
Projet SYCO

Modèles fondamentaux et applications des processus perceptifs et cognitifs

Localisation : *Nancy*¹

Mots-clés : intelligence artificielle, reconnaissance des formes, représentation des connaissances, raisonnement, systèmes experts, planification, systèmes multi-agents, interprétation d'images, temps réel, acquisition des connaissances, connexionnisme, réseaux neuromimétiques, colonne corticale, interaction perception/action, apprentissage autonome, apprentissage par renforcement, modèle symbolique-connexionniste, reconnaissance de la parole, modèle stochastique, interprétation de signaux, robotique.

1 Composition de l'équipe

Responsable Scientifique

Jean-Paul Haton, Professeur, U. Henri Poincaré, Nancy 1

Secrétariat

Martine Kuhlmann, CNRS
Isabelle Herlich, INRIA (mi-temps)

Personnel INRIA

Frédéric Alexandre, Chargé de Recherche
François Charpillet, Chargé de Recherche

Personnel CNRS

Anne Bonneau, Chargée de Recherche
Dominique Fohr, Chargé de Recherche
Yifan Gong, Chargé de Recherche
Jean-François Mari, Chargé de Recherche (en détachement pour 2 ans)
Amedeo Napoli, Chargé de Recherche

Personnel Université

Pascal Blanchet, Maître de Conférences, U. Nancy II (jusqu'au 3/10/96)
Christine Bourjot, Maître de Conférences, U. Nancy II
Anne Boyer, Maître de Conférences, U. Nancy II
Vincent Chevrier, Maître de Conférences, U. H. Poincaré, Nancy I

¹Projet commun à l'INRIA et au CRIN, URA 262 du CNRS et des universités Henri Poincaré Nancy 1, Nancy 2 et INPL.

Marie-Christine Haton, Professeur, U. H. Poincaré, Nancy 1
 Pierre Marquis, Maître de Conférences, U. Nancy II (jusqu'au 1/10/96)
 Odile Mella, Maître de Conférences, U. H. Poincaré, Nancy 1
 Kamel Smaili, Maître de Conférences, U. Nancy II

Chercheurs doctorants

Iskander Ayari, ATER, U. Nancy II (jusqu'au 1/9/96)
 Olivier Aycard, MENESR
 Yann Boniface, Bourse Ch. Hermite (depuis le 1/10/96)
 Laurent Bougrain, CNRS (CNET) (depuis le 1/10/96)
 Maroua Bouzid, ATER INPL (jusqu'au 1/10/96)
 Christophe Cerisara, MENESR (depuis le 1/10/96)
 Stéphane Durand, MENESR (jusqu'au 1/3/96)
 Pierre-Jean Felten, CNAM (jusqu'au 1/10/96)
 Rémy Foisel, MENESR
 Hervé Frezza, MENESR (depuis le 1/10/96)
 Jean-Michel Gallone, MENESR
 Norbert Glaser, HCM
 Virginie Govaere, INRIA (ISAEUS) (depuis le 1/10/96)
 Philippe Haik, MENESR (depuis le 1/10/96)
 Emmanuel Hartwich, MENESR
 Irina Illina, CIES
 Jean-Daniel Kant, ATER UHP (jusqu'au 1/10/96)
 Nicolas Lachiche, BDI
 Yannick Lallement, ATER UHP (jusqu'au 1/9/96)
 Pierre Laroche, INRIA (depuis le 1/10/96)
 Marc Lejeune, CIFRE IRSID
 Jean Lieber, BDI, Servier
 Jérôme Louis, MENESR
 Ludmila Mangelinck, INRA
 Olivier Maulmy, CNAM (jusqu'au 1/11/96)
 Malek Mouhoub, CIES
 Nicolas Moureaux, CNAM
 Roselyne Nguyen, MENESR (jusqu'au 1/10/96)
 Jean-François Remm, BDI, TCAR (jusqu'au 1/10/96)
 Arnaud Simon, INRIA
 Imed Zitouni, UHP (depuis le 1/10/96)

Ingénieurs sur contrat

Christophe Antoine, REAKTANSE
 François Botella, DCAN (jusqu'au 1/9/96)
 Marie-Pierre Chouvet, THOMSON-ASM (CNRS) (jusqu'au 1/6/96)
 Florent Fauchier, RATP (UHP) (jusqu'au 1/8/96)
 Christelle Gassert, AI (contrat VODIS INRIA) (depuis le 1/10/96)
 Philippe Morignot, REAKTANSE (jusqu'au 1/7/96)
 Nicolas Pican, SOLLAC (INRIA)

Chercheurs invités

Haizhou Li, Hong Kong University (jusqu'au 1/4/96)
 Richard Washington, Boursier Postdoc Chateaubriand (depuis le 1/9/96)

Collaborateurs extérieurs

Marie-Madeleine Dutel, Service ORL, Hôpital de Nancy
Didier Fass, Laboratoire de Physiologie, UHP
Jean-Claude Junqua, STL, Santa-Barbara, USA
Florence Le Ber, INRA-Nancy

2 Présentation du projet

Le projet s'intéresse à l'étude de l'intelligence et des processus perceptifs (reconnaissance de formes) et cognitifs (raisonnement, interprétation), sur les plans des modèles fondamentaux et des applications pratiques. La complexité et la variété des problèmes abordés dans cette thématique commune nécessitent des approches variées qui peuvent être classées en trois grandes catégories :

- les systèmes à base de connaissances,
- les réseaux connexionnistes neuromimétiques,
- les modèles stochastiques.

Ces approches sont souvent combinées pour mieux rendre compte de la diversité des processus naturels étudiés, comme le montre la structure de ce rapport. De plus, la compréhension de ces processus implique des collaborations pluridisciplinaires, notamment avec les neurosciences, la psychologie cognitive, le traitement du signal, etc.

L'importance des recherches dans ce domaine est double. D'une part, elles concourent à fournir des modèles, cognitifs ou autres, de processus « intelligents » tels que la perception (auditive, visuelle), le raisonnement, la planification d'actions, l'apprentissage, etc. D'autre part, elles permettent d'aborder des domaines d'application variés définis dans la suite.

Ces recherches ont un impact dans de nombreux domaines tels que :

- reconnaissance et interprétation de signaux : reconnaissance de la parole, traitement de signaux sonar et radar, interprétation de signaux biomédicaux,
- robotique : planification d'actions, navigation de robots mobiles,
- conduite et surveillance de processus industriels,
- aide à la décision,
- traitement de grandes quantités de données et découverte de connaissances.

Le défi majeur posé par ce domaine est la mise au point de modèles opérationnels des processus de l'intelligence. Ces modèles peuvent être fondés sur les grandes approches déjà citées, tout en faisant appel aux travaux de modélisation cognitive menés ailleurs.

Les problèmes à résoudre concernent notamment l'acquisition et l'exploitation raisonnée de connaissances (raisonnement), l'apprentissage symbolique, la perception de signaux, le comportement autonome de systèmes, etc. Un aspect important est lié à la mise en œuvre de systèmes efficaces exploitant au mieux les ressources matérielles disponibles (par exemple dans des architectures parallèles), notamment dans le cas de contraintes temps réel fortes.

Nos compétences reconnues internationalement se situent dans différents domaines :

- traitement et paramétrisation de signaux : éditeur de parole et de signaux, estimateurs statistiques, analyse phonétique de la parole,

- modèles neuromimétiques: modèle original de colonne corticale, mais aussi applications industrielles (brevet avec Sollac),
- modèles stochastiques originaux: modèle de Markov du second ordre, modèle stochastique de trajectoire,
- modèles de raisonnement: abduction, raisonnement par classification et à partir de cas, raisonnement temporel et temps réel,
- architectures à base de connaissances: tableau noir (outil ATOME largement distribué en France et à l'étranger), modèles multi-agents, architectures pour l'IA temps réel,
- conception et pilotage d'agents et d'algorithmes pour le temps réel.

Une force importante de ce projet est la présence simultanée de compétences dans les trois grands domaines du connexionnisme, des modèles stochastiques et des systèmes à base de connaissances et la forte synergie qui existe entre eux. De même, l'approche pluridisciplinaire des problèmes est une caractéristique de longue date, très fructueuse pour les problèmes abordés. Cette démarche nous a conduit à nous investir dans la mise en place à Nancy de l'IFR 44 PIB (Processus Intégratifs en Biologie) dont SYCO est une des équipes fondatrices.

Un autre aspect caractéristique est l'équilibre maintenu depuis de nombreuses années entre la recherche fondamentale et les applications réelles développées avec des partenaires du monde économique: industrie, militaire, santé (cf. la mission de Ch. Bourjot sur « Informatique et santé »), tertiaire.

Avancées scientifiques notables en 1996 :

- mise au point d'un modèle évolué d'interaction pour les systèmes multi-agents (cf. § 3.1.1),
- développement et test d'un module de fusion multicapteurs pour le robot mobile Gaston (cf. § 3.4),
- initialisation de la collaboration avec le CHU de Nancy sur la mise au point de protocoles et l'interprétation d'images IRM (cf. § 3.2.1),
- développement d'une plateforme connexionniste d'interprétation de signaux radar (cf. § 4.4),
- extension du modèle de Markov caché d'ordre 2 à l'interprétation de signaux sonar (cf. § 3.4),
- extension des travaux d'éducation vocale (SIRENE) à un cadre multilingue (nouveau projet TIDE ISAEUS) (cf. § 4.9).

3 Actions de recherche

3.1 Représentation des connaissances et raisonnement

Participants: Frédéric Alexandre, Christophe Antoine, Iskander Ayari, Olivier Aycard, Maroua Bouzid, Anne Boyer, François Charpillet, Vincent Chevrier, Marie-Pierre Chouvet, Rémy Foisel, Jean-Michel Gallone, Norbert Glaser, Jean-Paul Haton, Marie-Christine Haton, Nicolas Lachiche, Pierre Laroche, Florence Le Ber, Marc Lejeune, Jean Lieber, Ludmilla Mangelinck, Pierre Marquis, Olivier Maulmy, Malek Mouhoub, Nicolas Moureaux, Amedeo Napoli, Roselyne Nguyen, Arnaud Simon, Kamel Smaïli

Les activités de l'équipe en matière de systèmes à base de connaissances peuvent être rangées en trois grandes rubriques :

- l’acquisition et la représentation des connaissances, avec un accent particulier sur les méthodes d’acquisition pour systèmes multi-agents (*cf.* § 3.1.1), les systèmes à objets et les logiques de description (*cf.* § 3.1.4), ainsi que la fouille de données (*cf.* § 3.1.5),
- les modèles de raisonnement, notamment les modèles logiques (*cf.* § 3.1.6), les aspects liés au temps : raisonnement temporel (*cf.* § 3.1.2) et raisonnement en temps réel avec contraintes de ressources (*cf.* § 3.1.3), classification et raisonnement à partir de cas (*cf.* § 3.1.4),
- les architectures multi-agents et les mécanismes associés (négociation, protocoles de communication, etc., *cf.* § 3.1.1).

3.1.1 Systèmes multi-agents

Nous étudions la résolution de problèmes lorsqu’elle nécessite la coopération ou la mise en concurrence de plusieurs agents logiciels ou humains. Nous nous intéressons non seulement aux mécanismes liés à la dynamique d’une société d’agents (interactions, négociation, coordination, communication, organisation et auto-organisation, comportement sous contraintes de ressources), mais aussi aux techniques d’acquisition et de représentation des connaissances qui sont nécessaires au développement de tels systèmes. Enfin, au travers du développement d’applications industrielles ou d’opérations de transfert technologiques, nous consacrons une part importante de notre activité à l’expérimentation de nos modèles sur des problèmes de taille conséquente. À ce titre nous avons développé différents outils pour le prototypage et la construction de systèmes d’IAD (Intelligence Artificielle Distribuée) : GTMAS, GSMA++, Atome-C++, REAKT. Ces activités ont engendré de nombreuses collaborations industrielles, universitaires ou au sein de projets européens : INRA, SOLLAC, Ilog, Matra CAP systèmes, Matra Défense, INRETS, groupes de travail MARCIA (PRC IA) et Interaction (Afcet/Afia), projets ESPRIT REAKT, REAKTANSE, BRA MIX.

Étude et modélisation de l’interaction

La notion d’interaction, centrale dans le paradigme multi-agent, a fait l’objet d’une étude pluridisciplinaire à l’éclairage des modèles issus de la psycho-sociologie dans le cadre d’une collaboration avec le GRC de l’Université de Nancy II. Ce travail a montré certaines limites des approches actuelles dans les systèmes multi-agents et a conduit à une redéfinition de la notion d’interaction. Nous avons également proposé un modèle permettant de modéliser l’organisation d’une société d’agents en décrivant les interactions entre agents. Ce modèle intègre un mécanisme d’évaluation permettant à chaque agent de faire évoluer ses interactions et autorisant ainsi la ré-organisation de la société. Dans le cadre d’agents interagissant au travers d’un environnement, nous avons proposé un modèle autorisant la simultanéité d’actions et la gestion des conflits lorsqu’ils surviennent. Ce modèle a été implanté sur architecture mono et multi-processeurs et est utilisé pour la simulation de systèmes multi-robots.

Acquisition et représentation des connaissances

Nous développons des méthodes et des modèles pour l’acquisition et la représentation des connaissances d’une société d’agents. Le développement d’un système multi-agent est vu comme la construction d’un ensemble de modèles qui représentent les connaissances et les capacités individuelles et sociales des agents. Ces modèles (complets ou partiels) sont organisés dans des bibliothèques à différents niveaux d’abstraction ce qui permet leur réutilisation. À la suite des applications développées avec Atome C++ en collaboration avec l’INRA et SOLLAC (projet Sachem) [330], nous avons aussi défini et implanté un système de représentation à l’aide de bases de connaissances et d’agents “serveurs de connaissances” [331]. Actuellement nous travaillons à la représentation explicite de différents types de connaissances à l’intérieur de ce système [329].

Applications

Nous travaillons à la définition d'une architecture multi-agent pour un système de gestion de dialogue multi-modal dans le cadre d'applications complexes. Le système est conçu incrémentalement en différents niveaux de gestion du dialogue apportant chacun une réponse. Cette description est telle que le niveau le plus simple fournit une réponse minimale. La définition d'un niveau plus complexe correspond à l'intégration de nouveaux agents dans la société.

Dans le cadre du projet ESPRIT BRA MIX, dont l'objectif concerne la définition de systèmes hybrides symbolico-connexionistes, la technologie multi-agent a été utilisée pour décrire et implanter les interactions entre les composants symboliques et/ou neuromimétiques. Le principe multi-agent a été également retenu pour définir le système MAUD destiné à construire une machine à dictée vocale.

Modélisation conceptuelle

Nous avons poursuivi nos travaux vers la modélisation des systèmes multi-agents à un niveau conceptuel indépendant de l'implantation par extension de COMMONKADS [342, 298].

Nous proposons un ensemble de modèles conceptuels pour la description de systèmes composés d'agents possédant des compétences diverses. Nous introduisons également des méthodes pour l'acquisition incrémentale des connaissances et aussi une structuration de bibliothèques de modèles adaptées à la réutilisation.

Un environnement d'ingénierie de la connaissance a été réalisé pour démontrer la faisabilité de cette approche conceptuelle. Il intègre l'outil KADSTOOL et produit des descriptions en langage semi-formel CML-M, une version étendue du langage CML introduit par COMMONKADS. Nous avons également réalisé un environnement de simulation pour valider les architectures multi-agents développées sur la base des spécifications CML. Cet environnement est une extension du Michigan Intelligent Cooperation Experiment (MICE). Nous avons appliqué notre approche au problème de la robotique mobile par la méthode du *reverse engineering*.

Systèmes à base de connaissances pour l'interprétation et la simulation de paysages

Ce projet est développé en collaboration avec l'INRA (centre de Nancy). Il vise à la construction de systèmes à base de connaissances pour le diagnostic et la simulation des paysages agricoles.

Pour le diagnostic, nous nous intéressons à la caractérisation de structures spatiales issues d'images satellitaires en nous appuyant sur différentes méthodes de reconnaissances de formes [309, 547] et des descriptions qualitatives de l'espace. Ces structures doivent être classées par rapport à des modèles qualitatifs, définis par les experts.

En ce qui concerne la simulation, nous avons procédé au recueil et à la modélisation des connaissances et des raisonnements. Une maquette multi-agents a été réalisée et testée sur plusieurs territoires. Nous travaillons à l'extension de la base de connaissances qui doit également servir au diagnostic.

3.1.2 Raisonnement temporel

Nos travaux sur le raisonnement temporel portent sur la définition de modèles de représentation des informations temporelles. Pour exploiter ces modèles, nous étudions une approche fondée sur les techniques de propagation de contraintes. Cette approche repose sur une extension de l'algèbre des intervalles d'Allen qui permet de représenter à la fois des informations numériques et symboliques. Pour exploiter la représentation du temps définie dans notre modèle TemPro, nous avons mené une étude comparative exhaustive des algorithmes de consistance d'arc et de consistance de chemin actuellement connus. Ceux-ci ont été adaptés au problème spécifique de la résolution de contraintes temporelles. Nous en avons déduit une stratégie optimale d'utilisation de ces algorithmes en fonction du type de problème posé.

Nous avons aussi travaillé à l'intégration de la composante temporelle dans un réseau causal de type AND/OR/NOT. La composante temporelle est représentée en utilisant le formalisme des fonctions caractéristiques. La propagation de l'information temporelle au sein du réseau est réalisée à l'aide d'un algorithme dynamique tenant compte de l'évolution du monde dans le temps.

3.1.3 Raisonnement sous contraintes de ressources

Pour traiter l'antagonisme entre l'IA et le temps réel, nous concevons de nouvelles méthodes de raisonnement. Les différentes approches développées reposent sur la possibilité d'ajuster la qualité de la réponse du système en fonction des contraintes imposées par l'environnement, en particulier le temps et les ressources disponibles. Ces approches, connues sous le nom générique de calcul flexible, ont pour objectifs :

- la conception de nouvelles méthodes d'inférence ou d'algorithmes ayant la propriété de délivrer un résultat de qualité d'autant meilleure que le temps alloué est important (voir [340, 341] pour des applications en ordonnancement et [359] pour la planification d'actions en robotique),
- la mise en place de modèles permettant d'évaluer statiquement l'utilité d'un algorithme, puis d'estimer dynamiquement l'état d'avancement de la résolution d'un problème particulier,
- le développement de stratégies optimales d'ordonnancement et d'allocation de ressources [326, 358] permettant de maximiser la qualité totale de la solution à partir des fonctions d'utilité des traitements et des ressources disponibles.

Les méthodes développées sont intégrées grâce à notre modèle de tâche PROGRESS [326] dans la plateforme expérimentale REAKT (fondée sur le modèle du tableau noir) développée dans les projets européens ESPRIT II n° 5146 et n° 7805.

3.1.4 Représentations de connaissances à base d'objets, classification et raisonnement à partir de cas

Les représentations de connaissances à base d'objets (RCO) et les logiques de descriptions sont des formalismes de représentation de connaissances, qui nous intéressent d'un point de vue pratique et théorique. Nous avons travaillé sur les points particuliers suivants : (1) étude globale des logiques de descriptions (ou logiques terminologiques) [384], (2) étude globale des langages et modèles à objets [312], (3) étude d'une architecture et des fonctionnalités d'un système hybride de représentation de connaissances à base d'objets, qui s'appuie sur le formalisme des logiques de descriptions et sur celui des langages à objets [329] [364].

Parallèlement, nous avons travaillé sur les modes de raisonnement associés, comme le raisonnement par classification et le raisonnement à partir de cas [374]. Ces travaux se composent essentiellement d'une étude des interactions entre la remémoration d'un cas et l'adaptation du cas remémoré [352] [351], ainsi que d'une étude formelle sur le raisonnement à partir de cas et la résolution de problèmes [332] [362]. Ces études théoriques sont appliquées dans le système RESYN/CBR, qui a pour objet la planification de synthèses en chimie organique. Le développement de RESYN/CBR se fait dans le cadre du GDR 1093 du CNRS (Traitement Informatique de la Connaissance en Chimie Organique).

3.1.5 Fouille de données – Application au domaine de la santé

La fouille de données peut se voir comme une technique d'analyse "intelligente" et interactive de données, qui consiste à extraire pour les exploiter des informations qui existent sous forme implicite dans un ensemble de données brutes. Cette technique combine l'utilisation (i) de modes de raisonnement comme le raisonnement déductif et le raisonnement par classification, (ii) de techniques d'apprentissage symbolique comme l'induction et la construction d'arbres de décision, (iii) de techniques d'analyse de données numériques, (iv) des fonctionnalités associées aux systèmes de gestion de bases de données, et enfin, (v) de techniques de visualisation interactive de données.

Le cadre choisi pour mener à bien le projet de fouille de données avec application au domaine médical est celui des représentations à base d'objets, qui facilite la combinaison des différents outils nécessaires au processus de fouille de données [363]. La fouille de données est un thème pluridisciplinaire, qui cadre bien avec l'ensemble des travaux menés dans l'équipe sur les représentations à base d'objets et le raisonnement par classification.

3.1.6 Algorithmes de calcul de premiers implicants/impliqués

Les concepts duaux de *premiers implicants* et de *premiers impliqués* jouent un rôle important en IA. Ils interviennent notamment en diagnostic de pannes, raisonnement abductif, compilation de bases de connaissances et dans les systèmes de maintien de vérité. Nous avons étudié les différentes approches existantes pour le calcul de *premiers implicants/impliqués*, de façon à dégager les différentes heuristiques utilisées. Ceci nous a permis d'apporter des améliorations et de compléter certaines de ces approches. Cette étude nous a conduit à proposer un nouvel algorithme de calcul de premiers impliqués pour la compilation des bases de connaissances. Nous avons montré expérimentalement que cet algorithme est plus performant que les autres techniques de calcul existantes [357].

3.2 Modèles connexionnistes neuromimétiques

Participants: Frédéric Alexandre, Pascal Blanchet, Yann Boniface, Laurent Bougrain, François Charpillat, Stéphane Durand, Dominique Fohr, Hervé Frezza, Jean-Michel Gallone, Yifan Gong, Emmanuel Hartwich, Jean-Paul Haton, Jean-Daniel Kant, Yannick Lallement, Jérôme Louis, Nicolas Pican, Jean-François Remm

Nos recherches dans ce domaine consistent à créer des modèles et des mécanismes connexionnistes inspirés des sciences du vivant (principalement la Biologie et la Psychologie). Il en résulte des unités plus complexes que dans les modèles classiques permettant des comportements plus réalistes. Nous nous employons ensuite à valider ces travaux par des applications industrielles et à les ramener dans le champ plus vaste de l'Intelligence Artificielle et des Sciences de la Cognition.

En ce qui concerne les mécanismes connexionnistes d'inspiration biologique, nous nous intéressons à la fusion multimodale et au traitement temporel, en étroite collaboration avec le monde des Neurosciences. Nous collaborons avec le CHU de Nancy pour développer des techniques d'imagerie cérébrale, nous permettant de valider nos hypothèses et de préciser notre connaissance de la cartographie du cortex humain [354, 353, 325].

3.2.1 Fusion multimodale

Nous poursuivons cette année le développement de cette fonctionnalité permettant à une unité de se faire moduler par le fonctionnement d'autres axes de traitement que celui dans lequel elle est engagée. Ceci se déroule de manière proche de la biologie [315], avec application à la reconnaissance visuelle invariante pour la reconnaissance de caractères [314] ou au traitement d'images médicales IRM [354]. Ces mécanismes sont également ramenés sous le formalisme classique du connexionnisme [366, 368] et appliqués au traitement automatique de la parole [365] ou à diverses applications industrielles (avec la sidérurgie (*cf.* § 4.2) ou les télécommunications (*cf.* § 4.5)). L'idée de base de ces différentes réalisations est que le fonctionnement additif classique du neurone formel peut être perturbé, de façon bilinéaire par le fonctionnement d'autres neurones engagés dans d'autres tâches et que cette perturbation peut être apprise de manière à ce qu'elle corresponde à l'apport d'une information contextuelle.

3.2.2 Traitement temporel

Le traitement temporel connexionniste peut être conçu de deux manières. D'une part, il s'agit de pouvoir traiter et représenter des informations à forte dynamique temporelle. Dans ce cadre, nous

poursuivons cette année le développement du modèle temporel TOM. Il s'agit de cartes de neurones intégrateurs, pouvant apprendre des séquences d'événements. Nous avons appliqué ce modèle à la reconnaissance automatique de la parole et avons obtenu des résultats comparables aux meilleurs modèles stochastiques actuels [333]. Actuellement, nous affinons les entrées perceptives de ces cartes en développant un modèle acoustique, capable de fournir des informations plus riches sur lesquelles construire des séquences plus adaptées à la diversité phonétique.

D'autre part, il s'agit également de pouvoir contrôler des séquences d'action et de perception de manière à organiser temporellement un comportement. Nous débutons cette année un gros effort de modélisation du cortex frontal, structure biologique responsable de cette capacité. Pour le moment, nous nous sommes intéressés au contrôle de modules perceptifs élémentaires [319]. Nous poursuivons cette tâche pour des problèmes de contrôle de variable dans leur domaine de viabilité, dans le cadre d'un projet GIS Sciences de la Cognition (*cf.* § 4.3).

3.2.3 Intégration Neurosymbolique

Nous nous intéressons à l'Intégration Neurosymbolique qui prône le rapprochement entre les méthodes connexionnistes et symboliques, de manière à émuler des fonctions plus cognitives. Ceci peut passer par des modèles hybrides, qui font coopérer des modules connexionnistes et symboliques. Nous développons une méthodologie de construction de modèles hybrides dans le cadre du projet ESPRIT LTR MIX (*cf.* § 4.14).

Ceci peut également passer par le développement de modèles unifiés, Pour la biologie, ceci correspond clairement aux actions que nous avons rapportées plus haut. Nous développons également des algorithmes permettant d'extraire des règles expertes de réseaux de neurones artificiels. Cette technique permet de doter ces réseaux de capacités explicatives qui leur font défaut. Dans le cadre d'une convention avec Thomson (*cf.* § 4.4), nous avons proposé une solution élégante et prometteuse, qui consiste tout d'abord à élaguer le réseau en lui enlevant ses connexions les plus inutiles, puis à le transformer en un graphe pondéré que nous écrivons linéairement ensuite [303].

Enfin, pour pouvoir accélérer les vitesses de traitement et étudier le comportement distribué des algorithmes, nous débutons actuellement une thèse dans le cadre du Centre Charles Hermite, sur l'implantation sur machine parallèle de mécanismes neuromimétiques.

3.3 Parole et signaux

Participants : Frédéric Alexandre, Pascal Blanchet, Anne Bonneau, Christine Bourjot, Anne Boyer, Christophe Cerisara, François Charpillet, Stéphane Durand, Florent Fauchier, Pierre-Jean Felten, Dominique Fohr, Christelle Gassert, Yifan Gong, Virginie Govaere, Emmanuel Hartwich, Jean-Paul Haton, Marie-Christine Haton, Irina Illina, Jean-François Mari, Pierre Marquis, Odile Mella, Roselyne Nguyen, Kamel Smaïli, Imed Zitouni

La reconnaissance de la parole et l'interprétation de signaux (tout comme la robotique, *cf.* § 3.4) sont des domaines où les trois compétences de l'équipe (modèles statistiques, neuromimétiques et bases de connaissances) sont mis à contribution et interagissent. Les travaux de cette année concernent des études phonétiques pour la reconnaissance de la parole (*cf.* § 3.3.1), ainsi que l'amélioration de nos modèles stochastiques (*cf.* § 3.3.2) et de nos modèles de langage (*cf.* § 3.3.3). Nous avons ainsi poursuivi nos recherches sur la reconnaissance de parole bruitée (*cf.* § 3.3.4) et sur l'éducation vocale des malentendants (*cf.* § 3.3.5).

3.3.1 Aspects phonétiques

Décodage acoustico-phonétique de la parole.

Notre approche se caractérise par la définition de deux niveaux d'indices, forts et faibles, et par l'utilisation des techniques de raisonnement hypothétique. Nos indices sont actuellement optimisés grâce à l'utilisation d'un arbre de classification [369].

Nous avons effectué une expérience de perception concernant la perception du lieu d'articulation des occlusives sourdes du français, à l'aide de stimuli naturels composés du début du bruit d'explosion [305]. Notre objectif était de déterminer la nature des informations fournies par le bruit. Les résultats ont montré que l'effet de la connaissance du contexte est limité : l'augmentation globale du taux de reconnaissance est faible et l'identification n'est améliorée que dans un nombre restreint de contextes vocaliques. Nous avons également réalisé une expérience concernant l'identification du contexte vocalique à partir du bruit des occlusives [321, 322]. Les résultats montrent que les classes vocaliques peuvent être identifiées à partir du bruit d'explosion des occlusives dépourvus de segment vocalique, et que la proximité de l'articulation de la voyelle et de la consonne favorise l'identification de la voyelle.

En reconnaissance automatique des occlusives, nos résultats suggèrent une stratégie consistant à utiliser toute l'information fournie par le bruit, non seulement l'information consonantique, mais aussi l'information vocalique.

3.3.2 Modèles statistiques

Afin de disposer d'une modélisation plus fine, nous avons développé des modèles de Markov d'ordre 2 [310] et montré leur capacité à mieux modéliser la durée des mots ou des phonèmes que les modèles d'ordre 1. Nous avons également approfondi l'étude de notre modèle stochastique original de trajectoires [343, 345, 346]. Ces travaux se poursuivent dans les directions suivantes :

- réalisation d'une démonstration pour la reconnaissance de noms épelés monolocuteur combinant HMM2 et réseau de neurones [365],
- utilisation des HMM2 dans un système de reconnaissance de parole continue indépendant du locuteur,
- développement de modèles phonétiques contextuels pour la reconnaissance de parole continue multi-locuteurs [356],
- mise au point d'une procédure permettant de réaliser automatiquement l'étiquetage phonétique d'un important corpus de parole à partir du texte ASCII [335],
- intégration d'un lexique et d'une grammaire pour permettre la reconnaissance de la phrase prononcée [334].

Deux applications pratiques de nos algorithmes de reconnaissance ont été développées :

- un système de reconnaissance de la parole traitant en temps réel une commande de serveur dans un restaurant et gérant un dialogue simple (dans le cadre du projet régional IRMA),
- un système acceptant des requêtes orales à un serveur WWW [371].

Nous avons par ailleurs utilisé ces mêmes modèles stochastiques, en association avec nos modèles neuromimétiques pour l'interprétation de signaux sonar [307] (*cf.* § 4.20).

3.3.3 Modèles de langage pour la reconnaissance de la parole

L'essentiel de nos travaux ont porté cette année sur l'amélioration de la méthode de classification automatique du lexique et de l'affinement des paramètres du modèle de langage.

Concernant la classification automatique du lexique nous avons opté pour une méthode fondée sur le recuit simulé amélioré. Contrairement à ce qui se fait habituellement, nous avons proposé une méthode

qui autorise seulement le déplacement de certains mots : ceux qui sont les plus plausibles au sens linguistique [370]. Nous avons comparé notre algorithme à celui proposé dans la littérature et nous avons constaté une complexité moindre en temps de calcul et une meilleure formation des classes syntaxiques de mots. Un autre avantage de la méthode que nous avons proposée réside dans le fait qu'elle permet de trouver le meilleur compromis entre le nombre de classes choisies et la perplexité du modèle de langage.

Le deuxième point que nous avons traité est l'amélioration des paramètres du modèle de langage [334], dans le cadre du projet AUPELF (*cf.* § 4.17).

3.3.4 Reconnaissance de parole en conditions difficiles

Après les études menées sur en milieu bruitées (travail en coopération avec Jean-Claude Junqua de STL a Santa Barbara), nous nous focalisons maintenant sur la reconnaissance de parole continue au téléphone et sur la reconnaissance de mots isolés dans une voiture dans le cadre des projets européens VODIS (*cf.* § 4.13 et § 4.18).

3.3.5 Rééducation vocale des mal-entendants

Ce thème abordé dès 1980 par notre équipe a connu une extension importante au cours des deux dernières années suivant deux directions :

- la prise en compte de l'adulte devenu sourd dans le cadre du projet SIRENE 2 (*cf.* § 4.9),
- l'extension multilingue à l'allemand et à l'espagnol avec le projet européen ISAEUS accepté cette année (*cf.* § 4.10).

3.4 Robotique

Participants : Frédéric Alexandre, Iskander Ayari, Olivier Aycard, Pascal Blanchet, Anne Boyer, François Charpillat, Vincent Chevrier, Jean-Michel Gallone, Jean-Paul Haton, Pierre Laroche, Jean-François Mari, Philippe Morignot, Nicolas Moureaux, Richard Washington

L'acquisition d'un robot mobile Nomad 200 en 1995 a permis à notre équipe de mettre au point une plate-forme intégratrice sur laquelle interagissent une bonne partie des compétences de chercheurs. Ces compétences nous permettent d'aborder les problèmes de fusion de données multi-capteurs (*cf.* § 3.4.1), de planification d'actions (*cf.* § 3.4.2) et de localisation (*cf.* § 3.4.3).

3.4.1 Fusion multi-capteurs

Notre plate-forme robotique (robot mobile Nomad appelé Gaston) est un cadre pour proposer et valider dans un contexte réel différentes politiques de communication et d'organisation. Nous avons proposé un système hybride pour effectuer la fusion de données multi-capteurs. Ce système, appelé RoMAT, distingue deux niveaux d'activités : la perception de signaux et leur intégration sous forme d'unités symboliques (les percepts), et l'interprétation de ces percepts pour construire et maintenir une représentation symbolique de l'environnement du système. Nous réfléchissons également à la conception d'une architecture intégratrice se fondant sur le paradigme multi-agent pour gérer les différentes activités liées aux déplacements et les tâches inhérentes à la mission du robot.

3.4.2 Modélisation stochastique pour la planification en robotique

L'apport de nos travaux se situe dans le cadre des approches de la planification issues de la théorie de la décision. Nous nous intéressons à des domaines dans lesquels les actions ont des résultats probabilistes et les agents une connaissance imparfaite de l'état dans lequel ils se trouvent. Pour se faire nous modélisons la planification comme un processus de décision markovien partiellement observable. Nous explorons actuellement diverses voies qui devraient nous permettre de piloter notre robot mobile en temps réel : approximations, techniques *anytime*, utilisation de plans sous-optimaux mais néanmoins satisfaisants, etc. [382, 372].

3.4.3 Reconnaissance de balises naturelles en robotique

Pour évoluer dans un environnement, totalement ou partiellement connu, un robot mobile doit identifier un ensemble de caractéristiques (balises naturelles) comme une porte, un angle de couloir, un escalier, une étagère, un extincteur qui vont constituer autant de points de repère. Dans ce but, nous avons étudié cette année comment le problème d'apprentissage et de reconnaissance de balises naturelles peut se décrire à l'aide des modèles de Markov cachés du second ordre développés dans le projet pour la reconnaissance de parole continue.

4 Actions industrielles

4.1 Etiquetage automatique de parole continue

CONTRAT TÉLÉCOM-PTT SUISSES - IDIAP

Participants : Dominique Fohr, Jean-François Mari, Odile Mella

Le but de ce projet est l'étiquetage semi-automatique du corpus téléphonique Polyphone contenant 50 000 phrases. La taille d'un tel corpus exclut son étiquetage manuel. Aussi, pour obtenir un étiquetage phonétique fiable, nous proposons de comparer les résultats de deux méthodes d'étiquetage automatique développées par deux laboratoires (CRIN-INRIA et IDIAP).

En ce qui nous concerne, nous utiliserons notre étiqueteur markovien du second ordre. Une étude approfondie des phrases étiquetées de façon significativement différente par les deux systèmes permettra d'améliorer les modèles markoviens. Une fois l'étiquetage terminé, ce corpus nous servira à mettre au point nos modèles pour un système de reconnaissance de parole téléphonique.

4.2 Neuro-contrôle d'un four de recuit continu mixte

CONVENTION AVEC SOLLAC

Participants : Frédéric Alexandre, Nicolas Pican

Le but de cette convention est d'assurer le contrôle d'un four de recuit continu mixte, très grosse installation à réguler en température, de façon à préchauffer de manière homogène les tôles avant leur écrouissage. Nous utilisons pour cela les modèles connexionnistes contextuels développés dans notre projet (*cf.* § 3.2.1). Nous implantons actuellement sur le site de Sollac la première tranche de contrôle.

4.3 Apports mutuels de la cognition naturelle et de la cognition artificielle

PROJET DU GIS SCIENCES DE LA COGNITION

Participants : Frédéric Alexandre, Pascal Blanchet, Hervé Frezza

Le but de ce projet est d'ajouter aux capacités de perception et de raisonnement que nous manipulons habituellement des capacités de motivation, visant à permettre à un robot réel ou simulé de maintenir un certain nombre de variables essentielles à sa viabilité. Nous développons cette architecture de concert avec quatre autres équipes françaises, de manière à pouvoir comparer ensuite les apports respectifs des diverses méthodes.

4.4 Interprétation de signaux radar

CONVENTION AVEC TCAR

Participants : Frédéric Alexandre, Jean-François Remm, Jean-Paul Haton

Thomson CSF Application Radar (TCAR) souhaite pouvoir traiter automatiquement et rapidement des signaux radar complexes dont seule une petite partie contient les informations pertinentes. Nous avons étudié des méthodes supervisées et non supervisées issues de modèles classiques pour détecter et identifier ces cibles immobiles. Ce premier travail à court terme nous permet déjà d'atteindre les résultats des modèles mathématiques. Nous avons ensuite participé à l'interprétation de ces signaux par extraction de règles expertes des réseaux neuromimétiques (*cf.* § 3.2.3).

4.5 Classification d'environnements

CONVENTION AVEC LE CNET

Participants : Frédéric Alexandre, Laurent Bougrain, Nicolas Pican

Dans le cadre d'une convention avec le CNET qui débute cette année, nous testons nos modèles contextuels sur un difficile problème de classification. Il s'agit de prévoir la localisation des antennes émettrices pour le téléphone mobile, à partir de bases de données géographiques. Ce travail consistera donc pour nous à établir ces critères de classification à partir de variables hétérogènes.

4.6 Vérification du locuteur via le téléphone

PROJET EUROPÉEN COST 250 RÉUNISSANT LES PARTENAIRES DE PLUS DE DOUZE PAYS

Participants : Dominique Fohr, Yifan Gong, Jean-Paul Haton, Haizhou Li, Odile Mella

Depuis deux ans, nous participons à une coopération européenne dans le cadre de la reconnaissance automatique du locuteur par téléphone. Cette collaboration s'est concrétisée dans un premier temps par la fourniture de locuteurs pour la réalisation d'un corpus téléphonique européen (digit anglais, phrases anglaises, parole spontanée en langue maternelle). Elle devrait se continuer par l'étiquetage de la partie française de ce corpus.

4.7 Traitement informatique de la connaissance en chimie organique, GDR 1093 CNRS

CONVENTION AVEC LE CNRS, CRIN, LIRMM, CCIPE, INSTITUT DE RECHERCHES SERVIER, FRAMENTEC-COGNITECH, ROUSSEL-UCLAF, SANOFI-CHIMIE, SEMA GROUP, MELODIE

Participants : Jean Lieber, Amedeo Napoli

L'objectif de ce projet est de construire un système à bases de connaissances pour l'aide à la planification de synthèses de molécules en chimie organique. Notre travail consiste à représenter et mettre en œuvre les plans de synthèse et les stratégies employées par les chimistes. Le système à bases de

connaissances s'appuie sur les représentations à base d'objets, le raisonnement par classification et le raisonnement à partir de cas.

4.8 Fouille de données – Application au domaine de la santé

CONVENTION AVEC L'HÔPITAL D'ENFANTS DE NANCY-BRABOIS, LE CENTRE LORRAIN DU CANCER DE L'ENFANT

Participants : Amedeo Napoli, Arnaud Simon

L'objectif de ce projet est de concevoir un système interactif d'aide à l'analyse de données brutes relatives aux cancers des enfants en Lorraine. Le projet s'appuie sur le fait qu'une exploitation de données médicales – les données du Registre Lorrain du Cancer de l'Enfant – à l'aide de méthodes d'intelligence artificielle, comme la classification et les arbres de décision dans le cadre des représentations à base d'objets, peut conduire à une meilleure compréhension de ces données et à la découverte de connaissances, implicites dans ces données. Ces connaissances peuvent ensuite être utilisées pour aider à une prise en charge et un suivi plus satisfaisants des malades.

4.9 Autocontrôle et correction de la voix : SIRENE 2

CONVENTION AGEFIPH EN COLLABORATION AVEC THOMSON/CSF-ASM

Participants : Marie-Pierre Chouvet, Marie-Madeleine Dutel, Marie-Christine Haton, Jean-Paul Haton

Le projet SIRENE II, prolongement de travaux antérieurs au sein de l'équipe, a été développé dans l'optique de valoriser la parole comme outil d'interaction fondamentale, notamment dans la vie professionnelle.

La première phase s'est effectuée en collaboration avec l'équipe de Pierre Alinat (Thomson-Sophia) et avec le soutien financier de l'AGEFIPH (Agence pour l'insertion professionnelle des personnes handicapées). Elle a conduit à la réalisation d'une plate-forme permettant au sujet adulte, d'éprouver et d'apprécier la qualité de sa voix, d'en déceler la dégradation et d'entrer dans un protocole de correction. Cette réalisation a été suivie, dans l'année écoulée, d'une phase de validation dans le cadre de bilans d'orientation effectués à l'URAPEDA de Nancy, selon un protocole rigoureux et sous le contrôle de thérapeutes spécialistes de la voix.

Parallèlement à ce programme, nous avons mis en chantier la recherche de corrélation entre paramètres extraits du signal de parole et pathologie vocale. Une première étude a permis l'identification et le calcul d'un certain nombre de paramètres et leur intégration dans un éditeur vocal réalisé dans l'environnement Windows [297].

4.10 Approche multilingue de l'éducation vocale

PROJET TELEMATICS/TIDE ISAEUS N° 3004 AVEC LES UNIVERSITÉS DE BONN ET MADRID, THOMSON ET TEIMA

Participants : Christophe Antoine, Marie-Pierre Chouvet, Marie-Madeleine Dutel, Virginie Govaere, Marie-Christine Haton, Jean-Paul Haton

Nos travaux sur l'autocontrôle et la correction de la voix vont se poursuivre dans le cadre du projet ISAEUS dont le système SIRENE II constitue l'arrière-plan. Outre l'extension de l'existant, notre objectif est de renforcer les aspects liés à la pédagogie pour les sujets à entraîner, et les aspects liés à l'usage professionnel par les thérapeutes. Un aspect important du projet concerne l'amélioration du système d'entraînement par une mise en commun des expériences sur une base multilingue faisant intervenir l'allemand, l'espagnol et le français.

4.11 Supervision en temps réel

PROJET EUROPÉEN ESPRIT REAKTANSE N°20938 AVEC THOMSON (FRANCE), VTT (FINLANDE) ET RAUTARUUKI OY (FINLANDE)

Participants : Christophe Antoine, Anne Boyer, François Charpillet, Dominique Fohr, Yifan Gong, Jean-Paul Haton, Philippe Morignot

L'objectif de ce projet est de valider la technologie REAKT développée dans les projets ESPRIT 5146-7805. L'application test qui sera développée au cours de ce projet est un système de diagnostic et de recommandation d'actions pour un processus de laminage. Un autre objectif est d'étendre le domaine de compétence de la boîte à outils REAKT en y incorporant deux nouveaux composants : un module de traitement de signaux et un outil pour la modélisation de processus.

4.12 Projet Interprétation de signaux

CONVENTION AVEC L'EDF

Participants : François Charpillet, Philippe Haik, Jean-Paul Haton

L'interprétation de signaux est une activité courante dans de nombreuses applications d'EDF telles que la surveillance/conduite de procédé ou le contrôle de qualité. L'automatisation de cette interprétation pose de nombreux problèmes encore mal résolus comme l'interaction entre des connaissances de nature numérique (procédure de traitement de signaux) et des connaissances symboliques (liées à l'expertise d'interprétation). Le projet porte sur l'étude de plusieurs systèmes d'interprétation de signaux et de diagnostic développés au sein du Département Surveillance, Diagnostic et Maintenance d'EDF(SDM).

4.13 Reconnaissance de la parole à bord de véhicules

PROJET TELEMATICS LANGUAGE ENGINEERING VODIS N°1-2277 AVEC RENAULT, PEUGEOT, VOLKSWAGEN, BMW, LERNOUT ET HAUSPIE, BOSCH

Participants : Mohamed Afify, Dominique Fohr, Christelle Gassert, Jean-Paul Haton, Jean-Francois Mari

Vodis est un projet visant à piloter par la voix un téléphone portable, un autoradio et un système de navigation dans une voiture. Dans une première phase nous allons enregistrer 200 locuteurs et constituer ainsi une banque de données étiquetées pour cette application. Ensuite, nous pourrions tester nos algorithmes de reconnaissance sur ce corpus.

4.14 Intégration modulaire de traitements symboliques et connexionnistes dans des systèmes à base de connaissances

PROJET ESPRIT LTR MIX AVEC LES UNIVERSITÉS DE GENÈVE, MADRID, MUNICH, GRENOBLE ET KRATZER AUTOMATION

Participants : Frédéric Alexandre, Pascal Blanchet, Vincent Chevrier, Jean-Paul Haton, Yannick Lallement, Jean Lieber, Amedeo Napoli, Nicolas Pican

Le but de ce projet dont nous sommes le coordonateur est d'étudier les possibilités de couplage entre modules symboliques et connexionnistes classiques et l'apport théorique et pratique de ce genre d'approche. Nous finissons actuellement la validation des principes de couplage que nous avons proposés sur des applications industrielles. Outre cette validation industrielle, nous commençons également à tirer des conclusions plus théoriques, relatives à la théorie de l'apprentissage, à partir de notre expérience dans ce projet.

4.15 Détection automatique de cris

CONVENTION AVEC LA RATP

Participants : Christophe Antoine, Florent Fauchier, Dominique Fohr, Yifan Gong, Jean-Paul Haton, Jean-Francois Mari, Odile Mella

L'objectif est la détection automatique de cris de détresse dans les couloirs du Métropolitain pour attirer l'attention d'un opérateur de surveillance. Nous modélisons par des modèles de Markov des voyelles criées et le bruit de fond de la zone surveillée. Pour la construction des modèles de voyelles criées, nous avons collecté un corpus dans le laboratoire. Une maquette de démonstration, fonctionnant en temps réel sur un PC, est maintenant opérationnelle.

4.16 Reconnaissance de la parole continue au téléphone

PROJET EUROPÉEN COST 249

Participants : Dominique Fohr, Yifan Gong, Jean-Paul Haton, Jean-Francois Mari

Ce projet européen a pour but l'amélioration de la reconnaissance de parole continue au téléphone. Cette année, nous avons participé aux réunions à Stockholm, Kocise et Zurich., ce qui nous a permis de monter un projet de collaboration avec l'IDIAP et les PTT suisses.

4.17 Tests d'évaluation pour la reconnaissance de la parole

APPEL D'OFFRE AUPELF-UREF

Participants : Dominique Fohr, Yifan Gong, Jean-Paul Haton, Jean-Francois Mari, Kamel Smaïli, Imed Zitouni

Dans le cadre de l'appel d'offre AUPELF-UREF (Association des Universités Partiellement ou Entièrement de Langue Française, Universités des Réseaux d'Expression Française), nous avons participé à la définition du protocole de test qui sera utilisé pour évaluer les performances des systèmes de reconnaissance de parole continue. L'application retenue est la lecture d'articles de journaux. Dans ce cadre, nous testerons les modèles que nous avons développés à Nancy : modèles acoustiques de Markov d'ordre 2 et modèles de langage.

4.18 Reconnaissance de la parole spontanée

PROJET EUROPÉEN DU PROGRAMME HCM SPIN

Participants : Mohamed Afify, Yifan Gong, Jean-Paul Haton, Irina Illina, Kamel Smaïli

Ce projet regroupe les universités de Aalborg, Bielefeld, Erlangen et Valencia, l'IRST à Trento et notre équipe (coordinateur du projet). Le but est de mener des recherches en collaboration en vue d'améliorer les méthodes de reconnaissance de la parole spontanée.

Nous avons abordé les aspects de traitement de la parole bruitée (notamment par combinaison de modèles de Markov et de modèles de langage).

4.19 Neurophysiologie cognitive

CONVENTION AVEC LE CNES, LE PES ET LE LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE DE L'UHP

Participants : Frédéric Alexandre, Didier Fass, Jean-Paul Haton, Jérôme Louis

Dans le cadre de la préparation d'expériences sur la réalité virtuelle, lors du prochain vol de longue durée de MIR, en 1999, nous réfléchissons à la définition de protocoles de perception de l'espace et à leurs retombées cognitives. La mise au point de ce protocole passe par la conception d'un casque d'immersion virtuelle et par des expérimentations en IRM pour les aspects les plus fonctionnels.

4.20 Interprétation de signaux sonar

CONVENTION AVEC LA DCN-INGÉNIERIE SUD (TOULON)

Participants : Frédéric Alexandre, François Botella, Dominique Fohr, Yifan Gong, Jean-Paul Haton, Jean-François Mari

Cette étude consiste à mettre en œuvre des modèles stochastiques et des modèles neuromimétiques afin de permettre la classification de signaux sonar transitoires et l'identification de leur origine, humaine ou non, ainsi que de leur forme. Une maquette a été installée sur site.

5 Actions nationales et internationales

- Participation active à des groupes de travail et groupe "Objets et Classification" du GDR-PRC IA (A. Napoli), groupe "Raisonnement à partir de cas" du GDR-PRC IA (J. Lieber, A. Napoli responsable du groupe), groupe "Évolution des langages à objets" du GDR-PRC Programmation (A. Napoli), GDR 1093 du CNRS "Traitement informatique de la connaissance en chimie organique" (J. Lieber, A. Napoli), groupes "Reconnaissance de la Parole" et "Vérification du locuteur" du GDR-PRC Communication Homme-Machine (Y. Gong, J.-P. Haton, M.-C. Haton, O. Mella), groupe MARCIA (F. Charpillet, V. Chevrier (co-responsable), R. Foisel, J.-P. Haton), GRIPIC (F. Alexandre, P. Blanchet, V. Chevrier), Association Neurosciences et Sciences pour l'Ingénieur (F. Alexandre), ACTH (S. Durand, E. Hartwich, Y. Lallement, N. Pican, J.-F. Remm).
- Comités de lecture de revues : Pattern Recognition, Journal of Intelligent Manufacturing, IECE Transactions, Génie Educatif, Journal d'Acoustique, Speech Communication, Revue d'Intelligence Artificielle, Computer Speech and Language, Int. J. Engineering Intelligent Systems, Numéro spécial "Systèmes à objets" de la revue TSI (Technique et science informatiques), Volume 15, numéro 6, juin 1996, (responsable : A. Napoli).
- Comités de programme : langages et Modèles à Objets (LMO'96), Leysin, Suisse (A. Napoli), Journées scientifiques Charles Hermite, Nancy (F. Alexandre), International Conference on Neurosciences, Strasbourg (F. Alexandre), International Conference on Tools for AI (ICTAI), Toulouse (P. Marquis, program co-chairman), Montpellier'96 (J.-P. Haton), Congrès RFIA, Rennes (J.-P. Haton).
- Coopérations internationales : outre les nombreuses coopérations dans le cadre de projets de l'Union Européenne, nous entretenons des relations avec plusieurs laboratoires : Université de Gand (Belgique) : reconnaissance de parole bruitée (échanges de stagiaires, publications); Université de Nankin (Chine) : reconnaissance de la parole et aspects multimedia (projet intégré France-Chine); Université d'état de Singapour : reconnaissance de la parole et vérification du locuteur (visites, accueil de stagiaires, projet en cours); Université du Massachusets à Amherst : aspects temps-réel de l'IA, algorithmes anytime (projet NSF-INRIA); IRST-Tunis : reconnaissance de la parole et systèmes de diagnostic (échanges de stagiaires, publications, projet commun); Université du Texas à Austin : modèles neuromimétiques et sciences cognitives (stage postdoctoral INRIA).

6 Diffusion des résultats

6.1 Enseignement

- Forte participation à divers enseignements dans les établissements lorrains (Université de Nancy 1 et II, INPL, Supélec) : Maîtrise et DEA d'Informatique, IUT, MIAGE, DESS d'Informatique, DESS IMOI, DESS de Productique, Maîtrise de Biologie, Ecole des Mines, ENSEM, Ecole de Géologie, ESIAL, ESSTIN ; et ailleurs : CNAM, Strasbourg (A. Napoli), DEA de Neurosciences de Nancy et Strasbourg (F. Alexandre), ENST-Bretagne (M.-C. Haton) ;
- Responsabilité du DEA d'Informatique de Nancy (J.-P. Haton) ;
- Responsabilité du CRI Nancy II (A. Boyer) ;
- Participation à des jurys de thèses de doctorat (F. Alexandre, V. Chevrier, D. Fohr, J.-P. Haton, M.-C. Haton, A. Napoli)
- enseignement à l'étranger dans le cadre d'un projet TEMPUS (V. Chevrier) et au DEA d'informatique de Tunis (J.-P. Haton).

6.2 Participation à des conférences et colloques

Des membres du projet ont participé à des conférences et *workshops* ; on se reportera à la bibliographie pour en avoir la liste.

6.3 Organisation de colloques et de cours

- Organisation de l'école d'été "langages et Modèles à Objets" sous l'égide du CIMPA (Centre International de Mathématiques Pures et Appliquées, Université de Nice), de l'INRIA et de l'UNESCO, Nice, 1-12 juillet 1996 (responsable : A. Napoli, conjointement avec Jérôme Euzenat, INRIA Rhône-Alpes),
- Organisation de la journée Science et Défense "Avancées de l'informatique et besoins nouveaux pour les systèmes d'aide à la décision et de commandement", Nancy, Octobre 1996 (F. Charpillat et J.-P. Haton).

7 Perspectives

Nos objectifs scientifiques à cinq ans sont concentrés sur nos compétences majeures en vue de la conception de "machines intelligentes.

D'une part, sur le plan des modèles fondamentaux et des outils logiciels, nous chercherons à développer des modèles connexionnistes neuromimétiques puissants :

- modèles inspirés des neurosciences (biologie théorique, IRM),
- approfondissement de mécanismes particuliers comme la prise en compte du temps, l'accroissement des capacités d'apprentissage et l'intégration multimodale,
- développement de comportement autonome,
- couplage avec d'autres approches (modèles hybrides symboliques-connexionnistes et stochastiques, algorithmes génétiques) ;

à diversifier et enrichir les modèles de systèmes à base de connaissances :

- approfondissement de la notion d’agents et définition de systèmes multi-agents évolués,
- conception de méthodes de raisonnement temporel et temps réel,
- représentation et exploitation de connaissances structurées : représentation à objets, logiques terminologiques, raisonnement à partir de cas,
- acquisition de connaissances et fouille de données ;

et à étendre les modèles statistiques :

- estimation statistique de paramètres,
- modèles de Markov d’ordre deux,
- modèles de langages,
- modèles stochastiques de trajectoires.

D’autre part, sur le plan des applications, nous nous concentrerons sur nos trois spécialités majeures que sont la reconnaissance automatique de la parole (reconnaissance indépendante du locuteur et vérification d’identité par la voix, augmentation de la robustesse de la reconnaissance en vue de la reconnaissance de parole bruitée et de parole spontanée, notamment à travers le téléphone, intégration de connaissances phonétiques), la surveillance/conduite en temps réel de systèmes complexes (systèmes de production industriels, robots mobiles, domaine biomédical, systèmes de navigation en intérieur et en extérieur, perception sensorielle et fusion multi-capteurs, méthodes évoluées de planification, apprentissage de son environnement par un robot, utilisation d’algorithmes génétiques) et l’interprétation de signaux (conception de modèles efficaces et génériques pouvant traiter des classes variées de signaux de différents types).

8 Publications

Livres et monographies

- [295] J.-P. HATON, F. CHARPILLET, M. BARÉS (réd.), *Avancées de l’informatique et besoins nouveaux pour les systèmes d’aide à la décision et de commandement: Journées Sciences et Défense*, 1996.

Thèses

- [296] I. AYARI, *Fusion multi-capteurs dans un cadre multi-agents : application à un robot mobile*, Doctorat d’université, Université Henri Poincaré – Nancy 1, Janvier 1996.
- [297] P.-J. FELTEN, *Analyse acoustique de la voix et applications cliniques : le système LORELEI*, Thèse CNAM, Université Henri Poincaré – Nancy 1, Novembre 1996.
- [298] N. GLASER, *Contribution à l’acquisition et à la modélisation de connaissances dans un cadre multi-agents – l’approche CoMoMAS*, Doctorat d’université, Université Henri Poincaré – Nancy 1, Novembre 1996.
- [299] Y. LALLEMENT, *Intégration neuro-symbolique et intelligence artificielle. Applications et implantation parallèle*, Doctorat d’université, Université Henri Poincaré – Nancy 1, Juin 1996.
- [300] J. F. MARI, *Perception de signaux complexes et interaction homme-machine*, Habilitation à diriger des recherches, Université Henri Poincaré - Nancy 1, Octobre 1996.
- [301] M. MOUHOU, *Contribution à l’étude des techniques de propagation de contraintes numériques et symboliques pour le raisonnement temporel.*, Doctorat d’université, Université Henri Poincaré – Nancy 1, Décembre 1996.

- [302] R. NGUYEN, *Un système multi-agent pour la machine à dicter vocale MAUD : conception et intégration d'une source de connaissances phonologiques*, Doctorat d'université, Université Henri Poincaré – Nancy 1, Octobre 1996.
- [303] J.-F. REMM, *Extraction de connaissances par réseaux neuronaux : application au domaine du radar*, Doctorat d'université, Université Henri Poincaré – Nancy 1, Novembre 1996.

Articles et chapitres de livre

- [304] F. ALEXANDRE, C. CARDEIRA, F. CHARPILLET, Z. MAMMERI, M.-C. PORTMANN, «Compu-Search Methodologies II : Scheduling using Genetic Algorithms and Artificial Neural Networks», in : *Production and Scheduling of Manufacturing System*, A. Artiba et S. E. Elmaghraby (réd.), Chapman & Hall, 1996.
- [305] A. BONNEAU, L. DJEZZAR, Y. LAPRIE, «Perception of the place of articulation of French stop bursts », *J. Acoust. Soc. Am.* 100, 1, 1996.
- [306] C. BRASSAC, V. CHEVRIER, «Vers un réexamen du statut de l'interaction dans les systèmes multi-agents», *Interaction et Cognitions I*, 1, 1996, p. 3–22, Editions de l'Harmattan.
- [307] J.-C. DI MARTINO, S. TABBONE, «An Approach to Detect Lofar Lines», *Pattern Recognition Letters* 17, 1996, p. 37–46.
- [308] J.-D. KANT, «A connectionist approach for the automatic extraction of categorization rules from symbolic data», in : *Ordinal and Symbolic Data Analysis*, E. D. et al. (réd.), Springer Verlag, 1996.
- [309] L. MANGELINCK, F. LE BER, S. TABBONE, J.-P. DEFFONTAINES, «Reconnaissance de paysages modèles sur images satellitaires», in : *Colloque INRA Étude des phénomènes spatiaux*, INRA, 1996, à paraître.
- [310] J.-F. MARI, J.-P. HATON, A. KRIOUILE, «Automatic Word Recognition Based on Second-Order Hidden Markov Models», *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing* 5, Janvier 1997.
- [311] A. NAPOLI, J.-F. PERROT, «Esquisse panoramique et points de repères du numéro spécial TSI “Systèmes à objets : tendances actuelles et évolution», *TSI* 15, 6, 1996, p. 861–873.
- [312] A. NAPOLI, J.-F. PERROT (RESPONSABLES DE PUBLICATION), «Systèmes à objets : tendances actuelles et évolution, Numéro spécial de la revue “Technique et science informatiques ”, 15(6)».
- [313] S. VIALLE, T. CORNU, Y. LALLEMENT, «ParCeL: a parallel programming language based on autonomous and synchronous actors», *SigPlan Notices* 31, 8, August 1996.

Communications à des congrès, colloques, etc.

- [314] F. ALEXANDRE, F. GUYOT, «Coopération de réseaux de neurones artificiels pour la localisation et la reconnaissance de caractères», in : *Actes Colloque National sur l'Écrit et le Document*, Nantes, Juillet 1996.
- [315] F. ALEXANDRE, «Connectionist Cognitive Processing for Invariant Pattern Recognition», in : *Proceedings International Conference on Pattern Recognition*, Vienna (Austria), Août 1996.
- [316] I. AYARI, V. CHEVRIER, J.-P. HATON, «RoMAT : exploiting a multi-agent model for data fusion», in : *Proc. 2nd International Conference on Multi-Agent Systems*, Kyoto, Japon, Décembre 1996.
- [317] J.-P. BARTHÉLEMY, J.-D. KANT, «From human categorization processes to classification and vice-versa», in : *Fifth Conference of the International Federation of Classification Societies (IFCS 96)*, Kobe, Japon, Mars 1996.
- [318] P. BLANCHET, Y. LALLEMENT, «Vers la réalisation d'une architecture symbolique-connexionniste unifiée», in : *Actes 8èmes Journées Neurosciences et Sciences de l'Ingénieur*, Marly le Roy, Mai 1996.
- [319] P. BLANCHET, «Modular growing network architectures for TD learning», in : *Proceedings of the fourth Int. Conf. on Simulation of Adaptive Behavior*, p. 343–352, Cape Cod (USA), 1996.

- [320] A. BONNEAU, «Identification des voyelles à partir du bruit des occlusives», in : *Journées d'étude sur la Parole*, p. 23–26, Avignon, France, 1996.
- [321] A. BONNEAU, «Identification of vowel features from French stop bursts», in : *Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing, 4*, Philadelphia, PA, USA, 1996.
- [322] A. BONNEAU, «Identification of vowels from French stop bursts», in : *Workshop of the European Speech Communication Association on The auditory basis of speech perception*, Keele University, United Kingdom, 1996.
- [323] M. BOUZID, A. LIGEZA, «Temporal Causal Networks for Simulation and Diagnosis», in : *Proceedings AAAI Workshop on Temporal and Spatial Reasoning*, Portland (Oregon, USA), 1996.
- [324] M. BOUZID, A. LIGEZA, «Temporal Causal Networks for Simulation and Diagnosis», in : *Proceedings IEEE International Conf. on Engineering of Complex Computer Systems*, Montréal, 1996.
- [325] M. BRAUN, J. LOUIS, F. ALEXANDRE, J.-P. HATON, L. PICARD, «Les zones d'activation des phonèmes en IRM fonctionnelle», in : *Journées Françaises de Radiologie*, Paris, Novembre 1996.
- [326] F. CHARPILLET, A. BOYER, «Composing and Monitoring Non Deterministic Design-to-time Methods», in : *AAAI Fall-Symposium on Flexible Computation in Intelligent Systems*, Boston, Novembre 1996.
- [327] F. CHARPILLET, J.-P. HATON, M.-C. HATON, «Avancées de l'informatique symbolique : quelques tendances significatives», in : *Avancées de l'informatique et besoins nouveaux pour les systèmes d'aide à la décision et de commandement: Journées Sciences et Défense*, Nancy, Octobre 1996.
- [328] F. CHARPILLET, «A Look on the Issue of Building Real-Time Knowledge Based Systems», in : *AAAI Fall-Symposium on Flexible Computation in Intelligent Systems*, Boston, Novembre 1996.
- [329] M.-P. CHOUVET, F. L. BER, J. LIEBER, L. MANGELINCK, A. NAPOLI, A. SIMON, «Analyse des besoins en représentation et raisonnement dans une représentation à objets — L'exemple de Y3», in : *Actes du colloque "Langages et Modèles à Objets" (LMO'96)*, Leysin, Suisse, Y. Dennebouy (réd.), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL-LBD), p. 150–169, 1996.
- [330] M.-P. CHOUVET, M. LALLIER, J.-P. HATON, «Une approche multi-agents pour modéliser et représenter un système d'interfaces homme-machine», in : *Actes 10ème Congrès sur la Reconnaissance des Formes et Intelligence Artificielle*, Rennes, Janvier 1996.
- [331] M.-P. CHOUVET, F. LE BER, «Knowledge-Bases and Agents for Domain Knowledge Representation », in : *ICTAI'96*, novembre 1996. Toulouse, France.
- [332] R. CURIEN, J. LIEBER, A. NAPOLI, «Une première analyse formelle du raisonnement à partir de cas», in : *Actes Cinquième Séminaire Français sur le Raisonnement à partir de cas*, A. Mille (réd.), p. 6–18, Lyon, 1996.
- [333] S. DURAND, F. ALEXANDRE, «TOM, a new temporal neural network architecture for speech signal processing», in : *Proceedings IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Atlanta, Mai 1996.
- [334] D. FOHR, J.-P. HATON, J.-F. MARI, K. SMAILI, I. ZITOUNI, «Traitements lexicaux autour de MAUD», in : *Séminaire lexicale*, Toulouse, 1996.
- [335] D. FOHR, J.-F. MARI, J.-P. HATON, «Utilisation de modèles de Markov pour l'étiquetage automatique et la reconnaissance de BREF80», in : *XXIèmes Journ'ees d'Etude sur la Parole*, p. 339 – 342, Avignon, 1996.
- [336] R. FOISEL, L. CHAPELIER, «Architecture Multi-Agents d'un système de dialogue d'assistance», in : *Rencontre des étudiants chercheurs en informatique pour le traitement automatique de la langue*, p. 165–168, Gif-sur-Yvette, Septembre 1996.
- [337] R. FOISEL, V. CHEVRIER, J.-P. HATON, «De l'organisation d'une société à sa réorganisation», in : *PRC-IA-SMA*, Toulouse, Février 1996.
- [338] R. FOISEL, V. CHEVRIER, J.-P. HATON, «Improving global coherence by adaptive organization in a multi-agent system», in : *second International Conference On Multi-Agent Systems*, AAAI Press / MIT Press, Kyoto, Japan, December 1996. Poster (to appear).

- [339] R. FOISEL, V. CHEVRIER, J.-P. HATON, «Modélisation de l'organisation dans les systèmes multi-agents», in : *Journées francophone IA Distribuée et systèmes multi-agents*, Port-Camargue, Avril 1996. (Poster non paru).
- [340] J.-M. GALLONE, F. CHARPILLET, «Composing Approximated Algorithms Based on Hopfield Neural Network for Building a Resource-Bounded Scheduler», in : *Proc.IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence*, Novembre 1996.
- [341] J.-M. GALLONE, F. CHARPILLET, «Hopfield Neural Network for Scheduling non Preemptive Tasks», in : *Proc. of 12th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'96)*, Budapest, Août 1996.
- [342] N. GLASER, M.-C. HATON, «Experiences in Modelling Statistical Process Control Knowledge», in : *Proceedings 12th European Conference on Artificial Intelligence*, W. Wahlster (éd.), John Wiley & Sons, Ltd, Budapest (Hungary), Août 1996.
- [343] Y. GONG, I. ILLINA, J.-P. HATON, «Modeling Long Term Variability Information in Mixture Stochastic Trajectory Framework», in : *Proceedings International Conference on Spoken Language Processing*, Philadelphia (PA, USA), Octobre 1996.
- [344] GROUPE MARCIA, «Auto-organisation = évolution de structures», in : *PRC-IA-SMA*, Toulouse, Février 1996.
- [345] I. ILLINA, Y. GONG, «Improvement in N -Best Search for Continuous Speech Recognition», in : *Proceedings International Conference on Spoken Language Processing*, Philadelphia (PA, USA), Octobre 1996.
- [346] I. ILLINA, Y. GONG, «Stochastic Trajectory Model with State-Mixture for Continuous Speech Recognition», in : *Proceedings International Conference on Spoken Language Processing*, Philadelphia (PA, USA), Octobre 1996.
- [347] J.-D. KANT, «A connectionist network to model multi-attribute categorization tasks», in : *International Workshop on Neural Networks Dynamics and Pattern Recognition*, Toulouse, Mars 1996.
- [348] J.-D. KANT, «Un modèle connexionniste psychomimétique pour l'étude de la catégorisation conceptuelle», in : *Actes 8èmes Journées Neurosciences et Sciences de l'Ingénieur*, Marly le Roy, Mai 1996.
- [349] Y. LALLEMENT, S. VIALLE, T. CORNU, «ParCeL-1: a parallel language based on autonomous agents for connectionist and AI applications», in : *First Symposium of Neuro-Fuzzy systems, Advanced Technologies*, Lausanne, Switzerland, 1996.
- [350] J. LIEBER, P. MARQUIS, «Domain-Independent Similarity Relations for Case-Based Reasoning in a Logical Framework», in : *Proceedings of the Poster Session of the Ninth International Symposium on Methodologies for Intelligent Systems (ISMIS'96)*, Oak Ridge National Laboratory, p. 230–241, Zakopane (Poland), Juin 1996.
- [351] J. LIEBER, A. NAPOLI, «Adaptation of Synthesis Plans in Organic Chemistry», in : *Proceedings ECAI'96 Workshop : Adaptation in Case-Based Reasoning*, A. Voß (éd.), p. 18–21, Août 1996.
- [352] J. LIEBER, A. NAPOLI, «Using Classification in Case-Based Planning», in : *Proceedings 12th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'96)*, W. Wahlster (éd.), John Wiley & Sons, Ltd, p. 132–136, Budapest (Hungary), Août 1996.
- [353] J. LOUIS, M. BRAUN, F. ALEXANDRE, J.-P. HATON, L. PICARD, «Activation Zones of Phonemes in fMRI», in : *Symposium Dynamics and Structural Approaches to Cerebral Function : from molecular biology to functional imaging*, Rouffach, Septembre 1996.
- [354] J. LOUIS, E. HARTWICH, F. ALEXANDRE, J.-L. ANTON, E. GUIGON, P. MARCHAL, F. GUYOT, «Imagerie par résonance magnétique fonctionnelle : Du traitement du signal à l'interprétation neurophysiologique», in : *Neurosciences et Sciences pour l'Ingénieur*, Marly-Le-Roi, Mai 1996.
- [355] L. MANGELINCK, F. LE BER, S. TABBONE, «Etude pour la reconnaissance de paysages agricoles sur des images satellitaires», in : *Actes 10ème Congrès sur la Reconnaissances des Formes et Intelligence Artificielle*, Rennes, Janvier 1996.

- [356] J.-F. MARI, D. FOHR, J.-C. JUNQUA, «A Second-Order HMM for High Performance Word and Phoneme-Based Continuous Speech Recognition», in : *Proc. Int. Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing*, Atlanta, 1996.
- [357] P. MARQUIS, S. SADAoui, «A New Algorithm for Computing Theory Prime Implicates Compilations», in : *Proc. AAAI*, Portland, 1996.
- [358] A. MENSCH, F. CHARPILLET, «Scheduling in the REAKT Kernel : Combining Predictable and Unbounded Computations for Maximizing Solution Quality in Real-Time Knowledge based Systems», in : *Proceedings Conference on Real-Time Systems and Embedded Systems*, Paris, Janvier 1996.
- [359] P. MORIGNOT, F. CHARPILLET, «An Anytime Look at Task Planning», in : *Proc. 15th Workshop of the UK Planning and Scheduling Special Interest Group*, Liverpool, Novembre 1996.
- [360] M. MOUHOU, F. CHARPILLET, J.-P. HATON, «Comparison of Constraint Propagation Techniques for Interval based Temporal Reasoning», in : *Proc. AAAI Workshop on spacial and Temporal reasoning*, p. 127–134, Portland, 1996.
- [361] M. MOUHOU, F. CHARPILLET, J.-P. HATON, «Interval-based Temporal Reasoning», in : *proc 15th Workshop of the UK Planning and Scheduling Special Interest Group*, Liverpool, Novembre 1996.
- [362] A. NAPOLI, J. LIEBER, R. CURIEN, «A Formal Analysis of Case-Based-Reasoning in an Object-Based Representation Context», in : *Third European Workshop on Case-Based Reasoning (EWCBR'96)*, Lausanne, B. Faltings, I. Smith (éd.), *Lecture Notes in Artificial Intelligence 1168*, Springer-Verlag, Berlin, p. 295–308, 1996.
- [363] A. NAPOLI, A. SIMON, «KR Meets DB for data Mining», in : *Working Notes of the ECAI-96 Workshop on Knowledge Representation Meets Databases (KRDB'96)*, Budapest, Hungary, F. Baader, M. Buchheit, M. Jeusfeld, W. Nutt (éd.), p. 53–55, 1996.
- [364] A. NAPOLI, «A Proposal for a Layered Architecture for a Hybrid Object-Based Representation System», in : *Proceedings of the 1996 International Description Logics Workshop*, Cambridge, Massachusetts, L. Padgham, E. Franconi, M. Gehrke, D. McGuinness, P. Patel-Schenider (éd.), AAAI Press, 1996.
- [365] N. PICAN, D. FOHR, J.-F. MARI, «HMMs and OWE Neural Network for Continuous Speech Recognition», in : *Proceedings International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP)*, Philadelphia (USA), Octobre 1996.
- [366] N. PICAN, «An Orthogonal Delta Weight Estimator for MLP Architectures», in : *Proceedings International Conference on Neural Networks*, Washington DC (USA), Juin 1996.
- [367] N. PICAN, «Intrinsic and Parallel Performances of the OWE Neural Network Architecture», in : *Proceedings International Conference on Artificial Neural Networks, ICANN*, Bochum, Germany, July 1996.
- [368] N. PICAN, «Synaptic Efficiency Modulations for Context Integration The Meta ODWE Architecture», in : *Proceedings International Conference on ESANN*, Bruges (Belgique), Avril 1996.
- [369] S. ROBBE, A. BONNEAU, S. COSTE-MARQUIS, Y. LAPRIE, «Using decision trees to construct optimal acoustic cues», in : *Proceedings of the International Conference on Spoken Language Processing*, 1, Philadelphia, PA, USA, 1996.
- [370] K. SMAILI, F. CHARPILLET, J.-P. HATON, «A New Algorithm for Automatic Word Classification Based on an Improved Simulated Annealing Technique», in : *Proceedings of the International conference on Cognitive Science and Natural Language Processing*, Dublin, 1996.
- [371] E. THIÉBAUT, J.-F. MARI, J.-P. HATON, Y. GONG, D. FOHR, «Utilisation d'un système de reconnaissance de la parole pour accéder à W3 », in : *XXIèmes Journ'ees d'Etude sur la Parole*, p. 429 – 432, Avignon, 1996.
- [372] R. WASHINGTON, «Incremental Markov-Model Planning », in : *ICTAI'96*, novembre 1996. Toulouse, France.
- [373] M. WOLVERTON, R. WASHINGTON, «Segmenting Reactions to Improve the behaviour of a Planning/Reacting Agent», in : *Proceedings Third International Conference on Artificial Intelligence Planning Systems*, Edinburgh, Mai 1996.

Rapports de recherche et publications internes

- [374] «Aspects de la classification», *Actes du séminaire* RFIA, Champenoux (France), Mars 1996.
- [375] «Séminaire apprentissage», *Actes du séminaire* RFIA, Champenoux (France), Juin 1996.
- [376] F. ALEXANDRE, J.-C. GONZALEZ, C.-A. IGLESIAS, Y. LALLEMENT, A. RIDA, J.-R. VELASCO, «Progress Report on the Rollmill Application», *Deliverable project esprit mix d11*, CUI & CRIN-INRIA & UPM, 1996.
- [377] F. ALEXANDRE, A. LABBI, Y. LALLEMENT, M. MALEK, «A Common Architecture for Integrating Case-Based Reasoning and Neural Networks», *Deliverable project esprit mix s3*, IMAG & CRIN-INRIA, 1996.
- [378] F. ALEXANDRE, A. LABBI, Y. LALLEMENT, M. MALEK, «Case-Based Reasoning and Neural Networks Hybrid Architecture. Evaluation Report», *Deliverable project esprit mix d8*, IMAG & CRIN-INRIA, 1996.
- [379] I. AYARI, V. CHEVRIER, J.-P. HATON, «RoMAT: Exploiting a Multi-Agent Model for Data Fusion», *Rapport interne*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996.
- [380] J.-D. KANT, «Introduction au problème de l'interprétation des données en classification», *rapport de recherche*, Champenoux (France), 1996.
- [381] N. LACHICHE, P. MARQUIS, «Kernel Rules Classifiers Revisited (Extended Abstract)», *Rapport interne*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996.
- [382] P. LAROCHE, «Modélisation stochastique pour la planification en robotique : tendances actuelles», *Rapport interne*, CRIN-INRIA, 1996.
- [383] P. MARQUIS, S. SADAoui, «A New Algorithm for Computing Theory Prime Implicates Compilations», *Rapport interne*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996.
- [384] A. NAPOLI, «Une introduction élémentaire aux logiques terminologiques», *Rapport interne*, Centre de Recherche en Informatique de Nancy, Vandœuvre-lès-Nancy, 1996, Notes de cours, Ecole du CIMPA "Langages et modèles à objets", Nice, Juillet 1996.

9 Abstract

The SYCO group is centered on the study of perceptive and cognitive processes in their fundamental and applied aspects. Its techniques and models are therefore mainly related to artificial intelligence and pattern recognition. Research activities belong to three main and complementary areas :

- knowledge-based systems : knowledge acquisition and representation (objects, classification), reasoning models (temporal, real time, case-based, etc.), multi-agent architectures, explanation models ;
- connectionist neural-like models : biological models, learning techniques, hybrid symbolic-connectionist models ;
- statistical models : second order Markov models, stochastic trajectory models, language models, learning algorithms.

The models and techniques developed in these three areas are used, sometimes in conjunction, in the domains of expertise of the group :

- signal analysis and interpretation : automatic speech recognition, radar, sonar and biomedical signal interpretation ;
- assisted decision-making : process monitoring and control, real time reasoning, diagnosis ;
- mobile robotics : navigation, planning, multi-sensor data fusion.