans différentes conférences ou workshops.

La conception d'outils nouveaux d'interrogation du Web pose des problèmes de représentation et d'organisation des connaissances que connaissent bien les chercheurs en Intelligence Artificielle et en Bases de Données. Par exemple, des techniques de Représentation de Connaissances peuvent servir à

Connaissances de ce nouveau champ d'application guiderait le choix du ou des formalismes appropriés, voire pourrait orienter ou inspirer de nouvelles recherches. On pourrait citer d'autres exemples de domaines de recherche en IA et en BD pour lesquels la confrontation avec les besoins soulevés par ce nouveau champ d'application serait très bénéfique. Par exemple, la gestion du dialogue avec l'utilisateur pour affiner et préciser sa requête est un problème d'explication pour lesquels les chercheurs en IA ont des solutions à apporter. De même, l'optimisation des requêtes et l'identification des

vaste champ d'applications pour de nombreux domaines de recherche en Informatique (je n'ai cité que ceux concernant l'IA et les BD que je connais le mieux mais il est clair que d'autres domaines comme par exemple celui des interfaces graphiques sont également concernés). Inciter les chercheurs à travailler ensemble sur ce champ d'application aurait des retombées nombreuses et intéressantes aussi bien pour la visibilité et l'application de travaux de recherche théoriques que pour fédérer des communautés de chercheurs au travers de nouveaux problèmes de recherche inspirés par



décrire les caractéristiques des sources de connaissances disponibles et la structure de leur domaine de compétence. Une telle approche permettrait de créer un niveau intermédiaire entre l'utilisateur et les sources de connaissances disponibles qui sont ce qu'elles sont (structurées ou non structurées). Ce niveau pourrait être vu comme un modèle conceptuel uniforme, exprimé à un niveau d'abstraction approprié pour une réelle interaction avec l'utilisateur, et bien adapté pour l'expression de requêtes de haut niveau. De nombreux formalismes de Représentation de Connaissances existent et ont été étudiés par les chercheurs en IA. L'analyse des besoins en Représentation de

sources de connaissances pertinentes garantissant une réponse complète à la requête sont des problèmes bien connus des chercheurs en BD. Ainsi, dans de nombreux domaines d'IA et de BD, les travaux de recherche existants ont des retombées presque immédiates sur les applications liées au Web. En outre, ces applications sont sources de nouveaux problèmes et donc d'inspiration nouvelle pour les chercheurs.

En conclusion, il me semble important de prendre conscience à tous les niveaux (chercheurs, instances responsables de l'organisation de la recherche en France) que l'essor du réseau d'informations Internet a créé un

ce champ d'applications dont les besoins sont énormes. Les américains en ont déjà pris conscience et il me paraît urgent de mobiliser la communauté des chercheurs français sur ce point.

Marie-Christine Rousset

APPEL

Ceux de nos lecteurs qui sont intéressés par la constitution d'un réseau ou groupe de travail permettant l'échange d'informations et des intitiatives communes sur l'utilisation del'I.A. dans ce champ d'application peuvent contacter Philippe Laublet (adresse p.2 de ce bulletin)

DEBAT

Quo vadis IA? Encore

Eunika MERCIER-LAURENT

EML Conseil Email: cml@netscape.com

Après Philippe Jorrand et Manuel Zacklad, i'aimerais faire partager mon opinion sur le présent et le futur de l'IA. Mes réflexions sont basées sur une dizaine d'années d'expérience en recherche, en développement d'outils et d'applications utilisant les techniques IA, ainsi que des échanges permanents avec les chercheurs et les enseignants dans ce domaine. Je viens moi-même de l'un de ces départements IA d'un grand constructeur, qui comme Manuel Zacklad a dit très justement, a fondu comme neige au soleil en 93. En ce qui concerne le fleurissement, c'était plutôt

D'abord ce grand constructeur a décidé de

faire de la recherche en IA en 81, puis la recherche a été européanisée (84) et il a créé un département pour transformer les résultats de recherche en produits (85), applications d'abord internes (86) et puis pour les clients (87). Très bon programme. Nous avons développé, et aidé au développement, de plus d'une centaine d'applications dans le monde et dans tous les domaines. En voici quelques exemples : Système d'aide à la configuration et au diagnostic des machines à nettover les bouteilles, Planification de production dans une usine de chocolat, Remontage de moteurs d'avions, Aide au diagnostic des périphériques informatiques, Système d'aide au pilotage de hauts fourneaux, Conception des clés à usage multiple, Planification de la cueillette des oranges et gestion de transporteurs, Affectation des missions pour assurer la sécurité des Jeux Olympiques d'hiver, Planification de circulation des trains, Gestion d'emploi du temps dans les grandes écoles et universités, Planification et gestion du personnel dans les supermarchés. Segmentation de clientèle par construction de potentiel financier d'une famille, Aide à la formulation des polices d'assurances, et beaucoup d'autres.

Suite à cette expérience, nous avons appris beaucoup de choses: qu'une application IA n'est jamais isolée, mais dans la plupart des cas, doit être intégrée dans l'informatique existante; qu'on ne peut pas résoudre tous les problèmes à l'aide d'un seul outil à la mode ; que l'utilisateur

final est très important, car notre système doit vraiment l'aider dans son travail ; qu'il faut estimer le retour sur investissement avant de commencer le projet. Bien sûr, il faut aussi penser à assurer la portabilité, car les ordinateurs évoluent souvent plus vite que les problèmes, et à la maintenance de l'application.

Nos outils ont donc été adaptés aux besoins que nous avons recensés, et nous avons même défini une nouvelle génération à la Lego. Hélas elle n'a pas vu le jour, car ... le grand constructeur face aux difficultés, et la recherche de profit à très court terme, a décidé de couper les branches avec des fleurs et des fruits.

C'est certainement la faute de l'époque : on veut tout de suite, sans y mettre les moyens nécessaires et sans se soucier de la qualité. Un petit profit vaut plus qu'un profit important, mais à plus long terme. Et dans cette logique, les avantages non calculables immédiatement, comme la facilité d'exploitation et de mise à jour ou le rajout d'applications à moindre coût grâce à la modélisation incrémentale, ne sont pas pris en compte.

Et là l'aimerais me référer à Avron Barr (Stanford)* avec qui j'ai discuté récemment ces propos. Voici un exemple que je ne peux pas m'empêcher de donner : aujourd'hui, la même connaissance est souvent implémentée n fois mais différemment: BD. Excel. Word, GED, multimédia, etc. Les informaticiens classiques continuent à faire du développement utilisant les mêmes méthodes, et ça devient de plus en plus lourd et difficile à maintenir, à intégrer dans l'existant et les connaissances restent difficiles à trouver même avec les groupwares (classiques bien sur). Demandez à quelqu'un qui a des milliers de fichiers Excel, comment il fait pour retrouver l'information dont il a besoin. Bill Gates garde son équipe IA, dommage que l'on parle si peu de l'IA cachée, on dit qu'il l'utilise comme configurateur automatique de Windows basé sur le CBR, ou d'objets. Ces derniers, près de 30 ans après leur invention, commencent juste à percer dans l'informatique classique. Hélas, les méthodologies utilisées pour la programmation objet ne viennent pas de l'IA.

Il y a 3 ans, un client "avancé" voulait réécrire son code Cobol en langage objet (un vrai, venant de l'IA et générant du C), certains puristes ont trouvé cela bizarre et peu intellectuel, mais lui a calculé son ROI (retour sur investiment): cela lui permettrait de diviser le temps de développement par 4 et le coût de maintenance par 10. Il y avait aussi un problème de maintenance suite à la disparition des compétences l'expert Cobol, qui connaissait bien toute cette montagne de programmes, partait à la retraite.

L'IA n'est pas une science à part. Elle donne des moyens pour résoudre certains problèmes mieux et plus vite que l'informatique classique. Elle préconise aussi de modéliser la connaissance avant de l'implémenter. La création d'un modèle conceptuel permet de mieux comprendre le problème, un modèle est réutilisable et peut être facilement incrémenté. Et, en plus, maintenant il y a des outils générant le code en automatique et HTML en plus!

Je suis contente de voir un chercheur comme Manuel Zacklad parler de l'avenir de l'IA autrement, sans toutefois prononcer les mots "marketing de la recherche". Seul l'ECRC (à ma connaissance) a une personne qui est censée faire ce travail. Au fait, il faudrait avoir les chercheurs théoriciens, qui inventent, et auxquels on pourrait demander d'inventer quelque chose. Puis les expérimentalistes, plus stratèges, peuvent imaginer à quoi de telles inventions pourraient servir, en travaillant avec les observateurs du chaos informatique qui donneraient des directives à partir des besoins détectés et de sujets d'applications. Ces observateurs devraient travailler un peu à la McKenna **: trouver une personne à qui l'utilisation d'un tel outil rend service, étendre la solution aux gens qui ont le même métier, puis aux autres métiers avant les besoins similaires, et ainsi de suite pour obtenir l'effet de boule de neige. Bien sûr, une communication entre ces trois acteurs est nécessaire.

Une chose très importante sans laquelle la réussite n'est pas possible : les décideurs doivent se sentir concernés. Mais comment? Il est primordial qu'ils entendent parler des applications réussies. La confidentialité est un prétexte. Ce qui manque c'est plutôt la motivation des personnes qui ont réussi, après tout l'IA n'est plus à la

Le marketing de l'IA? Je ne crois vraiment pas qu'une personne ayant uniquement

ACAI

une formation marketing puisse le faire bien. Pour cela il faudrait presque une double compétence : le marketing et un vernis IA dans les cours de l'informatique. En ce qui concerne les commerciaux, ils raisonnent, comme tout humain d'ailleurs, par analogie. Il faut donc leur donner une multitude d'exemples d'applications à ex-

L'IA devrait faire partie intégrant de l'enseignement de l'informatique, et en plus cet esprit devrait être enseigné ailleurs qu'aux informaticiens, pour donner des idées aux gens dans tous les domaines. L'IA c'est aussi une facon de penser, qui aide à aborder les problèmes. J'aimerais encourager les enseignants d'IA: fabriquez non des spécialistes IA, mais des informaticiens 4X4, ne cachez rien, mais pitié, diminuez les heures de Lisp et Prolog au profit de la conduite de projets, la modélisation et l'approche «problem solving».

Et enfin la démarche que je préconise pour aborder les problèmes complexes : analyser et découper les problèmes complexes en problèmes simples, estimer le ROI, détecter le plus vite possible les besoins réels des utilisateurs aussi bien du point de vue des interfaces que de l'intégration dans l'existant, modéliser, implémenter ou générer du code en utilisant les outils les mieux adaptés pour résoudre des problèmes posés, intégrer. Si la solution proposée ne rend pas la vie plus facile à un utilisateur, il ne s'en servira jamais.

Dans une application complexe, la partie IA c'est en moyenne 10 à 15 % du code global, le reste c'est l'interface, serveurclient, BD,bref l'informatique classique. Je reste optimiste : le "Management des connaissances" intéresse pas mal de monde, mais c'est à nous de leur expliquer qu'une BD c'est seulement une petite pièce de Lego, mais pas un système de "Management des Connaissances ". Cela me fait étrangement penser aux premiers "systèmes experts " de l'époque à la mode....

Et surtout à l'ère des autoroutes de l'information : sans l'IA ce sont les bouchons garantis! What about "Les autoroutes de la Connaissance "?

Eunika Mercier-Laurent

- * Avron Barr and Shirley Tessler "Expert Systems: A Technology Before Its Time " Al Expert June 1995
- ** Regis McKenna: The Regis touch Addison-Wesley 1985 ou traduction francaise : Le Marketing selon McKenna Interéditions 1985

Compte-rendu de ACAI'95

13 6

René Quiniou

quiniou@irisa.fr

L'école d'été ACAI (Advanced Course on Artificial Intelligence), sixième du nom, s'est tenue du 29 juin au 6 juillet à Perros-Guirrec (Côtes d'Armor). L'ACAI est organisée tous les deux ans par l'ECCAI (European Coordinating Comittee for Artificial Intelligence). En 1995 l'ECCAI a confié l'organisation de l'ACAI à son membre français, l'AFIA. L'organisation matérielle proprement dite et la logistique était assurée par le CNET et parrainée par l'APAST (Association Pour l'Animation Scientifique du Trégor). Le thème unique retenu pour cette école était l'algorithmique de l'intelligence artificielle. Sept professeurs en ont illustré divers aspects, particulièrement les apports potentiels de la théorie de la complexité. Voici un bref résumé de chacune des interventions suivi d'impressions sur la qualité de l'école sous différents

Introduction générale à l'algorithmique de l'intelligence artificielle et à la complexité

Le cours introductif de Malik Ghallab avait pour objet un rappel des notions de la théorie de la complexité et l'illustration de l'intérêt des résultats de ce domaine pour l'intelligence artificielle, vue comme domaine de l'informatique, d'une part, et comme domaine des sciences cognitives, d'autre part. Il s'agit, entre autres, d'évaluer la puissance des paradigmes, i.e. de mettre en évidence les possibilités et les limites théoriques des processus calculatoires. Si les propriétés théoriques des algorithmes séquentiels sont bien cernées, des voies de recherche sont ouvertes pour l'étude de l'apport des modèles du parallélisme ou de la robotique.

Résolution de problèmes NP-complets

Ricard Gavalda a choisi d'illustrer la résolution des problèmes NP-complets par des problèmes d'optimisation, en particulier le traitement du célèbre problème du voyageur de commerce. Son but était surtout de présenter les résultats théoriques relatifs à la complexité des techniques permettant de gérer le caractère exponentiel du problème. Ces techniques sacrifient la complétude ou l'optimalité, tout en ayant des garanties sur l'existence ou la proximité des solutions obtenues par rapport aux solutions optimales. C'est un objectif proche de celui de l'intelligence artificielle même si les solutions présentées proviennent surtout du domaine de la recherche opérationnelle. Trois directions sont possibles suivant la qualité des solutions souhaitée ou le temps imparti :

- utiliser des heuristiques qui procurent souvent des bonnes solutions et souvent dans des temps raisonnables (souvent pas trop importants). Gavalda nous a présenté des heuristiques liées à différentes techniques de résolution de problèmes comme "diviser pour régner", les algorithmes gloutons ou la recherche locale.
- reformuler le problème en un problème de programmation linéaire (éventuellement une relaxation du problème avec l'adjonction d'une contrainte sous forme d'un plan de coupe) pour obtenir la solution optimale en un temps raisonnable. La méthode branch & bound associée à des plans de coupe (branch & cut) est prometteuse. Par contre, elle s'avère complexe à appliquer et nécessite un travail théorique sur le problème à traiter et beaucoup d'expérimentations pour régler les paramètres.
- utiliser une méthode d'approximation permettant de trouver toujours une bonne solution et toujours en un temps polynomial. La justification de cette technique repose sur la possibilité d'approcher la recherche de solutions par un algorithme polynomial garantissant que toute solution ne sera, au pire, éloignée de la solution optimale que de quelques pour-cent. A titre d'exemple, il a pu être démontré que le problème MAXSAT (satisfaire le maximum de clauses dans une proposition) ne

ACAI

peut être approché qu'à une constante c>1 près (la meilleure approximation connue est actuellement 39/38).

Raisonnement propositionnel efficace

L'objet du cours de Henry Kautz était le traitement propositionnel efficace. L'intérêt pour l'intelligence artificielle du raisonnement propositionnel est évident dans des domaines tels que la planification, le diagnostic (ATMS), la démonstration automatique de théorèmes, etc. Mais le raisonnement propositionnel est un problème dur. SAT (problème de la satisfaction d'une proposition), par exemple, est historiquement le premier exemple de problème NP-complet. Cet aspect explique le relatif échec des démonstrateurs de théorèmes généraux. Ceci a conduit à l'approche par systèmes experts ("la puissance provient [uniquement] de la connaissance"). Les résultats de recherche récents fournissent une meilleure compréhension sur l'origine de l'"intraitabilité" et les algorithmes commencent à prendre en compte des problèmes de taille de plus en plus grande.

La méthode de Davis & Putnam, en particulier, reste, en moyenne, l'une des méthodes les plus simples et les plus efficaces pour le problème SAT. Toutefois, les tests sont en général effectués sur des problèmes générés aléatoirement. Ces problèmes s'avèrent simples dans la plupart des cas et, de plus, leurs liens avec des problèmes réels ne sont pas clairs. La caractérisation des problèmes durs (par exemple, pour 3SAT les problèmes durs proviennent de la satisfaction de formules caractérisées par un rapport nombre de clauses/ nombre de variables égal à 4,3) apporte un éclairage différent sur le problème. En particulier, les méthodes de recherche locales, comme GSAT (Greedy SAT), associées à des mouvements aléatoires de type recuit simulé pour échapper aux maxima locaux, permettent l'obtention de résultats très probants, au sacrifice, cependant, de la complétude. Des problèmes durs comportant plus de 2000 variables (et plus de 100.000 clauses) peuvent ainsi être résolus (la méthode de Davis & Putnam ne peut être utilisée au delà de 400 varia-

Une autre voie consiste à compiler la connaissance en une forme "effectivement calculable" (traduction approximative de l'anglais "tractable"). Une compilation exacte n'est cependant pas possible (cela signifierait que P=NP). L'idée est alors d'encadrer la théorie originale entre deux théories frontières effectivement calculables, une borne supérieure contenant tous les modèles de la théorie originale et une borne inférieure telle que tous ses modèles soient contenus dans la théorie originale. Il est ainsi possible, par exemple, d'encadrer une théorie propositionnelle entre deux théories de Horn (de complexité linéaire pour le problème SAT). Si une proposition est satisfiable dans la borne inférieure elle est satisfiable dans la théorie originale, si cette même proposition n'est pas satisfiable dans la borne supérieure elle n'est pas satisfiable dans la théorie originale. Dans les autres cas il faut se résoudre à effectuer le test de satisfiabilité dans la théorie originale. H. Kautz a particulièrement présenté les problèmes et l'efficacité de la compilation en théories de Horn.

Raisonnement temporel et planification

Le raisonnement temporel constituait le sujet d'un cours commun à Bernhard Nebel et Malik Ghallab. B. Nebel s'est essentiellement attaché à classer les problèmes que l'on peut retrouver sous le vocable raisonnement temporel ou planification en tenant compte du mode de représentation choisi (instants ou intervalles). Ainsi PSAT (test de satisfiabilité d'une proposition temporelle sur une algèbre d'instants) est de complexité polynomiale. Si l'on passe à une représentation par instants munie des treize relations d'Allen le problème est NP-complet. Il est intéressant de noter que certaines restrictions des relations (par exemple, la restriction dans laquelle toute relation peut s'exprimer par une conjonction de clauses de Horn sur les littéraux de la forme a≤b, a=b, a≠b) sont de complexité polynomiale. Les analyses de complexité sont moins favorables pour la planification. Par exemple, PLANSAT (existence d'un plan) ou PLANMIN (existence d'un plan de longueur bornée) sont de complexité PSPACE (complexité a priori supérieure à NP). De plus les restrictions de PLANSAT conduisant à une complexité polynomiale doivent être trop sévères pour être réellement utilisables. M. Ghallab a, tout d'abord, présenté la méthode de planification par exploration de l'espace des plans partiels et ses avantages par rapport à la méthode classique par retour arrière. Essentiellement, dans cette méthode les nœuds de l'arbre de recherche sont plus complexes, mais l'espace de recherche est plus focalisé ce qui rend son exploration plus efficace. Le cours s'est poursuivi par une présentation de méthodes de gestion de cartes temporelles. M. Ghallab nous a présenté ensuite les problèmes liés à une planification que l'on pourrait qualifier de réaliste : temps contraint, possibilité d'actions parallèles et de durée non nulle, environnement dynamique, buts multiples, accès concurrents à des ressources. Il a terminé par le problème de la reconnaissance de chroniques qui consiste à reconnaître dans un flot d'événements des évolutions qui pourraient être l'instance de scénarios donnés. L'intérêt de ce problème est manifeste pour la compréhension de l'évolution d'un environnement dynamique ou la supervision de process (surveillance et diagnostic).

Problèmes des jeux et heuristiques

Les centres d'intérêt de Mike Robson sont d'un tout autre ordre: il s'agit d'évaluer le mérite d'une configuration du jeu d'échecs, de dames ou de go (problème plus simple que celui de décider quel coup jouer dans une partie). Il s'agit, au delà du simple jeu, de mettre en évidence la complexité de ces problèmes sur des sous-problèmes très localisés qui peuvent survenir au cours du déroulement de ces jeux : par exemple, aux échecs, les fins de jeu avec pions, la prise en compte de menaces ou l'échange de pièces. L'idée de M. Robson est de trouver des problèmes classiques équivalents dont la complexité est bien connue et inversement de "simuler" ces problèmes par une instance de partie d'échecs. Il apparaît que décider si une configuration du jeu peut conduire à un succès, un échec ou une partie nulle est un problème qui n'est pas effectivement calculable et qui plus est ne peut être décidé en espace polynomial. Comment tourner cette complexité? Une

ACAI



première voie consiste à utiliser des heuristiques. Cependant les résultats de la théorie de la complexité sur l'usage d'heuristiques permettant de réduire le nombre de nœuds à un niveau qu'il est possible de gérer indiquent, soit, que l'heuristique produit parfois une mauvaise classification, soit, que le temps mis pour calculer cette heuristique est prohibitif. Une autre voie est d'évaluer l'apport du parallélisme. D'un point de vue théorique, seul un nombre exponentiel de processeurs peut accélérer un algorithme par un facteur subexponentiel. D'un point de vue pratique, les caractéristiques de l'arbre de recherche lié aux jeux ne permettent même pas d'espérer un gain proche de N avec N processeurs comme c'est le cas pour beaucoup d'algorithmes.

Une troisième voie consiste à remarquer que les configurations conduisant à des recherches complexes n'apparaissent pas dans des jeux réels, soit parce que les tailles d'échiquiers sont réduites, soit parce que la configuration initiale est unique et que le jeu suit un processus logique qui rend certaines positions hautement improbables bien que légales. Ceci laisse ouverte la possibilité d'algorithmes qui donnent de bons résultats sur des instances de jeu de petite taille et des mauvais sur des instances de taille plus grande. De même, on ne peut évacuer complètement la non existence de stratégies reposant sur des ouvertures particulières forçant des prises dans le début du jeu et réduisant d'autant le nombre de configurations ultérieures possibles. Enfin, on constate qu'il ne s'agit pas pour les programmes de jeu de jouer à la perfection mais bien de battre leur opposant. Force est de constater que la théorie de la complexité reste muette sur la façon de l'accomplir de manière consistante.

Optimisation génétique et stochastique et apprentissage

Robert E. Smith a débuté son cours par une présentation générale des algorithmes génétiques en tentant de montrer à travers la description de leurs principes de fonctionnement (opérations de sélection, de croisement et de mutation) que

ceux-ci constituent des moyens "raisonnables" pour résoudre des problèmes. D'ailleurs la technique a été appliquée avec succès sur des applications aussi diverses que la constitution de portrait robot de criminel, la gestion de production de puits de pétrole ou encore l'identification et la prédiction de séries chaotiques (équation de Glass-Mackey). Le cours expose ensuite différentes techniques de sélection qui peuvent se classer grossièrement en sélection avec une pression forte (ordre de mérite des individus) et une pression douce (tournois entre k>2 individus). L'étude des mérites respectifs de ces méthodes montre qu'elles sont comparables sans toutefois établir quelle est la meilleure. Ceci suggère que la possibilité d'ajuster la pression dynamiquement serait intéressante. Cette caractéristique rapproche les algorithmes génétiques du recuit simulé dans lequel il est possible d'ajuster la pression de sélection (la température) au cours du temps avec une garantie théorique d'optimalité. La comparaison s'arrête bien vite car le recuit simulé est analogue à un algorithme génétique ayant une population comptant seulement deux individus. Toutefois, il serait intéressant de pouvoir transposer la garantie d'optimalité (sous certaines conditions) aux algorithmes génétiques.

Si les algorithmes génétiques ayant une faible population et munis seulement de l'opérateur de mutation sont essentiellement un processus de recherche Monte Carlo (génération de candidats par un processus aléatoire) il n'en va pas de même lorsque le parallélisme implicite résultant de la recombinaison ou qu'une population importante sont introduits. Cette idée de parallélisme des algorithmes génétiques et leur analogie avec le recuit simulé pourraient être exploitées pour la parallélisation du recuit simulé qui s'est révélée très difficile à réaliser jusqu'à présent. R.E Smith a terminé son cours par une présentation de théories ou techniques d'algorithmes génétiques avancées et leurs liens avec l'apprentissage.

Phases de transition dans les espaces de problèmes

L'objectif du cours de Colin Williams était de montrer l'apport d'idées provenant de la physique statistique et de la physique quantique pour l'étude de phénomènes transitoires dans les espaces de recherche. En fait, le constat d'H. Kautz pour les instances du problème 3SAT (peu de problèmes durs, existence d'un seuil) peut être généralisé et assimilé à un phénomène de changement d'état dans les systèmes physiques. La persistance de ce phénomène suggère que cet aspect est inhérent au problème à traiter plutôt qu'à l'algorithme utilisé. Il s'agit alors de modéliser la "structure profonde"de l'espace dans lequel l'algorithme navigue afin de faire des prédictions sur la difficulté d'une instance de problème, par exemple. Par chance, il suffit de modéliser seulement quelques propriétés pertinentes pour réaliser des estimations de qualité. Williams prend l'exemple des problèmes de satisfaction de contraintes pour illustrer cette approche et démontre qu'elle permet de localiser correctement le point de changement d'état, par exemple.

C. Williams a brillamment conclu la série de cours de cette école en présentant ce que pourrait être un ordinateur quantique et en quoi consisterait un calcul quantique. L'origine de cette interrogation provient de l'observation du fait que la

ACAI

taille des ordinateurs décroît régulièrement et que tôt ou tard les concepteurs devront prendre en compte des phénomènes atomiques (énergie des électrons, quanta). Une idée est, par exemple, d'exploiter l'énergie (spin) des électrons et la direction de polarisation des photons pour coder les bits. Des propriétés des quanta comme l'effet tunnel sont déjà exploitées dans les ordinateurs. D'autres caractéristiques sont utilisables (cf. plus bas). Toutefois l'utilisation d'un système quantique est confronté à un certain nombre de difficultés. Il faut noter, par exemple, que les états cohérents d'un système quantique existent lorsque le système est complètement isolé du monde et que même la simple mesure de l'état détruit cette cohérence. Il est, cependant, possible de définir un calcul quantique et de le modéliser une machine de Turing quantique (une généralisation des machines de Turing probabilistes) pour étudier le concept. Il ressort que les machines de Turing quantiques permettent d'effectuer certaines tâches de manière plus efficaces que les machines de Turing classiques et, de plus, elles peuvent effectuer des tâches que les machines de Turing ne peuvent réaliser. La génération de vrais nombres aléatoires en est un exemple simple. La factorisation (rechercher deux nombres p et q tels que p*q=n) est un exemple plus complexe et plus intéressant, car elle a des applications dans la définition de clés cryptographiques publiques. Des aspects tels que la superposition (permettant des entrées parallèles), le non déterminisme (possibilité de véritables processus aléatoires), la complémentarité (utilisable en cryptographie quantique), l'interférence (définissant le parallélisme quantique), la non séparabilité (permettant la téléportation quantique) sont particulièrement intéressants à prendre en compte. Pour terminer, C. Williams signale qu'une expérience de téléportation (propagation instantanée d'un message) a été réalisée récemment sur une distance de 10 km ce qui permet d'espérer beaucoup de cette technologie.

Conférences invitées

Pour être complet, à ces cours s'ajoutent deux conférences invitées. La première, par Michel Chein et Marie-Laure Mugnier, était consacrée à une présentation des graphes

Pour faire connaître l'afia

Vous participez à des conférences, séminaires ou autres manifestations.

Vous voulez contribuer à faire connaître l' AFIA **ALORS**

Pour avoir quelques plaquettes, bulletins (à consulter sur place), transparents... contactez

Eunika MERCIER-LAURENT email: Eunika.MercierLaurent@isep.fr ou 30 51 06 31

conceptuels, en particulier l'opération de projection, sa sémantique logique et ses liens avec les problèmes combinatoires et les problèmes de satisfaction de contraintes. La deuxième, par Jean-Paul Haton, a décrit certains aspects du raisonnement en temps réel dans des systèmes à bases de connaissance. Le temps réel nécessite la conception de méthodes nouvelles susceptibles de prendre en compte des aspects tels que la réactivité (réponse à des événements extérieurs non prévus), l'adaptabilité, l'opportunité d'une réaction, la sélectivité ou l'efficacité, aspects présents en robotique par exemple.

Bilan

La discussion finale a permis de constater la grande satisfaction des participants. De l'avis général des soixante dix participants l'école était très bien organisée. Le thème "algorithmique de l'intelligence artificielle", transversal à plusieurs domaines de l'intelligence artificielle, s'est révélé un choix fort judicieux et a particulièrement contribué au succès de l'école. Les journées étaient relativement peu chargées (cours de 8h30 à 13h, après-midi consacré aux excursions, bains de mer, parfois à des exposés) ce qui facilitait les contacts entre les participants. Les excursions programmées (visite du musée des Télécommunications, des Sept Iles, des falaises de Bréhat) ou non programmées (fest-noz à Ploumagoar) ont largement contribué à l'atmosphère amicale de l'école. Le fait d'englober un dimanche, libre pour les participants, a été bien apprécié. Il a permis de souffler (et de récupérer de la fatigue du festnoz), éventuellement de goûter aux richesses touristiques de la région.

Les soixante dix participants (une participation relativement faible par rapport à la qualité du programme) se répartissaient selon les quelques critères suivantes : 19 provenaient du milieu non académique, 33 du milieu académiques, 18 étaient invités; il y avait 20 étrangers et 50 français; les étrangers provenaient surtout d'Italie et d'Espagne; on a particulièrement noté la présence d'un seul allemand (professeur) et d'un seul anglais, pays pourtant réputés pour avoir une forte activité en intelligence artificielle : il faut enfin remarquer une forte représentation des

Face aux jugement très positifs deux points négatifs ont été

- l'éloignement du lieu des conférences (Perros-Guirrec) de la cité universitaire (Lannion) où étaient logés un certain nombre de participants (particulièrement des étudiants) avec l'obligation de rejoindre la cité un peu précocement le soir pour les non motorisés. A la décharge des organisateurs, le faible coût du logement en cité a permis la participation d'un nombre important d'étudiants.

- la qualité de reproduction des documents fournis par les professeurs était relativement médiocre. Ceci était dû en partie à la nécessité de réduire les documents originaux fournis par les professeurs. Toutefois les photocopies des transparents données par la suite associées à ce support de cours constituent un document très complet et très utile.

René Quiniou

CONGRES AFIA

1ère Annonce et Appel aux Communications Intelligent Systems / Systèmes Intelligents '96

IS/SI '96

MONTPELLIER - 20 - 24 mai 1996

L'AFIA et EC2 & Cie ont décidé de coorganiser, chaque année, en France, une manifestation à caractère international dénommée «Intelligent Systèmes Intelligents». Cette manifestation est constituée d'un ensemble de conférences et de cours ; elle se déroulera conjointement à la manifestation «L'Interface des Mondes Réels et Virtuels».

IS / SI '96 comprendra les conférences suivantes :

- Intelligence Artificielle (IA'96);
- Traitement Informatique des Langues (TIL'96);
- Réseaux Neuro-mimétiques (RN'96).

Elle accueillera également en 1996 la conférence Applied AI (AAI'96).

Président(e)s des Comités de Programme

- IA'96 : Jean-Paul Krivine (EDF DER)
- TIL'96: Gérard Sabah (LIMSI CNRS)

ASSOCIATION FRANCAISE POUR 1% L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

- RN'96 : Françoise Fogelman (SLIGOS)
- AAI'96: Bertrand Braunschweig (IFP)

Calendrier

- 31 décembre 1995 : date limite de réception des soumissions ;
- 7 février 1996 : notification aux auteurs de la décision des Comités de Programme ;
- 15 mars 1996 : réception des articles définitifs;
- 20 24 mai 1996 : cours, conférences et exposition.

La sélection des soumissions se fera sur la base de papiers complets pour les conférences IA'96, TIL'96 et RN'96; elle se fera sur la base de résumés pour la conférence AAI'96.

Pour tout renseignement: EC2 & Cie; 31, Place Ronde; F - 92986 Paris La Défense,

téléphone: (1) 41 02 82 40; télécopie: (1) 41 02 82 33

I.A. EN AUTRICHE

La recherche en I.A. en Autriche

Robert Trappl, Gerda Helscher, Johannes Matiasek

Institut autrichien de recherche en Intelligence Artificielle

Voilà 19 ans qu'il existe en Autriche une recherche en IA, 14 ans que nous avons une Association Autrichienne pour l'Intelligence Artificielle, 12 ans environ que l'on développe des produits d'IA, 11 ans qu'ont été créés des départements universitaires et des instituts de recherches dont le titre contient le terme «Intelligence Artificielle» ou bien un terme synonyme ou désignant un sous-domaine de l'IA. Depuis 1984, le second cycle des études informatiques universitaires offre une spécialisation optionnelle en IA. Le nombre des chercheurs, ainsi que le volume des investissements, semble s'accroître continuellement.

Afin de savoir : 1.) quels chercheurs mènent en Autriche des recherches en IA, 2.) quelles sont précisément ces recherches, 3) pour quelles institutions, 4.) quelle en est la durée, 5.) par quelles sources elles sont financées, et 6.) quels sont leurs résultats, nous avons conduit en 1994, pour la troisième fois depuis 1990 (Trappl et al., 1991a, 1991b) et 1992 (Trappl et al., 1993a, 1993b), une enquête sur la base de questionnaires, dont le résultat a été publié dans un volume de 334 pages, édité comme Rapport Technique 95-01 de l'Institut autrichien de recherches en Intelligence Artificielle (Trappl et al., 1995a). Avec 152 projets, 256 chercheurs, 43 institutions et 1329 publications, ce rapport témoigne à nouveau d'une croissance marquée de la recherche en IA en Autriche, mais il révèle aussi d'importants changements qualitatifs.

L'article suivant donne un résumé des résultats de l'enquête qui intéressera sûrement aussi nos collègues en France.

Acquisition des données

Comme pour les deux premiers rapports, nous avons choisi pour notre enquête la méthode du questionnaire. Nous avons utilisé le même bref questionnaire (1 page A4, taille de caractères non-microscopique: voir Trappl et al., 1995a, page 6) comme en 1990 et

en 1992. Bien que ce questionnaire recèle quelques inconvénients, notamment le fait qu'il ne reflète qu'insuffisamment l'évolution de l'IA au cours des dernières années, nous l'avons conservé pour permettre une comparaison entre les résultats des trois enquêtes. Nous avons demandé aux chercheurs de compléter un questionnaire pour chaque projet commencé depuis 1992, et de nous communiquer aussi des suppléments ou des changements pour les données des projets contenus déjà dans l'édition précédente (comme par exemple un prolongement de la période du projet, des changements de l'équipe, de nouvelles publications).

Nous avons contacté toutes les personnes qui avaient retourné un questionnaire complété dans la deuxième enquête, mais aussi d'autres dont nous supposions qu'elles avaient entretemps également commencé à travailler dans le domaine de l'IA. A la lettre accompagnante, nous avons joint la liste des personnes contactées, et nous avons demandé de nous informer de chercheurs que nous avions éventuellement oubliés.

Au total, 76 personnes ont été contactées. Le taux de ceux qui ont répondu est très satisfaisant : 61 chercheurs ont répondu par écrit, et 13 ont été interrogés par téléphone. Concernant les deux autres chercheurs, nous avons appris de la part de tiers qu'ils ne travaillent pas (ou pas en Autriche) actuellement dans le domaine de l'IA. Parmi les réponses reçues se trouvent 74 questionnaires concernant des projets nouveaux et nombre de rapports sur des suppléments ou des changements dans les données de projets contenus déjà dans la 2ème édition. 14 des chercheurs contactés nous ont informé qu'ils ne réalisent pas de projets dans le domaine de l'IA. Le questionnaire a été publié aussi dans le journal de l'Association Autrichienne pour l'Intelligence Artificielle, ce qui a incité deux autres chercheurs à nous communiquer leurs projets. 5 autres chercheurs nous ont été indiqués par des personnes déjà prises en compte dans nos données. Les projets terminés avant 1992 n'ont finalement pas été inclus dans l'édition actuelle.

Au total, nous avons reçu 152 questionnaires complétés, dont 52 pour des projets terminés. Ceci correspond à un accroissement de 14% par rapport à 1992 et de 95% par rapport à 1990. Nous espérons donc avoir présenté d'une façon presque complète la recherche en IA en Autriche dans le rapport Trappl et al., 1995a.

Les résultats

Les résultats reflètent essentiellement la situation telle qu'elle se présentait au milieu de l'année 1994. La liste des publications va jusqu'à l'automne de 1994. Toutes les données ont été entrées dans une base de données relationnelle qui a également servi, dans la mesure du possible, d'aide à leur interprétation. Toutes les informations sur les 152 projets (nos données de base) ainsi que sur les autres résultats, sont contenues dans le rapport mentionné ci-dessus (Trappl et al. 1995a), et on les trouve également sur WWW: < http:// /www.ai.univie.ac.at/aiia/>.

Quels thèmes des recherche?

La classification des projets a repris les noms des sous-groupes de la section 1 «Intelligence Artificielle» de l'Association Allemande pour l'Informatique, et a été complétée par des thèmes de sessions de l'IJCAI (tels qu'ils se présentaient au moment de la 1ère enquête). Les chercheurs eux-mêmes ont classifié leurs projets dans les questionnaires. On pouvait en effet classifier un projet sous plusieurs thèmes. La figure page 15 montre le nombre des projets dans les divers domaines de l'IA en 1994, 1992 et 1990. La répartition des projets parmi les domaines de l'IA révèle une similarité surprenante avec les années précédentes. Des accroissements plus marqués sont enregistrés dans les domaines du «connexionisme/réseaux neuronaux», «apprentissage automatique», «recon-

I.A. EN AUTRICHE

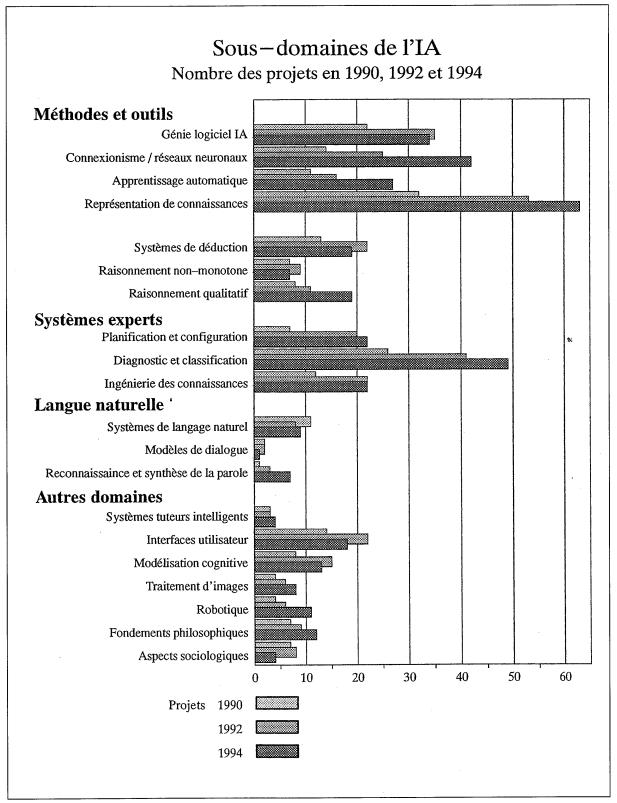


Figure 1

I.A. EN AUTRICHE

naissance et synthèse de la parole», «robotique», des déclins plus marqués dans les domaines des «systèmes de déduction», «interfaces utilisateur» et «aspects sociologiques».

Les pourcentages des projets classés en recherche fondamentale, en recherche appliquée et en développement sont respectivement: 40%, 41% et 19%. On retrouve exactement la même proportion de projets dans ces trois domaines qu'en 1990, alors qu'elle avait été différente en 1992.

Une des questions que nous avons posées s'est avérée peu utile : Comme nous craignions, dès la première enquête, que le volume financier des projets doive souvent rester confidentiel/ inconnu (par exemple le «coût» d'un assistant universitaire ou d'un étudiant), nous avons demandé d'indiquer le nombre (estimé) de personnes par an. Cette fois également, il n'a pas été indiqué pour la totalité des projets, mais, dans l'édition actuelle, seulement pour 78% d'entre eux, soit 119 sur 152 questionnaires. Enfin, parmi ces informations, certaines se sont avérées absurdes, mais sont restées en l'état même après des explications téléphoniques. Il en ressort que soit le nombre des personnes par an est inconnu même des directeurs des projets, soit il n'est pas révélé en dehors des institutions. C'est pourquoi l'interprétation des données (Figure 2) ne peut refléter que le nombre des projets, sans tenir compte de leur volume.

Quels chercheurs?

Au total, 256 chercheurs (par rapport à 237 dans la 2ème édition, soit un accroissement de 7% par rapport à 1992, et un accroissement de 80% par rapport à 1990) ont été mentionnés par leur nom, et une quarantaine ou cinquantaine de façon plus vague («collaboration occasionnelle d'étudiants», «plusieurs stagiaires», etc.). Si l'on exclut les personnes dont la qualification ne relève évidemment pas de la discipline de l'IA (par exemple les experts des divers domaines d'application), et que l'on tient compte du fait, ressortant des informations données dans les questionnaires, que les chercheurs ne travaillent pas tous pendant la même période, on arrive à un nombre total d'environ 100 chercheurs en IA, soit à temps plein, soit à temps partiel.

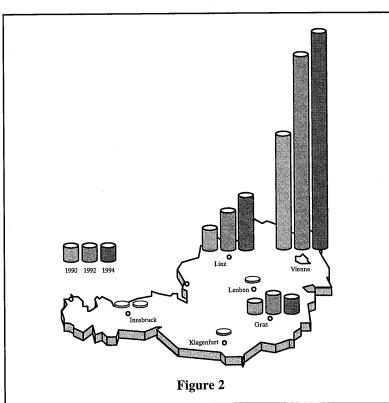
Et quel est le taux de femmes ? Pour 243 personnes, il était possible d'identifier le sexe (parce que leur prénom était cité). 29 d'entre elles étaient des femmes, ce qui correspond à 12%. En 1990, le taux de femmes dans la recherche IA était 13,6%, et en 1992 10,6%. Si l'on compare ce taux par exemple avec le taux de femmes diplômées en études informatiques à l'Université Technologique de Vienne, on voit que celui-ci valait 10% en 1990, 5% en 1992 et 6,7% en 1994 (calculé sur la base des 4 examens finaux les plus récents des études en informatique). Le taux des femmes travaillant en IA est donc deux fois supérieur à celui des femmes diplômées en informatique.

Dans quelles régions/institutions?

La figure ci-dessous illustre la distribution de la recherche en IA à travers l'Autriche, et on voit bien que Vienne y est le centre incontesté. Pour éviter de se perdre dans les détails et pour rendre le graphique plus clair, on a d'ailleurs représenté les agglomérations «Vienne» et «Linz», ce qui permet de compter les projets réalisés à

Mödling parmi ceux de Vienne, et les projets de Hagenberg parmi ceux de Linz. Le nombre des projets réalisés à Vienne est le triple du nombre des projets réalisés dans toutes les autres provinces de l'Autriche. Cette proportion n'a guère changé depuis 1990.

Alors que le nombre des projets IA réalisés à Graz a diminué, on constate un accroissement sensible à Vienne ainsi qu'à Linz, l'augmentation à Linz étant même plus importante qu'à Vienne - quoiqu'en termes relatifs seulement, et non pas en termes absolus. Dès 1992, le nombre des institutions de recherche en IA a augmenté de 37 à 43 (de 16,2%, et de 65% par rapport à 1990). Cet accroissement ne révèle pas qu'il y a eu des transformations importantes: dès 1992, 7 institutions ont quitté la scène (dont le centre de recherche d'ALCATEL-Austria-ELIN) tandis que 13 y sont nouvellement entrées. Ce qui est frappant, c'est le fait que le centre de recherche d'ALCATEL-Austria-ELIN était représenté dans l'édition de 1993 avec 11 projets, dont quelques-uns jouissaient d'une grande reconnaissance sur le plan international. Il ne nous a pas été possible de savoir si ces projets



I.A. EN AUTRICHE

continuent dans un autre centre de recherche de l'entreprise multinationale ALCATEL.

Quelle est la distribution «quantitative» des projets (reflétant, comme nous l'avons expliqué ci-dessus, le nombre des projets, sans tenir compte de leur volume)? Soulignons d'abord qu'il y a deux cas où l'on trouve une très étroite proximité géographique et personnelle entre deux institutions, dont l'une est un département universitaire et l'autre une association. Ce sont : 1.) l'Institut autrichien des recherches en Intelligence Artificielle (OFAI) et le Département de cybernétique médicale et d'Intelligence Artificielle de l'Université de Vienne (directeur commun : R.Trappl), et 2.) le Département d'informatique appliquée et d'analyse des systèmes, section bases de données réparties et systèmes experts, de l'Université Technologique de Vienne, et le Laboratoire «Christian Doppler» pour les systèmes experts (directeur commun : G.Gottlob). Si l'on considère aussi, en plus de ces deux groupes, l'Institut de Recherches en Calcul Symbolique (RISC) (directeur : B.Buchberger), on trouve que 40% environ de tous les projets d'IA autrichiens sont réalisés dans ces trois «grandes» institutions de recherches. Ce taux reflète cependant une diminution depuis l'année 1990, alors que la moitié environ des projets était réalisée dans ces trois institutions.

Combien de temps durent ces projets?

La durée a été indiquée pour 130 projets parmi les 152. Elle va de 5, 6, à 120, voire même 130 mois. La moyenne de la distribution s'élève à 29 mois, ce qui veut dire que pour 50 pour cent des projets, la durée est inférieure, et pour 50 pour cent elle est supérieure à 29 mois. Pour la moitié des projets, la durée s'étend de 20 à 44 mois environ. Étant donné que la movenne de la distribution était de 25 mois en 1990 et de 28 mois en 1992, on peut observer une tendance, quoique faible, aux projets à plus long terme.

Quelles sources les financent?

Sur 88 des 152 projets, soit 58%, des sources de financement externes ont été indiquées sur les questionnaires, soit 110 au total (nous avions proposé comme critère, par exemple, la mention d'une telle source dans les publications), un pourcentage sensiblement réduit par rapport à 1992 (alors 65%).

Par rapport à 1992, il y a un changement frappant en tête de la liste : tandis qu'en 1990, ainsi qu'en 1992, le principal bailleur de fonds était le Ministère Fédéral des Sciences et de la Recherche (maintenant : Ministère Fédéral des Sciences, de la Recherche et des Arts, «BMWFK»; 1990: 17 projets, 1992: 21), suivi par le Fonds National pour la Promotion de la Recherche Scientifique («FWF», 1990: 12, 1992: 19 projets), le FWF s'est avancé au premier rang avec 24 projets soutenus, soit deux fois le nombre qu'il soutenait en 1990, tandis que le BMWFK soutient moins de projets qu'en 1992 et occupe la deuxième place avec 18 projets. Bien que le Fonds Autrichien pour l'Encouragement de la Recherche Industrielle («FFF») finance seulement 6 projets (par rapport à 8 en 1992), il se place au troisième rang.

Le recul du nombre des projets soutenus par le FFF ainsi que par le Fonds Autrichien pour l'Encouragement de l'Innovation et de la Technologie («ITF», passé de 11 à 4) s'explique peut être par le fait qu'à la suite de l'adhésion de l'Autriche à l'Union Européenne certains projets ont pu être financés par Bruxelles - bien que l'Union Européenne ne soit indiquée comme source financière que pour 5 cas (1992: 3 cas). Les institutions qui soutiennent plus de projets en 1994 qu'en 1992 sont : la Société «Christian Doppler» de l'industrie nationalisée autrichienne, Siemens S.A. Autriche, Siemens S.A. Allemagne, et Austrian Industries.

Si l'on catégorise les financements de projets d'après leur caractère public, ou tout du moins selon leur provenance directe de sources d'impôt, et si on les oppose aux soutiens apportés par des entreprises commerciales, on observe que 67% des financements proviennent de fonds publics, et 33% d'entreprises commerciales. Étant donné que ce dernier taux ne s'élevait qu'à 23% en 1992, on peut remarquer que les sociétés ont gagné 10% du terrain. Ceci traduit un intérêt accru des entreprises, qui ont pris conscience de l'applicabilité de l'IA.

Quelles coopérations résultent de ces recherches?

Les entrées faites sous «institutions coopérantes» indiquent que 167 partenaires de coopération ont été mentionnés, dont 149 par leur nom. Ceci correspond à un accroissement de 27%, tandis que le nombre des projets n'a augmenté que de 14%. De ces 149 partenaires nommés, 87 se trouvaient en Autriche et 62 à l'étranger. Étant donné qu'en 1992, 49 entreprises/instituts collaborants seulement se trouvaient à l'étranger (1990 : 23), le taux d'augmentation s'élève à 27%. 51 de ces partenaires étrangers, soit 80%, se trouvaient dans les pays de l'Union Européenne. Le pays arrivant en tête est l'Allemagne, avec 14 coopérations, suivi de la Grande Bretagne avec 8, de la France (7) et de l'Italie (6). Le partenaire le plus important en dehors de l'Union Européenne est les États-Unis avec 6 coopérations. Le Japon ne figure pas parmi les partenaires de coopération.

... et quelles publications ?

Tous les chercheurs participants ont été priés de nous envoyer la liste complète de leurs publications en IA. La liste compilée comporte ainsi 1329 publications, soit un accroissement de 366 publications par rapport à la deuxième enquête. La moitié environ de ces publications est archivée à l'Institut autrichien de recherche en Intelligence Artificielle. Ces travaux, ainsi que beaucoup d'autres publications dans le domaine de l'IA (37875 entrées à la fin d'août 1995), peuvent être retrouvés dans la base de données bibliographique gérée par l'Institut autrichien de recherche en IA et le Département de cybernétique médicale et d'Intelligence Artificielle de l'Université de Vienne (URL : < http:// /www.ai.univie.ac.at/biblio.html>). Ce système propose même des hyperconnexions qui permettent l'accès direct à ces travaux, tant qu'ils sont disponibles sur Internet.

Conclusion

Cette troisième enquête a révélé quelques changements par rapport à la première et à la deuxième enquêtes, changements qui nous ont nous-mêmes surpris. Cependant quelques-unes

I.A. EN AUTRICHE

des conclusions faites dans les deux rapports précédents sont restées inchangées:

- 1.) L'Autriche se tient au niveau de l'Europe occidentale dans la recherche en IA, ce qui ne signifie pas pour autant qu'il ne serait pas très souhaitable d'augmenter sa présence sur le plan international (congrès, revues) ainsi que la coopération internationale (projets communs, échange de chercheurs).
- 2.) La prédiction que nous avions faite dans le deuxième rapport, que le nombre des groupes de recherche moyens et petits connaîtrait une augmentation sensible dans les années suivantes, s'est vérifiée. Non seulement le nombre des institutions de recherche a augmenté dans une proportion non négligeable, mais les activités de recherche ont aussi connu une déconcentration, de sorte que les trois «grandes» institutions de recherche qui existent sur une base universitaire et/ou d'association ne représentent plus que 40% des projets.
- 3.) Le nombre des coopérations a de nouveau augmenté depuis 1992 (de 132 à 167), également avec des partenaires à l'étranger (de 49 à 62). A notre grande surprise, la France fait figure d'exception, ayant occupé la tête de liste dans la 2ème enquête avec 10 coopérations, tandis qu'actuellement, elle occupe la 3ème place avec seulement 7 coopérations. Nous espérons que cet article contribuera à renverser cette tendance.
- 4.) Il y a en Autriche encore trop peu de grands projets comparables par exemple aux «Verbundsprojekte» (vastes projets financés de sources publiques ainsi que privées) en Allemagne (par exemple VERBMOBIL (Wahlster, 1993), FABEL (Voss et al., 1993)) ou aux États-Unis (par exemple CYC (Guha & Lenat, 1991)).

L'accession de l'Autriche à l'Union Européenne permet cependant d'espérer une augmentation significative de la participation d'institutions autrichiennes à des grands projets européens. L'accroissement marqué que nous avons pu constater dans le nombre des partenaires étrangers, particulièrement dans les pays de l'Union Européenne, en est une base excel-

- 5.) L'absence d'une grande industrie, matériel et logiciel, est encore ressentie douloureusement. Presque tous les établissements dans le domaine informatique n'entretiennent en Autriche que des agences de vente, tandis qu'ils conduisent leurs recherches à l'étranger (l'établissement Siemens est une exception à un certain degré). Il n'y a donc pas pour les plus grandes institutions de recherche de partenaires pour une coopération institutionnalisée, telle qu'elle est pratiquée en Allemagne.
- 6.) Le nombre des projets soutenus a même reculé entre 1992 et 1994, avec une diminution comparativement plus importante du soutien public. Ce qu'il faut éviter, c'est que le gouvernement fédéral autrichien aggrave encore plus, par les «paquets d'austérité», la situation déjà défavorable de l'Autriche dans les statistiques pour le soutien de la recherche dans les pays de l'OCDE. Il sera donc encore plus nécessaire qu'auparavant, d'attirer l'attention des entreprises en Autriche sur les avantages que les méthodes d'IA peuvent leur procurer et d'informer les leaders politiques et plus particulièrement l'opinion publique de l'importance de la recherche en IA pour l'Autriche - un problème qui se pose sûrement aussi à nos collèges en France.

Remerciements

Nous remercions le Ministère Fédéral des Sciences, de la Recherche et des Arts, pour son soutien aux travaux de l'Institut autrichien de recherches en Intelligence Artificielle, et donc à cette enquête.

De plus, nous remercions vivement Mme Isabella Ghobrial-Willmann, Mlle Caroline Renault, Ing. de l'ENSTA, le Dr. Christian Holzbaur et le Prof. Werner Horn, pour leur aide.

Et enfin, nous remercions tous nos collègues qui, en consacrant du temps pour compléter nos questionnaires, nous ont permis de réaliser cette en-

Bibliographie

Guha R.V. and Lenat D.B.: Cyc: A Mid-Term Report, in Trappl R.(ed.): Artificial Intelligence: Future, Impacts, Challenges. Special Issue of Applied Artificial Intelligence, Part 1, Hemisphere, New York, 1991.

Trappl R., Matiasek J., Helscher G.: Artificial Intelligence-Forschung in Österreich: Projekte, Personen, Institutionen, Publikationen. Österreichisches Forschungsinstitut für Artificial Intelligence, TR-91-01,

Trappl R., Matiasek J., Helscher G.: Artificial Intelligence-Forschung in Österreich. Künstliche Intelligenz 2/ 91, 1991b.

Trappl R., Matiasek J., Helscher G.: Artificial Intelligence-Forschung in Österreich 1992: 133 Projekte, 237 Personen, 37 Institutionen, 963 Publikationen. Österreichisches Forschungsinstitut für Artificial Intelligence, TR-93-01, 1993a.

Trappl R., Matiasek J., Helscher G.: Artificial Intelligence-Forschung in Österreich - ein Update. Künstliche Intelligenz 4/93, 1993b.

Trappl R., Matiasek J., Helscher G.: Artificial Intelligence-Forschung in Österreich 1994: 152 Projekte, 252 Personen, 43 Institutionen, 1329 Publikationen. Österreichisches Forschungsinstitut für Artificial Intelligence, TR-95-01, 1995a.

Trappl R., Matiasek J., Helscher G.: Artificial Intelligence-Forschung in Österreich 1994: Ein neuer Update und einige Vergleiche mit Deutschland. Künstliche Intelligenz 4/95 (sous presse), 1995b.

Voß-A., Bartsch-Spoerl B., Hovestadt L., Jantke K., Petersohn U., Strube G.: FABEL: Projektstatus, Perspektiven und Potentiale, GMD, Sankt Augustin, FABEL Report No.16, 1993.

Wahlster W.: VERBMOBIL, Translation of Face-to-Face Dialogs, DFKI, Saarbrücken, FRG, RR-93-34, 1993.

DÉBATS : I.A. ET R.O.

Programmation par contraintes: une nouvelle forme de débat entre Recherche Opérationnelle et Intelligence Artificielle (2)

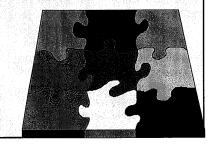
Le texte qui suit rassemble quatre contributions au débat «initié» dans le numéro 21 du Bulletin. Gérard Verfaillie (CERT-ONERA) replace l'opposition entre Recherche Opérationnelle (R.O.) et Intelligence Artificielle (I.A.) dans son contexte historique et propose de réorienter la recherche (en R.O. et en I.A.) vers la production de modèles plus flexibles, permettant une meilleure prise en compte de toutes les particularités des problèmes réels et des divers besoins des utilisateurs optimisation multi-critère, gestion de l'incertitude et de la dynamicité, production de solutions robustes ou d'ensembles de solutions, réponse en temps contraint, résolution interactive et distribuée ... Gérard Bel (CERT-ONERA) insiste plus particulièrement sur la représentation des connaissances nécessaires à la résolution d'un problème concret et discute deux exemples dans lesquels des techniques issues de la R.O. et de l'I.A. ont été comparées. Dans les deux cas, il semble bien que ce soit la capacité du modèle de représentation à «absorber» des connaissances supplémentaires (par exemple, des heuristiques ou des contraintes redondantes) qui soit la clé du succès. Pierre Lopez (LAAS) met en évidence la nécessité de pouvoir manipuler des modèles hybrides, comprenant des variables de différents types, par exemple, des variables à valeurs entières et des variables à valeurs booléennes. Il pose le problème de l'intégration de solveurs de contraintes spécialisés, intégration qui nécessite notamment de clarifier la sémantique opérationnelle de ces solveurs. Enfin, Yves Caseau (Bouygues) propose (déclare qu'il est nécessaire ?) d'étudier de nouvelles méthodes hybrides pour résoudre des problèmes complexes d'optimisation combinatoire. L'utilisation de techniques logicielles développées par la communauté I.A. (règles, contraintes) permet en effet de décrire plus simplement des algorithmes connus, et d'implanter facilement de nouveaux algorithmes qui auraient été jugés trop complexes avec des méthodes de programmation plus classiques.

Le texte de ces contributions est accompagné d'une liste de références fournies par les auteurs. Je me suis permis d'y ajouter deux références d'articles récents [Jordan and Drexl 95] [Smith et al 95] qui m'ont semblés intéressants dans le cadre de ce débat. Enfin, Jean-Charles Pomerol (LAFORIA) nous a fait parvenir deux références [Courbon et al 94] [Pomerol 95] traitant des différences et des interactions entre R.O. et I.A. pour l'aide à la décision. Toute contribution à ce sujet est d'ailleurs bienvenue. De façon plus générale, toute contribution au débat (réaction aux contributions ci-dessous ou positionnement du débat sur une autre

dimension) doit être envoyée sous format Word par courrier (disquette) ou par e-mail (Ascii ou Binhex) à :

Claude Le Pape,

Bouygues - Challenger, 1, Avenue Eugène Freyssinet, 78061 Saint-Quentin-en-Yvelines, lepape@dmi.ens.fr



RO/IA le vrai débat n'est pas là

Gérard Verfaillie **CERT-ONERA**

2, Avenue Edouard Belin - 31055 Toulouse Cedex email: verfaillie@cert.fr

Résumé: Recherche Opérationnelle (R.O.) et Intelligence Artificielle (I.A.) sont plus des écoles universitaires historiquement situées que des ensembles cohérents de techniques. Continuer à les opposer n'a aucune pertinence. Plus intéressant est le débat initié à la fin du papier de Claude Le Pape [Le Pape 95]: sur quoi faire aujourd'hui porter l'effort de recherche en résolution ou aide à la résolution de problèmes ? sur l'amélioration continue des techniques de résolution dans un cadre mathématique l'imité afin d'améliorer les performances des algorithmes et de traiter des problèmes de plus en plus importants ? ou sur l'élargissement de ce cadre permettant une modélisation de plus en plus fine des problèmes réels et une meilleure prise en compte des besoins utilisa-

Qu'est ce que la R.O. ? Qu'est ce que l'I.A. ? Qu'est ce qui fonde leur différence? On a certainement déjà dû vous poser ces questions. Et comme tous les autres, vous avez été incapable de donner une réponse satisfaisante. Vous vous en êtes sorti, soit par une définition vague et boiteuse, soit par une énumération de techniques : la R.O., c'est la Programmation Linéaire, la Programmation Dynamique, la Recherche dans les Graphes, le Branch and Bound ..., l'I.A. c'est la Programmation Logique, la Programmation par Contraintes, la Programmation Objet, les Systèmes Experts, les Réseaux Neuronaux, les Algorithmes Génétiques ...

En faisant ce type de réponse, vous êtes cependant passé à côté de l'essentiel, à savoir que R.O. et I.A. ont, à la base, le même objectif : construire des systèmes logiciels aptes à prendre des décisions intelligentes face à des situations complexes, que les différences sont

DÉBATS : I.A. ET R.O.

essentiellement historiques et donc d'un intérêt limité à l'étude de l'histoire des techniques.

Pour vous en convaincre, vous pouvez regarder les résultats du projet PRC IA Bahia (Booléens: Algorithmes et Heuristiques pour l'Intelligence Artificielle [Bahia 92]) dont le but était d'analyser et de comparer les formalismes et techniques issues de la Logique Propositionnelle (SAT), des Problèmes de Satisfaction de Contraintes (CSP) et de la Programmation Linéaire en Nombres Entiers (ILP). Les cadres formels ont globalement la même puissance expressive, les techniques sont différentes, mais il existe de nombreuses ressemblances et possibilités de réutilisation : voir par exemple le lien entre la méthode de Davis et Putnam dans le cadre SAT et le Forward Checking dans le cadre CSP ou entre les plans séquents dans le cadre ILP et le renforcement de cohérence dans le cadre CSP; voir aussi la possibilité d'utilisation des Diagrammes de Décision aussi bien dans le cadre SAT que dans le cadre CSP.

On a pourtant vu, au plus fort de la vague de l'Intelligence Artificielle, nombre de papiers affirmant que, grâce à ses techniques de représentation et de manipulation de la connaissance, l'I.A. apportait ou apporterait des réponses radicalement nouvelles par rapport à la R.O., enfermée dans des solutions algorithmiques à des problèmes trop spécifiques. Et il est vrai que les ambitions et les propositions de l'I.A. pouvaient à l'époque apparaître sensiblement différentes de celles de la R.O.: traitement d'informations symboliques et plus seulement numériques, séparation entre connaissance et algorithmique, structuration de la connaissance, développement de méthodes génériques, lisibilité de la résolution, importance des explications ...

Après quelques années, la vague ayant nettement reflué, force est de constater qu'il y avait là plus d'incantation et de vœu pieux que de sérieux scientifique. Je connais moins l'histoire de la R.O. que celle de l'I.A., mais j'imagine que les chercheurs en R.O. avaient au départ les mêmes ambitions que, 30 ans plus tard, les chercheurs en I.A: modéliser les problèmes dans toute leur complexité, concevoir des mécanismes permettant d'y répondre de la façon la plus pertinente possible. Mais comme toujours, il y a les ambitions et ensuite les résultats qui ne sont pas forcément à la hauteur : pour faire résoudre par une machine des problèmes complexes, on est amené à les simplifier, à définir des cadres formels très rudimentaires sur lesquels on sait construire des outils efficaces (la Programmation Linéaire en est un bon exem-

Et on peut se demander si l'histoire de l'I.A. n'est pas celle du fils (ou de la fille) rebelle qui devient père (ou mère) de famille. Après avoir critiqué les réponses trop limitées de la R.O., ne tombe-t-elle pas aujourd'hui dans les mêmes travers? Un seul exemple dans le domaine de la Programmation par Contraintes. Combien de papiers sur ce thème dans les grandes conférences (IJCAI, AAAI, ECAI, CP ...) qui commencent par la même phrase magique: We can assume, without any loss of generality, that all the constraints are binary? Bien sûr, il est toujours possible de transformer un CSP quelconque en CSP binaire, mais au prix d'une augmentation prohibitive du nombre de variables et de contraintes, qui rend l'opération inenvisageable sur des problèmes de taille réaliste.

En fait cette phrase signifie simplement que nombre de chercheurs du domaine ont fait le choix de développer des techniques certes très sophistiquées, mais limitées à un cadre extrêmement restreint, celui des problèmes de satisfaction de contraintes binaires, alors que le moindre problème réel est un problème d'optimisation (et non simplement de satisfaction) faisant intervenir des contraintes d'arité quelconque.

Est ce le bon choix ? C'est la question que l'on peut se poser et peut être le débat essentiel dans le domaine de la Programmation par Contraintes et, plus généralement, de l'I.A., si l'on ne veut pas encaisser dans quelques années, de la part de nouveaux fils rebelles, une volée de bois vert semblable à celle que la R.O. a subie 20 ans plus tôt.

Sans vouloir abandonner la recherche de nouvelles techniques toujours plus performantes, qui restent la base sur laquelle tout le reste se construit, ne doit-on pas fortement réorienter notre recherche vers la production de modèles plus larges, plus flexibles, permettant une meilleure prise en compte de toutes les particularités des problèmes réels (existence de contraintes, de préférences et de critères, incertitude ...) et des divers besoins utilisateurs (optimisation multi-critère, gestion de l'incertitude et de la dynamicité, production de solutions robustes ou d'ensembles de solutions, réponse en temps contraint, résolution interactive, distribuée ...) ?

RO/IA ou: comment utiliser les connaissances disponibles pour résoudre un problème?

Gérard Bel ONERA Centre d'Etudes et de Recherches de Toulouse

Département d'Etudes et de Recherches en Automatique 2, Avenue Edouard Belin - 31400 Tou-

louse, email: bel@cert.fr

Les quelques commentaires qui suivent viennent compléter les contributions de Claude Le Pape et Gérard Verfaillie qui introduisent de façon tout à fait pertinente le débat et avec lesquelles je suis en grande partie d'ac-

Ces compléments seront faits en prenant le point de vue de l'ingénieur qui a à résoudre des problèmes concrets voire industriels.

Une partie de la Recherche Opérationnelle et une partie de l'Intelligence Artificielle ont comme préoccupation commune la résolution de problèmes à forte combinatoire (ordonnancement, affectation, localisation, ...). De plus en plus de problèmes réels de grande taille se posent sous cette forme suite à la mondialisation des marchés et aux réductions nécessaires des coûts et des délais de conception et de production.

DÉBATS : I.A. ET R.O.

La séparation entre Recherche Opérationnelle et Intelligence Artificielle est, a priori, de peu d'intérêt lorsqu'on s'intéresse à la résolution de problèmes concrets de ce type. Ce qui importe, ce sont les approches de modélisation qui vont permettre de prendre en compte, le plus facilement possible, tous les aspects importants de cette réalité et les méthodes qui vont permettre de trouver de façon efficace la réponse au problème posé.

Remarquons, à ce titre, et puisque ces deux disciplines (complémentaires et parfois redondantes à mon sens) existent, qu'on ne peut pas attribuer à l'Intelligence Artificielle de façon intrinsèque les défauts d'une discipline «jeune» qui, après des recherches plus conceptuelles, évolue (notamment vers plus de «numérique») lorsqu'elle se trouve confrontée aux vrais problèmes industriels.

Deux exemples vont montrer que le choix des méthodes ne se fait pas en fonction de leurs origines (Recherche Opérationnelle ou Intelligence Artificielle) mais en fonction de leur capacité à prendre en compte des connaissances que l'on a. Ce qui est important, c'est de connaître les formalismes et les méthodes des deux disciplines pour utiliser à chaque fois le formalisme et la méthode avec lesquels on pourra le mieux prendre en compte toutes ces connaissances. C'est ce que l'on constate dans la réalité des deux exemples ci-dessous:

· Le premier exemple concerne un problème d'ordonnancement multi-site de grande taille (4000 variables) [Bel and Thierry 93]. Ce problème a été résolu en utilisant un logiciel de programmation par contraintes (approche Intelligence Artificielle). Grâce à cette approche on a pu, en utilisant des heuristiques spécifiques de choix des variables et de choix des valeurs de ces variables, prendre en compte les connaissances sur le fonctionnement du système réel (façon dont les différents sites étaient gérés) et obtenir une résolution efficace du problème compatible avec l'utilisation sur site. Or, une grande partie du problème (mais pas sa totalité) pouvait s'exprimer sous la forme d'un problème de programmation linéaire (approche Recherche Opérationnelle). A priori les méthodes de résolution de programmes linéaires sont réputées pour leur efficacité. Or des tests (rapides il est vrai) ont montré que sur cette partie linéaire la résolution utilisant l'algorithme du Simplexe était légèrement moins efficace que celle utilisant la programmation par contraintes parce que, dans celle-ci, il avait été possible d'introduire des connaissances supplémentaires. A la lumière de cette expérience les défenseurs (et vendeurs) de la programmation par contraintes et de l'Intelligence Artificielle doivent se réjouir!

• L'autre exemple va, au contraire, réjouir les défenseurs (et les vendeurs) de la programmation linéaire et de la Recherche Opérationnelle. Il s'agit d'un problème, bien connu des chercheurs opérationnels, de localisation d'entrepôts de façon à minimiser les coûts de transport vers des clients. La puissance d'expression de la programmation par contraintes permet une modélisation synthétique du problème en réduisant de façon significative le nombre de variables par rapport à la formulation classique en Recherche Opérationnelle, d'un programme linéaire en nombre entiers.

On pouvait donc penser que l'approche par programmation par contraintes était mieux adaptée. Or, l'approche par programmation linéaire a permis, grâce à l'introduction de «coupes» (contraintes redondantes qui permettent de rapprocher la solution du problème en nombres réels de la solution en nombre entiers), dont il est connu qu'elles sont bien adaptées à certains types de contraintes [Salesbergh 94], d'obtenir une résolution bien plus efficace qu'en utilisant l'approche par programmation par contraintes.

Ces deux exemples montrent bien, ce dont tout le monde semble maintenant persuadé, qu'il est illusoire d'imaginer pouvoir affirmer que certaines méthodes de résolution de la Recherche Opérationnelle ou de l'Intelligence Artificielle sont toujours plus efficaces que d'autres. Ce qui importe, ce sont les possibilités d'expression et d'utilisation des connaissances.

Enfin il faut remarquer qu'il est difficile de classer de façon préférentielle en Intelligence Artificielle ou en Recherche Opérationnelle tous les nouveaux formalismes et méthodes approchées qui sont apparus récemment pour la résolution de problèmes à forte combinatoire (algorithmes génétiques, réseaux neuronaux, ...) qui apportent certainement une vue nouvelle au sur de la façon de résoudre les problèmes.

En conclusion, on peut se réjouir que les recherches en Intelligence Artificielle et Recherche Opérationnelle permettent d'améliorer sans cesse la puissance d'expression des formalismes et l'efficacité des méthodes pour le plus grand bien des utilisateurs. Cet arsenal de formalismes et de méthodes doit être utilisé à bon escient pour résoudre des problèmes concrets. Cependant la séparation trop nette entre les deux disciplines, si elle peut favoriser une certaine innovation, risque également de ne pas permettre une bonne capitalisation des connaissances (certains reprochent à l'Intelligence Artificielle de rebaptiser des concepts et de redécouvrir des méthodes connues depuis longtemps en Recherche Opération-

Programmation par contraintes pour l'ordonnancement?

Pierre Lopez Laboratoire d'Analyse et d'Architecture des Systèmes du CNRS 7, avenue du Colonel Roche - 31077

Toulouse Cedex email: lopez@laas.fr

La plupart des problèmes pratiques abordés en Recherche Opérationnelle (R.O.) puis en Intelligence Artificielle (I.A.) relèvent des problèmes combinatoires. On retrouve fréquemment des problèmes de planification ou d'ordonnancement, d'affectation de ressources, etc. Généralement, il n'existe pas d'algorithme à la fois général et efficace pour les résoudre. Aussi, les méthodes traditionnelles de résolution

DÉBATS : I.A. ET R.O.

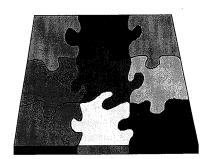
consistent à développer des stratégies locales spécifiques ou des méthodes arborescentes opérant par tentatives et retour arrière. Les principales limites de ces méthodes sont de proposer un cadre de résolution trop spécialisé pour être utilisées dans un contexte dynamique, ou de nécessiter un temps de résolution prohibitif pour des problèmes de grande taille.

Dans ces problèmes, et particulièrement dans les problèmes d'ordonnancement, la complexité de la résolution est inhérente à la sémantique des contraintes, essentiellement les contraintes de ressources qui imposent des alternatives. La programmation par contraintes dérive de la programmation logique, la R.O. et l'I.A.; la programmation logique offre le principe général du non-déterminisme tandis que R.O. et I.A. proposent des solveurs de contraintes comme la programmation linéaire ou les techniques de satisfaction de contraintes. Elle se veut répondre à l'attente de langages de programmation permettant l'expression déclarative des contraintes, leur traitement efficace et transparent, et la mise à disposition de l'utilisateur de plusieurs modes de coopération avec le système.

Si principalement les deux premiers objectifs ont été atteints, on peut toutefois formuler les critiques suivantes au sujet de tels langages. Depuis leur apparition, le nombre de solveurs sur des domaines particuliers de variables qui y ont été intégrés, a considérablement augmenté. Cependant, les relations entre domaines sont quasi-inexistantes et imposent de se limiter à une modélisation liée à un solveur déterminé (par exemple dans le cadre des entiers à domaines finis) pour le traitement d'un problème. La pertinence de modèles hybrides (ou mixtes) est pourtant importante, par exemple dans les problèmes d'ordonnancement où l'on peut avantageusement exprimer des relations liant des inégalités arithmétiques (entre variables représentant des événements d'activités par exemple) et des variables booléennes (qui peuvent symboliser la condition de précédence entre deux activités). L'intérêt d'utiliser un modèle booléen est d'abord de permettre une représentation simplifiée des contraintes de précédence, essentiellement en présence d'alternatives; ensuite les langages de programmation par contraintes proposent des algorithmes de traitement complet des contraintes booléennes, ce qui permet de caractériser de manière symbolique l'ensemble des solutions séquentielles d'un problème d'ordonnancement.

L'effort a plutôt été consacré à l'optimisation des performances de certaines primitives très spécialisées dans le but de rivaliser avec les outils de programmation mathématique pour traiter les problèmes d'ordonnancement et bien évidemment pour des raisons commerciales face à des outils de programmation par contraintes concurrents. Il s'en suit logiquement une confidentialité sur les mécanismes internes des primitives les plus évoluées, qui intègrent des algorithmes ou des concepts spécifiques à certains problèmes d'ordonnancement. Ceci entraîne nécessairement une disparité dans le traitement des contraintes d'un langage à un autre; de plus l'utilisation de certaines primitives «boites noires» encourage le programmeur à préférer une implémentation faisant appel à un métainterpréteur, peut-être moins efficace mais dont il contrôlera le fonctionne-

Néanmoins, on peut espérer que les concepteurs de tels langages soient sensibles à l'exhibition de cet inconvénient majeur et que la tendance soit davantage à la standardisation de la définition sémantique des contraintes dans les langages de programmation par contraintes, qu'au développement excessif et cloisonné des solveurs donnant lieu à des systèmes d'ordonnancement plus qu'à des langages de programmation.



Recherche Opérationelle et Intelligence Artificielle

Yves Caseau **Bouygues - Challenger**

1, Avenue Eugène Freyssinet - 78061 Saint-Quentin-en-Yvelines email: caseau@dmi.ens.fr

Avant de parler des apports réciproques de l'I.A. et de la R.O., il convient de souligner, comme l'a fait Claude Le Pape, la différence entre les buts de ces deux disciplines. Il en ressort qu'une bonne solution d'un point de vue I.A. est rarement acceptable d'un point de vue R.O. et réciproquement.

Si l'on pose le problème comme la nécessité pour chacune de ces disciplines de s'ouvrir à l'autre, on s'expose à des critiques évidentes : on peut en effet considérer que les progrès récents obtenus par les systèmes de propagation de contraintes pour des problèmes d'optimisation combinatoire (e.g., ordonnancement) l'ont été au détriment des objectifs initiaux de simplicité, lisibilité, flexibilité ... par adjonction d'algorithmes spécialisés. A l'inverse, on peut considérer que le modèle de propagation de contraintes est un dogme trop conservateur et trop restrictif, un héritage d'un passé trop ambitieux et que les algorithmes complexes introduits dans ces mêmes systèmes seraient plus simples s'ils n'étaient appliqués qu'à un problème à la fois.

Je serais donc plutôt en faveur d'une position intermédiaire, qui déclare qu'il est nécessaire d'étudier de nouvelles méthodes hybrides pour résoudre des problèmes complexes d'optimisation combinatoire. Pourquoi est-ce nécessaire? Parce que ni l'I.A. ni la R.O. n'ont réussi. Si c'était le cas, cette discussion n'aurait pas lieu d'être. Il suffit de se promener dans les entreprises pour constater qu'à de rares exceptions près, ni l'I.A. ni la R.O. n'ont pénétré les systèmes de contrôle et de décision industriels. Comme cela a déjà été dit, les systèmes qui se réclament de l'I.A. pêchent par leurs performances et ceux qui se réclament de la R.O. pêchent par leur manque de flexibilité.

DÉBATS : I.A. ET R.O.

De quoi parle-t-on? Il s'agit ni plus ni moins que de reprendre le travail fourni durant les 20 dernières années par la communauté de R.O. à la lumière des techniques logicielles développées par la communauté I.A. (règles, contraintes). Ces techniques sont fondées sur l'utilisation de la logique pour augmenter le niveau d'abstraction. Elles permettent de décrire plus simplement des algorithmes connus, mais aussi d'aborder de nouveaux algorithmes qui auraient été jugés trop complexes avec des méthodes de programmation plus classiques.

Pourquoi penser que cette approche est intéressante ? Parce que les premiers résultats sont très encourageants. En matière d'ordonnancement, les algorithmes de propagation qui intègrent des méthodes de recherche opérationnelle offrent des performances très compétitives avec les meilleurs algorithmes spécialisés tout en conservant une bonne partie de la flexibilité des systèmes de propagation de contraintes et en offrant par conséquent une «extensibilité» jamais atteinte avec des algorithmes spécialisés.

Il est évident que les meilleurs candidats pour explorer ce domaine sont les chercheurs de l'I.A. et de la R.O. Il est aussi évident qu'il est très difficile d'être «à la pointe» partout et que l'exis-

tence de ce domaine ne remet en cause ni la R.O. ni l'I.A. Au contraire, il est important que les deux disciplines puissent avancer séparément sur leurs buts respectifs. Nous aurons besoin de meilleures techniques génériques et de meilleurs algorithmes spécialisés de toute façon.

REFERENCES

[Bahia 92] Projet BAHIA. Etude comparative de trois formalismes en calcul propositionnel. Actes des journées nationales du PRC GDR Intelligence Artificielle, Marseille, France, 1992.

[Bel and Thierry 93] G. Bel and C. Thierry. A Constraint-based System for Multi-site Coordination and Scheduling. IJCAI'93 Workshop on Knowledge-Based Production Planning, Scheduling and Control, Chambéry, France, 1993.

[Courbon et al 94] J.-C. Courbon, D. Dubois et B. Roy, interrogés par J.-Ch. Pomerol. Autour de l'aide à la décision et de l'intelligence artificielle. Rapport LAFORIA No 94/01, 1994.

[Esquirol et Lopez 95] Patrick Esquirol et Pierre Lopez. Programmation logique avec contraintes et ordonnancement. APII, 29(4-5):379-407, 1995.

[Jordan and Drexl 95] Carsten Jordan and Andreas Drexl. A Comparison of Constraint and Mixed-Integer Programming Solvers for Batch Sequencing with Sequence-Dependent Setups. ORSA Journal on Computing, 7(2):160-165, 1995.

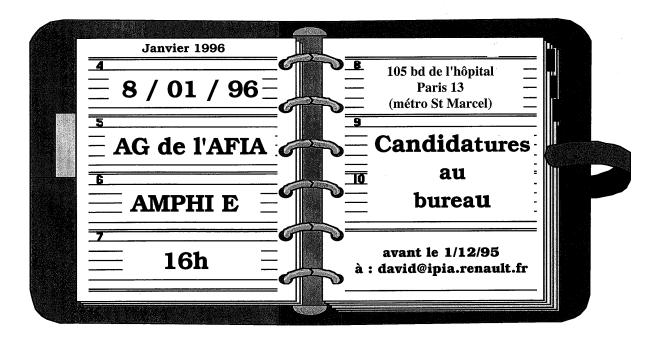
[Le Pape 95] Claude Le Pape. Programmation par contraintes: une nouvelle forme de débat entre Recherche Opérationnelle et Intelligence Artificielle. Bulletin de l'AFIA, 21:24-25,

[Pomerol 95] Jean-Charles Pomerol. Artificial Intelligence and Human Decision Making. Rapport LAFORIA No 95/12, 1995.

[Salesbergh 94] M. W. Salesbergh. Preprocessing and Probing Techniques for Mixed Integer Programming Problems. ORSA Journal on Computing, 6(4), 1994.

[Smith et al 95] Barbara M. Smith, Sally C. Brailsford, Peter M. Hubbard and H. Paul Williams. The Progressive Party Problem: Integer Linear Programming and Constraint Programming Compared.

First International Joint Workshop on Artificial Intelligence and Operations Research, Timberline Lodge, Oregon,



INRETS

Les recherches utilisant l'Intelligence Artificielle à l'INRETS Institut National de Recherche sur les Transports et leur Sécurité

présentation adressée par Miguel Pintado

INRETS

2, avenue du Général Malleret-Joinville

94114 Arcueil Cédex Tel: (1) 47 40 70 00 Fax: (1) 45 47 56 06

Sur le modèle d'autres EPST spécialisés (INRIA, INRA, INSERM...), l'INRETS est un établissement de près de 500 personnes qui a pour mission principale d'entreprendre des recherches dans le domaine des transports. Ce domaine doit être compris au sens le plus large, aussi bien en termes disciplinaire (psychologie, informatique, économie...) qu'applicatif (l'exploitation, la sécurité, l'accidentologie...). Les différents modes de transport sont toutefois inégalement couverts avec une forte spécialisation dans les modes terrestres. L'INRETS est organisé en une quinzaine d'unités de recherche spécialisées par domaine applicatif, avec quelques exceptions dont le domaine est plutôt disciplinaire.

C'est le cas du département MAIA (Mathématiques Appliquées et Intelligence Artificielle) qui couvre en particulier le champ de l'IA. Implantée à Arcueil et à Bron, cette unité, d'une quinzaine de personnes (dont une dizaine de chercheurs permanents), a pour mission première d'explorer, de maîtriser et de mettre en oeuvre les approches intéressant potentiellement le domaine des transports et celui de la sécurité. Dans le cadre de cette mission l'unité accueille des étudiants en DEA et en thèse en liaison avec des écoles et des universités (Paris VI, ENPC, CRIN de Nancy...).

D'autres unités de recherche utilisent une approche Intelligence Artificielle dans le cadre de leurs activités. Ainsi l'ESTAS (évaluation des systèmes de transport automatisés et de leur sécurité) utilise largement les outils de l'Intelligence Artificielle afin d'améliorer

la sécurité et l'exploitation des transports terrestres publics (par exemple le métro). Il en est de même pour le LESCO (Laboratoire Ergonomie Santé Confort) qui utilise une plate-forme Multi-Agents dans le cadre d'une analyse ergonomique pour la conception d'habitacles de véhicules.

L'INRETS a également un rôle d'information et de promotion, d'organisation de séminaires et de conférences ainsi que d'animation de réseaux dans les domaines de sa compétence. Les activités de l'INRETS sont organisées en projets ou en actions de recherche identifiées dont nous présentons cidessous les principales utilisant une approche Intelligence Artificielle.

Modélisation et Optimisation de systèmes complexes de transport

Objectifs de la recherche

L'objectif de cette recherche est d'étudier et de mettre en œuvre des nouvelles techniques conjointes de l'Intelligence Artificielle (résolveurs de problèmes, langage à base de contraintes) et de la Recherche Opérationnelle (optimisation combinatoire) pour la modélisation et la résolution de problèmes complexes de transport.

Phases de déroulement

Nos réflexions sur la modélisation des systèmes complexes tiennent compte de la diversité à la fois des modèles et des applications. La recherche comporte plusieurs axes:

* Étude des méthodes, langages et outils de modélisation.

Sur un plan théorique, les fondements des langages de programmation sous contraintes et les différentes méthodes

de résolution de problèmes sont étudiés en ne négligeant aucune approche (Recherche Opérationnelle, Systèmes à Base de Connaissance, Programmation logique avec contraintes).

* Étude d'applications en transport.

Les possibilités d'applications identifiées concernent les problèmes d'exploitation des divers modes de transport (route, fer, air). On distingue notamment les problèmes de gestion des «matières» (plan de chargement, système d'information des voyageurs), des infrastructures (affectation de lignes de transport, régulation du trafic), des flottes de véhicules et des personnels (élaboration des horaires, habillage, rotation d'équipage, tournée de distribution, plannings des personnels).

Deux applications font l'objet d'une réalisation : la conception de plan de feux avec la réalisation du logiciel CID (convention Ville de Paris), l'aide à la décision pour les opérateurs dans le domaine de la gestion de flottes de transport de marchandises avec l'entreprise de transport combiné TAB (convention DRAST-LCR-Thomson CSF). Une recherche concernant la réalisation d'un système expert temps réel d'aide aux régulateurs des lignes de bus devrait être lancée en collaboration avec un grand réseau européen de gestion de transport en commun.

Contacts: Gérard Scemama (scemama@inrets.fr)

Collaborations:

Équipes internes : INRETS: MAIA, DEST, CIR.

Équipes externes : Laboratoire Central de Recherche (LCR-Thomson-CSF), Centre de Recherche des Transports de Montréal (CRT).

Utilisateurs finaux : Collectivités locales (Ville de Paris), Entreprises de Transport de Marchandise (TAB, transport combiné), Entreprise de transport public.

INRETS

Références:

- * G. Scemama, «La Conception de Plan de feux : une modélisation par la programmation par contraintes», Revue Recherche Transport et Sécurité, RTS n°45, Décembre 1994.
- * G. Scemama, «La conception de plan de feux : le logiciel CID», Revue Recherche Transport et Sécurité, RTS n°46, Mars 1995.
- *E. Gaudin et G. Scemama, «Advanced modelling requirements for a fleet management system in freight transportation», 15ème conférence internationale sur les Applications de l'Intelligence Artificielle AI'95, Montpellier 1995.
- * G. Scemama, «Conception des plans de feux basée sur la programmation par contraintes», 15ème conférence internationale sur les Applications de l'Intelligence Artificielle AI'95, EC2, Montpellier 1995.
- * E. Gaudin et G. Scemama, «Constraint Logic Programming Contribution for Fleet Management System in Freight Transport», Fourth International Conference on Applications of Advanced Technologies in Transportation Engineering, Capri 1995.

Le système CLAIRE pour la supervision de la congestion des réseaux routiers

Objectifs de la recherche

Cette recherche concerne le développement d'un système expert pour une gestion globale de la congestion des réseaux routiers. Le système CLAIRE propose une couche de supervision intelligente et indépendante qu'il est possible d'interfacer avec la couche spécifique de l'automate de régulation. CLAIRE assure en ligne la surveillance et le contrôle de la congestion. Il fournit en différé une aide à l'analyse des formes de congestions et au développement d'actions anti-saturation (mémoire à long terme et analyse des cas de congestion). Le niveau conceptuel et l'architecture informatique de CLAIRE fournissent des éléments de réponse au problème de l'intégration

des divers systèmes de gestion des déplacements (transport public, système d'information et de communication avec les conducteurs).

Phases de déroulement

Le système CLAIRE fait suite aux recherches entreprises sur le système expert SAGE (Système d'Aide à la Gestion des Embouteillages) exploité de façon opérationnelle à Paris depuis 1990. Le concept CLAIRE de système indépendant a donné lieu à un prototype de recherche dans le cadre du programme européen DRIVE dans les années 1989- 1991. Il a depuis été industrialisé et commercialisé par la société CEGELEC-CGA sur la base du générateur de système expert temps réel KOS (Knowledge Operating System). Il est installé dans les villes de Rennes, de Toulouse et de Londres.

Les recherches en cours concernent son évaluation en tant que superviseur du système de régulation adaptatif anglais SCOOT dans le cadre d'essais sur site à Londres. Une extension de CLAIRE pour l'information usager (serveur multi-diffusion, gestion des Panneaux à Messages Variables, serveur vocal) a récemment été réalisée dans le contexte d'un projet européen ANTARES du programme THERMIE.

Dans le cadre du 4°PCRD (projet QUARTET+ d'intégration des systèmes de transport), des nouvelles recherches seront entreprises pour intégrer le système CLAIRE dans un Système de Gestion Globale des Déplacements. En particulier, il permettra la supervision de réseaux concernés par des problèmes de multi-exploitation (ex : interface réseau d'échanges urbain & interurbain, transport public & réseau d'échange, ...). Une coopération avec les États Unis (FHWA, Federal Highway Administration) sur la vérification, la validation et l'évaluation des systèmes experts devrait être lancée en 1996.

Contacts: Gérard Scemama (scemama@inrets.fr).

Collaborations:

Équipes internes : MAIA.

Équipes externes: Institute for Transport Studies (ITS de l'Université de Leeds), le Transport Research Laboratory (TRL, Angleterre), Universitad Politecnica de Catalogna de Barcelone (UPC, Espagne). Partenaires Industriels: CEGELEC-CGA, SODIMA.

Utilisateurs finaux : Collectivités locales (Londres, Rennes, Toulouse).

Références :

- * B. Schnetzler, G. Scemama, B. Forasté, «SAGE un système à base de connaissances Temps réel», Dixièmes Journées Internationales sur Les Systèmes Experts et leurs Applications, IA & Transport, pp 81-95, Avignon 90, EC2, ISBN 2-906899-41-0.
- * M. Bell, G. Scemama, L.J. Ibbetson, «CLAIRE: an expert system for congestion management», Proceeding of the Drive Conference, Brussels, Elsevier Science Publishers, pp 596-614, February 4-6, 1991, ISBN: 0-444 8904-3-2.
- * G. Scemama, «Enseignements méthodologiques sur la réalisation d'un système à base de modèles pour la gestion du trafic routier», Revue Internationale de Systémique, Vol 6, N°1, 1992, Éditions Dunod.
- * G. Scemama, «Developing an historical congestion knowledge base for traffic control», 2° Conférence OCDE sur les systèmes experts à base de connaissances appliqués aux transports, Expérience opérationnelle et perspectives, Montréal 1992, AQTR, ISBN 2-98011858-4-1.
- * M.S. Dougherty, Ibbetson, L.J., Kirby H.R. and Montgomery, F.O., »The assesment by micro-simulation of a rule based real time system for supervising urban traffic control system", In: Bielli, M., Ambrosino, G., and Boero, M. (eds), Artificial Intelligence Applications to traffic engineering. VSP, Zeist, The Netherlands, pp 251-256, 1994, ISBN 90-6764-171-5.G.
- * Scemama, "CLAIRE: système indépendant pour la supervision de système de régulation du trafic routier», Rapport de recherche INRETS n°183, Juillet 1994, ISBN 0768-9756.

INRETS

Aide au diagnostic technique

Cette recherche vise à définir des modèles et outils pour l'aide au diagnostic technique des systèmes de contrôle/ commande utilisés dans le domaine des transports terrestres.

Une première étape a permis de définir et réaliser une maquette d'un outil d'aide au diagnostic qui a été validé sur des sous-systèmes du métro automatique Val de Matra-Transport. L'approche «Model-Based» a été suivie en utilisant des contraintes pour décrire le comportement des composants du système.

Une nouvelle étape consiste à confronter différentes approches pour des problèmes de diagnostic de plus grande taille. Les équipements sol de la signalisation des lignes à grande vitesse ont été proposés comme application pour un nouveau projet. Ce travail se fait en collaboration avec la société CS Transport et l'Université de Valenciennes.

Contacts:

J. Rodriguez (rodriguez@inrets.fr), F. Lefebvre.

Références :

- * J. Rodriguez, S. Piechowiak, «Object classes of model-based diagnosis using constraint propagation over intervals», Conférence Internationale sur le Diagnostic de Pannes: Tooldiag'93, Toulouse(1993).
- * J. Rodriguez, S. Piechowiak, «Expressing the behaviour of time varying devices for model based diagnosis», Conférence Scientifique des Ouatorzièmes Journées Internationales IA, Systèmes Experts et Langage Naturel, Paris (1994).

Aide à la replanification du trafic ferroviaire

Ce projet de naissance récente vise à évaluer des techniques d'IA au problème de replanification du trafic ferroviaire pour le traitement d'incidents entraînant une indisponibilité importante d'une partie de ligne.

La replanification englobe l'ensemble des modifications qui doivent être appliquées sur les horaires, les itinéraires de certains trains ainsi que les roule-

ments des rames, des engins, et des agents. Les modifications des roulements incluent aussi la phase d'habillage associée, c'est à dire l'affectation nominative des ressources aux tâ-

Le travail doit déboucher sur une maquette dont la validation utilisera des cas concrets d'incidents traités par le Centre Régional de Gestion des Trains de Lille. Ce travail se fait en collaboration avec la SNCF, l'École Centrale de Paris et le Centre d'Automatique de l'Université de Lille.

Contacts:

J. Rodriguez (rodriguez@inrets.fr), F. Dutra-Michel.

Projet AVIS: Acquisition et Validation des connaissances de Sécurité

Ce projet s'inscrit dans le cadre du PREDIT-ASCOT (Programme de Recherche et Développement pour l'Innovation et la Technologie des Transports Terrestres). Son objectif est dou-

- 1) Faciliter les missions d'expertise et d'assistance technique confiées à l'INRETS-ESTAS par l'État :
- alléger la tâche du spécialiste préposé à l'examen de la sécurité,
- stimuler l'expert dans la formulation des scénarios contraires à la sécurité, • aider à juger l'exhaustivité et la cohérence des analyses de sécurité.
- 2) Capitaliser, pérenniser et diffuser l'expertise du domaine des analyses de sécurité.

L'approche retenue repose sur l'emploi des techniques d'Intelligence Artificielle et notamment sur l'utilisation conjointe des méthodes d'acquisition et de validation de connaissances, de l'apprentissage symbolique automatique et des systèmes à base de connaissances. En effet, lors de l'analyse et de l'évaluation des études de sécurité de systèmes de transport guidés, les experts du domaine font principalement intervenir des données symboliques, évolutives, qualitatives et font simultanément appel à des inférences de type inductif et déductif. Ce projet de recherche est composé principalement de trois sujets complémentaires : SA- PRISTI: système d'aide à l'analyse préliminaire de risques (en collaboration avec J.-G. Ganascia du LAFORIA, Paris VI); ACASYA: système d'aide à la classification, à l'évaluation et à la génération de scénarios contraires à la sécurité (en collaboration avec P. Millot du LAMIH, Université de Valenciennes); SAUTREL: système de raisonnement à partir de cas pour l'aide aux analyses des effets des erreurs de logiciels de sécurité.

Contacts:

Habib Hadj-Mabrouk. **INRETS-ESTAS** Tél.: (1) 47 40 73 52 Fax: (1) 45 47 56 06 E-mail: mabrouk@inrets.fr

Références :

* H. Hadj-Mabrouk, «Apport des techniques d'intelligence artificielle à l'analyse de la sécurité des systèmes de transport guidés», Revue Recherche Transports Sécurité, n° 40, Inrets, France, septembre 1993, pp 3-16.

* H. Hadj-Mabrouk, B. Houriez, M. El koursi, B. Le Trung, «Méthodologie d'analyse et d'évaluation de la sécurité basée sur les techniques d'intelligence artificielle», Revue européenne de diagnostic et sûreté de fonctionnement, Editions Hermès 1992, France, volume 2-n° 1/1992, pp 5-35.

- * G. Chopard-Guillaumot, H. Hadj-Mabrouk, «Définition des principaux concepts relatifs à la notion de sécurité dans les transports guidés», Revue Générale des Chemins de Fer (à paraî-
- * H. Hadj-Mabrouk, «ACASYA: a learning system for functional safety analysis». Revue Recherche Transports Sécurité, n° 10, version anglaise, Inrets, France, septembre 1994, pp 9-21.
- * L. Mejri, H. Hadj-Mabrouk, M. EL Koursi, B. Houriez, «Deux approches contextuelles et hors contexte basées sur l'apprentissage pour l'aide à la génération d'exemples. Application à la certification des systèmes de transport automatisés», Huitièmes Journées Francophones sur l'Apprentissage (JFA). Saint-Raphaël, France, 29 mars - 2 avril 1993.
- * H. Hadj-Mabrouk, «CLASCA, un système d'apprentissage automatique dédié à la classification des scénarios d'accidents», 9ème colloque interna-

INRETS

tional de fiabilité & maintenabilité. La Baule, France, 30 mai - 3 juin 1994, pp 1183-1188.

* L. Mejri, H. Hadj-Mabrouk, M. EL Koursi, B. Houriez, «Un système expert d'aide à la génération des scénarios d'accidents basé sur l'apprentissage automatique», ITTG 93, Symposium international sur l'innovation technologique dans les transports guidés. Lille, 28-30 septembre 1993, pp 627-638.

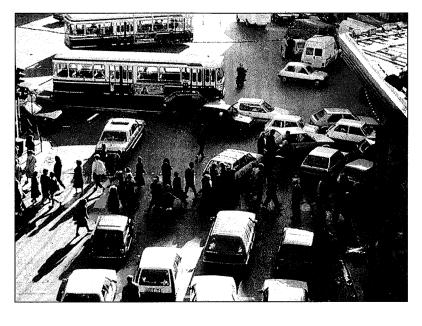
* M. Darricau, H. Hadj-Mabrouk, «Étude de faisabilité d'un outil d'aide aux analyses des effets des erreurs des logiciels basé sur le raisonnement à partir de cas Application à la sécurité des logiciels dans les transports guidés», Huitièmes Journées Internationales sur le génie logiciel et ses applications, CNIT, Paris-La Défense, 15-17 novembre 1995 (à paraître).

Carrefour Intelligent

Le Projet Carrefour Intelligent vise à mettre au point et à développer un système de surveillance et de contrôle des carrefours intégrant des capacités de communications évoluées (intelligence distribuée), des capteurs spatiaux (traitement d'images vidéo) et une interaction avec les véhicules. L'objectif principal poursuivi est d'intégrer dans une même démarche les nombreuses fonctions qui doivent être remplies dans la gestion des carrefours urbains en tenant compte de la diversité des usagers (véhicules, transports collectifs, piétons...), de leurs impératifs et de leurs attentes :

- * Surveiller l'environnement des carrefours urbains pour diagnostiquer toute situation de trafic anormale générée par un incident voire un accident.
- * Réguler les carrefours par action en temps réel sur les feux.
- * Analyser le fonctionnement de chaque carrefour pour mettre en valeur ses caractéristiques fonctionnelles.

Ces diverses fonctions sont réalisées grâce à une modélisation informatique du fonctionnement d'un carrefour développée sur un générateur de système expert temps réel (G2 de la société Gensym).



L'instrumentation du carrefour situé devant l'INRETS a permis de mettre en place un laboratoire permanent pour une évaluation systématique du système : les images de dix caméras installées sur ce site sont rapatriées en permanence au laboratoire Carrefour Intelligent pour y être analysées par traitement d'image et fournir les mesures de trafic nécessaires chaque seconde aux fonctions DAI et Contrôle. Les états des feux du carrefour sont également fournis au système chaque seconde.

Des capacités d'enregistrement synchronisé des images et des états de feux ont été également installées. Ce sont ces dernières capacités que nous nous proposons d'utiliser dans le cadre d'une évaluation systématique de l'impact des incidents sur le trafic et en particulier sur les coûts générés en termes de temps d'attente des véhicules au carrefour. Dans le cadre d'une collaboration avec l'ADEME, on s'attache également à évaluer ces coûts en termes de consommation d'énergie et d'émission de polluants, aussi bien pour un fonctionnement standard du carrefour que lorsque les conditions de trafic se dégradent (incident, congestion). On se propose ainsi de déterminer les gains à attendre en traitant le problème de la commande des feux sous l'angle de la réduction de la consommation et des nuisances pour l'environnement.

Les travaux menés dans le cadre de Carrefour Intelligent comportent également l'exploration de certaines techniques d'Intelligence Artificielle comme les réseaux neuromimétiques. On s'intéresse en particulier à l'utilisation et la prédiction à court terme de la longueur de file d'attente aux entrées du carrefour ; d'autres types de réseaux connexionnistes sont également étudiés pour la classification automatique des phases de trafic fournies par le traitement d'images.

Les travaux de ce projet sont soutenus par des contrats européens spécifiques (INVAID II, LLAMD) et par des conventions (ADEME en particulier).

Pour 1994, on notera les résultats obtenus dans le cadre d'une expérimentation d'une durée de 9 mois qui a eu lieu à Valence (Espagne) avec nos partenaires du projet INVAID II. Ces résultats prouvent la pertinence du système de détection automatique d'incidents développé puisqu'il conduit à un taux de détection de 93%. Des enseignements intéressants ont été tirés pour diminuer le nombre de fausses alarmes. L'objectif visé à la suite de ces expériences est de réduire à quelques % le nombre de fausses alarmes.

Nous prévoyons d'installer notre système sur des sites opérationnels dans diverses villes (dont Paris) durant l'an-

INRETS

Contacts:

F. Boillot (boillot@inrets.fr)

S. Midenet (midenet@inrets.fr)

M. Pintado (pintado@inrets.fr)

S. Sellam (sellam@inrets.fr)

Références:

*SELLAM, A. BOULMAKOUL, «Intelligent Intersection: Artificial Intelligence and Computer Vision Techniques for Automatic Incident Detection», Artificial Intelligence Applications to Traffic Engineering, Editors: M. Bielli, G. Ambrosino and M. Boero, VSP 1994.

* DRIVE II, V2015 INVAID II, Deliverable 14, «Final report on the field trial in urban sites: data collection and evaluation».

* DRIVE II, V2015 INVAID II, Deliverable 8 Part II, «Integration of Computer Vision Techniques for Intersection Control: data collection and evaluation».

* GUILLEN and al., «Evaluation of a Computer Vision Based Automatic Incident and Congestion Detection System in an Urban Context», 7th IFAC/IFORS Symposium on Transportation Systems: Theory and Application Advanced Technology, Tianjin (China), August 1994.

Séminaire Intelligence Artificielle

L'organisation interne à l'INRETS d'un «pôle» en intelligence artificielle, donne lieu soit, à des séminaires, soit à des groupes de travail dans le cadre du suivi d'une thèse, soit à des échanges d'informations concernant des outils informatiques. Cette organisation vise à sensibiliser les chercheurs de l'institut aux différentes techniques d'intelligence artificielle. Pour développer les connaissances acquises dans divers domaines, ces séminaires font appel à des intervenants extérieurs à l'INRETS.

Une présentation des différents résultats se déroule chaque année dans le cadre d'une conférence internationale (IA'95-Montpellier), sous la forme d'une journée spécifique «IA et transport».

Contacts:

R. Seidowsky (seidowsky@inrets.fr)

Projet IAPS : Intelligence Artificielle et Plan de Sécurité

Cette recherche, menée avec la Communauté Urbaine De Lille, vise à contribuer au diagnostic de sécurité routière en urbain: lorsque les ingénieurs des villes étudient la sécurité d'un site, la description des accidents est complétée par une analyse qualitative du site et de son fonctionnement (nature des activités riveraines, densité urbaine), ainsi que par des données quantitatives (trafic, vitesses). Ce diagnostic induit la proposition d'objectifs d'aménagement.

Le projet IAPS a l'ambition d'informatiser une partie des connaissances des experts, regroupées par ces derniers sous la forme de cas-types d'accidents. Le système développé assistera les experts à partir d'une modélisation de leur raisonnement.

Contacts:

M. Aron (aron@inrets.fr), R. Seidowsky (seidowsky@inrets.fr).

Référence :

* Aron M., Delmas D., Seidowsky R., "Etude d'adéquation des techniques d'intelligence artificielle au diagnostic de sécurité routière", Rapport de faisabilité, déc. 1993.

Méthodes d'exploitation des transports guidés urbains

Application des méthodes neuronales et de la logique floue

L'objectif de ces travaux est d'étudier une nouvelle approche de la régulation de trafic de lignes de Métro basée sur la théorie des sous-ensembles flous et celle des réseaux de neurones. L'introduction dans la régulation de trafic de ces nouveaux outils permet de faire évoluer les algorithmes actuels afin de contribuer à l'amélioration de la qualité de service des systèmes de transport guidés. Nous avons développé un modèle hybride dénommé système d'inférence floue à architecture neuronale, avec différentes variantes déve-

loppées pour l'algorithme d'apprentissage. Il intègre les aspects de modélisation hiérarchique du processus de décision, l'intégration d'une procédure de décomposition modulaire, ainsi qu'une phase d'expertise pour la réalisation des bases d'apprentissage et celle d'identification de paramètres. La simulation de ce nouveau modèle de régulation a donné de bons résultats.

Ce thème de recherche est traité en collaboration entre l'INRETS-ESTAS-MAIA et U.PARIS6-LAFORIA. Une thèse abordant ce sujet a été soutenue par Riad Hartani le 20/07/95 à l'Université de Paris 6 : «Modélisation de systèmes flous, contributions théoriques et applications».

Contacts: S. Hayat INRETS-ESTAS 20, rue Elisée Reclus F-59650 Villeneuve d'ASCQ Tel: 20 43 83 11 E-mail: hayat@inrets.fr Fax: 20 43 83 59

Apport des techniques objets

Nous avons utilisé les techniques objets comme outils de modélisation non seulement des données mais aussi des traitements généraux. Cela nous a conduit à distinguer deux types d'objets. Les objets «données» n'ayant pas de comportement dynamique complexe et les objets «mécanismes clefs» ayant un comportement dynamique très important. Cette distinction nous a permis de marier les approches de l'informatique de gestion et de l'informatique scientifique. Nous avons démarré plusieurs projets en utilisant la méthode OMT (Object Modeling Technique):

Modélisation cognitive du conducteur automobile :

Ce projet consiste en l'élaboration d'un modèle de simulation des traitements perceptivo-cognitifs du conducteur lors de sa tâche de conduite. Il utilise les deux types d'objets pour modéliser d'une part les connaissances du conducteur et d'autre part les traitements cognitifs.

INRETS

Capitalisation de connaissances en ergonomie appliquée aux transports

L'objectif de ce projet est de structurer les connaissances sur l'opérateur humain, de les capitaliser et de faciliter leur utilisation soit pour la conception de systèmes ou de produits, soit pour l'aide à l'expertise ergonomique, soit pour l'aide à la recherche.

D'autres projets utilisent les techniques objet mais de façon moins centrale telles que la modélisation de la dynamique d'un véhicule, la détermination de la vitesse équivalente de choc, la modélisation de scénarios de chocs...

Contacts:

Hélène Tattegrain Veste (tattegrain@inrets.fr)

Références :

* Chapon André, Tattegrain-Veste Hélène, Bellet Thierry

«Anthropotechnique : rôle de la modélisation» Actes Journée INRETS, 21/9/95, Lyon

* Bellet T., Tattegrain-Veste H: «Use of an Object-Oriented Modeling Technique in a transport Human Engineering Prospect». Applications of Advanced Technologies in Transportation Engineering 1995, Capri.

Simulation de l'activité de l'opérateur et aide à l'analyse ergonomique pour la conception d'habitacles de véhicules

La simulation sur ordinateur de l'activité motrice d'un opérateur humain est devenue une nécessité dans le cadre des processus de conception de produits, au stade de la maquette CAO. En effet, l'un des problèmes qui se posent au concepteur (d'habitacles de véhicules par exemple) est la recherche d'une solution pour l'implantation des différentes fonctions (telles que le volant, les pédales, les voyants, les boutons, ...) qui garantisse la possibilité d'utilisation, le confort et la sécurité, pour le futur usager.

Cette simulation est actuellement possible à l'aide de mannequins graphi-

ques, basés sur des modèles biomécaniques. Ces modèles permettent notamment de résoudre les problèmes d'encombrement et certains problèmes d'atteinte. Par contre, les positions obtenues pour la simulation de gestes ne sont pas toujours réalistes et l'utilisateur ne dispose pas de diagnostic associé à la position obtenue ou testée. Par ailleurs, il existe tout un corpus de connaissances de nature ergonomique, utilisées en conception, dont une partie pourrait être intégrée dans un outil d'aide au diagnostic ergonomique.

L'objectif de la recherche est donc de développer un outil permettant une simulation plus réaliste et débouchant sur un diagnostic ergonomique, et ce à partir d'un mannequin graphique existant: MAN3D, développé à l'INRETS-LESCO.

Le système d'aide (baptisé ADELE) existe actuellement sous une forme très embryonnaire de plate-forme ayant pour but le test de règles heuristiques. La principale difficulté en ce qui concerne la simulation de l'activité, réside en l'absence de connaissances directement formalisables pour être intégrées dans le système.

L'architecture de l'outil est basée sur l'association entre un système multiagents (développé à l'aide de ATOME, le générateur de systèmes multiagents de l'équipe RFIA du CRIN-INRIA de Nancy), le modèle biomécanique de l'homme (MAN3D) interfacé avec le logiciel de CAO Euclid de Matra-Datavision, et une base objet.

Contacts:

Aline Alauzet (alauzet@inrets.fr)

Présentations de laboratoires dans le bulletin de l'AFIA

LIFIA, Grenoble LRI, Orsay
Service Systèmes Experts, Renault Bulletin n°1 Bulletin n°1 Bulletin n°1 CEDIAG, Bull CERT, ONERA, Toulouse Bulletin n°2 Bulletin n°2 IRIT, Toulouse LAAS, Toulouse HEUDIASYC, UTC Bulletin n°2 Bulletin n°2 Bulletin n°3 IFP. Rueil Malmaison Bulletin n°3 DIAM, INSERM U194 Bulletin n°3 Lab. Math. Info., Fac Médecine de Marseille Bulletin nº4 GMD, St. Augustin (RFA) Bulletin n°4 ONERA, Chatillon Bulletin n°4 KSL, Université de Stanford (USA)
Dépt Applications de l'IA au CNET, Lannion
LAFORIA, Univ. Pierre et Marie Curie
L'institut FAW, ULM (RFA) Bulletin n°5 Bulletin n°5 Bulletin n°6 Bulletin n°6 Institut ITAW, ULM (RFA)
Institut IIIA, Compiègne
LAIR, OHIO State University (USA)
ARAMIIHS, Labo mixte MATRA-CNRS,
CEA, Service SERMA, Saclay
Société ILOG Bulletin n°6 Bulletin n°7 Bulletin n°7 Bulletin n°8 Bulletin n°8 LAIAC. Université de Caen Bulletin n°9 Institut Français du Pétrole Bulletin n°10 DFKI (Centre allemand de recherches en IA) Bulletin n°11 GRTC, Marseille Bulletin n°11 Inst. d'Analyse des Systèmes, Ac. Russe Ceorges Mason Univ., Center for AI (USA) IRISA, INRIA et Université de Rennes Bulletin n°12 Bulletin n°13 Bulletin n°13 Société INGENIA Bulletin n°14 LIPN, Université de Paris Nord Insitut EURISCO Bulletin n°14 Bulletin n°15 LRDC, Université de Pittsburgh (USA) Bulletin n°15 Société ISOFT
Dépt. d'Info de l'Université d'Ottawa
Equipe CHM, Université du Colorado (USA) Bulletin n°16 Bulletin n°16 Bulletin n°17 LIRMM, Montpellier
Institut autrichien de recherches en I.A. Bulletin n°19 Bulletin n°20 Bulletin n°21 ENST Bretagne LIA - Université de Savoie Bulletin n°22 INRETS Bulletin n°23

DOSSIER I.A. ET MUSIQUE

réalisé par François PACHET (*) et Gérard ASSAYAG (**)

* Laforia - IBP e-mail : fdp@laforia.ibp.fr ** IRCAM

Equipes présentées

L'Institut Blaise Pascal GAIV (Paris 8) Laforia (Paris 6) Ircam (Paris) LABRI (Bordeaux-I) Son & Vision (Paris 4)
Studio Grame (Lyon)
GREYC (Université de Caen)

IRISA (Rennes)

Introduction: IA et musique?

Ce dossier présente un panorama non exhaustif mais qui se veut représentatif de la recherche en Musique et Intelligence Artificielle en France. Comme on pourra le voir à la lecture de ces présentations, ces recherches sont le fruit de travaux essentiellement individuels, la musique occupant une place souvent accessoire dans les centres de recherche en informatique, sauf exceptions notables (Ircam, Studio Grame). Par ailleurs, si les frontières de l'Intelligence Artificielle sont floues, celles de la musique le sont tout autant. On ne s'étonnera donc pas de l'extrême diversité des travaux combinant l'une avec l'autre. En réalité, il est bien difficile de décider quand l'informatique devient IA, lorsqu'elle s'applique à un domaine comme la musique. Plutôt que de se perdre en débats sur la nature de l'IA, nous adoptons ici le point de vue simple selon lequel le simple fait de modéliser des tâches relevant des domaines de compétence des musiciens ou des musicologues, fait rentrer ce type d'activité dans le domaine de l'intelligence artificielle. Le lecteur appréciera de lui-même cette équation en lisant les comptes-rendus d'activités présentés ici.

Le dossier est structuré comme suit :

Un encart retrace les travaux en musique et informatique à l'Institut Blaise Pascal, qui sert d'introduction historique aux trois présentations du GAIV (Paris 8), du LAFORIA (Paris 6) et de l'IRCAM. Suivent deux présentations d'équipes universitaires: le LABRI (Université de Bordeaux): Modèles formels du temps en composition, et le laboratoire SON & VISION (Paris 4), spécialisé entre autres dans la conception d'automates musicaux, dans la lignée de Pierre Barbaud. Suit la présentation du studio GRAME (Lyon), une des rares institutions françaises dédiées à la recherche en informatique musicale, et enfin des présentations de recherche isolées, au sein de départements universitaires d'informatique : le GREYC (Université de Caen) avec des travaux en Ethno-musicologie et IA, et l'IRISA (Rennes) avec deux travaux isolés sur la reconnaissance de partitions et le «doigtage» intelligent pour la guitare. Par ailleurs, un encart recense les références et sources d'information de base en IA et musique.

Musique et Informatique à l'Institut Blaise Pascal

La musique a toujours été un terrain d'expérimentation privilégié de la recherche en Informatique. A l'Institut Blaise Pascal (fédération des laboratoires d'informatique de l'Université Pierre & Marie Curie) en particulier, la musique a traditionnellement joué un grand rôle. D'abord avec les travaux initiés par Patrick Greussay (Cf. la présentation du laboratoire GAIV), Xavier Rodet et Pierre Cointe, qui ont donné lieu, entre autres, aux systèmes Chant [Rodet et al. 1984], puis Formes [Rodet and Cointe 1991], tous deux développés à l'Ircam. Une des conséquences de ces travaux fut le développement du langage ObjVlisp, à la base de l'école française de programmation par objets [Cointe 1984]. Ce mariage de la recherche en informatique et de la musique a continué au LITP, par des recherches aussi bien théoriques qu'appliquées : voir, en particulier, la thèse de Philippe Gautron sur la simulation d'improvisations de Jazz, et ses rapports avec la programmation de processus concurrents [Gautron 1986]. Suivant une approche purement formelle, les travaux de Marc Chemillier [Chemillier 1990b], [Chemillier and Timis 1988], qui traitent des rapports entre automates finis et structures musicales, avec comme résultat particulièrement frappant la «rationalité de la musique sérielle» [Chemillier 1990a]. Plus récemment. Francis Rousseaux [Rousseaux 1990], [Rousseaux 1992] a été un des premiers à utiliser les techniques de l'apprentissage symbolique automatique pour l'enseignement intelligent du solfège (avec le système LeMusicologue).

Cette tradition particulière, née du croisement entre informatique plus ou moins théorique, et recherche musicale, se manifeste aujourd'hui plus que

DOSSIER I.A. ET MUSIQUE

jamais, dans plusieurs institutions: le GAIV (fondé par Patrick Greussay entre autres), le Laforia (un des laboratoires de l'IBP), l'Ircam (l'équipe représentations musicales), et, de manière plus isolée, par les travaux de Marc Chemillier au GREYC.

Publications IBP

(à l'exclusion de celles émanant du Laforia, que l'on trouvera dans la présentation des activités de ce labo)

[Chemillier 1990a] Chemillier M. Langages musicaux et automates: la rationalité du langage sériel. Colloque International «Musique et Assistance Informatique», Marseille, p. 211-227,1990a.

[Chemillier 1990b] **Chemillier M.** Structure et méthode algébriques en informatique musicale. Paris 6, Ph.D., 1990b

[Chemillier and Timis 1988] Chemillier M and Timis D. Towards aformal theory of musical languages. 14th International Computer Music Conference, p. 175-183,1988.

[Cointe 1984] Cointe P. Implémentation et interprétation des langages orientés objets: application aux langages Smalltalk, ObjVlisp et Formes. Paris 6, Thèse d'état, 1984.

[Gautron 1986] **Gautron P.** Une approche logicielle de la simulation de l'improvisation dans le Jazz. Paris 6, Thèse de 3ème cycle 1986.

[Rodet and Cointe 1991] Rodet X and Cointe P. Formes: Composition and Scheduling of Process. The Well-tempered Object: Musical Applications of Object-oriented Programming. S. Pope, MIT Press, 1991.

[Rodet et al. 1984] Rodet X, Potard Y, Barrière J-B. The CHANT project: From the Synthesis of the Singing Voice to the Synthesis in General. Computer Music Journal 8 (3): 15-31., 1984.

[Rousseaux 1990] Rousseaux F. Une contribution de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage symbolique automatique à l'élaboration d'un modèle d'enseignement de l'écoute musicale. Paris 6, Ph.D., 1990.

[Rousseaux 1992] Rousseaux F. Le Musicologue, a Learning Apprentice System for Music Education. IJCAI-89 Workshop on AI and Music, Detroit, Michigan, p. 105-116,1992.

GAIV - Université PARIS 8

2, rue de la Liberté- 93526 Saint-Denis GAIV - Groupe Art & Informatique de Vincennes à Saint-Denis

Le GAIV (Groupe Art et Informatique de Vincennes à Saint Denis) à été fondé en 1969 par Patrick GREUSSAY et Hervé HUITRIC en tant qu'association libre d'artistes informaticiens. Actuellement composé de Marc BATTIER, Guillaume BILLAUX, Allaoua BOUABDALLAH, Giuseppe ENGLERT, Max HEDIGUER, Jean HOLLEVILLE, Vincent LESBROS et Lirio MARTINEZ, l'atelier musique du GAIV est un lieu de recherches musicales intégré au sein du Laboratoire d'Intelligence Artificielle de l'Université de Paris 8. L'acquis du GAIV (dans le domaine de la composition automatique, du temps-réel, des systèmes transportables...) ne se laisse pas formuler en quelques phrases, car il consiste en la somme de travaux réalisés (le plus souvent à titre individuel) depuis maintenant 25 ans. Nous ne revendiquons aucune orientation méthodologique ni esthétique, le GAIV reste ouvert à tout apport de recherche réalisable avec le matériel dont nous disposons. L'ambition du GAIV depuis 1974 à été surtout de présenter ses œuvres en concert live, sur du matériel transportable (ce qui explique que la documentation écrite à été quelque peu négligée). Due à la configuration du matériel dont le groupe disposait, l'orientation de la recherche visait en premier lieu les problèmes de composition automatique ou d'interaction homme-machine (improvisations). Aujourd'hui, avec de nouvelles techniques, le groupe se trouve face à une problématique nouvelle : des recherches qui étaient impossibles hier le sont maintenant devenues. A titre d'exemple, suit une présentation d'un travail récent de cette équipe : la sonorisation d'événements.

Sonorisation d'événements Allaoua BOUABDALLAH, GAIV alawa@ai.univ-paris8.fr

Introduction

Le logiciel que nous avons conçu, SonoScope, a pour but d'associer une réalité perceptible à des phénomènes ou processus qui en sont dépourvus. C'est le cas, par exemple, de l'ensemble des opérations logiques qui ont lieu au sein de nos systèmes informatiques. Nous avons de ces opérations logiques une connaissance principalement théorique, théorie dont nous vérifions l'exactitude le plus souvent à l'aide de visualisations graphiques ou typographiques. Nous proposons quant à nous une sonorisation, c'est à dire une représentation auditive non verbale, en lieu et place ou en complément de toute autre forme de représentation (BOUABDALLAH

La vue, l'ouïe, l'odorat sont autant de systèmes de perception qui, branchés sur notre environnement immédiat, concourent, chacun dans leur spécialité, à nous informer sur notre milieu ambiant et notre position dans celui-ci. Ils sont tous uniques, capitaux, et il n'est pas question pour nous ici d'établir une quelconque hiérarchie entre nos sens. Au contraire, nous recherchons une utilisation optimale de l'ensemble de nos moyens de perception afin d'appréhender au mieux les phénomènes complexes.

Principe mis en œuvre

Le principe consiste dans un premier temps à associer un timbre à un événement pour lui donner une signature, une identité acoustique. Dans un second temps, nous allons répercuter les variations de l'objet observé sur les différentes dimensions de cette signature.

Livres de référence

Il existe aujourd'hui plusieurs ouvrages indispensables sur l'informatique musicale, la plupart en anglais:

[Balaban et al. 1992] est le seul ouvrage disponible traitant spécifiquement des rapports entre musique et IA. Plus proche des sciences cognitives, citons les deux ouvrages chez Academic Press: [Marsden and Pople 1992], [Howell et al. 1991], qui traitent principalement de problèmes de représentation de connaissances musicales. Plus généralement, les ouvrages [Schwanauer and Levitt 1993] [Roads 1989] et [Roads and Strawn 1988] contiennent des papiers de références dans le domaine de l'informatique musicale, dont quelques papiers relevant directement de problèmes d'IA. Signalons par ailleurs [Cope 1991] qui traite de la représentation informatique du style musical, et [Pope 1991] qui traite des rapports entre programmation par objets et musique.

En français, il n'existe à notre connaissance aucun ouvrage spécifique à l'IA/musique. Citons toutefois l'ouvrage volumineux sur la musique et les sciences cognitives rassemblant les présentations d'une conférence de 1988 [McAdams and Deliège 1988].

Bibliographie:

[Balaban et al. 1992] Balaban M, Ebcioglu K, Laske O. Understanding Music with Al, AAAI Press/MIT Press 1992.

[Cope 1991] Cope D. Computers and Musical Style, Oxford University Press 1991. [Howell et al. 1991] Howell P. West R. Cross I. Representing Musical Structures. London, Academic Press 1991.

IMarsden and Pople 1992 Marsden A and Pople A. Computer Representations and Models in Music, Academic Press 1992.

[McAdams and Deliège 1988] McAdams S and Deliège I. La musique et les sciences cognitives. Liège, Mardaga 1988.

[Pope 1991] Pope S. The Well-Tempered Object, MIT Press 1991.

IRoads 19891 Roads C. The Music Machine, MIT Press 1989.

[Roads and Strawn 1988] Roads C and Strawn J. Foundations of Computer Music, MIT

[Schwanauer and Levitt 1993] Schwanauer S M and Levitt D A. Machine Models of Music, MIT Press 1993.

Les dimensions d'un son sont nombreuses: la fréquence, l'amplitude, le tempo, la spacialisation etc. ... Diverses études (BLY 1982) montrent que l'on peut aisément en distinguer sept, d'autres encore (YEUNG 1980) avancent le nombre de vingt. En tout état de cause cette richesse nous fournit un système de codage de l'information potentiellement très étendu.

Nous pouvons par exemple signifier l'utilisation plus ou moins intensive du processeur d'une machine en associant à cette activité un timbre de cliquetis métallique et une stratégie de sonorisation basée sur le tempo. Une telle sonorisation produit un effet sonore comparable à celui produit par les changements de régime d'un moteur. Ainsi nous pouvons avoir connaissance de l'état de plusieurs indicateurs simultanément et en temps réel, de plus nous n'avons pas les contraintes d'une observation visuelle qui nous impose de diriger et maintenir notre regard.

Architecture Logicielle/Matérielle

L'architecture logicielle de SonoScope, basée sur le modèle Client/Serveur, est constituée de trois modules distincts afin d'assurer les trois fonctions suivantes:

- Collecte de l'information(Serveur).
- Paramétrage et traitement de l'information (Client).
- Gestion de l'interface audio (serveur)

Les communications entre modules sont basées sur les RPC (remote procedure call). Nous pouvons donc à

partir d'une machine (A), sonoriser des données en provenance d'une machine (B) tout en confiant éventuellement l'émission effective des notes à une machine (C) équipée d'une interface MIDI. Concernant la partie matérielle nous noterons que nous utilisons une interface MIDI et que nous avons délaissé momentanément les interfaces de type DAC/ADC (Digital to Analog Converter) en raison de la puissance de calcul nécessaire pour le traitement des échantillons

Conclusion

Nous avons conçu ce logiciel comme un outil d'observation auditive générique, puis nous l'avons adapté à l'observation spécifique du fonctionnement intime du système d'exploitation informatique UNIX. Les résultats obtenus jusque là ne nous permettent pas de conclure de façon tranchée. Nous n'avons pas en effet mené d'expérimentation afin de mesurer l'utilité réelle d'un tel système. Enfin, SonoScope fait toujours l'objet de développements, qui tendent notamment à l'enrichir de stratégies de sonorisations et à améliorer la gestion simultanée de multiples interfaces

Bibliographie GAIV

Sara BLY. Presenting information in sound. Proceeding of Human Factors in Computer Systems, 8(1):371-375, 1982.

Allaoua BOUABDALLAH. Sonorisation d'événements appliquée à un système informatique. Maitrise d'informatique, Université Paris 8 - Vincennes à Saint-Denis, Septembre 1994. filière M.I.M.E. E.S YEUNG. Pattern recognition by audio representation of multivariate analytical data. Analytical Chemistery, 52(7):1120-1123, 1980. Gregory KRAMER, editor, Auditory Display: Sonification, Audification and Auditory Interfaces, volumeXVIII of A proceeding volume in the Santa Fe Institute studies in the science of complexity. Addison-Wesley, 1994.

Dossier I.A. et Musique

LAFORIA - IBP

MUSIQUE ET INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

Groupe d'intérêt inter-équipes OMC (Objets, modèles et connaissances, J.-F. Perrot) et ACASA (Acquisition de connaissances et apprentissage symbolique, J.-G. Ganascia) Chercheurs: François Pachet (Maître de conférences), Geber Ramalho (thésard), Pierre-Yves Rolland (thésard),

Pierre Roy (thésard), Jean Carrive (DEA).

Introduction

Depuis quelques années plusieurs travaux sont menés au LAFORIA visant à concevoir des systèmes informatiques modélisant certaines tâches musicales. La musique représentant pour nous un cadre idéal pour expérimenter et valider différentes techniques de représentation de connaissances. Les travaux effectués s'articulent autour de deux pôles principaux : la représentation de connaissances en musique tonale, et la simulation d'improvisation de Jazz. Nous décrivons brièvement les résultats principaux et donnons un aperçu des travaux futurs de l'équipe.

Représentation de connaissances en musique tonale

La musique tonale est une mine'd'or pour les chercheurs en représentation de connaissances. Nous nous intéressons depuis plusieurs années à la résolution de différents problèmes de musique tonale, ces travaux ayant donné lieu à la réalisation d'un système «de base», appelé MusES, qui contient une représentation des principaux concepts de la musique tonale: notes, pitch-classes, intervalles, accords, mélodies [Pachet 1994a; Pachet 1994b] L'ambition de MusES et de circonscrire l'ensemble des «micro» problèmes liés aux notions de base de l'harmonie comme : calculer un intervalle en tenant compte de l'enharmonie (la quinte diminuée de do est différente de sa quarte augmentée, tout en ayant le même pitch), calculer les accords engendrés par les gammes, reconnaître les noms d'accord à partir de la liste de leurs notes, et inversement, etc. Ce système sert aujourd'hui de base à toute une série d'expérimentations, ayant chacune des objectifs différents. Ecrit en Smalltalk, il comprend une centaine de classes et environ 1500 méthodes. Des éditeurs spécalisés permettent de rentrer et éditer des mélodies et des grilles d'accords connectés sur les modèles objets MusES (Cf. figure ci-contre); une interface rudimentaire permet de relier MusES au monde MIDI (midiFile et utilisation en mode séquencer).

Un système d'analyse automatique de grilles d'accords a été réalisé, en ajoutant une expertise sous forme de règles de production et de méta-règles [Pachet 1994c; Mouton and Pachet 1995]. Un de buts de ce système est d'étudier les rapports étroits entre programmation par objets et programmation par règles, et notamment d'extraire des régularités (des patterns) permettant la construction de frameworks pour la réalisation de bases de connaissances incluant un raisonne-

ment temporel. A ce titre, un rapprochement inattendu été effectué entre ce système d'analyse musicale et un système de raisonnement temporel médical [Pachet and Dojat 1995], montrant que dans les deux cas, le même type de raisonnement est en œuvre, et que l'on peut le représenter par des librairies de classes et de bases de règles communes. Par ailleurs, ces travaux ont débouché sur d'autres plus formels sur la représentation des relations temporelles dans le cadre de temps circulaire [Pachet et al. 1995].

D'autre part, un système d'harmonisation automatique nous a conduit à nous intéresser au problème de l'intégration de techniques de satisfaction de contraintes dans les langages à objets [Pachet and Roy 1995b]. Le problème musical est ici l'harmonisation de chorales à quatre voix, suivant les règles de l'harmonie et du contrepoint de première espèce. Ce travail, outre son intérêt musical, a donné lieu à des travaux plus spécifiquement liés à l'exploitation de la relation de composition dans les systèmes intégrant objets et CSP [Pachet and Roy 1995a].



Simulation de l'improvisation et de l'accompagnement

Ce projet a pour but de modéliser les connaissances et processus mis en jeu lors d'improvisation et d'accompagnement en direct en jazz. Les motivations ayant conduit à choisir cette activité musicale comme domaine d'étude procèdent de différentes considérations. D'abord, il s'agit d'une activité difficile à modéliser comme en témoignent plusieurs tentatives effectuées. Ensuite, ce genre musical culturellement bien enraciné est caractérisé par la coexistence de connaissances théoriques et pratiques, peu formalisées, par contraste avec le genre classique du XVIIIe siècle par exemple.

Un modèle simulant le jeu d'un bassiste accompagnant un musicien jouant en solo à partir d'une grille d'accords prédeterminée (un standard) a été conçu. Parmi ses entrées, le système utilise la grille d'accords enrichie par le résultat de l'analyse harmonique présenté plus haut. Pour prendre en compte plus finement l'environnement où se trouve un bassiste de jazz, on a ajouté aux entrées un Scénario contenant des événements symboliques qui représentent les actions des autres musiciens et les réactions de l'audience (applaudissements, sifflets).

Ce modèle propose de prendre en compte une mémoire musicale contenant des fragments joués et entendus lors de l'improvisation et de l'écoute de morceaux de jazz [Ramalho and Ganascia 1994]. Bien que cette mémoire musicale soit inspirée des travaux sur le raisonnement à partir de cas, le modèle intègre également des mécanismes d'inférence à partir de règles de production. Cette intégration est possible, grâce à une représentation explicite des actions musicales à

travers la notion introduite par François Pachet de PACTs («Potential Actions in a Context») [Pachet 1991]. Ouelques exemples de ces PACTs sont : "jouer la gamme diatonique dans la direction ascendante pendant cette mesure", "jouer ces notes un ton plus haut", "jouer de plus en plus fort", etc. La principale propriété des PACTs est que deux PACTs peuvent être, selon leur compatibilité, combinées pour devenir plus «jouables», c'est à dire capables de produire effectivement des notes. Cette propriété est au cœur de la méthode de résolution de problèmes proposée. D'abord, les PACTs sont activées selon les derniers événements du scénario et les accords du segment courant de la grille d'accords. Ensuite, ces PACTs ainsi que d'autres éventuelles PACTs activées précédemment sont assemblées par l'application successive d'opérateurs de résolution de conflit de combinaison [Ramalho and Pachet 1994]. Le résultat est une ligne de basse, fabriquée en temps réel au format MusES ou MidiFile (cf exemple de la figure p33).

Notons enfin qu'en explorant les notions de mémoire musicale et de contexte de l'improvisation ce modèle propose une voie alternative aux approches plus courantes pour la simulation des tâches créatives [Ramalho and Ganascia 1993].

Autres travaux

Divers autres travaux de recherche en musique et IA sont effectués au Laforia, dont les deux suivants :

Aide à la programmation de sons

Un travail de recherche dans le domaine de l'Aide à la synthèse sonore [Rolland and Pachet 1996] a été réalisé. L'objectif est d'améliorer les interfaces homme-machine des synthétiseurs du commerce, en permettant notamment aux musiciens non-experts de créer («programmer») des sons de manière plus naturelle qu'avec les interfaces existantes. Le moyen que nous proposons est de capturer les connaissances pratiques (savoir-faire) des experts en programmation de synthétiseurs. Le cadre conceptuel et fonctionnel que nous avons défini à cet effet est basé sur une classification des sons en fonction des transformations que l'expert sait leur appliquer. Nous mettons en œuvre une représentation des sons à deux niveaux, combinant programmation par objets (Smalltalk) et logiques terminologiques (BACK), et proposons un schéma d'intégration. Le projet se poursuit autour du système prototype que nous avons développé pour le synthétiseur Korg 05R/W.

Induction de patterns

En musique comme en biologie moléculaire, l'existence de motifs ou fragments récurrents est très fréquente dans les séquences que sont les mélodies et grilles harmoniques d'une part, les protéines et acides nucléiques de l'autre. Dans le domaine musical l'importance des motifs vient du fait que toute régularité structurale récurrente est porteuse d'une sémantique. La détection de motifs peut par exemple permettre d'établir que tel enchaînement d'accords est caractéristique d'un compositeur ou d'un genre musical donnés. De même l'analyse structurale peut montrer que dans les improvisations d'un soliste donné, une phrase A est annonciatrice d'une phrase B, c'est à dire qu'après A on retrouve systéma-

tiquement B un nombre déterminé de mesures plus loin. Trois applications sont visées: la reconnaissance stylistique, l'anticipation de séquences musicales dans le cadre de l'accompagnement en direct, et l'aide à l'analyse musicologique de gros corpus musicaux.

Bibliographie

[Mouton and Pachet 1995] Mouton R and Pachet F. Numeric vs symbolic controversy in automatic analysis of tonal music. IJCAI'95 Workshop on Artificial Intelligence and Music, Montréal, p. 32-40,1995.

[Pachet 1991] **Pachet F.** Representing Knowledge Used by Jazz Musicians. International Conference on Computer Music 1991, Montréal, p. 285-288,1991.

[Pachet 1994a] Pachet F. The MusES system: an environment for experimenting with knowledge representation techniques in tonal harmony. First brazilian symposium on computer music - SBC&M '94, Caxambu, Minas Gerais, Brazil, p. 195-201,1994a.

[Pachet 1994b] Pachet F. An object-oriented representation of pitch-classes, intervals, scales and chords. Premières Journées d'Informatique Musicale, LaBRi, Université de Bordeaux, p. 19-34,1994b.

[Pachet 1994c] Pachet F. Vers un modèle du raisonnement dans les langages à objets. Collogue «Langages et Modèles à Objets», Grenoble, p. 111-123,1994c.

[Pachet and Dojat 1995] Pachet F and Dojat M. Un framework pour la représentation de connaissances temporelles en NéOpus, rapport technique Laforia-IBP, 95/19,

[Pachet et al. 1995] Pachet F, Ramalho G, Carrive J, Cornic G. Representing temporal musical objects and reasoning in the MusES system. International Congress in Music and Artificial Intelligence, Edinburgh, p. 33-48, 1995. [Pachet and Roy 1995a] Pachet F and Roy P. Integrating constraint satisfaction techniques with complex object structures. 15th Annual Conference of the British Computer Society Specialist Group on Expert Systems, ES'95, Cambridge, Awarded best technical paper, 1995a.

[Pachet and Roy 1995b] Pachet F and Roy P. Mixing constraints and objects: a case study in automatic harmonization. TOOLS Europe '95, Versailles, Prentice-Hall, p. 119-126,1995b.

[Ramalho and Ganascia 1993] Ramalho G and Ganascia J-G. The role of Musical Memory in Creativity and Learning: a study of Jazz Performance. AI-ED Conference. Edinburgh, GB, p. 349-350,1993.

[Ramalho and Ganascia 1994] Ramalho G and Ganascia J-G. Simulating Creativity in Jazz Performance. 12th AAAI Conference, Seattle, AAAI Press, p. 108-113,1994. [Ramalho and Pachet 1994] Ramalho G and Pachet F. From Real Book to Real Jazz Performance. International Conference on Music Perception and Cognition (ICMPC). Liège (Belgium), p. 349-350,1994.

[Rolland and Pachet 1995] Rolland P-Y and Pachet F. A framework for representing knowledge about synthesizer programming Computer Music Journal, 20:3, 1996, à pa-

Dossier I.A. et Musique

Représentations Musicales IRCAM

Le groupe de recherche sur les Représentations Musicales de l'IRCAM a été fondé en Juin 1986. Autour d'un noyau permanent de chercheurs -Gérard Assayag, Camilo Rueda, Carlos Agon — des compositeurs invités - Tristan Murail, Antoine Bonnet, Claudy Malherbe etc. — apportent leur expertise musicale et leurs directions de recherche; l'objectif général est la définition de modèles informatisés utilisables dans des situations où le compositeur désire préparer des matériaux musicaux complexes et structurés, relativement à une certaine formalisation ou un certain ensemble de contraintes qui lui sont propres et qu'il est en mesure d'exprimer d'une façon cohérente.

De tels modèles seront utilisables aussi bien pour la production que pour l'analyse musicale. Cette conception de l'assistance informatique comme un aller retour permanent entre analyse et production est solidement établie dans le domaine de la synthèse sonore, mais beaucoup moins développée en ce qui concerne l'aide à la composition; nous espérons développer ce secteur d'une façon significative dans le futur.

Nous sommes concernés principalement — mais pas limités — par l'écriture instrumentale. Ceci explique que nous accordons une grande importance aux paradigmes de la formalisation discrète et du calcul symbolique.

Nous développons cependant de plus en plus nos activités dans le domaine de la musique mixte (instruments / synthèse) et, à cet égard, nous sommes particulièrement intéressés par la relation dialectique entre d'une part la structuration discrète, symbolique, des paramètres musicaux, notamment le temps, et les effets continus inhérents à la synthèse et au traitement des sons. Cette dichotomie implique des systèmes de spécification et de contrôle inédits, et représente un enjeu majeur de la recherche musicale telle que nous la concevons à l'IRCAM.

Il est par conséquent critique pour nous de nous situer à un niveau où des catégories musicales abstraites peuvent être définies et manipulées indépendamment de leurs actualisation sonore. Précisons de surcroît que ces catégories peuvent être a-temporelles — c'est là une chose commune dans la démarche compositionnelle: pensons par exemple à un graphe exprimant des relations harmoniques potentielles. Ce coté atemporel est des plus difficiles à accéder dans les systèmes de synthèse sonore ou encore dans les programmes dédiés au pilotage de dispositifs MIDI¹ tels que les séquenceurs.

L'ensemble de ces expertises a été concentré dans un logiciel sur lequel l'IR-CAM travaille depuis 1990. PatchWork est un environnement de programmation visuel et ouvert, aisément accessible au non-informaticien, qui permet de programmer un modèle susceptible d'engendrer des structures musicales puis de visualiser ces dernières sous diverses formes graphiques dont la notation musicale traditionnelle. La composante visuelle permet d'avoir une appréhension schématique de la structure considérée et constitue un excellent apport pédagogique.

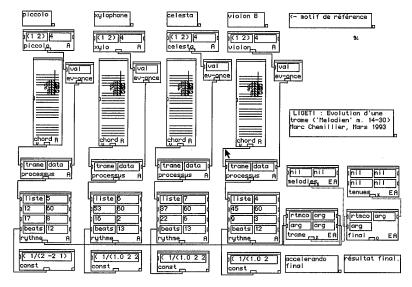


Figure 1

Ainsi dans la figure 1, un modèle pour une section de Melodien pour orchestre de G. Ligeti a été réalisé en PatchWork par Marc Chemillier, chercheur à l'université de Caen. Chaque module vertical représente un instrument (piccolo, xylophone, celesta, violon). Dans la partie supérieure se trouve l'entrée des paramètres du modèle, ici un réservoir de notes figuré en notation musicale. Dans la partie inférieure, la boite processus représente l'algorithme qui engendre le flux mélodique, et la boîte rythmes détermine la structure rythmique de la pièce. Ces

deux boîtes sont des abstractions au sens informatique du terme : elles masquent des structures plus complexes, accessibles à travers l'interface utilisateur de PatchWork, et qui se présentent de la même manière que le schéma montré ici. Les divers niveaux d'abstraction peuvent être ainsi articulés et limités visuellement au strict nécessaire pour la compréhension d'un niveau d'analyse². La boîte en bas à droite collecte le résultat de la simulation. Elle peut être ouverte elle aussi, livrant le résultat final en notation musicale (figure 2).

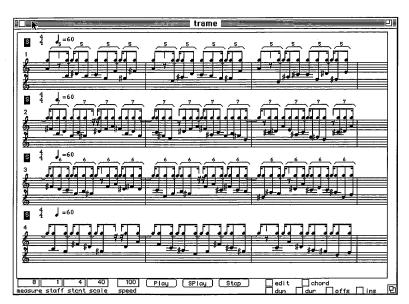


Figure 2

Pour illustrer le type d'opérations qu'un compositeur peut être amené à effectuer dans un environnement d'aide à la composition, nous avons choisi un exemple de quantification rythmique. Ce problème, bien connu des compositeurs contemporains, consiste en la transcription selon la notation traditionnelle de la musique d'un flux de durées disponibles sous la forme de valeurs numériques réelles. L'intérêt de la question provient du fait que beaucoup de compositeurs utilisent des formalismes à sortie numérique pour engendrer algorithmiquement des configurations complexes de durées. Ainsi, dans la séquence illustrée par la figure 3, due à Tristan Murail, des courbes mathématiques (sinus et exponentielle combinées) ont permis de construire un processus d'accélération et de décélérations rythmiques locales enveloppées dans une accélération progressive et globale. Les durées sont figurées de manière proportionnelle. Dans la figure 4, un traitement automatique des données d'entrée a permis de déceler les éléments de structure qui permettent d'en donner une représentation en notation musicale. Une technique de segmentation automatique a mis à jour un découpage logique de la séquence en fonction des tassements locaux des événements sonores. La métrique (le découpage en mesure) en découle directement. La recherche d'un tempo (une pulsation de base) découle elle

aussi de cette segmentation. Pour cela, les mesures sont considérées comme des super-événements ayant leur durée propre et un calcul de plus grand diviseur commun avec approximation est appliqué à ces durées, fixant l'unité de temps qui détermine la cohérence de l'ensemble (ici la noire à 69 sur le métronome).

La validité de la solution proposée peut être mesurée au fait que des éléments de structure saillants (redondance des deux premiers groupes et des quatre derniers groupes par exemple) sont conservés et mis en valeur par le découpage métrique et que la notation finale reste relativement simple. L'esquisse peut ensuite être retravaillée par le compositeur qui dispose là d'un matériau plus proche du langage auquel il est accoutumé.

Patchwork est écrit en Common Lisp / CLOS (Common Lisp Object System) et utilise intensivement les concepts orientés objet dans l'implémentation du modèle visuel. D'autre part, les objets musicaux en sortie des modules, de plus en plus complexes, sont le plus souvent des objets voire des réseaux d'objets. Cependant, cette puissance n'est disponible que pour le programmeur LISP car la syntaxe et la sémantique des schémas visuels (appelés patches) sont purement fonctionnelles (elles sont équivalentes au langage LISP lui même). Il en résulte des difficultés dans la manipulation des objets musicaux qui ressortent d'un modèle pour ce qui concerne leur structure propre et d'un autre modèle pour ce qui concerne le système de contrôle dans leauel ils circulent.

L'expérience accumulée au sein du projet PatchWork et du projet Situation (C. Rueda, A. Bonnet) a mis en évidence les points suivants :

- succès non démenti du concept de programmation visuelle auprès des utilisateurs musiciens.
- puissance et flexibilité d'un langage tel que Lisp / CLOS combinant programmation fonctionnelle, programmation objet, et manipulation d'entités symboliques (listes, structures, arbres, etc.)
- confirmation de l'intérêt des musiciens pour un modèle prospectif intégrant le concept de satisfaction optimale de contraintes spécifiées par l'uti-

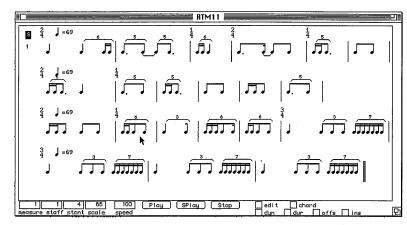


Figure 4

Dossier I.A. et Musique

Petit à petit a donc émergé l'idée de réfléchir sur le moyen et long terme à un environnement qui combinerait dès la base de son architecture même ces trois paradigmes. Un tel projet, qui implique une conception informatique au niveau de la structure du langage, dépasse probablement les moyens de l'équipe représentation musicale. Camilo Rueda a donc proposé un projet plus large, financé en partie par COLCIENCIAS (organisme Colombien homologue de notre CNRS) et instituant une collaboration entre chercheurs de l'IRCAM et de trois organismes universitaires (Université de Cali, de Valle et de Manizales) totalisant quatre chercheurs et deux ingénieurs.

Dans un premier temps, des spécifications formelles régissant les aspects syntaxiques et sémantiques entre les trois paradigmes devront être élaborées de manière à constituer une fondation rigoureuse pour l'architecture du système. En particulier, les aspects visuels (programmation et édition) devront être conçus de telle sorte que la sémantique associée aux opérateurs visuels soit spécifiable et éditable par l'utilisateur. Ainsi, il serait tout à fait imaginable que les langages d'implémentation pour la partie visuelle et la partie implémentant la sémantique diffèrent (par exemple C++ et Lisp dans cet ordre).

Dans un deuxième temps, une implémentation du modèle sera proposée et des applications indépendantes développées à titre de validation. Pour ce qui nous concerne, une de ces applications sera PatchWork lui même: outre le fait qu'une telle implémentation de PatchWork sera beaucoup plus maîtrisable qu'elle ne l'est aujourd'hui, nous gageons aussi une plus grande compacité, une plus grande efficacité, une extensibilité accrue, une adhérence à l'évolution technologique des matériels et logiciels système sur microordinateurs (e.g. technologie Open-Doc, Apple-events etc.), l'accès, aujourd'hui exclu, à la programmation et l'édition d'objets, l'accès naturel à la programmation par contraintes, et enfin une indépendance des éditeurs graphiques qui pourront être connectés à d'autres logiciels (e.g. max).

Un projet de collaboration en cours de discussion avec Keith Hamel (University of British Columbia à Vancouver), auteur des logiciels d'édition musicale professionnelle NoteWriter et NoteAbility, pour la mise au point d'éditeurs musicaux modulaires, application-indépendants, pourrait être rattaché à ce projet.

¹ Musical Instrument Digital Interface, un protocole de communication ordinateurs/instruments électroniques universellement utilisé.

² La formalisation complète de cet exemple pourra être trouvée dans Les Cahiers de l'IRCAM, La Composition Assistée par Ordinateur, IRCAM-Centre Georges Pompidou, 1993.

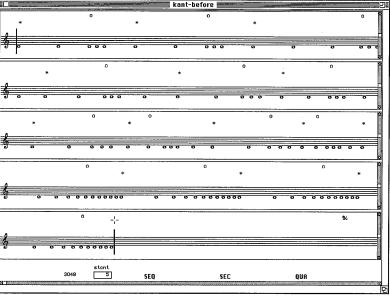


Figure 3

Références

Assayag, G. Cholleton, J.P. Musique, Nombres et Ordinateur. La Recherche, Juillet-Août 1995.

Agon, C. Assayag, G. Fineberg, J. Rueda, C. «Kant: a Critique of Pure Quantification.» Proceedings of the ICMC 94, Aarhus, 1994.

Assayag, G. Cholleton, J.P. L'appareil musical. Résonance. Octobre 1994.

Chemillier, M. Analysis and Computer Reconstruction of a Musical Fragment of LIGETI's Melodien, International Symposium on Music and Mathematics. Bucharest, 1994.

Assayag, G. Rueda, C. «The Music Representation Project at IRCAM.» Proceedings of the ICMC 93, Tokvo, 1993.

Assayag, G. Rueda, C. Représentations Musicales. Intermedia. 93. Barcelone. 1993.

Assayag, G. Composition assistée par ordinateur. Vers la partition potentielle. Les Cahiers de l'IRCAM. Mai 93.

Laurson, M. Duthen, J. «A compositional environment based on Preform II, PatchWork and Esquisse» Proceedings of the ICMC 1990. Glasgow, 1990.

Assayag, G. Timis, D. Computer Printing, Storage, and Transfer of Musical Score, ICMC 87. 1987. Assayag, G. Timis, D. A ToolBox for Music Notation, ICMC 86. 1986. Amiot, E. Assayag, G. Malherbe, C. Riotte, A. Duration structure generation and recognition in music writing, ICMC 1986. 1986. Assayag, G. Castellengo, M. Mal-

herbe, C. Functional integration of complex instrumental sounds in music writing, ICMC 85. 1985. Assayag, G. Malherbe, C. Cinq questions sur l'audibilité en musique. Conséquence, n. 7-8. 1985. Assayag, G. Malherbe, C. Manipulation et représentation d'objets musicaux. ICMC 84. 1984.

DOSSIER I.A. ET MUSIQUE

LaBRI

Composition musicale assistée par ordinateur

Kablan Barbar, Anthony Beurivé, Myriam Desainte-Catherine, Robert Strandh LaBRI, Université Bordeaux I email: myriam@labri.u-bordeaux.fr

Équipe

Le groupe de recherche en informatique musicale fait partie de l'équipe «Programmation Symbolique» du LaBRI et est composé de: Robert Strandh, Professeur en informatique à l'Université Bordeaux-1; Myriam Desainte-Catherine, Maître de Conférences à l'ENSERB; Kablan BARBAR, Maître de Conférences à l'Université Bordeaux-1; Antony Beurivé, Thésard en informatique à l'Université Bordeaux-1.

Les deux projets principaux de notre groupe de recherche sont la réalisation d'un éditeur de partitions et le développement (théorique et pratique) d'un modèle hiérarchique codant la problématique de la composition musicale.

I- Éditeur de partitions

Le but de ce projet est de construire un éditeur de partitions musicales comportant un langage d'extension accessible par l'utilisateur. De plus, la qualité de la présentation doit être extrêmement élevée. Ce projet est destiné à être diffusé sous GPL (GNU General Public Licence). Le développement se fait essentiellement à l'aide de projets de programmation en maîtrise d'informatique, mais aussi par d'autres personnes (Thésard CNAM, DESS, DEA, ...). Actuellement, un langage pour la description graphique d'une partition existe et est appelé Scodel. Ce langage servira comme moteur de calcul pour représenter la partition à la fois sur écran et sur papier. Ce projet s'inspire de l'éditeur «Lime» en ce qui concerne les fonctionnalités vues par l'utilisateur. De plus, notre éditeur sera livré avec codes et sources, et contiendra un langage d'extensions de haut niveau.

II- Modèle hiérarchique musical

Notre but est de concevoir un modèle de calcul de données au sein d'une œuvre musicale. Ce modèle doit assister le compositeur dans la mise à jour des données et dans la vérification des règles musicales qu'il s'est lui-même imposé, constituant ainsi en partie «son style musical». Les calculs s'effectuent sur une représentation structurelle et temporelle de l'œuvre, construite par le compositeur, et susceptible de changer au cours du processus de composition. Notre modèle doit réaliser les calculs rapidement et dynamiquement afin de répondre le plus vite possible aux modifications souhaitées par le compositeur. Nous travaillons essentiellement sur ces problèmes de rapidité et d'efficacité des calculs, en tenant compte des besoins d'expression du compositeur. Contrairement aux systèmes de résolution de contraintes (CHIP, CLPR, ...) qui gèrent les problèmes dans leur totalité et permettent, pour certains, l'ajout incrémental de contraintes, nous proposons une meilleure assistance au compositeur dans le conception de son problème (i.e. de sa pièce de musique). Cette assistance permet en particulier la correction du problème en cas d'inconsistance, par le retrait d'une ou de plusieurs contraintes en cause. En contrepartie, nous perdons une part de la puissance des autres systèmes de résolution de contraintes.

Structure hiérarchique

Nous développons un modèle hiérarchique basé sur deux opérateurs, la concaténation et la superposition. Ainsi, la structure temporelle d'un morceau de musique est représentée par un arbre et les caractéristiques musicales (durée, ton, ...) sont exprimées par des attributs. Plus précisément, à un morceau de musique on associe un arbre de dérivation engendré par une grammaire algébrique et les caractéristiques sont codées par des attributs attachés aux noeuds de l'arbre de dérivation. Les équations qui lient les attributs de la grammaire sont associées aux productions et traduisent les règles musicales relatives à la concaténation et à la superposition. La propagation de caractéristiques et le maintien de la cohérence sont basés sur un parcours optimal des nœuds de l'arbre de dérivation associé à la pièce de musique. Dans ce cadre, nous avons travaillé sur les thèmes suivants :

- la généralisation de la définition de la sémantique des opérateurs,
- la détection des incompatibilités et des conflits entre caractéristiques,
- la puissance d'expression de notre modèle hiérarchique,
- le partage de morceaux musicaux (dû aux répétitions musicales).

Sémantique des opérateurs

A chaque opérateur de concaténation et de superposition, on peut associer plusieurs ensembles de systèmes d'équations. Chaque système d'équations définit une sémantique possible de l'opérateur correspondant. Nous avons introduit un formalisme complet pour définir plusieurs sémantiques à un opérateur et défini les caractéristiques d'une pièce par la solution des ensembles de systèmes d'équations associées à l'arbre de dérivation de la pièce (voir [4,5]).

Cohérence d'une pièce et conflit

Le processus de composition musicale est interactif, le compositeur fournissant les valeurs des caractéristiques une à une. Donc, il est impératif de vérifier qu'une nouvelle valeur d'une caractéristique est compatible avec les valeurs déjà calculées sur la pièce de musique. Ce problème, nous l'avons résolu par des algorithmes de parcours d'arbre avec un étiquetage des noeuds de l'arbre. Les algorithmes développés sont incrémentaux et peuvent défaire des calculs déjà effectués sur l'arbre de la pièce de musique (voir [6]).

Puissance d'expression du modèle hiérarchique

La concaténation et la superposition correspondent à 2 des 13 opérateurs d'Allen [1]. Notre papier [7] dresse une comparaison entre ces opérateurs. Nous montrons comment couvrir d'autres opérateurs par des parcours d'arbres et des attributs supplémentaires. La limite d'expression de notre modèle hiérarchique est ainsi clairement définie.

Dossier I.A. et Musique

Partage de morceaux musicaux

Le partage de morceaux musicaux correspond à la répétition de morceaux dans une pièce de musique; dans notre modèle, cela revient à partager des nœuds et des sous arbres ainsi que leurs caractéristiques; nous travaillons actuellement sur ce thème.

Références

- [1]- J.F. Allen, Maintaining Knowledge about Temporal Intervals. Communications of the ACM, 26 (11), pp 832-843 (1983).
- [2]- Barbar Kablan et Desainte-Catherine Myriam. A representation of musical pieces based on attributed grammars, ECAI'92 Workshop on AI and Music, Vienna, Autriche.
- [3]- Barbar Kablan, Desainte-Catherine Myriam et Miniussi Alain, The semantics of musical hierarchies, Computer musical Journal, volume 17 (4), pages 30+37,
- [4]- Barbar Kablan et Desainte-Catherine Myriam, Using attribute grammars to find solutions for musical equational programs, ACM SIGPLAN Notices, volume 29, number 9, page 56, Septembre 1994.
- [5]- Barbar Kablan, Beurivé Anthony et Desainte-Catherine Myriam, Incremental evaluation in music hierarchy, First Brasilian Symposium on Computer Music, pages 99-105, August 1994, Caxumbu, Brésil.
- [6]- Barbar Kablan, Beurivé Anthony et Desainte-Catherine Myriam, On the resolution of musical conflit, International Colloquium on new music research, Octobre 1994, Pages 50-57, Ghent, Belgique.
- [7]- Barbar Kablan, Beurivé Anthony et Desainte-Catherine Myriam, Structure hiérarchique et relations temporelles d'une pièce de musique, JIM'95 (Journées d'Informatique Musicales), Paris, Avril

Laboratoire Son et Vision

Institut d'Esthétique et des Sciences de l'Art, Université de Paris l pièce 309, 162 rue St Charles, 75016

Directeur : Frank Brown (Maître de conférences, IUT du Mans)

Chercheurs: Philippe Ballesta (Sophia Antipolis) et Rémy Mouton (Paris) email: brown@uni-lemans.fr

Résumé: Nos recherches en informatique et musique tonale se poursuivent sur trois axes principaux: lecture automatique de partitions, analyse automatique, composition automatique. Nous avions commencé en 1994 par l'élaboration d'une notation analytique permettant à nos trois domaines de recherches de communiquer et à la constitution des organes de traduction de cette notation vers les notations traditionnelles (portées et MIDI), et réciproquement. Les règles des traités d'écriture ont ensuite été implémentées sous deux formes différentes (automates et programmation par contraintes), aboutissant à la construction de plusieurs automates compositeurs. Les résultats les plus récents et les travaux en cours concernent l'analyse automatique, avec la réalisation d'un analyseur tonal capable de lever les ambiguïtés d'un MIDIfile, d'un détecteur de répétitions, d'un analyseur d'»orchestration» et d'un chiffreur harmonique. Ces travaux constituent la matière de deux thèses (soutenances fin 1994 et fin 1995) et de plusieurs articles dans les diverses disciplines abordées (Musicologie, IA, ...).

Introduction

Le but de nos recherches est d'explorer la partie du travail d'un compositeur susceptible d'être automatisée, et d'étendre au plus cette partie. Nous nous intéressons en priorité à la musique tonale, parce que sa microforme est déjà théorisée, et parce que cette musique «du passé» est relativement dégagée des controverses esthétiques contemporaines. Concrètement, nous essayons de simuler l'activité d'un élève de conservatoire qui lit une oeuvre, l'analyse et écrit une pièce dans le même style.

Notation analytique

La première difficulté que l'on rencontre en voulant traiter de la musique tonale par ordinateur est le choix d'une notation. Une notation à base d'objets graphiques, équivalente à la notation sur des portées, est encombrée d'une quantité d'informations purement graphiques, sans intérêt pour l'analyse (taille et position des hampes, par exemple). La notation MIDI, au contraire, a perdu beaucoup d'informations orthographiques qu'il n'est pas facile de reconstituer. Nous avons donc fait le choix d'une notation analytique qui permette à nos trois domaines, lecture, analyse et composition automatiques, de communiquer aisément. Les diverses traductions nécessaires, de cette notation vers MIDI ou portées et réciproquement, ont été réalisées. Les plus délicates seront évoquées dans la suite de ce rapport, aux chapitres «lecture automatique» et «analyse automati-

Lecture automatique de partitions

Notre lecteur automatique de partitions de musique fonctionne depuis 1994 et a permis de saisir un certain nombre d'oeuvres pour petites formations (clavier seul, un instrument et clavier, quatuor, ...).

Nous obtenons de bonnes performances, grâce à une utilisation rationnelle mais sans rigidité de connaissances sur la structure du langage graphique considéré. L'analyse d'images se fait traditionnellement en deux étapes indépendantes: la segmentation, utilisant des traitements «lourds» appliqués à toute la surface de l'image (filtres, extraction de contours, de squelettes, ...), et la reconnaissance proprement dite, envisagée comme la répartition de vecteurs-mesures sur l'image entre autant de classes qu'il y a de types d'objets à reconnaître. Les Sciences Cognitives tendent actuellement à montrer que cette dichotomie n'est pas naturelle; dans notre cerveau, les fonctions «de haut niveau», associées à la connaissance du langage graphique à lire, ne seraient pas l'objet d'une couche spéciale de traitement de l'information, mais se traduiraient par une organisation interdépendante des fonctions «purement perceptives» de bas niveau.

Nous avons donc choisi de ne pas séparer les procédures (numériques) de traitement d'image et les procédures (logiques) de mesure-et-test, et d'organiser la lecture en utilisant le plus possible la structure du langage musical écrit.

Le résultat de la lecture est accessible sous trois formes: dans la notation graphique complète de l'éditeur de partitions que nous utilisons, sous forme de MIDIfile et dans notre notation analytique.

L'étape suivante de ce travail est le portage du logiciel de notre ancien Atari sur un PC ou sur une station moderne et plus rapide.

Analyse automatique

Un des buts de la partie d'analyse de notre travail est de faire «mesurer le style» d'une œuvre fournie à l'ordinateur, de manière à ce que le résultat de cette mesure puisse servir à un automate-compositeur à reconstituer une pièce différente, mais de même style. Nous avons d'abord cherché à nous munir d'outils permettant la saisie d'une quantité significative de musique sous une forme utilisable, la première nécessité était donc de traduire un MIDIfile dans notre notation analytique. La reconstitution correcte de l'orthographe se fait par un suivi tonal partiel du morceau, avec criblage à chaque instant des tonalités possibles (d'après les sons présents à cet instant) et/ou probables (d'après l'environnement et une distance entre tonalités), jusqu'à lever l'ambiguïté enharmonique pour chaque note. Une «solution par défaut» est appliquée dans les cas d'ambiguïté tonale intrinsèque.

Nous avons abordé ensuite l'analyse musicale proprement dite, avec un algorithme qui détecte les répétitions dans un texte constitué des valeurs d'un paramètre dans une mélodie, un analyseur d'»orchestration» et un chiffreur harmonique.

Diverses informations peuvent être obtenues par la détection des répétitions, suivant le paramètre choisi en entrée : le répétitions exactes de la hauteur MIDI, les répétitions à transposition près, en fournissant les inter-

valles successifs, etc. Une analyse détaillée des résultats permet de repérer facilement thèmes, marches, formules caractéristiques d'un auteur, formules cadencielles, ... La difficulté consistait ici à obtenir une complexité moindre que O(n2), sans bénéficier de la présence du "délimiteur de mots" que constitue le blanc pour un texte litté-

Notre analyseur d'»orchestration»

prend en compte la répartition des notes dans les diverses voix (tracks d'un MIDIfile, portées du système) et effectue un filtrage des hauteurs à petite échelle (un temps ou une mesure) de manière à repérer la présence d'accords plaqués, d'arpèges, de notes étrangères à l'harmonie, etc. ; il cherche à déterminer pour chaque voix s'il s'agit plutôt d'une mélodie ou d'un accompagnement. Notre chiffreur harmonique reprend ces informations ainsi que le suivi tonal approximatif réalisé lors de la reconstitution de l'orthographe, corrige celui-ci et propose pour chaque position la tonalité et le degré les plus vraisemblables pour l'accord en cours (s'il y en a un). La méthode ici est analogue à celle utilisée pour la lecture automatique de partitions, à savoir, nous avons fait collaborer sans les séparer des informations structurelles «de haut niveau» (structure d'un accord, règles d'écriture tonale, ...) et des informations numériques «de bas niveau» obtenues par filtrage (fréquences locales des hauteurs, etc.).

Composition automatique

Nous maîtrisons maintenant relativement efficacement la microforme de la musique tonale, c'est-à-dire ce qui correspond aux règles des traités d'écriture, que nous avons implémentées de deux manières différentes : programmation par contraintes (P. Ballesta) et automate (R. Mouton et F. Brown), y compris l'automate KANTOR qui compose dans divers styles en temps réel. Nous sommes actuellement confrontés à deux problèmes interdépendants : d'une part, le contrôle de la macroforme sans contradiction avec la microforme, et d'autre part, la paramétrisation d'un automate compositeur en vue de lui faire suivre les indications délivrées par la phase d'ana-

lyse. Une première idée à ce sujet a été de faire guider la mélodie, créée par un compositeur automatique, par une courbe fractale, ce qui permet de contrôler à la fois son «agitation» (la dimension de la fractale) et son taux de répétitions. Nous avons ainsi réalisé un automate capable de composer des thèmes harmonisés de forme antécédent/conséquent, ayant une ligne mélodique cohérente. Les recherches se poursuivent, entre autres à propos du moyen de mesurer une telle courbe fractale sur de la musique réelle, sur une formalisation plus précise des divers styles tonals, et vers une notion de variation d'un thème ou d'un motif

Présence de la machine BINIOU

P. Barbaud avait toujours souhaité disposer d'une machine capable de jouer une polyphonie en micro-intervalles. La machine BINIOU fut construite par F. Brown en 1986 dans ce but. Le procédé de synthèse sonore utilisé fut qualifié d'algébrique-mixte : numérique en ce qui concernait les générateurs de fréquences et analogique quant aux commandes d'amplitudes; les contenus spectraux étaient obtenus par synthèse soustractive (filtrage dynamique), additive (cumul de vibrations) ou multiplicative (pseudo-modulation en anneau). Une sortie MIDI (tempérée) permettait d'accroître ses possibilités (10 voix en micro-intervalles et 2 canaux MIDI). Cette machine faisait suite à d'importants travaux logiciels assez ingrats, (synthèse des sons par le programme «Auditu» dont de nombreux résultats sonores sont conservés sur bandes magnétiques) et apportait une révolution dans nos méthodes de travail. P. Barbaud l'utilisa immédiatement de façon intensive et exclusive, jusqu'à son décès en 1990.

Nous avons récemment connecté la machine BINIOU à un PC plus standard (par une liaison série bilatérale), afin de sauvegarder des œuvres ne figurant qu'une seule fois sur des disquettes fragiles et de format non standard. Au passage, la musique tempérée (importante en volume) écrite pour BINIOU peut être récupérée et jouée par une version modifiée de notre automate temps réel KANTOR.

Dossier I.A. et Musique

Conclusion

Comme on l'a constaté, le laboratoire «Son et Vision» a une approche très pluridisciplinaire de l'Informatique Musicale. Il est susceptible d'accueillir des chercheurs en informatique désirant appliquer leur art à l'une des nombreuses facettes composant la musique par ordinateur.

Références

Barbaud, P. Vademecuum de l'ingénieur en musique (ouvrage posthume) Springer-Verlag, 1993. Ballesta, P. Contraintes et objets clefs de voûte d'un outil d'aide à la composition? Thèse de l'Université du Maine, décembre 1994.

Mouton, R. Outils intelligents pour les musicologues. Thèse de l'Université Paris-I, octobre 1995.

Mouton, R. Analyse musicale assistée par ordinateur. 4e congrès international sur la signification musicale (ICMS'4), Paris, octobre 1994. Mouton, R. Pachet, F. Numeric vs symbolic controversy in automatic analysis of tonal music. IJCAI'95 Workshop on Music and Artificial Intelligence.

Le laboratoire de recherche en Informatique Musicale de Grame

1. Introduction

GRAME est un centre musical ayant pour vocation le développement et la promotion de la création musicale contemporaine. Le centre réunit au sein d'une même structure quatre secteurs d'activités complémentaires :

- * création musicale.
- * diffusion.
- * formation.
- * recherche en informatique musicale.

Ces activités s'appuient sur une équipe de 20 personnes, un collège de compositeurs, un conseil scientifique et un ensemble de moyens matériels dont deux studios de production musicale et un laboratoire de recherche.

Grame est soutenu financièrement par la Direction de la Musique et de la Danse du Ministère de la Culture (département Création et département Recherche), la région Rhône-Alpes, la ville de Lyon et différentes sociétés

2. Les axes de recherche

Le laboratoire de recherche de Grame développe depuis 1982 une activité de recherche fondamentale et appliquée en Informatique Musicale.

Rappelons que cette discipline dont les premiers travaux remontent au milieu des années 50, se situe au carrefour de plusieurs champs de la connaissance : informatique, acoustique, musicologie, sciences cognitives.

Ses domaines d'application concernent différents aspects de la vie musicale, composition et interprétation des oeuvres, lutherie, enseignement musical, acoustique des salles etc.

Parmi ces problématiques, le laboratoire développe principalement deux axes de recherche ayant pour thèmes l'architecture des systèmes musicaux et les langages formels pour l'écriture musicale.

suite p 42

Conférences:

- ICMC (International Computer Music Conference): la conférence principale, annuelle, en informatique musicale. Gérée par l'ICMA (International Computer Music Association, http: coos.dartmouth.edu/~rsn/icma).
- ICMPC (International Conference on Music Perception and Cognition) conférence plus axée vers la perception et les sciences cognitives, organisée par l'ESCOM (European Society for the Cognitive Sciences of Music).
- ICMAI (International Congress on Music and Artificial Intelligence). Officiellement la seule conférence spécifiquement dédiée à IA et musique. La première édition de cette conférence a été organisée par l'université d'Edinburgh, en septembre 1995. Noter que des séminaires sur IA et musique ont lieu régulièrement à l'Université d'Edinburgh, Contacter emilios@music.ed.ac.uk qui tient aussi à jour une mailing-list «IA and music».

Signalons enfin l'apparition régulière de workshops sur IA et musique dans les conférences d'IA depuis quelques années: ECAl'90, ECAl'92, IJCAl'89, IJCAl'95, Al-Ed 93. Les actes de ce dernier workshop ont été publiés chez Springer-Verlag.

workshops in computing series, Smith, Smaill & Wiggins Eds. La plupart des présentations des premiers workshops IJCAI sur IA et musique a été rassemblée dans l'ouvrage de Balaban et al.

Revues et journaux principaux :

- Le Computer Music Journal : revue principale pour la musique et informatique. Noter en particulier deux numéros spéciaux récents traitant de l'IA et la musique (vol 16, n. 1 et 2, 1992). Deux numéros plus anciens ont fait le point sur l'IA et musique en 1980, et certains articles sont toujours d'actualité (vol. 4, n. 2 et n. 3, 1980). On peut trouver d'autres informations sur le CMJ sur le web: http://www-mitpress.mit.edu/Computer-Music-Journal/CMJ.html.
- Journal of new music research (autrefois appelé Interface). journal inter-disciplinaire, avec une forte composante IA et modélisation cognitive. Informations sur le web: http:// www.swet.nl/inmr/inmr.html.
- Music Perception. revue inter-disciplinaire, propose régulièrement des articles de psychologie cognitive musicale, d'IA, de musicologie, etc. University of California Press, Diana Deutsch

2.1. Architecture des Systèmes Musicaux :

2.1.1. Objectifs

Cet axe de recherche se propose d'étudier des méthodes et des outils au service des concepteurs d'applications musicales dans le but de :

- * Faciliter la conception, le développement et la mise au point des applications musicales.
- * Permettre une prise en compte efficace et simplifiée de la dimension temporelle inhérente aux applications musicales.
- * Proposer un cadre de coopération et de collaboration homogène, général et durable aux applications musicales, favorisant une attitude «créative» des utilisateurs.

Les questions abordées concernent bien entendu les systèmes temps-réel, mais également les modèles de communication (la communication étant entendue ici comme le moyen par lequel les parties interagissent pour former un tout), ainsi que l'échange de données multimédia et la normalisation de ces mêmes données. Cette dernière question devient aujourd'hui très pressante car une partie du patrimoine musical contemporain est menacé de disparition à cause, faute de normalisation, d'une trop grande dépendance vis à vis d'un matériel en constante évolution.

2.1.2. Applications

La principale réalisation du laboratoire dans ce domaine est le système d'exploitation musical MidiShare. Lauréat des trophées Apple 89 et du prix Paris-Cité 90, MidiShare est aujourd'hui adopté par des industriels du logiciel musical et des développeurs indépendants. Tout en offrant des performances élevées, MidiShare simplifie considérablement la conception d'applications musicales temps-réel complexes et facilite le portage entre plusieurs plateformes hardware. MidiShare permet en outre à ces applications de fonctionner simultanément sur une même machine et de collaborer entre elles par le biais d'un système sophistiqué de communications interapplications.

Plus récemment nous avons développé un protocole de communication temps-réel sous Ethernet qui permet d'étendre le modèle de communication et de coopération de MidiShare à un réseau de machines. Ce système préfigure la version multi-plate-forme distribuée de MidiShare. Nous avons également mis au point OpenShare, un émulateur rendant «compatible MidiShare» les applications développées pour les systèmes OMS et MIDI-Manager.

2.2. Langages Formels pour l'Ecriture Musicale :

2.2.1. Objectifs

Cet axe de recherche vise à mettre au service des compositeurs les possibilités de formalisation et de manipulation symbolique offertes par l'informatique pour :

- * faciliter l'élaboration et la mise en œuvre de nouvelles techniques d'écriture musicale;
- * favoriser l'articulation entre formalisation et expérimentation dans la démarche de composition ;
- * enrichir les modalités de représentation, d'abstraction et de manipulation des matériaux musicaux, tout en s'inscrivant en continuité avec l'écriture musicale traditionnelle.

Rappelons qu'un langage de programmation, et plus généralement un système de notation, qu'il soit musical, chorégraphique, ou mathématique, n'est évidemment pas un outil neutre, permettant de consigner de manière objective une idée, un phénomène ou un objet. C'est à la fois un moyen de création et de conception, un moyen de connaissance, et un moyen de conservation et de communication. C'est également le plus souvent le résultat d'un processus historique et dialectique de maturation, influencé et influençant le développement de la discipline à laquelle il se rattache.

Dans le domaine musical, l'évolution de la notation musicale du IXe siècle à nos jours est indissociable des transformations et des mutations des pratiques musicales. Elle en est à la fois le reflet et l'un des moteurs essentiels. La possibilité de noter, par des signes conventionnels et abstraits, les phénomènes musicaux et leurs relations temporelles a favorisé l'émergence de nouvelles formes musicales.

Elle a entraîné une séparation progressive et une professionnalisation des métiers de compositeur et d'interprète. Elle a bouleversé l'enseignement et l'apprentissage de la musique. Elle a permis la constitution et la transmission d'un immense patrimoine culturel, toujours vivant, car toujours étudié, interprété, enrichi et re-créé.

La notation musicale s'est avérée être un outil cognitif essentiel. En prolongeant et en amplifiant les capacités mentales de mémorisation et de représentation du compositeur, la notation musicale a contribué à l'élaboration d'une pensée dont la sophistication et la complexité n'ont cessé de croître.

Il est important de considérer l'avènement de langages informatiques pour la composition musicale et la synthèse sonore dans cette perspective, comme un prolongement et une amplification du mouvement d'évolution historique de la notation musicale.

Cette amplification porte sur les rôles traditionnels de la notation musicale : conservation, communication, connaissance et création auxquelles s'ajoute désormais la «computation» comme possibilité de décrire des processus compositionnels et de les "faire faire", de les déléguer à la machine.

2.2.2. Applications

Ces travaux sur les langages de composition musicale ont donné lieu à plusieurs réalisations en particulier MidiLogo (84), MidiLisp (86) en collaboration avec l'IRCAM et ACT informatique, et plus récemment CLCE (90).

La possibilité offerte par ces systèmes d'analyser et de répondre en tempsréel au jeu instrumental, a permis le développement de pièces musicales dites «interactives» dont l'importance artistique ne cesse de croître.

DOSSIER I.A. ET MUSIQUE

Nos travaux portent également sur l'élaboration de nouveaux modèles de programmation tenant compte à la fois de la nature musicale et temporelle des informations manipulées ainsi que du contexte très spécifique, celui de la création artistique, dans lequel ces langages sont employés.

Nous nous intéressons en particulier à des langages dits *homogènes*, dérivés du Lambda-Calcul non-typé, dont les termes sont tous munis d'une dimension temporelle et où les notions usuelles de structuration des objets musicaux (séquence, accord, etc.) s'appliquent également aux programmes de composition que l'utilisateur va pouvoir décrire.

Nous espérons de cette approche un renversement de perspective. Il ne s'agit plus d'envisager l'activité de composition comme une extension de l'activité de programmation, ni le programme informatique comme une représentation de la partition musicale, mais au contraire d'inscrire l'activité de programmation et de description d'opérations compositionnelles dans le prolongement naturel de l'activité de composition.

Pour en savoir plus

Le serveur web du Grame (http://www.grame.fr) permet d'accéder à quelques unes des publications ainsi qu'a différents logiciels tels que MidiShare et OpenShare.

Sélection de publications

[Orlarey 1984] - M-LOGO: un langage de programmation orienté composition musicale - *Proceedings of the International Computer Music Conference 1984*, Computer Music Association, San Francisco.

[Boynton, Lavoie, Orlarey, Rueda, Wessel 1986] - MIDI-LISP, a LISP-based music programming environment for the Macintosh - Proceedings of the International Computer Music Conference 1986, Computer Music Association, San Francisco, CA.

[Orlarey 1986] - MidiLogo: a Midi Composing Environment for the Apple IIe - Proceedings of the International Computer Music Conference 1986, Computer Music Association, San Francisco.

[Orlarey, Lequay 1989] MidiShare: a Real Time multi-tasks software module for Midi applications - Proceedings of the International Computer Music Conference 1989, Computer Music Association, San Francisco.

San Francisco.
[Orlarey 1991] - Hierarchical Real Time Interapplication Communications - Proceedings of the International Computer Music Conference 1991, Computer Music Association, San Francisco.

[Fober, Letz, Orlarey 1992] - «Notation et représentation formelle des processus de composition» - Rapport de recherche interne- Grame, Lyon.

[Orlarey, Fober, Lertz, Bilton 1994] - Lambda Calculus and Music Calculi - Proceedings of the International Computer Music Conference 1994, Computer Music Association, San Francisco.

[Fober 1994] - Real-Time Midi data flow on Ethernet and the software architecture of MidiShare - Proceedings of the International Computer Music Conference 1994, Computer Music Association, San Francisco.

[Fober, Letz, Orlarey 1995] - Architectures logicielles pour la musique - Proceedings of 01Design'95, Autrans

[Fober, Letz, Orlarey 1995] - MidiShare, un système d'exploitation musical pour la communication et la collaboration - Proceedings of the Journées d'Informatique Musicale JIM95, Paris.

[Letz, Orlarey, Fober 1995] - Real Time Functional Languages -Proceedings of the International Computer Music Conference 1995, International Computer Music Association, San Francisco. (à paraitre)

Revue et conférences en France

- Musurgia, revue qui fait suite à la revue d'analyse musicale. Editions ESKA, 7 rue Dunois, 75013 Paris. Principalement axée sur les techniques d'analyse musicale, mais ouverte aux travaux en informatique et intelligence artificielle.
- · Les conférences JIM. Ces conférences rassemblent les chercheurs en informatique musicale francophones. La première conférence JIM a eu lieu à Bordeaux (Cf. compterendu dans le CMJ, vol. 18, n. 4, pp. 97-98), la deuxième à Paris (cf. compte rendu dans le bulletin de l'AFIA, n. 22, Musurgia, Vol. 2, n. 3 et CMJ à venir). Sa troisième édition sera tenue à Caen en Mars 96, et sera organisée par Marc Chemillier et Gérard Assayag (mail iim96@canardo.info.unicaen.fr). Les JIMs sont gérées par l'association ADERIM (Association pour le Développement de l'Enseignement et de la Recherche en Informatique Musicale).
- Les actes du colloque Musique et Assistance Informatique (Marseille, 1990) contiennent de nombreux articles très intéressants. Laboratoire Musique et Informatique de Marseille (MIM), cité de la musique, BP 8, 13234 Marseille.

Résumé des adresses web

- Studio Grame: http://www.grame.fr • IRCAM: http://www.ircam.fr, contient des liens vers de nombreuses sources d'information en informatique musicale sur le web.
- Musique au Laforia: http://www-laforia.ibp.fr/~fdp/MusES
- Computer Music Journal: http:// www-mitpress.mit.edu/Computer-Music-Journal/CMJ.html.
- Journal of New Music Research, http://www.swet.nl/jnmr/jnmr.html.
- ICMA (association gérant ICMC), http://coos.dartmouth.edu/~rsn/icma.

GREYC

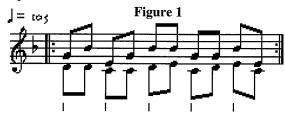
Ethnomusicologie et informatique

Marc Chemillier - GREYC Université de Caen 14032 Caen marc@info.unicaen.fr

L'ethnomusicologie étudie les formes et les pratiques musicales autres que celles de la musique occidentale savante. Les travaux menés dans cette discipline depuis deux siècles ont montré qu'il n'existe pas de société humaine dans laquelle la musique n'ait pas une place essentielle parmi les activités de la vie sociale. Au même titre peut-être que le langage, la musique doit être considérée, semble-t-il, comme un trait caractéristique de l'« espèce humaine ».

L'informatique permet d'intéressantes applications en ethnomusicologie : analyse acoustique (timbres, échelles), analyse syntaxique (formes, variations, styles), classification de corpus, transcription automatique. Un inventaire de 397 titres d'articles ou d'ouvrages traitant de ces différents sujets est présenté dans [Pacetti 1990].

La présente recherche a été menée dans le cadre du laboratoire CNRS-URA 1526 (Groupe de Recherche en Informatique, Image et Instrumentation de Caen), en collaboration avec l'Université de Paris X (Laboratoire d'Ethnologie et de Sociologie Comparative) et l'UMR 9957 du Musée de l'Homme (Ethnomusicologie). Elle prolonge d'autres travaux similaires effectués au sein de l'UMR 9957 [Estival 1994], et porte sur l'analyse syntaxique d'un répertoire de harpe africaine.



La musique des harpistes nzakara

Les Nzakara vivent à l'est de la République Centrafricaine. Dans le courant des années soixante, Eric de Dampierre (Université de Paris X) a recueilli une collection d'enregistrements de harpistes de cette région. En 1992-93, trois missions sur le terrain ont permis d'enrichir la collection, et de compléter auprès des musiciens nzakara les informations nécessaires à l'analyse du corpus.

La harpe nzakara est une petite harpe à cinq cordes, accompagnant une poésie chantée ayant le caractère d'un récitatif. La partie instrumentale de chaque pièce est composée d'une courte formule de harpe qui se répète avec des variations. L'une des mains du harpiste pince les trois cordes aiguës (sib, sol, mi dans l'exemple de la figure 1, avec des hampes supérieures), l'autre main pince les trois cordes graves (mi, ré, do avec des hampes inférieures). Le répertoire des poètes-harpistes nzakara comporte un ensemble de formules traditionnelles de ce type que les musiciens adaptent à leur style de jeu et qui leur servent de « grilles ».

Formules de harpe « en canon »

Les musiques de tradition orale ont une qualité essentielle : elles ne sont jamais banales. Parfois, certaines combinaisons remarquables s'imposent parmi les autres combinaisons musicales possibles, comme si elles avaient été « filtrées » au cours de la transmission orale. En quoi la formule de la figure 1, par exemple, est-elle remarquable ?

En numérotant 1, 2, 3 les trois notes jouées par chaque main (sib, sol, mi d'une part, mi, ré, do d'autre part), chaque voix de la formule de la figure 1 se réécrit sous forme d'une succession de chiffres. Comparons les deux lignes obtenues, mais en commençant celle du bas à partir du cinquième chiffre:

Elles sont identiques à deux exceptions près. Le profil mélodique de la voix supérieure est donc reproduit par la voix inférieure, mais décalé de quatre notes : cette formule de harpe est un canon.

Nous avons isolé dans le répertoire six formules instrumentales « en canon » qui sont regroupées figure 2. Les combinaisons de notes jouées par chaque main sont a = (sib, mi), b =(sib, ré), c = (sol, ré), d = (sol, do), e = (mi, do). Chaque formule est identifiée par un numéro, Ngb5a correspond à celle de la figure 1.

L10b = eabedbabcaecbcdbadcdecbedeadca Figure 2

Enumération et singularités

Les recherches en analyse musicale utilisant l'ordinateur consistent souvent à induire du corpus étudié des règles générales de construction, puis à engendrer des variantes à partir de ces règles. Il est rare toutefois que les imitations ainsi produites donnent pleinement satisfaction : en un sens, elles expriment des conditions « nécessaires mais non suffisantes ». Chercher des conditions nécessaires et suffisantes, cela conduit à se demander : en quoi une pièce de musique est-elle singulière ?

Les formules instrumentales de la figure 2 sont toutes construites selon une même règle : différentes permutations circulaires d'une succession donnée des lettres $a,\ b,\ c,\ d,\ e$ sont entrelacées les unes avec les autres. Par exemple, la formule Ngb5a est construite en entrelaçant deux cycles obtenus en permutant circulairement $a\ c\ e\ b\ d$, comme on le voit après séparation des deux cycles :

Dossier I.A. et Musique

Les formules Ngb10a, Ngb10b, Ngb10c sont ainsi constituées de quatre cycles, et les formules L10a, L10b de six cycles.

Un algorithme utilisant les mots de Lyndon permet d'énumérer les formules de harpe comportant un nombre donné de cycles, et vérifiant les conditions suivantes :

(i) pas de formules identiques à une permutation circulaire près,

(ii) pas de répétition de lettre dans une formule,

(iii) pas de factorisation d'une formule en sous-séquence répétée.

Il a été implémenté en Common Lisp, dans l'environnement PatchWork (Ircam) qui permet d'afficher en notation musicale et de jouer sur un synthétiseur les séquences calculées. On obtient 12 solutions dans le cas de quatre cycles, et 134 solutions dans le cas de six cycles.

Le programme a fourni un résultat surprenant dans le cas de deux cycles : il n'y a pas d'autre solution que la formule Ngb5a. Ce résultat peut être vérifié « à la main » : on fixe l'un des cycles ($c\ e\ b\ d\ a$), et on fait varier le second par permutation circulaire. La solution unique vérifiant les conditions est marquée d'une croix :

c c e e b b d d a a impossible (répétition de lettre) c e e b b d d a a c impossible (répétition de lettre)

c b e d b a d c a e
c'est la solution Ngb5a
c d e a blc d e a b
impossible (répétition d'une sous-séquence)
c a e[c b e d b a d
impossible (identique à Ngb5a)

La formule Ngb5a est donc remarquable en ce sens : c'est un point singulier dans l'espace combinatoire défini par la règle d'entrelacement de cycles, et les conditions (i), (ii) et (iii).

Aspects cognitifs

Comment le processus de transmission orale a-t-il conduit à l'élaboration des structures décrites précédemment ? Y a-t-il dans le mode de penser nzakara un trait particulier expliquant l'apparition de formules de harpe « en canon » ? A ces questions, l'ethnologie apporte un début de réponse. Chez les Nzakara, la naissance de jumeaux nécessite un rituel particulier, qui permet d'apaiser l'inquiétude causée par l'apparition de deux êtres presque identiques. Ce rituel utilise une plante (bisibili), à cause de sa forme particulière : celle-ci est constituée de deux séries de feuilles qui ne sont pas symétriques de part et d'autre de la tige, mais sont décalées l'une par rapport à l'autre, dans deux plans différents. La « géométrie » de la plante-des-jumeaux est peut-être à l'origine des formules de harpe en canon, le décalage des deux séries de feuilles donnant un équivalent visuel du décalage des deux lignes mélodiques dans une formule de harpe canonique.

P.S. Merci à Gérard Assayag pour sa relecture et ses conseils.

IRISA

Segmentation et reconnaissance de documents guidées par la connaissance a priori : application aux partitions musicales

Bertrand COÜASNON, Jean CAMILLERAPP, Ivan LEPLUMEY

IRISA-INSA, Équipe IMADOC INSA Département Informatique 20, avenue des Buttes de Coësmes 35043 Rennes Cedex - France couasnon@irisa.fr

Lorsque l'on s'intéresse à la reconnaissance de documents, un objectif important est de réaliser un système fiable, afin que l'utilisateur n'ait pas à relire entièrement le document produit par le système, pour détecter et corriger les erreurs. Cette fiabilité peut s'obtenir, d'une part en améliorant la qualité de la reconnaissance et d'autre part en profitant de la redondance pour détecter par le système lui-même ses éventuelles erreurs de reconnaissance.

Dans le cadre de la reconnaissance optique de partitions musicales, l'amélioration de la qualité de la reconnaissance passe par la résolution de problèmes de segmentation :

- les symboles musicaux sont connectés par les lignes de portée ;
- la densité de l'information musicale génère des connexions parasites entre les objets : altération touchant une tête ou une autre altération.

Ces problèmes de segmentation rendent la reconnaissance de ces objets très difficile car pour reconnaître correctement deux objets connexes il faut les segmenter (les séparer) correctement ; mais pour les segmenter correctement il

Références GREYC

CHEMILLIER M., Structure et méthode algébriques en informatique musicale, Thèse, Univ. Paris 7, LITP 90-4, 1990.

CHEMILLIER M., La musique de la harpe, de DAM-PIERRE E. (ed.), Une esthétique perdue, Paris, Presses de l'Ecole Normale Supérieure, 1995, pp. 99-205 (sous presse).

ESTIVAL J.-P., Musiques instrumentales du Moyen-Xingu et de l'Iriri, Thèse, Univ. Paris X, 1994.

PACETTI P., Etnomusicologia e computer : bibliografia ragionata e classificazione (1949-1989), Thèse, Univ. degli studi di Roma «La Sapienza», 1990.

République Centrafricaine. Musiques des anciennes cours Bandia, enregistrements, photographies et notice de Marc Chemillier & Eric de Dampierre, disque compact de la collection CNRS/Musée de l'Homme, Le Chant du Monde CNR 2741009 (à paraître, 1995).

DOSSIER I.A. ET MUSIQUE

faudrait les avoir reconnus avant. Bien que les systèmes existants ne puissent résoudre ce genre de problème [1] [2], il est possible de surmonter partiellement cette difficulté, en utilisant au maximum les connaissances a priori sur l'écriture musicale.

Cependant, dans quelques cas, tous les

efforts pour améliorer les capacités de reconnaissance du système resteront insuffisants: le document d'origine peut être trop dégradé pour être reconnu. Ces difficultés résiduelles peuvent être atténuées en permettant au système de détecter les zones dans lesquelles il fait des erreurs afin de les signaler pour réaliser une correction " manuelle " ultérieure. Il reste alors uniquement à vérifier les zones erronées, détectées par le système. Grâce à la redondance de l'information sur une partition (par exemple, l'alignement vertical des notes synchronisées), cette détection est possible. Cependant, pour réaliser cette détection d'erreur il faut à nouveau utiliser au maximum le contexte (i.e. la connaissance a priori). Nous proposons une méthode dans laquelle la connaissance contrôle l'ensemble du processus d'analyse, et plus particulièrement la segmentation et l'étiquetage des objets. Nous avons modélisé la notation musicale à l'aide d'un formalisme grammatical possédant des opérateurs pour définir la position relative des objets. La connaissance est représentée sous la forme d'une grammaire, bien séparée du programme afin de rendre le système beaucoup plus adaptable, ce qui permet également une mise au point plus facile (l'écriture musicale étant complexe à modéliser). Les grammaires horscontexte pouvant être facilement traduites vers le formalisme des clauses de Horn [3], notre grammaire est implémentée en lProlog [8], avec une connexion à des modules écrits en C pour l'interface avec les opérateurs travaillant sur la matrice image. Grâce à une extension bidimensionnelle des analyseurs de Definite Clause Grammar (DCG)[4][3][9], la grammaire est compilée pour produire automatiquement l'analyseur en lProlog. La grammaire a été définie entièrement avec l'aide d'un musicien professionnel.

Le système [5][6][7] est actuellement capable de reconnaître des partitions d'orchestre à portées polyphoniques, en corrigeant certaines erreurs de segmentation (symboles touchant des notes) et en détectant une grande partie des erreurs de reconnaissance induites par une mauvaise segmentation.

Bibliographie

[1] D. Blostein and H. Baird. A critical survey of music image analysis. In Springer-Verlag, editor, Structured Document Image Analysis, pages 405-434. Eds. H.S. Baird, H. Bunke, K. Yamamoto, 1992.

[2] N. P. Carter and R. A. Bacon. Automatic recognition of printed music. In Springer-Verlag, editor, Structured Document Image Analysis, pages 456-465. Eds. H.S. Baird, H. Bunke, K. Yamamoto,

[3] W.F. Clocksin and C.S. Mellish. Programming in Prolog. Springer-Verlag, 1987.

[4] A. Colmerauer. Les grammaires de métamorphose. Technical report, Groupe d'Intelligence Artificielle, Marseille, France, 1975.

[5] B. Couasnon, P. Brisset, and I. Stephan. Using logic programming languages for optical music recognition. In International Conference on the Practical Application of Prolog, pages 115-134, Paris, France, April 1995.

[6] B. Couasnon and J. Camillerapp. A way to separate knowledge from program in structured document analysis: Application to optical music recognition. In ICDAR, International Conference on Document Analysis and Recognition, Montreal, Canada, 1995. [7] B. Couasnon and B. Retif. Using a grammar for a reliable full score recognition system. In International Computer Music Conference, Banff, Canada, September 1995.

[8] D.A. Miller and G. Nadathur. A logic programming approach to manipulating formulas and programs. In S. Haridi, editor, IEEE Symp. Logic Programming, pages 379-388, San Francisco, USA, 1987. [9] F.C.N. Pereira and D.H.D. Warren. Definite clauses for language analysis. Artificial Intelligence, 13:231–278, 1980.

Doigtage "intelligent" d'une partition de guitare

Marie-Odile Cordier, cordier@irisa.fr IRISA, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex

Equipe concernée :

Projet REPCO de l'IRISA (voir numéro 13 du bulletin pour une présentation de cette équipe).

Responsable de ce logiciel : Marie-Odile Cordier. Logiciel réalisé par des étudiants de l'IFSIC (Institut de Formation Supérieur en Informatique et Communication), de l'Université de Rennes 1, encadrés lors de stages ou projets de fin d'études.

1. Introduction.

Ce logiciel de doigtage automatique d'une partition de guitare s'adresse aux guitaristes débutants ou confirmés et leur permet d'obtenir, à partir d'une partition la meilleure façon de jouer celle-ci. Plus précisément, la partition est saisie à l'aide d'un éditeur de partition qui produit un fichier MIDI et le logiciel calcule le "meilleur" doigtage correspondant. Comme nous l'expliquons dans la section 3, le choix du meilleur doigtage se fait en fonction de préférences; celles-ci sont propres au guitariste et le logiciel lui permet de les modifier facilement. Il peut aussi "forcer" le doigté d'une ou plusieurs notes et laisser le logiciel compléter au mieux le doigtage de la partition.

2. Doigté et doigtage.

La guitare est un instrument à cordes se jouant avec les deux mains; la main gauche appuie sur les cordes au niveau du manche alors que la droite pince les cordes au niveau de la caisse de résonnance.

On appelle doigté les éléments indiquant comment jouer une note de la main gauche et doigtage la suite de doigtés permettant de jouer une suite de notes.

Une même note peut être jouée de diverses manières : en faisant varier la corde jouée et la case du manche sur laquelle le doigt appuie, il y a en moyenne cinq manières possibles de jouer une même note. A cela s'ajoutent les différentes positions de la main sur le manche et le doigt utilisé pour ap-

Dossier I.A. et Musique

puyer sur la corde. Un doigté est représenté par un n-uplet (numéro de corde, position du doigt, numéro du doigt, position de la main). La position du doigt est donnée par le numéro de case où le doigt appuie sur la corde. La position de la main est une donnée importante pour le jeu à la guitare et celle-ci sera identifiée par le numéro de la case devant laquelle se trouve l'index. Cette information n'est pas redondante avec les précédentes car le fait de pouvoir écarter plus ou moins un doigt de sa position naturelle permet d'avoir plusieurs positions de main correspondant à un même numéro de case pour la position du doigt.

3. "Meilleur" doigtage.

Un doigtage est une suite de doigtés et nous voulons déterminer "le meilleur" doigtage, étant donné un ensemble de notes et un guitariste. Nous associons à chaque doigtage une évaluation numérique par l'intermédiaire d'une fonction; celle-ci prend en compte la plus ou moins grande facilité pour le guitariste de jouer chacun des doigtés ainsi que la plus ou moins grande facilité de passer d'un doigté au suivant ; elle tient compte aussi de la qualité du son obtenu en fonction du doigté. En effet, une même note jouée selon deux doigtés différents n'a pas la même "couleur" et les doigtés sont donc évalués en tenant compte du type de morceau joué et des effets que le joueur considère comme souhaitables. Nous distinguons par la suite les paramètres, les contraintes et les préférences qui permettent de calculer respectivement les doigtages possibles, les doigtages jouables, et les doigtages préférés.

3.1. Les paramètres

Les paramètres permettent de décrire l'instrument. Ce sont principalement le nombre de cordes (classiquement 6), le nombre de cases (18 pour une guitare classique et 24 pour une guitare électrique) et l'accordage de la guitare.

A un accordage donné correspond une tablature. Une tablature donne pour chaque note l'ensemble des couples (numéro de corde, position du doigt) permettant d'obtenir cette note en appuyant sur la corde à l'endroit du manche correspondant à la position du doigt. Le logiciel permet de modifier l'accordage, (de réaccorder) et met à jour la tablature en conséquence. Ces trois paramètres permettent de calculer pour une note donnée les doigtés possibles pour une guitare donnée; on obtient des couples (numéro de corde,

3.2. Les contraintes

position du doigt).

Les contraintes permettent de ne retenir, parmi les doigtés possibles, que ceux qui sont physiquement jouables. Ce sont:

• la limitation dans l'extension des doigts : un doigté se caractérise par la position de la main (donnée par la position de l'index) et la position du doigt joueur. La position dite "naturelle" (et priviégiée) est celle où, la main étant posée, chaque doigt joue dans la case qui lui fait face (le majeur dans la case immédiatement à droite de celle de l'index...).

Pourtant, il est possible au joueur d'étendre son doigt à droite ou à gauche de cette position naturelle. En général, on considère que cette extension n'est possible que d'une case; on interdit donc tout doigté dans lequel l'extension est de plus de 1.

- l'impossibilité de croiser les doigts : si l'on joue avec le majeur sur la case 8, il est impossible de jouer une autre note en même temps avec l'annulaire en case 7 (la case la plus haut du manche est la case 1).
- l'interdiction de changer de position de main pour deux doigtés correspondant à deux notes qui doivent être jouées en même temps.

3.3. Les préférences

Les préférences permettent de classer les doigtages jouables et de dégager ainsi les "meilleurs". Les préférences prises en compte par le logiciel sont les suivantes ·

- Le déplacement de la main entre deux notes successives : il est plus facile de jouer deux notes successives sans déplacer la main le long du manche. Un critère important est donc le nombre de cases caractérisant le déplacement de la main entre deux notes.
- L'agilité du doigt joueur : l'agilité d'un doigt, évaluée de 1 à 5, indique la capacité du joueur à utiliser ce doigt pour joueur. Par défaut, le petit doigt a une agilité plus faible (2) que les autres doigts (5 pour l'index).

• La région du manche, repérée par le numéro de la case jouée : la partie du manche sur laquelle préfère jouer un guitariste est une question d'expertise (un débutant préfèrera jouer en haut du manche), d'habitude et de sonorités.

• La position naturelle du doigt joueur : celle-ci (expliquée en 3.1) peut être privilégiée en pénalisant l'extension du doigt joueur.

• Le jeu des cordes à vide : ceci correspond à jouer une note en se contentant de pincer une corde à la main droite sans appuyer avec la main gauche. Ceci facilite le jeu du morceau mais est aussi utilisé pour obtenir des sonorités propres à certains types de musique. Ainsi, pour une musique baroque, il est courant de maximiser les cordes jouées à vide.

• Les hauteurs des cordes : plus les cordes sont aiguës, et plus elles sont faciles à jouer; un débutant préfèrera un doigtage sur celles-ci.

• Le jeu en arpège : celui-ci favorise le jeu sur une même corde et n'est souhaitable que pour certains morceaux (Jeux interdits par exemple!).

Ces préférences permettent d'évaluer la qualité des doigtages grâce à une fonction d'évaluation qui effectue une somme pondérée des valuations correspondant à chacun des critères. Les pondérations, qui peuvent aller jusqu'à anihiler le critère, sont fixées par le guitariste et peuvent être modifiées facilement. Cette possibilité est évidemment très importante puisque c'est dans la prise en compte de ces préférences que réside l'"intelligence" du logiciel. Des pondérations par défaut existent qui tiennent compte du niveau du joueur.

4. Algorithme de recherche du meilleur doigtage.

La recherche du meilleur doigtage revient à la recherche d'une solution optimale dans un espace de solutions. Une recherche exhaustive est impossible en raison de la combinatoire du problème. En supposant un nombre de doigtés jouables de m par note, et un nombre de notes de n, on obtient une complexité de m à la puissance n. Heureusement, la structure en couches de l'arbre de recherche nous permet d'utiliser l'algorithme de Viterbi. On obtient alors un algorithme de recherche garantissant l'obtention de la solution

DOSSIER I.A. ET MUSIQUE

optimale en temps polynomial (en mxn). L'algorithme de Viterbi repose sur les principes de la programmation dynamique, à savoir que toute soussolution d'une solution optimale est elle aussi optimale. Soit mi le nombre de doigtés jouables pour la ième note; il est suffisant de ne conserver que le meilleur doigtage aboutissant à chacun des mi doigtés. Ces mi doigtages sont alors prolongés et permettent de calculer les mi+1 meilleurs doigtages aboutissant aux mi+1 doigtés jouables pour la (i+1)ème note.

5. Résultats et Perspectives.

Le logiciel est développé en Turbo Pascal Objet et tourne sur PC. Il prend en entrée un fichier MIDI, permet au joueur d'entrer les paramètres correspondant à sa guitare et de pondérer les préférences en fonction de son niveau et du type de morceau à doigter. Le meilleur doigtage est alors affiché. Le guitariste peut, s'il le souhaite, modifier les pondérations ou forcer le doigté d'une note et obtient alors la nouvelle meilleure solution.

Le logiciel a été testé sur plusieurs partitions telles que "Jeux interdits", "Stairway to heaven", "Owner of a lonely heart", "Musique pour les silences futurs" de Dan Ar Braz ou "1er prélude en Do Majeur pour clavecin" de Bach transcrit par M. Dadi. Les doigtages obtenus sont de bonne qualité; il est possible d'obtenir des doigtages très proches de ceux de référence et, bien sûr, en faisant varier les pondérations des doigtages différents mais souvent intéressants.

La principale limite actuelle du système est son impossibilité à traiter le cas où plus de deux notes doivent être jouées en même temps; il ne traite pas vraiment correctement les barrés et demi-barrés. D'autre part, le logiciel ne tire pas parti de l'existence d'accords, alors qu'un guitariste expérimenté aura tendance à s'appuyer sur eux pour trouver son doigtage. La prise en compte des accords s'est avéré assez incompatible avec l'approche retenue s'appuyant sur l'algorithme de Viterbi ; de plus les résultats obtenus montrent que le logiciel, sans les utiliser, "retrouve" souvent les accords lorsqu'ils sous-tendent naturellement une partition.

Références

1- Viterbi, J. Error Bounds for Convolutional Codes and an Asymptotically Optimum Decoding Algorithm» IEEE Transactions on Information Theory, vol IT-13(2):260-269.

2-Sayegh S. I., Fingering for String Instruments with the Optimum Path Paradigm, Computer Music Journal, vol 13, 3, 1989.

	I IIV.
Apprentissage Bulletin n°22	
Les explications dans les SBC Bulletin n°20	
Pétrole-Chimie Bulletin n°19	
Le raisonnement à partir de cas Bulletin n°18	IR
I.A. et temps-réel Bulletin n°17	IR
Planification et action Bulletin n°16	LA
Traitement automatique des langues Bulletin n°15	
I.A. et médecine Bulletin n°14	LII
Diagnostic à base de modèles Bulletin n°13	LII
Validation des SBC Bulletin n°12	LIS
Le connexionnisme Bulletin n°11	LII
I.A. et jeuxBulletin n°10	LR
E.I.A.OBulletin n°9	
I.A. et gestionBulletin n°8	Kat
Conception et I.A Bulletin n°7	Le
Intelligence artificielle distribuée Bulletin n°6	OM
Acquisition des Connaissances Bulletin n°5	IRI
IA et ordonnancement Bulletin n°4	
Dulleuii ii 4	LIN

Les dossiers du Bulletin de l'AFIA

Dossier

Complément au dossier sur l'Apprentissage Automatique paru dans le Bulletin no 22 (juillet 95)

Lors de la publication du dossier, nous avons malencontreusement oublié d'inclure, parmi les laboratoires présentés, le LIMSI et l'IRIN. Nous comblons cet oubli en publiant ciaprès ces deux présentations, ainsi qu'un erratum.

Nous prions vivement leurs responsables ainsi que les lecteurs de bien vouloir nous excuser.

A. Cornuejols, M. Moulet. R. Vincent

Voici pour mémoire la liste complète des laboratoires présentés dans le dossier :

CRI (Paris I) CRIL (Lens) E3i (Tours) Evolution Artificielle et Apprentissage (Ecole Polytechnique) ERIC (Lyon 2) ETCA (Arcueil) ICOG (Pau) INRIA:

Projet ORION (Sophia) **Projet REPCO (Rennes)** Projet SHERPA (Grenoble) EMIA (Ile de la Réunion) ESTE (Nantes) AFORIA (Paris VI) FO (Orléans) PN (Paris XIII) RMM (Montpellier) SI (Lyon 1) UAPV (Avignon) I (Paris XI) tholic University of euven (Belgique) MLG (Ottawa) IN (Nantes) LIMSI (Orsay)

APPRENTISSAGE (SUITE)

IRIN

Institut de Recherche en Informatique de Nantes **Equipe: Intelligence Artificielle**

Responsables: Michael Griffiths et Jean François Nicaud

Contact:

Mohamed Quafafou, Abdelwahab Mekaouche IRIN (Institut de Recherche en Informatique de Nantes) 2, rue de la Houssinière, 44072 Nantes cedex 03 Tél.: 40 37 41 22; Fax: Email: quafafou@irin.univ-nantes.fr

Thèmes de recherche

L'activité de recherche de l'équipe est articulée autour de deux pôles : "Approches logiques de la représentation et de l'exploitation des connaissances" et "Systèmes à Bases de Connaissances et EIAO". L'apprentissage automatique constitue un centre d'intérêt pour le second pôle dont les recherches s'intéressent aux problématiques de construction de Systèmes à Bases de Connaissances (SBC) et d'interaction avec ces systèmes. Le problème d'intégration des mécanismes d'apprentissage dans le contexte de la construction de SBC (Quafafou et Mekaouche, 1994) est abordé à travers des applications réelles. L'une des applications actuelles est le développement d'un système supportant les fonctions de conseil et de formation dans le domaine des réseaux informatiques locaux. L'équipe travaille essentiellement sur les deux projets de recherche suivants : apprentissage multi-stratégique dans les SBC (projet 1) et algorithmes d'apprentissage basés sur la théorie des ensembles rugueux (projet 2).

Projet 1

Dans ce projet, notre travail se focalise essentiellement sur les problèmes d'acquisition et de structuration de connaissances et de l'apport de l'apprentissage multi-stratégique à l'acquisition et la révision des connaissances (enlèvement des connaissances incorrectes et ajout de celles manquantes). Notre approche se veut multi-modèles dans le sens où différentes méthodes de résolution sont mises en œuvre sur un même domaine d'application. Nous cherchons à améliorer l'interaction avec l'utilisateur (Quafafou, 1994) à l'aide

Erratum

Dans la section «L'apprentissage probablement approximativement correct (PAC)», page 19, au lieu de lire «Ceci se traduit par une borne inférieure sur le nombre d'exemples à fournir à l'apprenti : c'est la complexité en échantillon.». il fallait lire «Ceci se traduit par une borne SUPE-RIEURE sur le nombre d'exemples à fournir à l'apprenti : c'est la complexité en échantillon.»

d'une utilisation intensive de la connaissance dont dispose le système. L'apprentissage automatique permet dans certains cadres de créer ou de modifier des concepts et des règles lorsque la connaissance est incomplète. Ces problématiques sont étudiées au travers d'une application réelle, à savoir le développement d'un environnement à base de connaissances pour le conseil et la formation en réseaux informatiques locaux (Quafafou, Mekaouche, Nwana, 1995). Cet environnement intègre des outils dédiés à l'acquisition de connaissances, l'apprentissage automatique, l'aide au diagnostic et le contrôle du raisonnement.

Projet 2

Ce projet (Quafafou, Chan, Mekaouche, 1995) est développé en collaboration avec un groupe de recherche de l'université d'Akron, USA. Nous avons étudié une classe de méthodes d'apprentissage automatique LERS (Learning from Example based Rough Set) basée sur la théorie des ensembles rugueux (Rough Set Theory). Nous avons dans un premier temps étudié les mécanismes de base du système LERS3. Notre approche est incrémentale, basée sur deux approximations appelées Lower, Upper approximations. Un concept inconsistant est remplacé par les deux approximations et deux ensembles de règles sont induites des règles certaines et des règles possibles. Nous avons aussi proposé une généralisation de la théorie des ensembles rugueux pour nuancer le processus d'approximation de concepts et donc d'apprentissage. Nous avons ainsi introduit de nouvelles notions telles que le partitionnement flou, l'approximation floue, l'adéfinabilité d'un concept et l'a-couverture qui définit une approximation floue de la couverture d'un espace à un autre. Les résultats préliminaires sont meilleurs que ceux obtenus par la première approche utilisée dans LERS3. D'autres travaux sont en cours de développement pour la définition d'une nouvelle relation de subsomption approximative (Rough subsomption).

Bibliographie

Quafafou M., Mekaouche A. "Vers un couplage des Mécanismes d'Apprentissage et des Systèmes experts avec raisonnement approximatif: interfaces pour la recherche documentaire". Rapport de Recherche IRIN, No 48, Mars 1994.

Quafafou M. "Machine Learning for more Effective and Adaptive Interactions". The 1994 East-West International Conferences on Human-Computer Interaction (EWHCI'94), St. Petersburg, Russia, 2-6 August, 1994. Quafafou M., Mekaouche A., Nwana H. "Multiview Learning and Intelligent Tutoring Systems". The 7th World Conference on Artificial Intelligence in Education, August 16-19, Washington, DC, 1995

Quafafou M., Chan C., Mekaouche A. "An Incremental Approach for Learning Fuzzy Rules from Examples". The Third European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing - EUFIT'95, Aachen, Germany, August 28-31, 1995.

Dossier Apprentissage (suite)

Laboratoire d'Informatique pour la Mécanique et les Sciences de l'Ingénieur

Contacts : Jean-Sylvain Liénard et Brigitte Grau Département Communication Homme-Machine LIMSI-CNRS, BP 133 91403 ORSAY Cedex Tél. 69 85 81 13, 80 03 Fax: 69 85 80 88 E-mail: lienard@limsi.fr, grau@limsi.fr

Thèmes de Recherche: Trois thèmes sont développés autour de techniques d'apprentissage, dont les applications concernent particulièrement la compréhension du langage naturel, la reconnaissance des formes, et le traitement de la parole.

Projet MoHA: Modèle Hybride d'Apprentissage

Les travaux menés dans ce projet concernent l'apprentissage de connaissances, sémantiques et pragmatiques, utiles pour la compréhension de la langue. L'apprentissage est vu comme un processus incrémental où de nouvelles connaissances doivent être interprétées et mémorisées en fonction des connaissances déjà possédées par le système.

Notre approche se fonde sur le fait que les connaissances d'un individu se forment à partir de ses expériences, vues ici comme la perception d'événements sous forme d'images et/ou de textes. Le projet MoHA permet d'intégrer des traitements numériques et symboliques en mettant en relation trois types de connaissances : la représentation des expériences dans la mémoire épisodique, les concepts sous forme de réseau sémantique et des connaissances générales sur des situations concrètes du monde sous forme d'un réseau de schémas.

Différents composants de ce modèle sont actuellement développés :

- L'étude de l'émergence de catégories sémantiques à partir d'expériences pseudo-visuelles et de désignations lexicales. Ce travail se situe à la fois dans la perspective de la grammaire cognitive et de travaux en psycholinguistique sur l'acquisition du langage. Les travaux s'orientent maintenant vers une représentation topologique des expériences.
- Le rôle des perceptions langagières dans l'émergence du sens. L'acquisition se fait par l'intermédiaire d'une mémoire de travail avec influence de l'acquis sur les perceptions. La méthode choisie est une propagation d'activation dans un réseau comportant des nœuds-mots, des nœuds-situations et des nœuds-conceptuels. Le sens d'un mot résulte de l'ensemble de ses connexions dans et entre les différents types de nœud.
- L'apprentissage de connaissances pragmatiques à partir de textes. La compréhension de nouvelles situations est étudiée par rapport aux connaissances déjà acquises, dans le cadre du raisonnement par analogie. Cette approche nous a conduit à l'étude d'un modèle de mémoire épisodique des textes analysés qui rend compte d'un effet cumulatif en agrégeant des situations similaires et en renforçant les traits récurrents. Cette accumulation constitue une abstraction progressive des connaissances dans le but de former de nouveaux schémas.

Apprentissage par Induction Analogique

La variabilité des formes physiques (parole, image) est pour une

large part dûe à leur sous-spécification au niveau symbolique. Pour y remédier on développe l'idée de description «complète» d'une Forme, selon laquelle la reconnaissance doit porter simultanément sur tous les aspects sensibles de celle-ci. Plus généralement, la perception est vue comme une suite hiérarchisée de changements de représentation conservant tous les aspects perceptivement importants du signal.

Cette approche est appliquée à un problème d'apprentissage par induction analogique, dans lequel chaque exemple est un vecteur binaire comportant une double description (bas niveau et haut niveau) de la même Forme 2D. Les exemples d'apprentissage sont appariés sur la base de leur dissemblance minimale au haut niveau. La comparaison entre couples d'exemples permet d'apprendre toute transformation systématique conservant le nombre de points (translation, rotation, permutations partielles).

Apprentissage Probabiliste

Le traitement de la parole fait appel depuis longtemps aux méthodes d'apprentissage probabilistes pour représenter les connaissances dans les systèmes de reconnaissance de la parole, ceci à différents niveaux (acoustique, linguistique, sémantique).

Diverses méthodes stochastiques sont utilisées pour extraire des connaissances de très grandes bases de données (parole lue, parole quasi spontanée, textes écrits) :

- Une approche bayesienne est utilisée pour reconnaître de la parole continue avec, d'une part un apprentissage stochastique de type markovien des modèles acoustiques, et d'autre part un modèle de langage déduit des maxima de vraisemblance. Cette méthode a largement démontré sa puissance pour reconnaître de la parole continue émise par différents locuteurs utilisant un très large

- Une approche hybride connexionniste et markovienne a également permis la réalisation de modèles acoustiques performants.

 Une approche statistique physique a été développée pour l'apprentissage par recuit simulé du classement des mots de textes écrits. Ceci constitue une généralisation des modèles de langage généralement employés en reconnaissance de la parole.

- Une approche bayesienne est actuellement étudiée dans notre équipe pour modéliser des contraintes sémantiques afin de réaliser des systèmes de reconnaissance incluant la compréhension du langage.

Bibliographie

Bordeaux F., Forest F., Grau B., MoHA, an hybrid learning model: a model based on the perception of the environment by an individual, IPMU'92-Advanced methods in artificial intelligence. B. Bouchon-Meunier, L. Valverde, R. R. Yager eds. Lecture Notes in Computer Science, n°682, Springer-Verlag, 1992.

Gruselle J-P, From experience to meaning, International conference of new methods in language processing, Manchester, 1994 Gauvain J.L., Lamel L.F., Adda G., Adda-Decker M. Speakerindependent continuous speech dictation, Speech Communication,

15, p 21-37, 1994.

Jardino M., Adda G. Automatic determination of a stochastic bi-gram class language model. Proceedings of International Conference on Grammatical Inference (ICGI' 94), Espagne, 1994.

Liénard J.S., From speech variability to pattern processing : a nonreductive view of speech processing, in Levels in Speech Communication, Relations and Interactions, C.Sorin et al, eds, Elsevier, 1995.

LIVRES

Logique et mathématiques pour l'informatique et l'I.A.

(109 exercices corrigés), par C. Jacquemin, Masson, 1994

Note de lecture par Amédeo Napoli CRIN - Nancy

Avec ce petit livre, on a l'impresdifférentes notions sont présension d'avoir fait une affaire, et la tées, qui est simple, claire et prépremière chose qui vient à l'esprit cise, ce qui est particulièrement est de remercier son auteur de appréciable à un moment où la l'avoir écrit. Plusieurs raisons à mathématisation de l'informaticela. D'abord la forme. Le livre est que, toutes disciplines confondues, petit, peu encombrant (et donc est de plus en plus importante. facile à emporter), de présentation fort agréable, et surtout peu Par ailleurs, le livre comble une cher (140 F environ). Ensuite le certain vide dans un domaine où fond. Le livre résume (pour ainsi dire) les mathématiques pour l'informatique enseignées généralement en licence et maîtrise d'in-

tières évoquée ci-dessus.

Dans chaque chapitre sont d'abord

présentés des rappels de cours,

puis un ensemble d'exercices, qui

sont immédiatement suivis de leur

corrigé. Les notions sont abordées

simplement, en particulier les

théorèmes sont donnés sans dé-

monstration, mais ils sont accom-

pagnés de nombreux exemples, ce

qui facilite l'abord des notions

associées. Ainsi, le livre peut donc

tout aussi bien servir à l'ensei-

gnant pour faire son cours qu'à

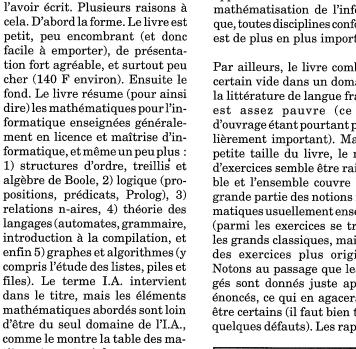
l'étudiant pour comprendre le

cours. En réalité, ce qui est assez

remarquable est la façon dont les

la littérature de langue française est assez pauvre (ce genre d'ouvrage étant pourtant particulièrement important). Malgré la petite taille du livre, le nombre d'exercices semble être raisonnable et l'ensemble couvre la plus grande partie des notions mathématiques usuellement enseignées (parmi les exercices se trouvent les grands classiques, mais aussi des exercices plus originaux). Notons au passage que les corrigés sont donnés juste après les énoncés, ce qui en agacera peutêtre certains (il faut bien trouver quelques défauts). Les rappels de cours sont bien faits, brefs, mais toujours clairs et précis. Les exercices seront une bonne source d'inspiration pour les enseignants, soit tels qu'ils sont donnés (ce qui sera apprécié des étudiants) soit pour concevoir de nouveaux exercices. Et en plus, il y une (petite) bibliographie et un index.

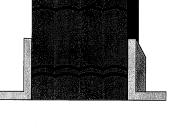
Pour terminer, je précise que j'ai utilisé ce livre dans le cadre d'un cours d'introduction à l'intelligence artificielle (cycle B du CNAM) et qu'il m'a rendu de nombreux services (cours et exercices). Je ne peux donc que recommander très fortement cet ouvrage, qui sera utile à tous les membres de la communauté informatique, aux étudiants bien sûr, mais aussi aux enseignants en intelligence artificielle, ou dans toute autre discipline informatique où le besoin de mathématiques est ou devient plus impor-



Du côté des éditeurs

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

- J-L. Amat, G. Yahaioui, Techniques Avancées pour le traitement de l'information; réseaux de neurones, logique floue, algorithmes génétiques, Cépadues 1995 B. Braunschweig, Artificial Intelligence in the Petroleum Industry, Ed. Technip
- J. Ferber, Les systèmes multi-agents. Vers une intelligence collective,
- **B. Osmont,** Dynamiques cognitives et stratégies d'utilisateurs, *Masson*, 1995. M. Stefik, Introduction to Knowledge Systems, Morgan Kaufmann 1995
- S. Wermter, Hybrid Connectionist Natural Language Processing, Chapman &



LIVRES

Le dialogue verbal Homme-Machine Etudes de cas par Daniel Luzzati

Editions Masson, collection Sciences Cognitives notes de lecture¹ par Laurent Charnay LIMSI/CNRS E-mail: charnay@limsi.fr

Une fois évacué le cliché populaire d'une conversation à bâtons rompus avec un ordinateur omniscient, on peut s'intéresser au dialogue humain-machine (DHM). Ce mode d'interaction est plus complexe à formaliser et à gérer que les moyens classiques (interfaces graphiques). Le système doit «comprendre» ce que lui dit l'utilisateur (i.e. construire une représentation des énoncés sur laquelle il puisse raisonner) pour lui apporter une réponse pertinente, et être capable de gérer un dialogue (les tours de parole, les références, les énoncés elliptiques, etc.). Les problématiques sous-jacentes sont multiples et dépassent le cadre informatique. Elles relèvent en tout premier lieu de la linguistique et c'est dans cette optique que Daniel Luzzati situe son ouvrage.

Au cours du premier chapitre, replacant la problématique du DHM dans la perspective de l'Întelligence Artificielle, il s'efforce tout d'abord de dissiper les malentendus auxquels prête la notion même de dialogue. La question du sens se pose avec une acuité particulière lorsqu'il s'agit de simuler un interlocuteur humain. L'auteur décrit ensuite les caractéristiques de cette forme d'interaction singulière qu'est le DHM, puis passe en revue les tâches et les domaines où le DHM peut faciliter l'utilisation d'un système.

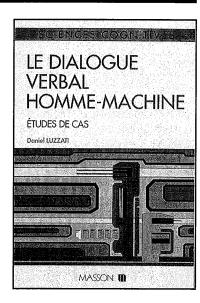
Si pour certaines applications relevant des traitements automatiques du langage les approches stochastiques donnent de bons résultats (ex: dictée vocale), il est absolument in-envisageable de concevoir le développement d'un système de DHM sans une maîtrise du sens. En effet, par-delà la signification littérale des énoncés, le problème central du DHM est d'en inférer la signification intentionnelle, i.e. décrypter finement les buts de l'utilisateur qui s'adresse au système, pour lui apporter une réponse pertinente. De plus, l'interprétation des énoncés se fait en contexte, relativement au début du dialogue.

En outre le dialogue est confronté à des phénomènes de bruit et de dislocation, de télescopage syntaxique (répétitions, autocorrection, non-mots) qui déstructurent les énoncés. L'extraction du sens passe alors par une analyse partielle ayant une forte composante pragmatique. La correction des erreurs est à la fois une nécessité et un avantage du dialogue. On peut dégager une typologie des erreurs en fonction du coût de leur rectification, évalué par le nombre d'échanges «réparateurs».

Le DHM s'attache aux dialogues finalisés, dirigés par la tâche qui détermine les fonctionnalités du système. Plusieurs classifications des tâches sont possibles, en fonction des buts et actes de langage, du degré d'implication de l'interlocuteur dans l'interaction, ou des conditions opérationnelles de la communication. De la tâche dépend la rigidité du dialogue et la finesse interprétative nécessaire. Cette partie de l'ouvrage peut paraître abstraite au néophyte qui pourra consulter l'état de l'art présenté dans [JOAB90] pour se faire une idée plus précise des systèmes de DHM.

Le modèle interactionnel que propose D.Luzzati permet au système de gérer le dialogue «en temps réel», de savoir où il en est (par rapport à ce qui a été dit ainsi qu'au déroulement de la tâche) et de s'adapter en cours de communication. Le dialogue peut s'orienter dans deux directions : régissante lorsque demande et délivrance d'information s'enchaînent sans difficulté; incidente quand survient une perturbation dans l'échange langagier. Il peut s'agir d'incompréhension nécessitant reformulation, clarification ou explication, de la part du système ou de l'utilisateur. Une mesure de l'écartement entre les axes permet de contrôler les déviations du dialogue.

D.Luzzati conclut ce chapitre sur l'architecture modulaire «classique» des systèmes de DHM, utilisant des connaissances statiques (modèles de la langue, de la tâche et du dialogue) et



des connaissances dynamiques (état de la tâche, historique du dialogue, modèle de l'utilisateur).

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation et à l'étude - sur un plan linguistique - du corpus SNCF qui. conformément à la méthodologie revendiquée par l'auteur, a servi de base à la modélisation du dialogue et à la conception du système présenté dans les chapitres quatre et cinq.

Le corpus SNCF est un recueil (en conditions réelles) de dialogues oraux concernant des demandes de renseignements sur les horaires de trains. comportant deux phases : des communications inter humaines puis des dialogues humain-machine².

L'étude de ce corpus montre qu'il existe un modèle sous-jacent : bien qu'on relève quelques formulations atypiques, les dialogues ont une grande régularité. La rigidité de la tâche (demande d'horaire) induit une simplicité des communications. On observe parfois un style télégraphique. Le lexique employé spontanément par l'utilisateur est relativement restreint.

Le modèle décrit dans ce chapitre³ est ad-hoc, issu de l'analyse du corpus, et va servir à une modélisation linguistique sous-tendant un système qui fait l'objet des chapitres suivants.

Le chapitre trois étudie plus particulièrement l'influence de la machine sur le comportement de l'utilisateur. Les deux phases du corpus SNCF mettent en relief cette modification comportementale: l'utilisateur se fait une certaine idée de la machine et de ses capacités de «compréhension». Cela se mani-

LIVRES

feste tant au niveau du dialogue que de la formulation même des requêtes : les interventions sont plus longues et moins nombreuses, le dialogue est plus simple et plus centré sur la tâche. La communication est ainsi nettement moins interactive. Cette simplification spontanée du dialogue face à une machine autorise l'emploi d'un modèle automatique (calculatoire) qui ne saurait, a contrario, rendre compte de dialogues homme-homme. Ainsi les apports possibles de théories psychologiques ou de modèles linguistiques complexes ne semblent pas déterminants en situation homme-machine, alors qu'ils sont incontournables pour l'analyse de la conversation humaine. Un système de DHM, selon D.Luzzati, peut se centrer sur ce qui est pertinent par rapport à la tâche, en négligeant les autres aspects, argumentatifs en particulier, qui de toutes façons disparaissent face à la machine, celle-ci ayant en outre un effet stabilisateur sur la formulation de la demande.

On peut en être d'accord dans le cas d'une tâche simple de demande de renseignements. Toutefois, dès que le domaine ou la tâche se complexifie, on ne peut plus faire l'économie d'une interprétation intentionnelle des énoncés, ni de la prise en compte des différents aspects que revêt la conversation. Par ailleurs les performances croissantes des ordinateurs alliées aux avancées de l'IA (représentation des connaissances, multi-agents, etc.) autorisent plus d'inférences entre deux tours de parole, et par là-même permettent d'envisager un enrichissement du dialo-

Les deux derniers chapitres décrivent le système de DHM DIALORS (système de DIALogue ORal Simulé) conçu à partir de l'étude du corpus SNCF. Ce système comprend un analyseur et un gestionnaire de dialogue fondé sur le modèle interactionnel.

L'analyseur (ALORS) traduit les énoncés de l'utilisateur en une représentation manipulable par le système, selon une analyse partielle visant à compléter une grille sémantique liée à la tâche (type de requête, gares de départ et d'arrivée, jour, plage horaire). Elle s'appuie sur l'analyse syntaxique des îlots significatifs (ex: les références spatiotemporelles).

Pour construire une réponse pertinente, le module de dialogue (Dialog) va chercher à compléter au mieux la grille d'analyse en déterminant l'information manquante qui devra faire l'objet de demandes de précisions ultérieures. Il doit en outre s'apercevoir d'une question hors sujet, gérer les incompréhensions et détecter les absurdités. Les éléments mis en jeu sont le modèle de la tâche qui est central dans cette application, le modèle de dialogue qui définit dynamiquement un état du dialogue, pendant de l'état de la tâche, et bien sûr l'historique du dialogue. Il n'y a pas de modèle de l'utilisateur dans ce système. Un ensemble de règles détermine la réponse du système en fonction de l'avancement de la tâche et de la situation de dialogue.

La démarche suivie est essentiellement pragmatique. L'accent est mis sur la gestion du canal de communication. Le dialogue doit permettre de corriger les erreurs et de pallier les problèmes de compréhension inhérents à l'emploi du langage naturel. Le modèle de dialogue est dynamique, le système devant avoir une représentation de l'état d'interaction.

Le déroulement est contrôlé par deux axes, régissant et incident. L'écartement permet de mesurer la perplexité et de déterminer quand un changement d'attitude dialogique est nécessaire : il vaut mieux parfois rompre un échange incident qui ne parvient pas à dissiper un malentendu pour revenir à une reformulation de la question initiale. Sur l'axe régissant, qui permet de suivre le déroulement du dialogue par rapport à la tâche, la première question principale définit généralement un contexte auquel se réfèrent les suivantes. Sur l'axe incident, il s'agit « d'optimiser la gestion de l'incommunicabilité » (!) en contrôlant l'incidence (ne pas laisser de question en suspens, forcer au besoin le retour sur l'axe régissant). Généralement les questions incidentes sont du type demandes de précision, de reformulation, d'explication.

Ce modèle permet en outre d'évaluer des dialogues humain-machine en fournissant un jeu de critères tournant autour de la gestion de l'incidence. L'idée de l'évaluation de DIALORS est

de voir jusqu'où un système automatique est capable de simuler une opératrice qui jouait le rôle de la machine. Le système a été élaboré en ne considérant qu'une partie du corpus. puis testé sur l'ensemble. La comparaison des résultats montre que le système Dialors est stable, ce qui valide la méthodologie utilisée : se fonder sur des données avérées pour en extraire un modèle de dialogue utilisé dans un système de DHM.

D.Luzzati conclut par une comparaison entre Dialors et GUS - un des plus célèbres systèmes de DHM [Bobrow et al 77]. Comme dans GUS, l'analyse est guidée par des schémas, mais alors que GUS cherche à escamoter tout ce qui pourrait être figé pour simuler un comportement «naturel», Dialors utilise la rigidité de la tâche pour maîtriser le dialogue tout en gérant le canal de communication.

Plus généralement, le DHM est, parmi les traitements automatiques des langues, un domaine lié au vivant où tout ce que fait le système influence directement ce que produit l'interlocuteur humain.

En conclusion, on peut dire que cet ouvrage présente une étude de cas des plus intéressantes qui met en relief les principaux aspects de la problématique DHM et tout particulièrement l'influence de la machine sur le comportement de l'utilisateur. Une lecture enrichissante bien que sans surprise pour qui connaît déjà la thèse de D.Luzzati, mais qui satisfera autant le chercheur en IA curieux de linguistique que l'étudiant souhaitant connaître les dessous du DHM.

¹ une version longue de ce papier est disponible auprès de l'auteur...

² du type magicien d'Oz (un comparse simulant la machine).

³ eu égard à l'espace qui nous est imparti, nous n'entrerons pas plus avant dans cette étude linguistique très fouillée, mais qui s'éloigne des préoccupations IA de notre lectorat.

Références

[Bobrow et al 77]: D.Bobrow R.Kaplan, D.Norman, T.Thompson et T.Winograd, «GUS, a Framedriven Dialog System» Artificial Intelligence, vol 8 (1977)

[JOAB90], M.Joab, «Modélisation d'un dialogue pédagogique en langage naturel» Thèse de doctorat

[Luzzati89]: D.Luzzati. «Recherches sur le dialogue homme-machine: modèles linguistiques et traitements automatiques.» Thèse d'état, Paris III. (1989)

CONFERENCES

EUROVAV'95 EUROpean symposium on VAlidation and **Verification of KBS**

Chambéry - St Badolph, 26–28 juin 1995

Nous présentons ici deux comptes rendus de la conférence Eurovav'95 : un présentant le point de vue des organisateurs, un autre d'une participante.

EUROVAV'95 Par Marc AYEL et Marie-Christine ROUSSET, co-présidents de la conférence.

Avant de parler du contenu on peut tirer deux enseignements sur la communauté des chercheurs travaillant dans ce domaine. En premier lieu si la communauté européenne est encore modeste, elle est beaucoup plus importante que la communauté nord-américaine. Les américains envient notre dynamisme et en particulier l'existence de la conférence Eurovav. Ils étaient quelques uns à participer à Eurovav-95. Le deuxième enseignement concerne le renouvellement de la communauté européenne, renouvellement des chercheurs mais aussi renouvellement des thèmes de la conférence. La politique d'ouverture y est vraisemblablement pour beaucoup. Pour cette édition l'objectif du comité de programme a été la communauté travaillant sur les langages de spécifications de SBC.

Cette ouverture s'est manifestée par le choix des deux conférenciers invités : Marie-Claude GAUDEL a présenté les apports et les limites des approches formelles pour le développement de logiciels classiques et Lance MILLER, de SAIC (la plus grande société de service américaine travaillant sur les SBC) a tiré quelques leçons sur les problèmes de validation et de vérification à partir de son expérience sur le développement d'applications dans des domaines critiques (avionique, nucléaire).

Parmi les techniques ou les concepts qui prennent leur place dans le domaine de la validation et de la vérification des SBC on relèvera:

- le rapprochement avec le Génie logiciel classique par l'adaptation de techniques de test classiques (test mutationnel, analyse des flots de données);

- le rapprochement avec la modélisation des connaissances (plusieurs conférenciers ont présenté des méthodes de vérification ou validation s'intégrant à, ou reposant sur, la méthodologie KADS);

- la vérification de propriétés formelles des bases de règles comme l'idempotence ou la confluence;

- la prise en compte de nouvelles caractéristiques (vérification de bases de règles utilisant la logique des défauts, vérification de base de connaissances modulaires);

- la nécessité de mieux expliciter les anomalies détectées (par la visualisation du SBC, ou par l'utilisation des techniques issues du diagnostic);

- les problèmes de vérification et validation liés à la mise à jour d'un corpus de connaissances.

La conférence s'est achevée avec la présentation de deux projets dans lesquels les problèmes de vérification et de validation sont particulièrement étudiés. Il s'agit du projet Esprit ViVa et du projet allemand (du DFKI) Vega. On peut s'interroger sur le faible nombre de papiers soumis venant du monde industriel ou les grosses applications d'IA commencent à voir le jour avec les problèmes de vérification et de validation qui en découlent.

On ne peut que se réjouir de l'ambiance chaleureuse qui a régné lors de ces 3 jours, associée à des discussions et échanges scientifiques fructueux, tout cela ayant été favorisé par l'unité de lieu pour la conférence et le logement des participants.

EUROVAV-97 se tiendra à Louvain (Belgique) avec le même esprit d'ouverture vers d'autres communautés.

EUROVAV'95 Corinne HAOUCHE,

Sur vingt huit papiers soumis, vingt ont été retenus dont dix pour une présentation longue et dix pour une présentation courte. Ces papiers ont été répartis sur six sessions: test, vérification du comportement, ingénierie de la connaissance, vérification, révision et debugging, modélisation de la connaissance et validation.

Outre ces sessions, deux conférences invitées ont été données, l'une par Marie-Claude Gaudel (LRI, Université de Paris-Sud, Orsay, France), sur le thème des spécifications formelles, et l'autre par Lance Miller, (Science Applications International Corporation, McLean, VA, USA), et intitulée « Myths and Truths about the V&V of KBS. Lessons from a long hard look ». Enfin, deux projets relatifs à la validation, le projet esprit VIVA et le projet VEGA du DFKI ont été présentés à la fin de ces journées.

M.C. Gaudel nous a parlé des avantages et des limites de l'utilisation de spécifications formelles dans le cadre du développement de logiciels. Elle a fait un survol rapide des méthodes et langages existants (Z, VDM, ...) et de leur intérêt selon le domaine d'application, l'étape considérée dans le processus de développement etc.

La seconde conférence invitée a été donnée par Lance Miller de SAIC qui a tenté de nous faire profiter de son expérience sur la validation, la vérification et le test de systèmes à base de connaissances. Ce qui ressort de cette conférence, c'est, selon moi, qu'il n'y a pas de cycle de vie standard et adapté à tous les besoins, qu'il est important de faire valider le SBC par des « testeurs » indépendants.

Je reviens maintenant sur les différentes sessions en essayant de faire une synthèse des papiers présentés.

Les actes de la conférence peuvent êfre obtenus auprès de Marc AYEL (ma@lia.univ-savoie.fr) au prix de 300F. Une description de ViVa et l'adresse pour obtenir des informations sur Vega seront joints à l'envoi

Congrès / Colloques / Ecoles d'été...

Calendrier

Novembre 1995

23-24 novembre 1995, KBUP'95, Sophia-Antipolis.

Thème: premier workshop international sur les systèmes à base de connaissances pour l'utilisation de bibliothèques de programmes.

Président du comité de programme, Monique Thonnat, ORION, Sophia Antipolis, 2004 Route des Lucioles, F-06902 Sophia Antipolis Cedex; E-mail: kbup@sophia.inria.fr, Tél: 93 65 76 57, Télécopie: 93 65 76 43, WWW: http://www.inria.fr/orion/KBUP/kbup.html

27-28 novembre 1995, LFA'95, Paris.

Thème: les rencontres LFA (rencontres francophones sur la Logique Floue et ses Applications) ont pour but de réunir les universitaires et les industriels francophones intéressés par l'utilisation des ensembles flous et de la théorie des possibilités dans le domaine de la commande automatique, de l'intelligence artificielle, des systèmes d'information, de l'aide à la décision et de la reconnaissance des formes. Secrétariat des rencontres LFA'95", LAFORIA-IBP, UPMC, case 169, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05; E-mail: ifa@laforia.ibp.fr.

Janvier 1996

15-16 janvier 1996, KEML'96, Paris.

Theme: 6th Workshop on Knowledge Engineering: Methods & Languages. The aim of this workshop is to attract researchers from all areas associated with modelling languages for knowledge-based systems, both informal, formal and operational. We are also interested in establishing relationships with researchers from other specification languages in other areas of software engineering. This workshop is the sixth in the series of workshops on modelling languages for knowledgebased systems (kbs). This workshop extends the scope of previous «KADS-languages Workshops» and «Formal Specification Workshops». Papers from these previous workshops are available at ftp.swi.psy.uva.nl in directory pub/ keml or (WWW) ftp://swi.psy.uva.nl/pub/keml/keml.html Christine PIERRET-GOLBREICH, Laboratoire de Recherche en Informatique, Bat 490, Universite de Paris-Sud, 91405 ORSAY-CEDEX. E-mail: pierret@lri.fr, Tél: +33(1)6941 64 99, Fax: +33 (1) 69 41 65 86.

16-18 janvier 1996, RFIA'96, Rennes.

Organisé conjointement par l'AFCET et l'AFIA, le congrès RFIA est une occasion unique de rassemblement des chercheurs en Reconnaissance des Formes et en Infelligence

Quatre papiers ont été présentés dans le cadre de la session sur le test. Les questions abordées par ces papiers concernent l'application aux SBC de techniques utilisées pour le test de logiciels classiques, en particulier le mutant test. Ces techniques permettent en particulier de juger de la pertinence des données de test. Les deux autres thèmes traités au cours de cette session concernent d'une part l'utilisation de résultats de la programmation par contraintes pour générer des données de test et d'autre part la complétude des SBC.

La session sur la vérification du comportement a abordé le problème du test avec des données incomplètes, la propriété d'idempotence d'une base de règles et la confluence de règles de production. La deuxième session sur la vérification a porté sur la vérification de bases de règles non monotones, la vérification de la cohérence de bases de règles modulaires, la modélisation de bases de règles sous la forme de tables de décision et l'expression de différentes anomalies dans ce même "formalisme" ainsi que les moyens de supprimer ces anomalies de ces bases de règles. Le dernier papier présenté lors de cette session a porté sur l'introduction de notions formelles pour la vérification d'aspects dynamiques des bases de règles.

Lors de la session sur l'ingénierie de la connaissance, deux papiers ont été présentés. Le premier de ces papiers a porté sur la description des outils de vérification et de validation dans le contexte du shell JHExpert. Le second outil présenté exploite des méthodes de visualisation (des connaissances du domaine, des connaissances de résolution de problèmes), à différents niveaux d'abstraction, pour faciliter la validation des connaissances acquises par rapport aux experts.

La session sur la **révision** a comporté trois présentations. La première a eu pour thème l'exploitation d'explications pour raffiner une base de connaissances. La seconde a. elle, porté sur le raffinement de bases de connaissances évolutives, capitalisant l'expérience d'une entreprise, et constituées de trois parties : une ontologie de concepts, un ensemble de cas traités et des règles. Enfin, le dernier papier propose d'utiliser la théorie du diagnostic de Reiter pour debugger une base de connaissances, c'est à dire la vérifier et localiser les anomalies.

Trois papiers ont été présentés lors de la dernière session, modélisation de la connaissance et validation. Plutôt que de s'intéresser à des propriétés fonctionnelles des SBC, les auteurs du premier papier ont choisi de s'intéresser à ses performances et plus particulièrement au temps moven de calcul d'un SBC concu selon la méthode KADS. Le second papier a porté sur la spécification de SBC à l'aide de spécifications algébriques, et du raffinement de ces spécifications, c'est à dire du passage de ces spécifications au niveau implémentation : ceci dans un contexte de programmation par objets. Enfin, le dernier papier comporte la description d'une méthode de test de SBC au niveau des connaissances, c'est à dire une méthode fondée sur l'utilisation d'une structure d'inférence à la KADS représentant les comportements valides du SBC.

Deux choses pour finir. Je regrette que le workshop sur les spécifications n'ait pas eu lieu. La conférence de M.C. Gaudel a montré les nombreux "ponts" qui peuvent être établis entre validation de SBC et validation (au sens large) de logiciels plus classiques, les problèmes communs ...

Enfin, il faut à mon avis saluer les organisateurs pour l'organisation de ce congrès de manière générale, et pour leur heureuse initiative de nous avoir fait marcher (au sens propre).

Congrès / Colloques / Ecoles d'été...

Artificielle, et d'échanges indispensables au débat scientifique en RF et IA. La spécificité de RFIA se situe en effet à la rencontre de ces deux disciplines que la conjoncture scientifique et l'émergence de nouvelles applications rapprochent de plus en plus, en particulier au travers de la problématique de la perception au sens large. Voir p64 de ce bulletin

Avril 1996

8-10 avril 1996, IADSMA'96, Sète.

Objectifs: Les Quatrièmes Journées Francophones « Intelligence Artificielle Distribuée & Systèmes Multi-Agents » sont organisées par le Groupe IAD SMA - AFCET/AFIA et le LIRMM, Montpellier. Elles s'adressent aux chercheurs et industriels qui effectuent des travaux applicatifs ou de recherche sur les techniques d'IAD et les SMA, et à tous ceux qui s'intéressent à ce domaine. Les travaux de jeunes chercheurs seront les bienvenus. Ces journées ont pour but : – de provoquer un enrichissement mutuel des participants, - de favoriser le transfert des connaissances vers l'industrie et les autres disciplines, - de valoriser les recherches fondamentales ou appliquées effectuées dans le domaine.

Date limite réception communications : 7 janvier 1996 ; propositions de communications, redigées en français, ne dépassant pas 5000 mots, en 4 exemplaires, au président du comité de programme Jean-Pierre Muller. IIIA - Universite de Neuchatel, rue Emile Argand, 11, CH-2007 Neuchatel -Suisse. Fax: +41 (0)38232701. Email: Muller@info.unine.ch Notification aux auteurs: 15 janvier 1996.

29th April-18th may, 1996, Arts and Science, Loughborough University, Loughborough, UK.

Theme: a workshop on "Creativity in the Arts and Science" will be the opening event of the Second International symposium on Creativity and Cognition to be held April-May 1996. The workshop will be a two day programme of presentations, posters and plenary statements. It will be open to registered delegates only and will take place a Burleigh Court, Loughborough University, Loughborough, UK. Paper are invited on the following (among others) topics: (...) Cognitive processes explored by computational means, (...), Computer emulation and complementation in creativity research (computers emulating human creative acts and artefacts, computers as catalysts for creativity enhancement. collaborative adaptation: models for interaction and representation).

Deadline date for Submissions: January 15th, 1996. Notification of acceptance: February 23rd, 1996. All submissions should be sent to: Linda Candy - Programme Co-ordinator – Creativity and Cognition 1996 Workshop, Lutchi Research Centre, Department of Computer studies, Loughborough University of technology, Loughborough, Leicester LE11 3TU. UK. E-mail: LCandy@lut.ac.uk

Juin 1996

5-7 juin 1996, deuxième colloque jeunes chercheurs en sciences cognitives, Presqu'ile de Giens.

Thème: à l'initiative de l'ARC (Association pour la Recherche Cognitive) et organisée par l'ARC, COGNITO ERGO

SUM (Association d'étudiants en sciences cognitives d'Aix-Marseille), IN COGNITO (Association d'étudiants en sciences cognitive de Grenoble), la deuxième édition de cette manifestation aura lieu en Provence, avec l'objectif de présenter des travaux de jeunes chercheurs. Ce sera aussi l'occasion de créer ou de confirmer des liens entre les diverses disciplines des Sciences Cognitives comme l'intelligence artificielle, les neurosciences, la psychologie, l'ergonomie, les sciences du langage, la philosophie, l'épistémologie, la biologie, la didactique, les sciences de l'éducation, la socio-

Date limite réception communications : 31 octobre 1995 ; Les textes devront être rédigés en français par des jeunes chercheurs (n'ayant pas soutenu leur thèse avant 1994) et ne dépasseront pas 15 pages (Times 12, double interligne, marge gauche 3,5). Ces textes seront adressés en quatre exemplaires, par courrier postal, à l'adresse suivante : Nelly Bensimon, LIMSI, B.P. 133, 91403 Orsay cedex, Fax: (1) 69 85 80 88, Email: nelly@limsi.fr

12-14 juin 1996, COOP'96, Juan-les-Pins, France.

Notification aux auteurs: 31 janvier 1996.

Obiectifs: l'objectif de cette conférence est d'aider à résoudre les problèmes que soulève la construction des systèmes coopératifs par une meilleure compréhension de la coopération homme-homme ou homme-machine, la proposition de modèles de coopération, la proposition de nouvelles fonctionnalités et méthodologies de conception adéquates pour les systèmes coopératifs.

Date limite réception communications : 20 Décembre 1995. Notification aux auteurs: 11 Mars 1996.

Contact: Mme Monique Simonetti, INRIA - COOP'96, 2004 route des lucioles, BP 93, 06902 Sophia-Antipolis Cedex, E-mail: Monique.Simonetti@sophia.inria.fr, Tél: +33 93 65 78 64, Fax: +33 93 65 79 55.

June 12-14, 1996, ITS'96, Montreal (Canada).

Themes: the International Conference on Intelligent Tutoring Systems in 1996 will focus on a broad spectrum of research concerned with how artificial intelligence and other advanced technologies can be applied to education and training. The conference will be concerned both with the current state of the art as well as serving as a reference basis for future research directions.

Submissions: Papers should describe original and unpublished results of research works. Authors are requested to submit five copies (in English or French) of a double-spaced manuscript of up to 5000 words by December 1, 1995 to the conference Chairman: Prof. Claude Frasson, Département d'IRO, Université de Montréal, CP 6128, Succ. Centre-Ville. Montréal (Québec), Canada, H3C 3J7, E-mail: frasson@iro.umontreal.ca, Tél: (514) 343 7019, Fax: (514)

Notification of acceptance: February 15th, 1996. Further Information: can be obtained through ITS'96 Home Page (http://www.iro.umontreal.ca/labs/its/its96.html) or via E-mail at its96@iro.umontreal.ca.

Pour cette rubrique contacter Jean Charlet

Congrès / Colloques / Ecoles d'été...

EXPLICATION'96 19, 20 et 21 juin 1996 Sophia Antipolis

Les journées EXPLICATION'96 font suite aux Journées de Gif sur Yvette en 89 et à celles de Sophia Antipolis en 92. Ces différentes journées émanent du groupe "Explication dans les Systèmes à Base de Connaissances", groupe rattaché dès l'origine au PRC-IA, et depuis à l'AFCET et l'AFIA. Depuis sa création, le groupe travaille sur la problématique de construction et de transmission d'explications à l'utilisateur d'un Système à Base de Connaissances (SBC).

Les journées de Sophia étaient marquées par deux orientations : faire apparaître la construction d'explication comme une tâche à part entière nécessitant ses propres connaissances et son propre mode de raisonnement, et ouvrir la communauté à des chercheurs d'autres disciplines (psychologie, didactique, linguistique...).

Aujourd'hui ces deux orientations sont acquises et nous souhaitons que les journées de 96 nous permettent d'avancer sur les points suivants :

- Les SBC sont plus complexes que par le passé et la composante explicative doit prendre en compte cette complexité.
- La tâche d'explication et la tâche objet de cette explication sont fortement imbriquées. Par exemple, l'explication peut aider l'utilisateur d'un SBC à formuler ou à modifier sa requête en cours de résolution.

Calendrier

Date limite de réception des communications: 31 janvier 96 Avis aux auteurs: 2 avril 96 Réception des papiers définitifs : 3 mai 96

Adresse de réception des papiers:

Michelle JOAB Journées EXPLICATION'96 LAFORIA-IBP, case courrier 169 Université Pierre et Marie CURIE 4 place JUSSIEU, 75252 Paris Cedex 05 email: joab@laforia.ibp.fr

- Si l'utilisateur d'un SBC est longtemps apparu comme un simple consommateur des solutions construites par le système et de son explication, il est clair aujourd'hui qu'il joue un rôle actif tant dans l'élaboration de la solution que dans celle de l'explication. Les phénomènes de négociation et de coopération doivent être pris en compte dans la modélisation, la compréhension et la mise en œuvre des processus d'explication.

Les thèmes que nous proposons à la discussion sont les suivants (liste non limitative):

- Influence de l'application objet de l'explication sur la construction d'explication (modélisation et représentation des connaissances du domaine objet, résolveur objet)
- Architecture de systèmes explicatifs (Systèmes Multi-Agents, systèmes réflexifs, couplage entre tâche objet et tâche de construction d'explication)
- Prise en compte de l'utilisateur et explication (besoins des utilisateurs, analyse de l'interaction, modélisation de l'utilisateur)
- Gestion de l'interaction explicative (négociation, coopération, révision)
- Interfaces évoluées et explication (multimédia, graphique, langue naturelle)
- Génération de textes explicatifs
- Acquisition de connaissances pour l'Explication
- Évaluation d'explications
- Explications dédiées (Systèmes de formation, Systèmes Multi-Agents. Systèmes d'Apprentissage Automatique, Systèmes d'aide à l'Acquisition de Connaissances)
- Applications industrielles

Les Journées EXPLICATION'96 donneront lieu à la publication d'actes édités par l'INRIA (Sophia Antipolis).

Parrainages: AFCET, AFIA, ARC, INRIA, PRC-GDR IA

Organisation INRIA Sophia Antipolis

Comité de Programme

Michelle JOAB, LAFORIA, Paris, Pré-

Michael BAKER, CNRS-COAST, **ENS Lyon**

Nicolas BALACHEFF, IMAG, Gre-

Sylvie BRUXELLES, CNRS, Lyon Béatrice CAHOUR, CNRS, Université de Rouen

Rose DIENG, INRIA Sophia-Antipolis Pierre FALZON, CNAM, Paris Alain GIBOIN, INRIA Sophia-Antipolis

Gilles KASSEL, HEUDIASYC, UTC. Compiègne

Benoît LEMAIRE, LSE, Grenoble Claire NEDELLEC, LRI, Orsay Cécile PARIS, ITRI, Brighton Violaine PRINCE, LIMSI, Orsay Brigitte SAFAR, LRI, Orsav Jean SALLANTIN, LIRMM, Montpellier

Manuel ZACKLAD, CNET, Issy les Moulineaux

Comité d'organisation : Alain GIBOIN, INRIA, Sophia Antipolis, email: giboin@sophia.inria.fr

Secrétariat : Monique SIMONETTI, EXPLICATION'96, Bureau des Relations Extérieures, INRIA Sophia Antipolis, 2004 Route des Lucioles, BP 93, 06902 Sophia Antipolis cedex Tél: (33) 93 65 78 64,

Fax: (33) 93 65 79 55, email: Monique.Simonetti@sophia.inria.fr

Instruction aux auteurs

Les auteurs soumettront, par courrier postal, uniquement avant le 31 janvier 1996 un texte de 10 à 15 pages (en Times 12 points, interligne 1,5) d'environ 6000 mots en 3 exemplaires. La première page comportera un titre, un résumé d'environ 10 lignes, des motsclés, un correspondant avec le comité de programme, le nom, l'institution, l'adresse électronique et l'adresse postale des auteurs.

Congrès / Colloques / Ecoles d'été...

APPEL à COMMUNICATIONS JAVA 1996 8-9-10 Mai 1996 à SETE

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

7èmes JAC Journées d'Acquisition des Connaissances

Président : Gilles Kassel, gkassel@hds.univ-compiegne.fr

Thèmes abordés (liste non limitative)

- * Dimensions cognitives, sociales ou épistémologiques de l'acquisition des connaissances.
- * Construction et rôles des modèles conceptuels pour l'acquisition.
- * Acquisition guidée par des modèles : réutilisation de méthodes de résolution de problèmes.
- * Ontologies du domaine, terminologies, et leur réutilisation.
- * Méthodes, outils et expériences d'acquisition et d'ingénierie des connaissances.
- * Extraction de connaissances à partir de corpus : utilisation de méthodes linguistiques, de techniques manuelles ou d'outils d'acquisition.
- *Del'acquisition à l'implémentation : langages de modélisation (conceptuels, formels, opérationnels), validation des modèles.
- * Acquisition de connaissances pour les systèmes multi-agents et les systèmes coopératifs homme-machine. *Evaluation des méthodes et des outils d'acquisition des connaissances.

Articles à envoyer à :

Gilles Kassel

URA CNRS HEUDIASYC, Université de Technologie de Compiègne.

Centre de Recherches de Royalieu - BP 649 60206 Compiègne Cedex

11èmes JFA Journées Francophones sur l'Apprentissage

Président : Olivier Gascuel, gascuel@lirmm.fr

Thèmes abordés (liste non limitative)

- * Aspects théoriques,
- * Aspects cognitifs
- * Programmation logique inductive
- * Réseaux de neurones
- * Inférence grammaticale
- * Méthodes symbolique-numériques,
- * Approches génétiques
- * Représentation des données et des connaissances
- * Aide à la découverte,
- * Applications

Cette liste de thèmes regroupe un certain nombre d'approches des grands problèmes de l'Apprentissage que sont la discrimination et la prédiction en general, la classification automatique, certains aspects de l'analyse des données, mais aussi la résolution de problèmes lorsque celle-ci est (partiellement) basée sur l'experience accumulée lors de résolutions antérieures. Parmi ces approches, se trouvent les approches symboliques, bien representées ces dernières années aux JFA, mais aussi des approches numériques comme les réseaux de neurones, ainsi que les approches hybrides. Les articles liés aux théories de l'Apprentissage, ainsi qu'aux applications en vraie grandeur de celui-ci sont bien sur encouragés.

Articles à envoyer à : Olivier Gascuel, LIRMM.

161 rue Ada, 34392 -Montpellier

Date limite de soumission: 5 Janvier 1996, appel complet disponible sur demande. Toutes les propositions de communication devront être envoyées en cinq exemplaires, par courrier postal, directement au président du comité programme des journées concernées (JAC, JFA ou JVAL). Les papiers sont limités à 12 pages maximum, simple interligne, police 12.

3èmes JVAL Journées VALidation des Systèmes à Base de Connaissances Président Stéphane Loiseau, loiseau@lri.lri.fr

Thèmes abordés (liste non limitative)

- * Techniques formelles pour la validation, la vérification ou le test (VVT)
- * VVT et maintenance dans le cycle de vie des SBC
- * Représentation et modélisation des connaissances pour la VVT
- * VVT des nouveaux systèmes d'IA (multi-agents, à base de cas, bases de connaissances hybrides...)
- * VVT des SBC industriels ou de grandes tailles
- * Métrique pour la VVT
- *Mise au point et débogague des SBC, des programmes logiques et à objets
- * Relations et apports possibles entre la VVT et d'autres domaines comme Génie Logiciel, Acquisition, Apprentissage, EIAO, Explication, Diagnostic, Logique

Adresse: **Stéphane Loiseau** LRI, bat.490,

Université de ParisXI-Orsay 91405 Orsay cedex

Les auteurs devront indiquer, parmi les thèmes des journées concernées, ceux caractérisant le mieux leur papier en les complétant éventuellement par des thèmes non présents dans la liste. Les présentations seront faites en français. Toutefois, les propositions pourront être soumises en français ou en anglais, mais en cas d'acceptation, elles devront être obligatoirement publiées en français.

SOMMAIRE DES REVUES

Au sommaire des revues...

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE V75, N°2 June 1995

- ullet Behaviorist intelligence and the scaling problem, J.K. TSOTSOS
- A typed resolution principle for deduction with conditional typing theory, *T.-C. WANG*
- Controlling cooperative problem solving in industrial multiagent systems using joint intentions, N. R. JENNINGS
- Robust reasoning: integrating rule-based and similarity-based reasoning. R. SUN
- Multiagent negotiation under time constraints, S. KRAUS, J. WILKENFELD and G. ZLOTKIN
- BIDA*: an improved perimeter search algorithm (Research Note), *G. MANZINI*
- The effect of bounding the number of primitive propositions and the depth of nesting on the complexity of modal logic, *J.Y. HALPERN*

COGNITIVE SCIENCE

COGNITIVE SCIENCE V19, N°2 April-June 1995

- Cognitive Science News
- MAC/FAC: A Model of Similarity-based Retrieval, K. D. FORBUS, D. GENTNER, and K. LAW
- The Alleged Priority of Literal Interpretation, F. RÉCANATI
- Computational Interpretations of the Gricean Mixture in the Generation of Referring Expressions, *R. DALE AND E. REITER*

INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN COMPUTER STUDIES

INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN COMPUTER STUDIES (1995) 42(2)

- SHAPE: a machine learning system from examples, F. BOTANA and A. BAHAMONDE
- Fuzzy cognitive maps considering time relationships, K. S. PARK and S. H. KIM
- Comparing telephone-computer interface designs: Are software simulations as good as hardware prototypes? *N. P. ARCHER and Y. YUAN*

- Error-information in tutorial documentation: Supporting users's errors to facilitate initial skill learning, A. W. LAZONDER and H. van der MEIJ
- SOL: a shared object toolkit for cooperative interfaces, *G. SMITH and T. RODDEN*

INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN COMPUTER STUDIES (1995) 42(3)

- A guessing measure of program comprehension, J. S. DA-VIS
- Agent systems that negotiate and learn, S. R. BOCIONEK
- Speech versus keying in command and control applications, R. I. DAMPER and S. D. WOOD
- Reflection and goal management in exploratory learning, C.-I. TRUDEL and S. J. PAYNE

INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN COMPUTER STUDIES (1995) 42 (4)

- User errors in database query composition, J. B. SMELCER
- There was a long pause: influencing turn-taking behaviour in human-human and human-computer spoken dialogues, A. JOHNSTONE, U. BERRY and T. NGUYEN
- CODE4: a unified system for managing conceptual knowledge, D. SKUCE and T. C. LETHBRIDGE

INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN COMPUTER STUDIES (1995) 42(5)

- Acquisition and exploitation of gradual knowledge, R. DIENG, O. CORBY and S. LAPALUT
- Rethinking video as a technology for interpersonal communications: theory and design implications, S. WHITTAKER
- Cognitive support: designing aiding to supplement human knowledge, H. P. de GREEF, and M. A. NEERINCX

INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN COMPUTER STUDIES (1995) 42 (6)

Special Issue: Real-world applications of uncertain reasoning
Editors: D. HECKERMAN, A. MAMDANI and M. P.

- WELLMAN
 Student assessment using Bayesian nets, J. MARTIN and K.
- VanLEHN
 A probabilistic approach to determining biological struc-

REVUE d'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE Vol 9, N° 2 1995 NUMÉRO SPÉCIAL QUEBEC

- Méthodes de classification conceptuelle basées sur les treillis de Galois et applications, R. GODIN, G. MINEAU, R. MISSAOUI, H. MILI
- Régularité, génération de documents et Cyc, H. MILI, F. PACHET
- Des systemes conseillers épiphytes, S. GIROUX, F. PACHET, G. PAQUETTE, J. GIRARD
- Une structure à base de connaissances pour l'extraction du dessin au trait des images monochromes, D. CREVIER, H. J. YOO, R. LEPAGE

SOMMAIRE DES REVUES

ture: integrating uncertain data sources, R. B. ALTMAN

- Time series prediction using belief network models, *P. DAGUM and A. GALPER*
- Classifying delinquent customers for credit collections: an application of probabilistic inductive learning, O. GURALI, and W. A. WALLACE
- Blocking Gibbs sampling in very large probabilistic expert systems, C. S. JENSEN, U. KJËRULFF and A. KONG
- Bayesian inference-based fusion of radar imagery, military forces and tactical terrain models in the image exploitation system/balanced technology initiative, *T. S. LEVITT, C. L. WINTER & al*
- Reactive scheduling: improving the robustness of schedules and restricting the effects of shop flow disturbances by fuzzy reasoning, *J. DORN, R. KERR and G. THALHAMMER*

ARTIFICIAL INTELLIGENCE REVIEW

ARTIFICIAL INTELLIGENCE REVIEW VOL 9, N° 2-3 June 1995

INTEGRATION OF NATURAL LANGUAGE AND VI-SION PROCESSING: Intelligent Multimedia

Guest Editor: Paul Mc KEVITT

- Research in Multimedia systems at DFKI, E. ANDRÉ and T. RIST
- Apple Computer's Authoring Tools & Titles R&D Program, *J. C. SPOHRER*
- \bullet Research into Iconic Communication at the University of Brighton, C. BEARDON
- Temporal Codes within a Typology of Cooperation Between Modalities, *J.-C. MARTIN and D. BÉROULE*
- Research in Multimedia and Multimodal Parsing and Generation, M. T MAYBURY
- A Third Modality of Natural Language?, O. STOCK
- Generating Coherent Presentations Employing Textual and Visual Material, E. ANDRÉ and T. RIST
- The Design of a Model-Based Multimedia Interaction Manager, Y. ARENS and E. HOVY
- Discourse Structures in Iconic Communication, C. BEARDON
- \bullet Communicating Through Pictures, M. YAZDANI and S. MEALING
- Language Visualisation: Applications and Theoretical Foundations of a Primitive-Based Approach, A. NARAYANAN, D. MANUEL, L. FORD, D. TALLIS and M. YAZDANI

Book Review: Intelligent Mulimedia Interfaces, M. TS. MAYBURY (E. MAIER)

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE Vol 7, N° 3 1995

- Architectures for intelligent systems based on reusable components, M.A. MUSEN, A. TH. SCHREIBER
- One framework, two systems: flexible abductive methods in the problem-space paradigm applied to antibody identification and biopsy interpretation, *J.W. SMITH Jr, A. BAYAZITOGLU, T.R. JOHNSON, K.A. JOHNSON, N.K. AMRA*

- A case study in ontology library construction, G. VAN HEIJST, S. FALASCONI, A. ABU-HANNA, G. SCHREIBER, M. STEFANELLI
- Ontology-based configuration of problem-solving methods and generation of knowledge-aécquisition tools: application of PROTEGE-II to protocol-based decision support, S.W. TU, H. ERIKSSON, J.H. GENNARI, Y. SHAHAR, M.A. MUSEN

ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN MEDICINE Vol 7, Nr 4 1995

- The NST-EXPERT project: the need to evolve, A. ALONSO-BETANZOS, B. GUIJARRO-BERDINAS, V. MORET-BONILLO, S. LOPEZ-GONZALEZ
- Model-based diagnosis of brain disorders: a prototype framework, *P. SIREGAR*, *P. TOULOUSE*
- VIA-RAD: a blackboard-based system for diagnostic radiology, *E. ROGERS*
- An algorithm for complete enumeration of the mechanisms of supraventricular tachycardias that use multiple atrioventricular, AV nodal, and/or Mahaim pathways, *L.E. WIDMAN, D.A. TONG*

COMPUTERS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE

COMPUTERS AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE VOL. 14 n° 2 1995

- Deadlock-free fully-adaptive minimal routing algorithms: Limitations and solutions, *P. LÓPEZ, J. DUATO*
- An event-driven net based simulation methodology within a knowledge-based framework, V. CINGEL, P. FRIC
- A framework for cooperative deductive database systems, *M.K. MOHANIA*, *N.L. SARDA*
- A parallel functional language with first-class continuations Programming style and semantics, *L. MOREAU*
- The hardware accelerator SFDL/SCL, J. BLATNY, D. BARTONEK

THE JOURNAL OF LOGIC PROGRAMMING

THE JOURNAL OF LOGIC PROGRAMMING VOL 24, N°1&2 July/Aug. 1995

SPECIAL ISSUE: COMPUTATIONAL LINGUISTICS AND LOGIC PROGRAMMING

Guest Editor: V. DAHL

- Principles and Implementation of deductive parsing, S. M SHIEBER, Y. SCHABES, and F. C. N. PEREIRA
- A complete axiomatization of a theory with feature and arity constraints, R. BACKOFEN
- String variable grammar: A logic grammar formalism for the biological language of DNA, D. B. SEARLS
- Unified logic programming approach to the abduction of plans and intentions in information seeking dialogues, *P. QUARESMA and J. G. LOPES*
- On the use of advanced logic programming languages in computational linguistics, S. COUPET-GRIMAL and O. RIDOUX

SOMMAIRE DES REVUES

INFORMATION SCIENCES —Intelligent Systems—

INFORMATION SCIENCES VOL. 84 N° 3/4 1995

- Characterization of weighted maximum and some related operations, J.C. FODOR, M. ROUBENS
- Generalized divergence measures: Information matrices, amount of information, asymptotic distribution, and its applications to test statistical hypotheses, L. PARDO, D. MORALES, M. SALICRU, M.L. MENÉNDEZ
- Neuroscience and computing algorithms, J.P. SUTTON

INFORMATION SCIENCES VOL. 85 N° 4 1995

- Shape recognition with the flow integration transform, G.D. STETTEN, R.E. MORRIS
- A sequential selection process in group decision making with a linguistic assessment approach, F. HERRERA, E. HERRERA-VIEDMA, J.L. VERDEGAY
- A fuzzy variable structure approach to feedback regulation of uncertain dynamical systems, with application to robotics, *M.B. GHALIA*, *A.T. ALOUANI*

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING VOL. 13 N° 1 1995

- Incremental conditioning of lower and upper probabilities, *L. CHRISMAN*
- The role of relevance in explanation II: Disjunctive assignments and approximate independence, S.E. SHIMONY
- Local expression languages for probabilistic dependence, *B. D'AMBROSIO*
- Modeling unforeseen events with similarity templates changes Bayesian probabilities into pignistic probabilities, *R.F. BORDLEY*

INTERNATIONAL JOURNAL OF APPROXIMATE REASONING VOL. 13 N° 2 1995

- Refinement of uncertain rule bases via reduction, C.X.F. LING, M. VALTORTA
- Bayesian network implementation of Levi's epistemic utility decision theory, D. MORRELL, E. DRIVER

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS VOL. 10 N° 7 1995

- Local theories of inheritance, K. THIRUNARAYAN
- Propagating belief functions in AND-trees, R.P. SRIVASTAVA, P.P. SHENOY, G.R. SHAFER
- A requirements sublanguage for automated analysis, W. CYRE

INTERNATIONAL JOURNAL OF INTELLIGENT SYSTEMS VOL. 10 N° 8 1995

 \bullet A unified framework for consistency check, B. LIU

- Classifying through an algebraic fuzzy structure: The relevance of the attributes, A. GISOLFI
- Purely neural, rule-based diagnostic systems I: Production rules, A. AIELLO, E. BURATTINI, G. TAMBURRINI
- Purely neural, rule-based diagnostic systems II: Uncertain reasoning, A. AIELLO, E. BURATTINI, G. TAMBURRINI

INTERNATIONAL JOURNAL OF UNCERTAINTY, FUZZINESS AND KNOWLEDGE BASED SYSTEMS

INTERNATIONAL JOURNAL OF UNCERTAINTY, FUZZINESS AND KNOWLEDGE BASED SYSTEMS VOL. 3 N° 2 1995

- Introduction, B. BOUCHON-MEUNIER
- On the application of a class of MICA operators, A. KELMAN, R.R. YAGER
- On the theory of typicality, M. FRIEDMAN, M. MING, A. KANDEL
- Approximate reasoning about priorities of imprecise conflicting requirements, J. YEN, X. LIU
- Finding a posterior domain probability distribution by specifying nonspecific evidence, J. SCHUBERT
- Further results in qualitative uncertainty, S. PARSONS
- Book review of «Fuzzy Measure Theory» by Z. Wang and G.J. Klir, D. DUBOIS

JOURNAL OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS —Integrating Artificial Intelligence and Database Technologies—

JOURNAL OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS VOL. 5 N° 1 1995

- A knowledge-based system for generating informative responses to indirect database queries, *XUWU*, *N. CERCONE*, *T. ICHIKAWA*
- KOKI An integrated system for discovering functional relations from databases, *N. ZHONG, S. OHSUGA*
- \bullet The strong semantics for logic programs, J.H. CHEN, K. KUNDU

JOURNAL OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS VOL. 5 N $^{\circ}$ 2 1995

Special issue: Networked Information Discovery and Retrieval, M. WINSLETT (Guest Editor)

- Introduction, M. WINSLETT
- RAMA: An architecture for Internet information filtering, J. BINKLEY, L. YOUNG
- Implicit commitments: Heterogeneous agent coordination for retrieval and assembly of distributed image data, S. HECK
- Data model and query evaluation in global information systems, A.Y. LEVY, D. SRIVASTAVA, T. KIRK
- Resource location in large scale heterogeneous and autonomous databases, A. BOUGUETTAYA, S. MILLINER, R. KING

RESUMES DE THESES

Contribution à la représentation des connaissances pour les systèmes experts de seconde génération : le projet AIDE

Gilles KASSEL Habilitation à Diriger des Recherches, soutenue le 10 juillet 1995, à l'Université de Paris Dauphine

Cette habilitation est le fruit de travaux menés depuis 1989 dans le cadre du projet AIDE, au sein du laboratoire HEUDIASYC de l'Université de Technologie de Compiègne. Le projet s'inscrit dans le courant des recherches sur les systèmes experts de seconde génération. Sa finalité est d'étudier et définir un langage de représentation des connaissances qui, d'une part, facilite l'opérationalisation de modèles conceptuels, et d'autre part, permette de concevoir des résolveurs de problèmes capables d'expliquer leur comportement de résolution.

Les points de vue de l'acquisition et de l'explication se rejoignent sur une même exigence : disposer de spécifications «abstraites» de processus de résolution de problème, exprimées en des termes indépendants des formalismes de bas niveau (règles, objets) utilisés dans les systèmes experts de première génération. Chacun de ces points de vue place enfin sur le langage de représentation des contraintes spécifiques, obligeant à la recherche d'un compromis.

L'explication étant une capacité de l'application finale, les spécifications doivent correspondre à un modèle opérationnel, donc être exprimées dans un langage de programmation. En outre, celui-ci doit être suffisamment expressif pour permettre de représenter les connaissances utiles à la production d'explications, elle-même considérée comme une activité de résolution de problème. Ceci implique notamment la réflexivité du langage.

Disposer de spécifications opérationnelles de haut niveau concourt à faciliter l'opérationalisation de modèles conceptuels, cependant cela reste insuffisant. Un lien doit exister entre les types de connaissances identifiés au niveau conceptuel et les constructions proposées par le langage de représentation. L'existence d'un tel lien permet d'établir la contribution des primitives du langage à représenter ces connaissances, et de justifier l'intérêt du langage. Le mémoire comporte trois parties : la première porte sur l'état de l'art; la seconde introduit le langage et son implémentation : le générateur AIDE ; la troisième décrit une application médicale développée au moyen du générateur AIDE.

Mots-clés

Opérationalisation de modèles conceptuels, génération d'explications en langue naturelle, réflexivité au niveau connaissance.

Adresse de l'auteur

HEUDIASYC, Université de Technologie de Compiègne, BP 649 - 60206 Compiègne Cedex E-mail: gkassel@hds.univ-compiegne.fr

Représentation et Vérification de cohérence de connaissances de structuration à l'aide de systèmes terminologiques.

Pascale HORS Thèse de l'Université Paris-Sud, Orsay soutenue le 10 Juillet 1995

Cette thèse a été réalisée dans le cadre d'une collaboration entre le LRI (Université Paris-Sud) et E.D.F. (D.E.R. Chatou). Cette association nous a permis de prendre conscience des nouvelles exigences de représentation des connaissances dans les applications industrielles. Ces dernières ont trait à des systèmes physiques sophistiqués qui nécessitent une modélisation sous forme d'objets complexes. Il s'agit donc d'identifier les différents types de connaissances du domaine pour les représenter correctement, mais aussi pour intégrer plusieurs sources de connaissances décrivant différents aspects de la connaissance du domaine. Cette volonté de prendre en compte des connaissances de plus en plus complexes s'accompagne naturellement d'un nouveau besoin de validation. En effet, la base de connaissances, sur laquelle repose notre étude, concerne des systèmes physiques critiques : de leur bon fonctionnement dépend la sûreté des centrales nucléaires. La phase de validation d'une telle base est alors indispensable et cru-

Grâce à leur déclarativité et leur sémantique formelle, les formalismes terminologiques nous ont paru particulièrement bien adaptés pour modéliser des objets physiques complexes. Leur sémantique formelle permet aussi de caractériser formellement la notion de cohérence d'une base de connaissances objets. De plus, à ces formalismes sont associés des algorithmes mettant en œuvre des services inférentiels intéressants. Ces derniers, utiles pour prouver la cohérence, s'avèrent cependant insuffisants pour un objectif de validation. Nous les complétons par une méthode de vérification de cohérence pour aider l'expert à identifier et localiser clairement les incohérences qu'elles soient liées à une base de connaissances unique ou qu'elles proviennent de l'interaction de plusieurs sources de connaissances.

Mots-clés

Modélisation par objets, connaissances du domaine, validation, vérification de cohérence, sémantique formelle, relation de spécialisation, relation de composition.

Adresse de l'auteur

LRI - Bâtiment 490, Université Paris-Sud, 91405 Orsav Cedex.

E-mail: hors@lri.fr

Le mémoire d'habilitation de Gilles Kassel est publié sous forme d'un rapport interne (N° 95/55) du laboratoire HEUDIASYC

RESUMES DE THESES

Etude des stratégies de prise de décision d'une machine dans un contexte de dialogue enfant-machine. CEDRE : Compère En Dialogue de Référence avec un Enfant

Marc ANDRÈS Thèse de l'Université de Caen soutenue le 25 septembre 1995

Le but de cette thèse est l'étude de la décision d'un système de dialogue en langage naturel. Cette étude est faite dans le cadre du projet «Compèrobot» de dialogues avec enfant pour une tâche spatiale finalisée. La première partie décrit le projet et les expérimentations où le partenaire est soit un adulte-compère, soit une machine simulée selon la technique dite du «Magicien d'Oz». La deuxième partie décrit l'étude et la conception d'une compétence spatiale machine en s'appuyant sur les aspects opératifs et figuratifs de la connaissance spatiale. Cette compétence, commandée à l'aide d'un langage de commande, est utilisée dans les expériences en Magicien d'Oz. La partie suivante étudie le traitement de la référence aux objets et aux actions. Elle présente un analyseur référentiel qui trouve parmi les objets et actions connus ceux auxquels font référence les énoncés et met en lumière les ambiguïtés liées à la situation spatiale. Enfin, la dernière partie étudie la décision d'un système de dialogue capable de coconstruire avec son interlocuteur humain une référence au monde. Elle présente un modèle de la décision dialogique basé sur une théorie de l'action intentionnelle et une théorie de la communication qui décrit la sémiologie du transfert dans le dialogue homme machine.

Mots-clés

langage naturel, dialogue homme machine, espace, référence, décision dialogique, théorie de l'action, interlocuteur machine, enfant.

Adresse de l'auteur

E-mail: Marc.Andres@info.unicaen.fr

Ingéniérie de la connaissance dans le cadre de projets multi-experts: méthode, techniques et outils

Sophiane LABIDI

Thèse de l'Université de Nice soutenue le 30 juin 1995 à Sophia Antipolis, CNRS-URA 1376

La prise en compte de la multi-expertise dans les projets d'intelligence artificielle a montré l'insuffisance des méthodes et outils classiques d'acquisition des connaissances. Par ailleurs, les méthodes et techniques dédiées à la multi-expertise développées jusqu'à présent sont très limitées, en particulier au niveau de la modélisation.

Les travaux de recherche que nous présentons dans

cette thèse concernent la définition d'une méthode, d'un ensemble de techniques et d'un outil pour l'acquisition des connaissances à partir de multiples experts. La méthode d'acquisition des connaissances que nous proposons est fondée sur la définition d'un modèle d'agent cognitif et d'un ensemble de modèles appelés modèles de l'interaction (coopération et communication). Ces modèles servent pour la description de l'activité coopérative de résolution de problème par un groupe d'experts. Le cogniticien, suite à son analyse de l'activité dans le groupe, identifie les agents artificiels adéquats nécessaires pour la modélisation du groupe d'experts et instancie les différents modèles proposés. Ainsi, nous modélisons un groupe d'experts, par une société d'agents en interaction. Nos choix pour la définition de nos modèles sont justifiés par des études sur les recherches effectuées dans plusieurs domaines comme l'intelligence artificielle distribuée, la psychologie.

Nos différents modèles sont implantés et constituent le noyau de l'outil d'acquisition des connaissances à partir de multiples experts que nous avons développé.

Mots-clés

Acquisition des connaissances, multi-expertise, modèle d'agent cognitif, ingénierie de la connaissance, gestion des conflits, méthode de décomposition rectangulaire.

Adresse de l'auteur (Brésil)

E-mail: labidi@fapema.br

Méthodes prédictives neuronales: application à l'identification du locuteur Thierry ARTIÈRES

Thèse de l'Université Paris-Sud, Orsay soutenue le 26 Septembre 1995

Cette thèse concerne le développement de systèmes d'Identification Automatique du Locuteur en mode indépendant du texte par des méthodes connexionnistes prédictives.

Les systèmes proposés pour l'application visée peuvent se diviser en deux grandes catégories selon le caractère discriminant des techniques utilisées, qui conditionne en partie leurs propriétés d'exploitation. Dans cette thèse nous développons des systèmes non discriminants, seuls susceptibles de vérifier certaines des caractéristiques inhérentes aux applications de l'identification du locuteur.

Le développement de systèmes d'identification non discriminants pose de nombreux problèmes puisque l'objectif, la classification des individus, n'est atteint qu'indirectement à travers la modélisation de leurs voix. Il existe donc un décalage entre les critères de mise au point et d'exploitation. La mise en évidence

RESUMES DE THESES

expérimentale de ce type de phénomène pour un système de base nous permet de développer des heuristiques de sélection de modèles et de proposer des solutions conduisant à des modèles plus performants. Nous proposons différentes améliorations des modèles prédictifs simples en introduisant la non-stationnarité, la modélisation de l'erreur de prédiction, et une technique d'alignement temporel.

Nous comparons formellement et expérimentalement les modèles développés avec les modèles classiques les plus utilisés en identification du locuteur, les Modèles Auto-Régressifs Vectoriels et les Modèles de Markov Cachés. Des expériences réalisées sur une population représentative d'une centaine de locutrices de la base de données internationale TIMIT montrent que le système obtenu est au niveau des meilleurs systèmes non discriminants existants testés sur cette même base de données.

Mots-clés

Réseaux connexionnistes, reconnaissance du locuteur, modèles prédictifs.

Adresse de l'auteur LAFORIA - IBP,

Université PARIS 6, Boîte 169, 4 place Jussieu, 75252 PARIS cedex 05

E-mail: artieres@laforia.ibp.fr

Pour l'envoi d'un résumé de thèse :

Il est conseillé d'envoyer un résumé en français (pour le Bulletin) et en anglais (résumé transmis à AI-Com)

- saisir sous traitement de texte compatible avec Word si possible, en times 12, interligne moyen (ou
- 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> $si \neq de$

<université>] <Résumé, environ une demie-page>

Mots-clés <mots-clés>

Adresse

<adresse de l'auteur pour contact, demande

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

10e Congrès Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle

R.F.I.A.'96

AFCET - AFIA

RENNES les 16-17-18 janvier 1996

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

Renseignements: RFIA

AFCET, 156 Bd. Péreire, 75017 Paris (France) Téléphone: 16(1) 47 66 24 19 Télécopie: 16 (1) 42 67 93 12

e-mail: rfia@laas.fr, afcet.congres@ibp.fr

15 janvier 1996 Journée de Tutoriaux 19 Janvier 1996 Journée Thématique

DANS LES PROCHAINS BULLETINS DE L'AFIA...

Dossier Intelligence Artificielle et Fusion de Données Dossier à paraître dans le Bulletin de l'AFIA n 24 en janvier1996

Le prochain dossier du Bulletin de l'AFIA sera consacré à : L'INTELLIGENCE ARTIFI-CIELLE ET LA FUSION DE DONNÉES.

Son but est de faire le point sur les activités de recherche et les différents projets en cours des équipes travaillant sur l'apport de l'intelligence artificielle à la problématique de la fusion de données multi-capteurs.

L'objet du présent dossier sera de re-

censer les différentes techniques d'intelligence artificielle (systèmes multiagents, systèmes à bases de connaissances, systèmes hybrides, logique floue, algorithmes génétiques, réseaux de neurones, etc.) actuellement employées dans les différents projets de fusion de données.

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

Les contributions à ce dossier sont à envoyer par mail, sous format Word ou Framemaker 4.0, le plus tôt possi-

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

Dossier Intelligence Artificielle et Droit Dossier à paraître dans le Bulletin de l'AFIA n° 25

Appel à contributions

Le domaine Intelligence Artificielle et Droit emploie des méthodes et des outils de l'IA pour étudier les mécanismes fondamentaux du raisonnement juridique et pour développer des logiciels destinés à soutenir la pratique du droit et/ou son enseignement. Le but de ce dossier est de faire le point sur les activités de recherche et de développement des équipes travaillant dans ce domaine aussi bien en France que dans les pays francophones. Le présent appel à contributions s'adresse non seulement aux chercheurs en IA pour lesquels le droit est un domaine d'application, mais aussi aux juristes et aux philosophes ayant réfléchi à ce que le droit pourrait apporter à l'IA (modèles de raisonnement, catégorisations, etc). Les contributions décrivant des projets véritablement pluridisciplinaires ayant fait collaborer juristes et informaticiens, même si les résultats théoriques et pratiques sont limités, seront très appréciés.

Thème central du dossier

Le dossier sera axé sur les travaux théoriques et expérimentaux ayant pour but de concevoir, réaliser et/ou utiliser des Systèmes à Bases de Connaissances Juridiques (SBCJ). Une liste non limitative de thèmes se recoupant pourrait être : Systèmes Experts à base de règles, Raisonnement à base de cas, Approches logiques (logiques déontiques, logiques terminologiques), Droit formel et sens commun, Raisonnement analogique, Gestion électronique de documents juridiques (utilisant des techniques d'IA), EIAO en droit, Evaluation de SBCJ.

Forme et format des contributions

Les contributions devront prendre les formes classiques utilisées dans le Bulletin de l'AFIA, c'est-à-dire de préférence organisées suivant le schéma suivant : -identification du chercheur ou de l'équipe (adresse, nom du responsable, télé-

- cadre général, mission de l'équipe, composition de l'équipe
- éventuellement bref historique des travaux

- motivations, types de problèmes abor-
- panorama des travaux effectués.
- présentation d'un ou deux projets représentatifs (en cas d'applications, décrire clairement l'avancement de l'implantation)
- techniques et outils logiciels employés
- résultats obtenus
- position par rapport à l'état de l'art international
- courte bibliographie

Des exemples de formes utilisées dans le Bulletin de l'AFIA pourront être fournis aux auteurs qui en feront la demande. Les contributions ne devront pas dépasser une page et être envoyées avant le 1°Février sur disquette Macintosh ou PC ou par courrier électronique en format BinHex ou RTF à

Michel Futtersack Faculté de Droit Université René Descartes -Paris 5 10, avenue Pierre Larousse 92245 Malakoff Cedex futtersack@laforia.ibp.fr

SERVEUR AFIA

BIENVENUE SUR LE SERVEUR W.W.W. DE L'AFIA

Les services d'informations de type WWW constituent maintenant des éléments incontournables pour la visibilité d'une institution ou d'une association. L'AFIA se devait bien entendu d'en posséder un. C'est maintenant chose faite, même si le serveur actuel souffre sans doute encore d'un certain nombre de défauts. Pour s'en faire une idée, la meilleure façon est d'embarquer sur son navigateur préféré (e.g. Mosaic, Netscape) et de se rendre à l'URL : http:/ /www.irisa.fr/EXTERNE/afia/. Pour ceux qui ne disposent pas de ces moyens voici une courte présentation du service soulignant ce qu'il reste à faire.

La page de bienvenue au service contient une brève description de l'objet de l'AFIA. On y trouve également, outre le nouveau logo en grand format, des liens hypertextes pointant vers les différentes rubriques décrivant les activités de l'association.

La première de ces rubriques présente l'élément sans doute le plus visible de l'activité de l'AFIA, son bulletin (papier) trimestriel. La page de présentation rappelle les objectifs du journal, la période de parution et les informations nécessaires pour faire paraître une contribution. Viennent ensuite deux sous-rubriques, l'une donnant les sommaires des anciens numéros, l'autre annonçant les dossiers en préparation et les adresses des rédacteurs chargés de ces numéros. Concernant la première, seuls sont mentionnés, pour l'instant, les thèmes des numéros passés. Faute de temps et de courage nous n'avons pas encore introduit les sommaires complets. Une suggestion nous est également parvenue : créer un index par thème permettant une interrogation et un accès facile aux anciens numéros concernés. Faute de disponibilité, il nous est pour l'instant impossible de réaliser ce service, mais, si des étudiants en quête de stages voulaient s'atteler à la tâche, nous serions preneurs.

La deuxième rubrique donne accès au bulletin électronique. Rappelons que le bulletin électronique est un courrier électronique envoyé périodiquement aux adhérents de l'AFIA, aux membres du PRC-IA et aux personnes tout simplement intéressées par l'intelligence artificielle (pour

souscrire mail bulletin-PRC-IA). Il contient des informations ayant un intérêt limité dans le temps. C'est pourquoi nous avons choisi de ne présenter que trois numéros complets de ce bulletin sur le serveur WWW : le numéro en cours d'élaboration (qui s'avère souvent être le dernier numéro envoyé aux abonnés), ainsi que les dernier et avant-dernier numéros. Un lien pointe vers l'archive où sont conservés les numéros plus anciens. Il faut noter que le bulletin électronique apparaît en version hypertexte sur le serveur de l'AFIA. Ceci facilite grandement sa lecture par rapport à la version diffusée par le courrier électronique.

La troisième rubrique donne une brève présentation des revues avec lesquelles l'AFIA a passé des accords de diffusion ou de soutien : Al'Com (revue de l'ECCAI -Association Européenne d'Intelligence Artificielle) et RIA (Revue d'Intelligence Artificielle - Éditions Hermès).

La rubrique suivante concerne les groupes de travail animés ou soutenus par l'AFIA. Un lien hypertexte permet d'accéder à chacun d'eux et d'obtenir, en principe, une description du sujet de travail, les adresses des responsables et les dates des prochaines réunions. Ces pages, actuellement en cours de construction, comportent encore peu d'informations.

La rubrique manifestations énumère les conférences organisées par l'AFIA. Outre ces événements dans lesquels l'AFIA est partie prenante, l'association parraine un certain nombre d'autres manifestations qui doivent faire l'objet d'une demande de parrainage auprès du membre du bureau responsable. La procédure est décrite dans cette page. La page devrait sans doute être complétée par un ensemble de liens pointant vers les serveurs WWW des manifestations organisées ou parrainées par l'association car ces liens sont de plus en plus disponibles.

Toute association comporte un conseil d'administration et un bureau. La rubrique suivante donne la composition ainsi que les coordonnées des membres du conseil d'administration et du bureau de l'AFIA. Il manque sans doute une description des activités de chacun au sein de l'AFIA, ce qui

permettrait de contacter la bonne personne au bon moment. Pour faciliter ce contact il nous a aussi été suggéré de créer des liens vers les pages personnelles des membres. Malheureusement très peu de membres du bureau (s'il en existe) en ont mis en place pour l'instant.

Suit un formulaire d'inscription à l'AFIA. Malheureusement, le manque de temps encore, rend ce formulaire interactif inutilisable électroniquement (ce devrait être réalisé prochainement). Mais il reste quand même possible de l'imprimer et de nous le renvoyer par le courrier classique. Les pages WWW de l'AFIA se terminent par une présentation de l'association en anglais. A noter qu'un pointeur spécifique permet d'y accéder directement depuis la page de bienvenue.

Enfin, la table des matières, accessible à partir de chacune des sous-rubriques, est une véritable bouée de sauvetage permettant au navigateur naufragé de se raccrocher à une des rubriques qui l'intéressent.

Un petit mot sur la création du serveur. Je me suis servi de l'outil latex2html qui permet d'écrire très facilement des serveurs d'informations relativement simples (il est beaucoup plus aisé et rapide d'écrire en LaTeX étendu que directement en html). Cependant, les commandes html ne sont pas toutes disponibles, en particulier les commandes "esthétiques", par exemple, le clignotement, l'insertion d'icônes, etc. Ceci explique l'aspect parfois fruste des pages comparé à la présentation attractive d'autres serveurs.

En conclusion, le serveur WWW de l'AFIA commence à remplir son rôle de vitrine sur l'activité de l'association même si certaines parties font encore penser à un gruyère. D'autres services sont sans doute possibles, toute suggestion est la bienvenue. Nous regrettons de n'avoir eu, jusqu'à présent, que peu de retours sur le serveur, son utilité, sa pertinence, sa facilité d'utilisation, son esthétique, etc. Les statistiques d'accès montrent qu'il est assez peu consulté, pour l'instant. Mais cela est sans doute dû à un manque d'information que cette présentation devrait combler en partie.

Rene.Quiniou@irisa.fr

Adhésion et abonnement	Demande	Renouvellement	
Autreston et abonnement		nellouvellelliellt	
Nom : Affiliation : Adresse postale :	Prénom :		
N° de téléphone : Adresse électronique :	N° de fax :		
 □ Adhésion simple 1995 (inclua □ Adhésion de soutien 1995 (incluant l'abone + abonnement à la Revue de l'Incluant l'abonnement au bulletin sans □ Abonnement au bulletin sans □ Adhésion simple 1995 (inclua *un formulaire d'adhésion AFCET vous □ Veuillez trouver un chèque de □ □ Je vous prie de m'envoyer une 	cluant l'abonnement nement au bulletin) telligence Artificielle: adhésion (1995): nt le bulletin) + AFCI sera envoyé franc	au bulletin): . 500 francs	
Adhésion Personne morale	□ Demande □	Renouvellement *	
Organisme :	cachet de l'organisi	me:	
Nom du représentant : Fonction :	Prénom :		
Adresse postale : N° de téléphone : Adresse électronique :	N° de fax :		
Tarifs Laboratoires universitaires : Personnes morales non universitai	1995 1500 F res: 2965 F		
□ je joins un bon de commande pour une somme de francs □ je vous prie de m'envoyer une facture de francs TTC			
j'accepte que les renseignements ci-c j'accepte que les renseignements ci-c la constitution en cours d'un fichier IA je m'oppose à toute diffusion des rens	lessus soient communiq européen.		
Ce bulletin d'adhésion doit être retourné à : René GUINIOU : INRIA / IRISA, Can Compte Crédit Mutuel code banque 15889 d	npus de Beaulieu 350	042 Rennes Cedex	

Sommaire du Bulletin n° 23

Editorial3	
Activités de l'AFIA 5	
Perspectives de recherches autour du W.W.W 6	
Débat : Quo Vadis IA ? Encore 8	
Compte-rendu de l'ACAI 95 9	
La recherche en I.A. en Autriche14	
Débat I.A. et R.O. (suite) 19	
Recherches en I.A. à l'INRETS24	
Dossier I.A. et Musique30	
Dossier Apprentissage (fin) 48	
Livres51	
• Logique et Mathématiques pour l'I.A. et l'informatique, C.Jacquemin51	
• Le dialogue verbal homme-machine, D.Luzzati52	
Compte rendus de conférences54	
• EUROVAV '9554	
Calendrier des conférences 55)
Sommaire des revues 59)
Résumés de thèses 62	
Appels pour futurs dossiers 65	<u>,</u>
Nouvelles du serveur AFIA 66	
Formulaire d'adhésion et d'abonnement67	,

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