



HAL
open science

IA & Aide à la décision

Florence Dupin de Saint-Cyr, Nicolas Maudet, Philippe Morignot, Laurent
Vercouter

► **To cite this version:**

Florence Dupin de Saint-Cyr, Nicolas Maudet, Philippe Morignot, Laurent Vercouter. IA & Aide à la décision. Bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle, 88, 2015, Association Française d'Intelligence Artificielle. hal-04595463

HAL Id: hal-04595463

<https://ut3-toulouseinp.hal.science/hal-04595463v1>

Submitted on 31 May 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0
International License

BULLETIN

DE

L'AFIA



Avril 2015

N° 88

Association Française pour l'Intelligence Artificielle

Présentation du bulletin

Le Bulletin de l'Association Française pour l'Intelligence Artificielle vise à fournir un cadre de discussions 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 comptes rendus de conférences, les notes de lecture et les articles de débat sont très 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. En outre, les articles signés, de même que les contributions aux débats, reflètent le point de vue de leurs auteurs et n'engagent qu'eux-mêmes.

Pour contacter l'AFIA

Président

Yves DEMAZEAU
L.I.G./C.N.R.S., Maison Jean
Kuntzmann, 110, avenue de la Chimie,
B.P. 53, 38041 Grenoble cedex 9
Tel : +33 (0)4 76 51 46 43
Fax : +33 (0)4 76 51 49 85
Yves.Demazeau@imag.fr
[http://membres-lig.imag.fr/
demazeau](http://membres-lig.imag.fr/demazeau)

Serveur WEB

<http://www.afia.asso.fr>

Adhésions, liens avec les adhérents

Thomas GUYET
Laboratoire Informatique d'Agrocampus-Ouest
65, rue de Saint-Brieuc
35042 Rennes cedex
Mél. : tresorier@afia.asso.fr

Personnes morales adhérentes à l'AFIA

ENSMSE, Université Paris Dauphine, LORIA, LIRIS, LIMSI, IRIT/SMAC, EDF/STEP, LIPADE, IFFSTAR, LIRMM, TAO, LIFL, GREYC, LIG, ONERA, IRSTEA-TETIS, INRA, LITIS

Conseil d'Administration de l'AFIA

Yves DEMAZEAU, président
Pierre ZWEIGENBAUM, vice-président
Amélie CORDIER, vice-présidente
Olivier BOISSIER, secrétaire
Catherine FARON-ZUCKER, secrétaire adjoint
Carole ADAM, secrétaire adjoint
Thomas GUYET, trésorier
Audrey BANEYX, trésorière adjointe
Patrick REIGNIER, webmestre
Cédric BUCHE, webmestre adjoint
Florence DUPIN DE ST CYR - BANNAY, webmestre adjointe

Membres :

Patrick ALBERT, Sébastien KONIECZNY, Nicolas MAUDET, Davy MONTICOLO, Philippe MORIGNOT, Philippe MULLER, Laurent VERCOUTER, .

Comité de Rédaction

Nicolas Maudet

Rédacteur adjoint

LIP6, Université Pierre et Marie Curie
4, place Jussieu, 75005 Paris
maudetn@lip6.fr

Philippe Morignot

Rédacteur adjoint

LIFEWARE, INRIA Rocquencourt
Domaine de Voluceau,
B.P.105, 78150 Le Chesnay
pmorignot@yahoo.fr

Patrick Reignier

Rubrique « Résumés de thèse et HDR »

PRIMA, INRIA Rhône-Alpes
655, avenue de l'Europe,
38334 Saint-Ismier cedex
Patrick.Reignier@inrialpes.fr

Laurent Vercouter

Rédacteur en chef

LITIS, INSA de Rouen
avenue de l'université,
BP8 76801 St-Étienne-du-Rouvray
laurent.vercouter@insa-rouen.fr



I.A. et Aide à la Décision

Dans ce numéro du bulletin de notre association, Florence Bannay (IRIT) nous propose un dossier spécial I.A. et Aide à la décision, rassemblant 18 équipes francophones. Notre rubrique présentant des résumés des thèses et HDR en I.A., soutenues dans le dernier trimestre, est proposée par Patrick Reignier (INRIA Grenoble).

Pierre De Loor (ENIB) nous offre un compte rendu de la journée IHM et I.A. tenue à Télécom ParisTech le 20 mars 2015. Catherine Faron-Zucker (université de Nice) nous propose un compte rendu de la journée Systèmes d'informations et I.A. tenue le 27 mai 2015 à Biarritz. Et elle nous propose également le compte rendu de la journée Sciences Cognitives et I.A. tenue en janvier dernier.

Rappelons également le lien sur le site de notre association, où foisonnent annonces, cours et ressources en général :

<http://www.afia.asso.fr>

Bonne lecture.

Laurent Vercouter, Nicolas Maudet & Philippe Morignot
Rédacteurs en chef

Dossier “I.A. et Aide à la Décision”

Ce numéro présente un tour d’horizon des travaux français à la croisée entre les domaines de l’Intelligence Artificielle et de l’Aide à la Décision. Ce thème est particulièrement prisé par les chercheurs de la communauté francophone, ainsi la majeure partie des auteurs des livres de références [1, 2, 3] et des organisateurs des conférences [4] sur l’aide à la décision est francophone poursuivant la longue tradition entamée il y a plus de 200 ans par Borda et Condorcet.

L’importance, la difficulté et l’intérêt des recherches dans le domaine de l’aide à la décision fut éloquemment souligné par Funtowicz et Ravetz dans [5] avec la célèbre phrase : “facts are uncertain, values in dispute, stakes high and decisions urgent”. Les équipes et les projets rapportés dans ce dossier sont confrontés au problème de la gestion (de la récolte jusqu’à la représentation) de données imparfaites (vagues, incertaines, incohérentes, hétérogènes) combiné avec celui de la gestion des préférences (qui sont aussi des informations imparfaites qu’il faut récolter et représenter). La complexité de la tâche d’aide à la décision est due à la fluctuation plus ou moins prévisible des environnements à cause des acteurs humains, naturels, mécaniques ou organisationnels.

Les applications abordées par les chercheurs de ce domaine varient tant par les secteurs d’activité (l’industrie, la santé, l’agro-alimentaire, l’agronomie, la politique environnementale, les transports ...) que par les objectifs visés (évaluation de risques, modélisation, collaboration, coordination, organisation, planification, simulation, évaluation de performances, résolution de problème, conception de systèmes,...).

Ces recherches impliquent la plupart des thèmes de l’IA : de la représentation des connaissances, en passant

par l’argumentation, les théories de l’incertain, la gestion des incohérences, la dynamique des croyances, le codage et l’agrégation des préférences, le traitement du langage naturel, les systèmes multi-agents, la fouille de données et l’apprentissage.

C’est pourquoi ce sujet méritait pleinement qu’on lui consacre un dossier dans le bulletin de l’AFIA et je remercie vivement l’ensemble des contributeurs pour leur participation.

Florence Dupin de Saint-Cyr – Bannay

Bibliographie

- [1] D. Bouyssou, D. Dubois, H. Prade, M. Pirlot *Decision Making Process : Concepts and Methods*. John Wiley & Sons. (2013).
- [2] D. Bouyssou, T. Marchant, M. Pirlot, A. Tsoukias, P. Vincke *Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria : Stepping stones for the analyst* Springer Science & Business Media, 7 juin 2006 - 464 pages
- [3] R. Bisdorff, L.C. Dias, P. Meyer, V. Mousseau, M. Pirlot. *Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria*. Springer, 9 juin 2015 - 643 pages
- [4] P. Perny, M. Pirlot, A. Tsoukiàs *Algorithmic Decision Theory : Third International Conference, ADT 2013, Bruxelles, Belgium, November 13-15, 2013, Proceedings* Springer, 28 oct. 2013 - 442 pages
- [5] Funtowicz, S.O. and Jerome R. Ravetz. A New Scientific Methodology for Global Environmental Issues. In *Ecological Economics : The Science and Management of Sustainability*. Ed. Robert Costanza. New York : Columbia University Press : 137–152. (1991)

Aide à la Décision au CRIL

Contact

Salem Benferhat benferhat@cril.fr - CRIL, Lens
 Sébastien Konieczny konieczny@cril.fr - CRIL, Lens
 Pierre Marquis marquis@cril.fr - CRIL, Lens
<http://www.cril.fr>

Le Centre de Recherche en Informatique de Lens (CRIL) développe des activités de recherche qui relèvent de la théorie de la décision. Il s’agit principalement de différents aspects de la décision sous incertitude, mais sont étudiées également la problématique de la décision de groupe et de la décision multicritère, et au delà, celle de l’aide à la décision. Ces activités concernent la modélisation de processus décisionnels ainsi que l’algorithmique pour la décision.

Cette problématique concerne les deux axes du laboratoire, *Représentation des connaissances et raisonnements* et *Algorithmes pour l’inférence et contraintes*, ce qui représente une cinquantaine de personnes, dont 38 permanents.

Décision sous incertitude

Dans le cadre de la décision sous incertitude, nous avons étudié la représentation et la résolution des problèmes de la décision qualitative en utilisant la théorie des possibilités. La prise de décision dans des environnements incertains nécessite souvent la représentation d’un ensemble d’états susceptibles de refléter l’état réel du monde, et d’un ensemble de préférences sur les conséquences des actions dans les différents états. Dans ce contexte, la théorie des possibilités offre un cadre simple et naturel pour représenter l’incertitude et les préférences à base de la logique possibiliste ou des réseaux possibilistes.

La logique possibiliste est une simple extension de la logique classique. Au niveau syntaxique, au lieu de considérer que toutes les formules de la base de connaissance ont le même niveau de priorité, on associe à chaque formule un degré qui reflète son niveau de priorité par rapport aux autres formules de la base. Au niveau sémantique, il s’agit aussi d’une extension de la logique classique

qui partitionne l’ensemble des interprétations en deux parties : les modèles de la base et les contre-modèles. En logique possibiliste, on obtient une partition plus raffinée, appelée distribution de possibilité, où les contre-modèles des informations moins prioritaires seront préférés aux contre-modèles des informations plus prioritaires. Les notions de cohérence et d’inférence de la logique classique deviennent graduelles et sont respectivement remplacées par les mesures de possibilité et de nécessité.

Les réseaux possibilistes constituent des outils graphiques de représentation de connaissance très utilisés pour l’analyse des informations incertaines. Ces outils doivent leur succès à leur simplicité et leur capacité à représenter et formaliser des relations d’indépendance indispensables pour une gestion efficace des informations incertaines. Les réseaux possibilistes sont des graphes orientés acycliques (DAG), où chaque nœud correspond à une variable et chaque arc représente une relation d’influence entre deux variables. L’incertitude est exprimée par des possibilités conditionnelles pour chaque nœud dans le contexte de ses parents.

Nous avons proposé un nouveau modèle graphique pour la modélisation des problèmes de la décision qualitative qui se base sur les réseaux possibilistes [17]. Notre approche consiste à représenter, de manière compacte, les connaissances et les préférences d’un agent par deux réseaux possibilistes distincts : le premier code la distribution d’une fonction d’incertitude et le deuxième code une fonction d’utilité. Cette approche est en total accord avec la définition sémantique d’un problème de décision qualitative décrite¹. Contrairement aux approches existantes, notre approche traite, dès le départ, tous les nœuds (états, décisions et utilités) de manière uniforme ; ce qui offre un format de représentation simple pour un agent décideur. Par ailleurs, nous avons proposé un algorithme polynomial pour coder un diagramme d’influence dans notre modèle en le décomposant en deux réseaux possibilistes.

Cette nouvelle approche graphique est exploitée pour calculer les décisions optimales en se basant sur les techniques de la fusion des réseaux possibilistes [5]. L’algorithme de propagation dans les réseaux possibilistes standard, basé sur la notion d’arbre de jonction, a été adapté à notre contexte pour le calcul des décisions optimales. Dans le cas où la construction de l’arbre de jonction, associé aux connaissances et préférences d’un agent, est

1. D. Dubois et H. Prade. Possibility theory as a basis for qualitative decision theory. Proceedings of the 14th international joint conference on Artificial intelligence (IJCAI), volume 2, pages 1924–1930, 1996

difficile voire impossible, une contrepartie logique de l’approche graphique a été proposée. L’idée est de transformer les deux réseaux possibilistes initiaux en deux bases logiques possibilistes équivalentes. Le calcul de la décision optimale revient alors à calculer le degré d’incohérence de la fusion de la base de connaissance et de la base de préférence associées aux réseaux possibilistes initiaux.

Les modèles usuels de la décision supposent que le décideur dispose d’une quantité importante d’information. Qu’il s’agisse d’une distribution de probabilité dans le cas de la décision dans le risque, ou tout au moins de la possibilité d’énumérer les conséquences des actes suivant l’état (incertain) de la nature dans le cas de la décision dans l’incertain. Toutefois il existe de nombreux cas où le décideur ne dispose pas d’une telle quantité d’information. Le cadre nécessitant le moins d’information est celui où pour chaque décision on ne dispose que de l’ensemble de ses conséquences possibles ; ce cadre est souvent appelé décision sous incertitude stricte. Nous avons étudié ce cadre et nous avons montré que les critères de décision qui satisfont un ensemble de conditions raisonnables sont les critères qui prennent en compte les conséquences les pires et les meilleures de chaque décision [1].

Les modèles qualitatifs pour la décision ont été beaucoup étudiés. En revanche il n’existe pas, à notre connaissance, de travaux similaires pour la théorie des jeux. Dans les modèles existants, l’incertitude est toujours représentée par une distribution de probabilité (cadre des jeux bayésiens). Nous avons proposé et étudié le cadre de la théorie des jeux qualitatifs, où il y a une incertitude totale sur le résultat de l’interaction entre les agents lorsque ceux-ci ont choisi leur stratégie. Cette incertitude peut représenter une incertitude sur l’exécution exacte des stratégies, ou une incertitude totale (c.-à-d., non probabilisable et non quantifiable) sur l’état exact du monde. Nous avons également supposé que les agents ont la possibilité d’éliminer cette incertitude s’ils s’accordent sur une coordination [2].

Décision de groupe

Nous nous intéressons depuis longtemps au CRIL à la problématique de la fusion d’information, qui est un cas particulier de décision collective. Il s’agit de déterminer les croyances d’un groupe d’agents à partir des croyances individuelles des agents et de contraintes d’intégrité éventuelles s’appliquant au processus de fusion. Les travaux conduits concernent les aspects axiomatiques d’un tel processus et la définition et l’étude de propriétés tant logiques que computationnelles d’opérateurs de fusion. Le problème de la manipulabilité de tels opérateurs mais

aussi de la découverte de la vérité a été largement analysé [9]. La fusion de croyances constitue également un cadre de base pour l’étude de la propagation de croyances dans un groupe d’agents, qui a fait l’objet de développements récents au CRIL [16]. Si les informations considérées sont typiquement de nature propositionnelle [12], les membres du laboratoire ont également étendu ces travaux à de nombreux autres cadres, comme les bases ordonnées [4], les réseaux bayésiens [5], les réseaux de contraintes qualitatives [6], les logiques de description [3], et l’agrégation de systèmes d’argumentation [7, 8]. Enfin, on peut citer les travaux sur l’agrégation de jugement, une problématique proche du vote, où les agents votent sur des propositions (qui sont logiquement reliées), et où il faut trouver un jugement de groupe [10].

Algorithmique de la décision

L’algorithmique de la décision multicritère, en particulier lorsque les différentes solutions possibles sont représentées implicitement par des contraintes propositionnelles pouvant être compilées dans différents langages a suscité des travaux novateurs [15]. Différents langages de représentation ont été considérés, ainsi que différentes fonctions objectifs agréant des critères élémentaires. Le problème du calcul de solutions équilibrées Pareto-optimales a également été abordé [13].

Toujours du côté algorithmique, des chercheurs du CRIL ont également développé des recherches qui relèvent de l’aide à la décision dans un cadre de configuration de produits de nature combinatoire (comme des voitures ou des ordinateurs à assembler). Ici, le catalogue produit (i.e., l’ensemble des produits réalisables) a une taille beaucoup trop grande pour qu’une représentation explicite soit envisageable. Il s’agit donc de guider l’utilisateur à naviguer dans cet ensemble, dont il ne peut avoir une connaissance complète. A chaque fois que l’utilisateur effectue des choix, il importe de lui faire connaître les conséquences directes des choix faits, en particulier les options que les choix effectués forcent ou éliminent, ou encore un intervalle de prix dans lequel tous les produits réalisables correspondants aux choix réalisés se situent. La compilation de connaissances [11] est utilisée pour offrir des garanties de temps de réponse à l’utilisateur pour ces différentes requêtes.

Une application d’aide à la décision

Enfin, nous avons développé un système original d’aide à la décision pour la visite personnalisée de musées [14]. Etant données un ensemble de préférences (les utilités

des œuvres d’art exposées) et des contraintes (liées à la topologie du musée mais aussi au temps que l’utilisateur est prêt à consacrer à sa visite) le système propose à l’utilisateur un parcours de visite qui vérifie les contraintes et maximise l’utilité globale (agrégée additivement). Nous avons considéré plusieurs modélisations possibles pour ce problème, induisant plusieurs approches pour sa résolution. Ainsi, nous avons codé le problème de la visite de musées comme un problème de planification classique, avec une fonction de coût à optimiser, et nous avons utilisé le planificateur LPG en aval. Nous l’avons aussi codé comme un problème d’optimisation linéaire sous contraintes pseudo-bouliennes et exploité divers logiciels d’optimisation (SAT4J, CLASP, CPLEX) pour le résoudre. Nous avons également proposé une approche «hybride» dans lequel le problème est encore résolu par optimisation linéaire sous contraintes pseudo-bouliennes, mais pour lequel l’horizon (i.e., le nombre d’étapes du parcours) est géré incrémentalement comme dans l’approche par planification. Les différents programmes ont été évalués sur des jeux d’essai issus de musées existants. Les expérimentations réalisées ont montré la faisabilité pratique du problème et l’intérêt de l’approche «hybride».

Bibliographie

- [1] R. Ben Larbi, S. Konieczny et P. Marquis. A characterization of optimality criteria for decision making under complete ignorance. Proceedings of the 12th International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning (KR’10), pages 172–181, 2010.
- [2] R. Ben Larbi, S. Konieczny et P. Marquis. A model for multiple outcomes games. Proceedings of the 20th IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence (ICTAI’08), pages 27–34. IEEE Computer Press, 2008.
- [3] S. Benferhat, Z. Bouraoui, S. Lagrue, J. Rossit. Min-based Assertional Merging Approach for Prioritized DL-Lite Knowledge Bases. Proceedings of the International Conference on Scalable Uncertainty Management (SUM’14), pages 8-21, 2014.
- [4] S. Benferhat, S. Lagrue et J. Rossit. Max-based prioritized information fusion without commensurability. Journal of Logic and Computation, 19(6) :1577–1610, 2009.
- [5] S. Benferhat et F. Titouna. Fusion and normalization of quantitative possibilistic networks. Applied Intelligence, 31(2) :135–160, 2011.
- [6] J.F. Condotta, S. Kaci, P. Marquis et N. Schwind. Merging qualitative constraints networks using propositional logic. Proceedings of the 10th European Conference on Symbolic and Quantitative Approaches to Reasoning with Uncertainty (ECSQARU’09), LNCS volume 5590, Springer, pages 347–358. 2009.
- [7] S. Coste-Marquis, C. Devred, S. Konieczny, M.C. Lagasquie-Schiex, P. Marquis. On the merging of Dung’s argumentation systems. Artificial Intelligence. 171 :740-753. 2007.
- [8] J. Delobelle, S. Konieczny, S. Vesic. On the Aggregation of Argumentation Frameworks. Proceedings of the 24th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI’15). pages 2911-2917.2015.
- [9] P. Everaere, S. Konieczny, P. Marquis. The strategy-proofness landscape of merging. Journal of Artificial Intelligence Research 28 :49-105. 2007.
- [10] P. Everaere, S. Konieczny, P. Marquis. Counting votes for aggregating judgments. Proceedings of the 13th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS’14). pages 1177-1184. 2014.
- [11] H. Fargier, P. Marquis and N. Schmidt. A Knowledge Compilation Map for Ordered Real-Valued Decision Diagrams. Proceedings of the 28th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI’14), pages 1049-1055, 2014.
- [12] S. Konieczny, R. Pino Pérez. Logic Based Merging. Journal of Philosophical Logic. 40(2), pages 239-270.2011.
- [13] D. Le Berre, E. Lonca, P. Marquis et A. Parrain. Calcul de solutions équilibrées Pareto-optimales : application au problème de gestion de dépendances logicielles Actes des 8èmes Journées Francophones de Programmation par Contraintes (JFPC’12), pages 180-185, 2012 .
- [14] D. Le Berre, P. Marquis and S. Roussel. Planning Personalised Museum Visits. Proceedings of the 23rd International Conference on Automated Planning and Scheduling (ICAPS’13), special track on novel applications, pages 380-388. 2013.
- [15] E. Lonca. Optimisation booléenne multi-objectif : complexité sous contraintes compilées et résolution via SAT. Thèse de doctorat de l’Université d’Artois, juin 2015.
- [16] N. Schwind, K. Inoue, G. Bourgne, S. Konieczny, P. Marquis. Belief Revision Games. Proceedings of the Twenty-Ninth AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI’15), pages 1590-1596. 2015.
- [17] I. Zeddigha, S. Benferhat, et F. Khellaf. A new graphical model for computing optimistic decisions in a possibility theory framework. A paraître dans la revue Computing and Informatics.

Équipe DECIDE du Lab-STICC

Contact

Patrick Meyer patrick.meyer@telecom-bretagne.eu
 John Puentes john.puentes@telecom-bretagne.eu
 Télécom Bretagne, Brest

Introduction

L’ambition de l’équipe DECIDE est de fournir des solutions qui permettent de faciliter la prise de décision lorsque un ou plusieurs décideurs sont confrontés à des données hétérogènes et complexes. Les recherches menées au sein de l’équipe DECIDE² couvrent toutes les étapes clés permettant de passer des données à la décision. Elles débutent en amont du processus de décision avec la formalisation du problème et la récolte des données, et finissent en aval avec la validation des recommandations de décision. Elles passent par l’extraction, la qualification, l’apprentissage et la modélisation des données, des valeurs, des préférences, l’étude des aspects algorithmiques sous-jacents jusqu’à la conception des méthodes et systèmes de soutien à la prise de décision. La recherche menée au sein de DECIDE est appliquée à des thématiques extrêmement variées comme la planification de levés hydrographiques, l’assistance aux personnes dépendantes, l’évaluation économique de technologies de santé, le contrôle de drones, l’indexation d’images, l’aide au codage médical, l’analyse automatique de textes, . . .

DECIDE est une équipe de l’UMR 6285 Lab-STICC, et se compose d’une trentaine de personnes, parmi lesquelles 9 enseignants-chercheurs, 1 ingénieur de recherche CNRS et 1 ingénieur de recherche Télécom Bretagne. Les membres de l’équipe sont issus de plusieurs institutions : Télécom Bretagne, l’Université de Bretagne Occidentale, l’Université de Bretagne Sud et l’ENSTA Bretagne. 10 thèses de doctorat ont été soutenues au cours de la période 2010-2015, ainsi qu’une HDR. A la date du 30 juin 2015, 8 doctorants effectuent leurs travaux au sein de l’équipe.

2. <http://www.labsticc.fr/le-pole-cid/decision-aid-and-knowledge-discovery-decide/>

Axes de recherche de l’équipe

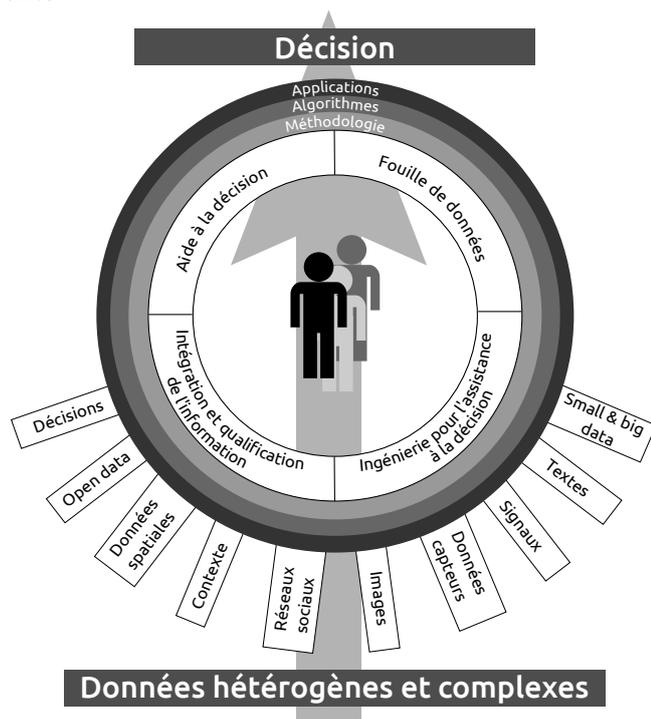
Les données hétérogènes constituent le point de départ de la recherche menée au sein de l’équipe DECIDE. Elles peuvent être constituées de textes, de signaux, d’images, de données issues de capteurs, d’informations contenues dans des réseaux sociaux, de la description du contexte de la prise de décision, de préférences de décideurs, de données spatiales, ou même des décisions prises précédemment. Le ou les acteurs qui sont confrontés à ces données complexes peuvent se retrouver face à la difficulté de prendre une décision éclairée. Il est donc important de créer un lien entre ces données et la prise de décision, en proposant des solutions qui permettent au(x) décideur(s) :

- d’identifier, de modéliser et de comprendre l’information contenue dans les données ;
- de prendre des décisions fiables et robustes à partir de cette information ;
- de justifier la recommandation de décision afin d’en attester la qualité ;
- d’accompagner le décideur vers une recommandation acceptable à ses yeux ;
- de conserver la trace du processus qui a mené à la décision en vue de garantir une certaine lisibilité et sa traçabilité ;
- d’identifier leurs préférences, potentiellement incertaines ;
- d’atteindre un compromis entre plusieurs décideurs aux préférences conflictuelles.

La recherche menée au sein de DECIDE ambitionne en conséquence à répondre à ces différents défis liés à la prise de décision.

Afin de consolider ce lien entre les données hétérogènes et la décision, les travaux de recherche de l’équipe se déclinent selon 4 axes de recherche, notamment, l’aide à la décision, la fouille de données, l’intégration et la qualification de l’information et l’ingénierie pour l’assistance à la décision. La figure ci-après présente du bas vers le haut ce passage des données à la décision. Les techniques génériques utilisées de manière commune par les quatre axes sont principalement la théorie des graphes, les techniques d’optimisation, l’apprentissage automatique, la visualisation et la modélisation. L’ensemble des axes contribue à concevoir des nouveaux algorithmes et outils adaptés à

des applications spécifiques, avec comme objectif de fournir une assistance à la prise de décision. Dans ce schéma on retrouve également les acteurs humains du processus d'assistance, qui sont centraux dans les outils et résultats produits par l'équipe DECIDE, tout comme les décideurs. Ces axes ainsi que leurs sous-thèmes permettent à l'équipe de couvrir quatre aspects importants de l'informatique décisionnelle. Dans la suite nous détaillons ces quatre axes.



Axe “aide à la décision”

Dans l'équipe DECIDE, l'aide à la décision vise à soutenir un ou plusieurs individus, confrontés à des alternatives de décision décrites par des conséquences multiples, à prendre une décision en leur fournissant des recommandations. Cet axe est actuellement divisé en 4 thèmes : la modélisation et l'élicitation des préférences, l'aide multicritère à la décision, les systèmes de recommandation, et les systèmes d'information géographiques.

Axe “fouille de données”

La fouille de données concerne l'extraction des connaissances à partir de grandes quantités de données (structurées et partiellement structurées) par des méthodes automatiques ou semi-automatiques. On retrouve dans cet axe les 5 thèmes suivants : la recherche de motifs fréquents et réguliers, la classification supervisée, la fouille

de texte et le traitement automatique de la langue, la fouille de graphes, et, pour terminer, la visualisation, avec notamment les difficultés liées à la synthèse de grands volumes de données.

Axe “intégration et qualification de l'information”

L'axe d'intégration et qualification de l'information se focalise sur l'agrégation de données, ayant comme objectif de créer des indicateurs en intégrant des données provenant de sources hétérogènes, afin de qualifier leur pertinence dans un contexte particulier. L'intérêt de l'équipe porte considérablement sur des mesures de qualité de l'information fusionnée, la pertinence des descripteurs du contenu visuel, la qualité de l'information en accord avec l'usage, ainsi que la caractérisation et la généralisation de propriétés algorithmiques de mesures de qualité.

Axe “ingénierie pour l'assistance à la décision”

Cet axe contient essentiellement des outils au sens large, qui permettent de faciliter le processus d'assistance au décideur. Il est composé de 2 thèmes : les plateformes informatiques et l'ingénierie dirigée par les modèles pour la décision. Les plateformes représentent les implémentations informatiques des outils développés par l'équipe, alors que l'ingénierie dirigée par les modèles pour la décision traite la complexité qualitative ou quantitative des données en entrée du processus de décision. La démarche est d'abord de modéliser un problème de décision par les concepts qui y participent et par leurs relations. Ensuite, la solution conçue pour le problème est implémentée par une, ou plusieurs, transformations du modèle de données.

D'autre part, il existe des liens émergents entre les quatre axes. Ainsi, les résultats de la fouille de données, de l'intégration et de la qualification des données peuvent servir comme point de départ pour l'aide à la décision, et en particulier la modélisation des préférences. De même, les modèles des préférences des décideurs ou l'ingénierie dirigée par les modèles peuvent servir pour améliorer l'efficacité des algorithmes de fouille, d'intégration et de qualification de données, ou tout simplement être utiles dans une phase de prétraitement des données.

Dans son projet, l'équipe cherche à développer et à amplifier les liens entre les 4 axes et à stimuler les synergies entre eux. À cet égard, diverses interdépendances émergentes entre ces thématiques indiquent clairement que chacune est potentiellement en mesure d'appliquer, d'adapter et de faire évoluer les méthodes des autres thématiques, afin de renforcer l'originalité de la production

de l'équipe et d'élargir ses axes de compétence. Les plateformes informatiques viennent évidemment soutenir les différents axes lors des applications.

Chacun de ces axes est par ailleurs traité via trois perspectives. Tout d'abord le point de vue “méthodologie” autrement dit la définition d'approches méthodologiques adaptées aux problèmes traités et basées sur les résultats produits par les 4 axes. Dans la perspective “algorithmique”, il s'agit de développer des algorithmes de résolution originaux et de faire évoluer des solutions existantes, notamment en vue d'alimenter la recherche méthodologique. Pour terminer, les “applications”, ont traité à tester la validité d'algorithmes, d'outils et de méthodologies, et de les appliquer en vue de résoudre des problèmes de décision réels.

Ces trois points de vue garantissent une vision globale du passage des données à la prise de décision. En effet, les problèmes réels viennent alimenter la recherche fondamentale et méthodologique. Par ailleurs, les cas applicatifs contribuent également à améliorer, tester et valider l'outillage. Finalement, la confrontation des travaux théoriques à des problèmes de décision réels permet leur validation de terrain.

Bénéficiant d'une structure pluridisciplinaire, l'équipe se positionne plus particulièrement sur les thématiques suivantes :

- Modélisation et opérationnalisation du processus d'aide multicritère à la décision et outillage.
- Caractérisation de la qualité de l'information de plusieurs systèmes interconnectés, basée sur l'utilisation du système par des experts.
- Caractérisation et généralisation des propriétés de mesures d'intérêt de règles.
- Intégration d'attributs dans l'analyse de réseaux complexes.
- Modélisation fonctionnelle des services du SI conformément à un modèle métier.
- Traitement automatique de la langue en combinaison avec les langages visuels (de type carte géographique ou figures géométriques) pour former des langages hybrides.

Quelques faits marquants de ces dernières années

- Création du Master of Science (MSc) in Computer Science & Decision Systems (CSDS) (2010).
- Participation aux chaires “Cyberdéfense des Systèmes Navals” (Télécom Bretagne, Ecole Navale, DCNS, Thales) (1 thèse, 1 post-doc) et “Réseaux sociaux” (Ins-

titut Mines-Télécom, La Poste, Pages Jaunes Group, Danone) (1 post-doc).

- Création et coordination de la Task Force “Evaluation and Quality” (IEEE Data Mining and Big Data Analytics Technical Committee) (2011).
- Co-édition d'un ouvrage de référence en Aide Multicritère à la Décision : *R. Bisdorff, L. Dias, P. Meyer, V. Mousseau, M. Pirlot, Evaluation and Decision Models with Multiple Criteria : Case Studies. Springer, juin 2015.*
- La plateforme diviz d'Aide Multicritère à la Décision est devenue un outil de référence dans la communauté (plus de 750 utilisateurs à travers le monde, plusieurs milliers de traces d'utilisations par an).

Publications

Pour la période 2010-2015, les publications de l'équipe englobent, 52 articles de revue avec comité de lecture, 4 articles de revue sans comité de lecture, 12 chapitres dans un livre, 106 communications dans une conférence avec acte, 37 communications dans une conférence sans acte, 2 conférences invitées, 5 directions d'ouvrage, 1 HDR et 5 rapports techniques.

Sélection de publications représentatives récentes

- Simonin, J., Nurcan, S., and Barrios, J. (2014). Méthode automatisée de conception de scénarios d'évolution organisationnelle fondée sur les processus et les buts. *Ingénierie des systèmes d'information*, 19(2) : 9 – 33.
Cet article souligne l'intérêt théorique d'une vue stratégique de l'entreprise, nouvelle vue d'architecture d'entreprise, décrivant ses buts et leurs relations. L'alignement de la vue métier de l'entreprise (organisation et processus métiers) sur la vue stratégique permet de proposer automatiquement des scénarios d'évolution de l'organisation facilitant l'atteinte des buts. Cette application de l'ingénierie des modèles est aussi considérée comme un complément significatif par la communauté.
- Puentes, J., Montagner, J., Lecornu, L., and Cauvin, J. M. (2013). Information quality measurement of medical encoding support based on usability. *Computer methods and programs in biomedicine*, 112(3) : 329 – 342.
Cet article définit un nouveau modèle de mesure de la qualité d'information d'un ensemble de taille variable de codes médicaux, assemblés automatiquement par un système d'aide au codage. L'article montre que

les méthodes utilisées dans la littérature pendant les 30 dernières années ne sont pas adaptées et pourquoi elles sont limitées. La méthode proposée se base sur la manière de travailler des codeurs et peut facilement comparer des centaines de codes.

- Cruz Gomez, J. D., Bothorel, C., and Poulet, F. (2013). Community detection and visualization in social networks : integrating structural and semantic information. *ACM transactions on intelligent systems and technology (TIST)*, 5(1) : art.no11.

Cette publication démontre que le domaine de l'Intégration d'attributs dans l'analyse de réseaux complexes est balbutiant et positionne l'équipe DECIDE parmi les pionniers, en proposant un modèle et un algorithme pour résoudre le problème d'intégration d'attributs dans le clustering de graphes avec attributs mais aussi un layout de visualisation permettant une analyse de bout en bout, des données brutes hétérogènes jusqu'à l'analyse visuelle pour déterminer les acteurs clés et comprendre les interactions entre communautés sociales thématiques.

- Le Bras, Y., Lenca, P., and Lallich, S. (2012). Optimotone measures for optimal rule discovery. *Computational Intelligence*, 28(4) : 475 – 504.

Cet article généralise la propriété d'optimalité des règles et en propose une caractérisation mathématique (une règle n'est pas optimale si elle a un intérêt plus faible qu'une de ses généralisations). La propriété d'optimotone ainsi proposée permet de développer des algorithmes dirigés par une heuristique permettant d'élaguer l'espace de recherche de façon efficace et de retourner l'ensemble complet des règles optimales pour une mesure optimotone.

- Cailloux, O., Meyer, P., and Mousseau, V. (2012). Eliciting ELECTRE TRI category limits for a group

of decision makers. *European journal of operational research*, 233(1) : 133 – 140.

Cet article propose des outils algorithmiques et un processus qui permet d'aboutir à un modèle des préférences unique et consensuel pour un groupe de décideurs. Il répond au problème délicat de l'élicitation des préférences d'un groupe de décideur et propose des outils opérationnels pour mettre en œuvre la méthodologie proposée.

- Yannis Haralambous, Philippe Lenca, Text Classification Using Association Rules, Dependency Pruning and Hyperonymization, *Data Mining and Natural Language Processing* (workshop de ECML-PKDD), Nancy 2014 (CEUR-WS, vol. 2012).

Cet article combine des approches jusqu'ici spécifiques au traitement automatique de la langue, telles que les dépendances syntaxiques (selon la théorie syntaxique de Tesnière) et l'hypéronymisation (c'est-à-dire le remplacement d'un mot par ses hypéronymes extraits de ressources de type WordNet), à des algorithmes de classification tels que les SVM et les règles d'association de classes. En agrégeant différentes méthodes de sélection de descripteurs et différents types de classifieurs nous avons pu optimiser la tâche de classification de textes de langue anglaise.

Brest, le 30 juin 2015

Cécile Bothorel
Yannis Haralambous
Philippe Lenca
Patrick Meyer
John Puentes
Jacques Simonin

Équipe GraphIK (Graphs for Inferences on Knowledge)

Contact

Croitoru Madalina croitoru@lirmm.fr

Buche Patrice patrice.buche@supagro.inra.fr

Établissements : INRIA (Sophia Antipolis Méditerranée center), the University of Montpellier 2, CNRS and INRA.

<https://team.inria.fr/graphik/>

GraphIK (Graphs for Inferences on Knowledge) is a joint team between INRIA (Sophia Antipolis Méditerranée center), the University of Montpellier 2, CNRS and INRA. It has been created in 2010.

In GraphIK we currently focus on two application domains : knowledge representation in agronomy (more precisely applied to the quality in agri-food chains), and metadata management (in particular for bibliographic metadata). The application to agronomy is determined

both by the local context of GraphIK (UMR IATE) and by its adequation to our research themes. Indeed, the agri-food domain seems to be particularly well-adapted to artificial intelligence techniques : there are no mathematical models available to solve the problems related to the quality of agrifood chains, which need to be stated at a more conceptual level ; solving these problems requires an integrated approach taking into account expert knowledge, which is typically symbolic, as well as numeric data, numerical simulation models, vague or uncertain information, multi-granularity knowledge, multiple and potentially conflicting viewpoints. Quality control within agri-food chains relies on numerous criteria (environmental, economical, functional, sanitary quality, etc) and the objectives of quality are based on several actors. The following questions have to be taken into account : the actors' viewpoints are divergent, hence it is necessary to define reasoning mechanisms able to model and take into account the balance between viewpoints, and the risks and benefits they imply ; the successive steps involved in a chain, impacting the quality of end products, have limiting factors ; their improvement is a complex objective that has no simple solution ; data from literature are dispersed and scattered, which makes their use difficult.

Partenaires

We collaborate :

- since 2009 with UMR IATE researchers specialized in Matter Transfer whose main application is the couple food-packaging. This very complex application has permitted to guide the development of a decision support system based on the integration of several components involving knowledge (argumentation tool), heterogeneous data reuse (semantic web annotation tool), simulation numerical models and multi-criteria analysis (bipolar flexible querying tool).
- since 2012 with the technical center of Comptois' cheese (CTFC : Centre Technique des Fromages Comtois). The objective of this collaboration is to design and test a platform for expert knowledge management. This allows us to validate the integration of our theoretical tools into a real-world application and strengthen GraphIK's involvement in agronomy applications. This collaboration will be strengthened in 2015 in an enlarged project involving different traditional food chains (CNAOL, Conseil National des Appellations d'Origine Laitière).
- since 2013 with UMR IATE researchers specialized in biorefinery process and UMR LCA/LGC (Toulouse)

specialized in Life Cycle Analysis to compare biomass pretreatment to produce bioethanol.

- since 2014 with UMR AGIR researchers specialized in durum production in the field and related socio-economic stakes and UMR IATE researchers specialized in durum wheat transformation to produce pasta and couscous to compare different ways to enhance the durum wheat chain sustainability.

Projets

We are currently involved on the agronomy side in one ANR project and one EU FP7 project.

Dur-Dur (Innovations agronomiques, techniques et organisationnelles pour accroître la DURabilité de la filière blé DUR) is an ANR project that started in 2014 (duration : 3 years). The Dur-Dur project develops a systematic approach to investigate the questions related to the management of the nitrogen, energy and contaminants, to guarantee a global quality of products throughout the production and the processing chain. The knowledge representation task of Dur-Dur proposes to map the stakeholders' objectives into a multicriteria cartography, as well as possible means to reach them, and computes the compatibility / incompatibility of these objectives on the basis of argumentation methods. The research methods used are qualitative and based both on argumentation theory and on Social Multi- Criteria Evaluation (SMCE) theory. They will be extended and adapted to the needs of the project to provide a formal framework of assessment of the various orientations considered for the durum wheat chain.

The new project called « DOcamEx : Outil de capitalisation et de mobilisation du savoir-faire et de l'expérience fromagers en filière valorisant leur terroir. » is presented as a collaboration with technical partners (Ceraq, CTFC (Centre Technique des Fromages Comtois), Pôle fromager AOP Massif Central, Institut de l'Élevage, Actalia, Typ-Tech), CNAOL (Conseil national des appellations d'origines laitières) scientific partners (INRA Aurillac, INRA URTAL Poligny, UMR IATE (équipe Ingénierie des connaissances), UMR LIRMM/Inria (équipe GraphiK), UMR HEUDIASYC (équipe Décision), Agrosup Dijon UR DPF, INRA UMR I2M Bordeaux, ENSC Bordeaux training partners : Enils from Aurillac, Mamirolle-Poligny and la Roche sur Foron Cheese partners : Comté (CIGC), Reblochon (SIR), Emmental (Savoicime), Cantal et Salers (CIF).

EcoBiocap is a FP7-KBEE project that started in March 2011 (duration : 4 years). It is led by INRA (and scientifically managed by Montpellier IATE laboratory).

It involves sixteen partners among which Cork University (Ireland), CSIC (Spain), Roma University La Sapienza (Italy), SIK (Sweden). The objective of EcoBioCAP is to “provide the EU food industry with customizable, eco-efficient, biodegradable packaging solutions with direct benefits both for the environment and EU consumers in terms of food quality and safety”.

The software @Web is a software to annotate heterogeneous scientific data sources guided by a terminological resource. @Web is a semantic web application (see <http://www6.inra.fr/cati-icat-atweb>) using a predefined vocabulary (called ontology in the following) organized as a taxonomy. @Web is a semi-automatic tool designed to help domain experts to annotate data from data tables found in scientific publications, especially on the Web. @Web project is a joint collaboration between UMR MIA AgroParisTech/INRA, UMR IATE, GraphiK and Plastic platform (INRA CEPIA software platform).

We focus on data tables as they often contain a synthesis of experimental results published in scientific publications. The user downloads an HTML scientific document, then data tables are semi-automatically identified and extracted from the document. A graphical user-friendly interface helps the user to annotate data tables thanks to the ontology. Annotators may suggest evolutions of the ontology (new candidate terms of the vocabulary) which are managed by the ontology administrator. Metadata are associated with documents in order to assess documents' reliability. Relevant annotated information from scientific data tables may be queried thank to a semantic browser using the ontology.

Objectifs

Our projects and collaborations highlight the need for an integrated approach of agri-food chains, respectively with symbolic reasoning mechanisms, reverse engineering methods, and knowledge organization and modelling. Our general objective is the conception of a decision support tool for the actors of an agri-food chain, in presence of contradictory viewpoints and priorities, including the concepts of gravity and certainty of a risk. The first step is to build a knowledge-based system able to represent the different kinds of knowledge need, and provided with consistency checking, querying and symbolic simulation mechanisms, which will allow to refine and validate the modelling.

Résultats

Initial results (the project started in 2010) have been obtained in two main fields : argumentation and heterogeneous data sources annotation.

In argumentation we have been interested on three aspects. On one hand we investigated the link between logically instantiated argumentation on one hand and Semantic Web languages and inconsistency handling methods on the other. This allowed us to employ argumentation dialogues for query answering explanation and, consequently, to devise an incremental methodology for a durum wheat knowledge base quality assurance. We also benefited from these results in order to study the link between reverse engineering and backwards chaining reasoning with inconsistency in bread making. On the other hand, argumentation can be used as one method for aggregation of stakeholder preferences. Initial results have been deployed within FP7 EcoBioCap where, in order to help stakeholders making decisions based on the expressed needs, a new multi-criteria Decision Support System (DSS) for designing biodegradable packaging for fresh produce has been built in EcoBioCap (<http://pfl.grignon.inra.fr/EcoBioCapQuerying/>). This tool includes (i) a MAP simulation module combining mass transfer models and respiration of the food, (ii) a multi-criteria flexible querying module which handles imprecise, uncertain and missing data stored in the database. Last we are interested in explanation dialogues in argumentation used in the DURDUR ANR project in order to help experts better understand the output of the argumentation modules developed.

Current applications concern scientific data in the field of packagings (ANR Map'Opt), durum wheat (ANR Dur-Dur) and biorefinery (3BCAR IC2ACV).

Bibliographie

- [1] Abdallah Arioua, Nouredine Tamani, Madalina Croitoru, Patrice Buche. Query Failure Explanation in Inconsistent Knowledge Bases Using Argumentation. COMMA 2014 : 101-108
- [2] Patrice Buche, Juliette Dibia-Barthélemy, Liliana Ibanescu, Lydie Soler. Fuzzy Web Data Tables Integration Guided by an Ontological and Terminological Resource. IEEE Trans. Knowl. Data Eng. 25(4) : 805-819 (2013)
- [3] Sébastien Destercke, Patrice Buche, Brigitte Charnomordic and Valerie Guillard. Decision support system using flexible query and reliability assessment - Application to biodegradable and biosourced packaging design. FUZZIEEE 2013.

- [4] Sébastien Destercke, Patrice Buche, Brigitte Charnomordic. Evaluating Data Reliability : An Evidential Answer with Application to a Web-Enabled Data Warehouse. *IEEE Trans. Knowl. Data Eng.* 25(1) : 92-105 (2013)
- [5] Valérie Guillard, Patrice Buche, Sébastien Destercke, Nouredine Tamani, Madalina Croitoru, Luc Menut, Carole Guillaume, Nathalie Gontard. A Decision Support System for designing biodegradable packaging for fresh produce. *Computers and Electronics in Agriculture* 111 :131-139. 2015
- [6] Rim Touhami, Patrice Buche, Juliette Dibie-Barthélemy, Liliana Ibanescu. Ontology Evolution for Experimental Data in Food. To be published in MTSR'2015.

Aide à la décision à l'IRIT

Contact

Pascale Zaraté Pascale.Zarate@irit.fr. Université de Toulouse.

ADRIA <http://www.irit.fr/recherches/ADRIA/site/>

LILAC <http://www.irit.fr/-Equipe-LILaC->

SMAC <http://www.irit.fr/-Equipe-SMAC->

Introduction

L'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT), une des plus imposantes Unité Mixte de Recherche (UMR 5505) au niveau national, est un pilier de la recherche en STIC³ de Midi-Pyrénées avec ses 700 membres, permanents et non-permanents. Son caractère multi-tutelle (CNRS, INPT, Universités toulousaines), son impact scientifique et ses interactions avec les domaines hors de l'informatique font de l'IRIT un acteur majeur du numérique en France. Notre unité a su particulièrement se positionner au cœur des évolutions des structures locales : Université de Toulouse, IDEX, ainsi que dans les divers dispositifs issus des investissements d'avenir (LABEX CIMI, IRT Saint-Exupéry, SAT TTT, ...).

L'IRIT est, depuis 2003, structurée en 7 thèmes de recherche qui regroupent les 20 équipes du laboratoire : Les activités de recherche autour de l'Aide à la Décision, sont principalement présentes dans les thèmes ICARE (Interaction, Coopération, Adaptation par l'Expérimentation) et « Raisonnement et Décision ». Les équipes impliquées sont :

ADRIA : Argumentation, Décision, Raisonnement, Incertitude et Apprentissage

3. Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication

— Chercheurs impliqués : L. Amgoud, C. Cayrol, D. Dubois, F. Dupin de Saint Cyr, H. Fargier, R. Guillaume, M.C. Lagasque-Schiex, H. Prade, G. Richard, C. Thierry.

LILaC : Logique, Interaction, Langue, et Calcul

— Chercheurs impliqués : S. Doutre, U. Grandi, L. Perussel.

SMAC : Systèmes Multi-Agents Coopératifs

— Chercheurs impliqués : G. Camilleri, P. Zaraté.

Les chercheurs impliqués forment un groupe de travail transversal en Aide à la Décision qui est abordée sous deux aspects principaux :

— L'aspect représentationnel vise à étudier et enrichir la formalisation du mécanisme d'aide à la décision dans toute sa complexité. Trois volets sont abordés dans ce cadre : l'étude du changement, la modélisation des préférences d'un décideur unique, puis les interactions entre plusieurs décideurs. Dans le deuxième cas, les travaux prennent en compte la représentation des préférences des décideurs sous incertitude (ou non), multicritère (ou non), des informations incomplètes et/ou des représentations qualitatives, et permettent de définir des postulats de rationalité (hors du contexte purement probabiliste) qui puissent justifier les critères de décision proposés. Dans le troisième cas, il s'agit de travaux autour de l'argumentation qui visent en revanche à modéliser, et implémenter des modèles et systèmes permettant à plusieurs décideurs de décider. Ce thème rejoint des travaux mettant en avant la persuasion ainsi que des travaux autour du choix social computationnel évoqués ci-dessous.

— L'aspect computationnel est abordé sous trois formes : le choix social computationnel, l'étude du lien entre décision et optimisation combinatoire et le développement de systèmes simulant ou supportant des décisions

de groupe (voir par exemple les travaux autour de la simulation sociale pour la décision à plusieurs individus, ou autour des Group Decision Support System).

Un domaine d’application privilégié, le « Supply Chain » permet aux chercheurs concernés d’appliquer les modèles, formalismes et systèmes développés afin de pouvoir les valider ou au contraire les invalider et tout au moins les enrichir.

Aspects représentationnels de l’aide à la décision

Cette partie regroupe des travaux sur la décision mono acteur ou bien multi décideurs.

Le changement dans les croyances :

Étudier les mécanismes de raisonnement sur le changement et de persuasion est important pour l’aide à la décision puisque prendre une bonne décision nécessite d’être capable de raisonner sur ses impacts (donc sur le changement) et de pouvoir expliquer cette décision rationnellement à l’agent humain décideur.

Les représentations étudiées sont la logique classique, les logiques pondérées (par des degrés d’incertitude ou des utilités), les logiques par défaut, les graphes d’argumentation pour le raisonnement et la décision. Dans ces formalismes on s’intéresse au raisonnement en présence d’inconsistance ou d’incomplétude dues à l’évolution du monde ou des connaissances : on désire faire des prédictions sur l’état des connaissances (appelées selon les cas : révision, fusion, mise-à jour ou extrapolation temporelle) ou encore découvrir des relations de causalité.

L’argumentation :

L’argumentation est un processus impliquant la construction d’arguments, la construction des interactions entre ces arguments, l’évaluation des arguments et des interactions, puis le calcul du statut des arguments. L’argumentation contribue à l’aide à la décision suivant quatre volets :

- Le premier volet consiste à définir/construire des arguments “pour” une décision et des arguments “contre” une décision, à les comparer et à conclure alors en fonction des résultats de cette comparaison. Nous avons menés de nombreux travaux sur ce thème. Ils ont permis de mettre au point un modèle générique capturant différents types de problèmes de décision (sous incertitude, multi-critères, basés sur des règles). Ce modèle généralise ainsi le problème de prise de décision classique puisqu’il prend en compte un contexte éventuellement incohérent [3].

- Le second volet complète le premier en proposant un cadre d’argumentation enrichi sous divers aspects pour pouvoir formaliser de la manière la plus réaliste possible divers problèmes d’argumentation. Parmi les améliorations que nous avons proposé, on trouve la prise en compte de préférences (par utilisation de poids ou de pré-ordre) entre arguments ou entre interactions ; sont aussi proposés et étudiés différents types d’interaction entre arguments (attaques mais aussi supports) [6].

- Le troisième volet concerne la dynamique des cadres d’argumentation : ajout ou retrait d’arguments, ajout ou retrait d’interactions [8]. Cette étude est essentielle dans les cas où les décisions sont à prendre dans des contextes sujets à des évolutions.

- Le quatrième volet concerne l’étude des mécanismes de persuasion, il consiste à décrypter le raisonnement sur les arguments échangés lors d’un dialogue, évaluer la qualité de ces dialogues et à analyser les moyens d’argumentation utilisés/utilisables pour atteindre un but de persuasion [2].

L’axiomatisation des processus de décision :

D’autres travaux concernent des aspects plus formels comme la proposition et l’axiomatisation de règles formelles pour la décision sous incertitude, la décision multi-critère et la décision collective. En particulier, nous avons proposé des règles qualitatives pour la décision (intégrales de Sugeno, intégrales de Choquet possibilistes) [9].

Aspects Computationnels

Choix social computationnel :

Ce sujet étudie les aspects computationnels de modèles formels pour la prise de décision collective. Les techniques utilisées comprennent l’analyse algorithmique (complexité, approximation, heuristiques...). On peut citer comme applications les études du raisonnement stratégique en situations de vote, et l’agrégation de bases de connaissances ou de jugements [11].

Le choix social computationnel suscite beaucoup d’intérêt à l’IRIT, avec plusieurs invités en 2015 (Edith Elkind de l’Université d’Oxford, Dongmo Zhang de l’Université de Western Sydney, Paolo Turrini de l’Imperial College London et Davide Grossi de l’University of Liverpool), et avec l’organisation du “6th International Workshop in Computational Social Choice” (COMSOC-2016) à UT1C en juin 2016, précédé d’une journée industrie financée par l’action COST IC1205.

Décision et optimisation combinatoire

Dans un monde pratique la proposition et la caractérisation d'un critère de décision ne suffisent pas. D'abord parce que les connaissances sur l'état du monde, comme les préférences d'ailleurs, peuvent rarement être exprimées globalement et explicitement, mais portent sur certaines variables d'état ou sur certaines variables de décision seulement. Ensuite l'utilisateur n'est pas toujours prêt à exprimer ses préférences, même à l'aide d'un langage approprié, et ne veut pas qu'on décide à sa place, même à partir d'un critère identifié comme rationnel. La décision se prendra en interaction avec la machine — son rôle est d'estimer des critères, de propager des hypothèses de choix, de mettre en évidence des incompatibilités, ... Décider, c'est souvent poser, puis résoudre, un problème d'optimisation combinatoire.

D'où l'intérêt de la proposition et/ou l'étude de formalismes et d'algorithmes pour la prise en compte de cette dimension combinatoire : satisfaction de contraintes (éventuellement) flexibles et multicritère, arbres de décision, langages pour la compilation de connaissances ; dans notre approche, une attention particulière est apportée à l'analyse de l'expressivité des formalismes proposés et à la complexité des requêtes et algorithmes associés [5, 12, 13].

Systèmes d'Aide à la Décision

Group Decision Support Systems : Le travail dans cet axe vise à promouvoir l'adoption et l'intégration des Group Support Systems dans les organisations. Pour cela il faut assister le participant du groupe ayant le rôle de facilitateur (novice) dans sa tâche de facilitation, en réalisant un système d'aide à la facilitation des réunions de prise de décision de groupe. La prise de décision collective est définie comme un processus segmenté en phases (Génération d'idées, Choix, Reporting) auxquelles sont associés des processus de groupe. Une première étude a déjà été entreprise sur l'estimation en temps réel de l'efficacité des réunions de prise de décision de groupe [1] et sur la réalisation d'un outil de gestion du temps [7]. Dans cette étude, la phase de génération d'idées et le processus de groupe « brainstorming » ont été particulièrement étudiés. Dans le but d'estimer et d'analyser les sessions de brainstorming, il est envisagé de prévoir automatiquement la production d'idées en temps réel (au cours de la réunion). Pour cela ces travaux se basent sur les modèles dynamiques de la production d'idées issus de la littérature, pour lesquels une méthode de détermination des paramètres de ces modèles a été proposée [1].

Preference mining : La formalisation et l'axiomatisation des processus de décision, permettent de bien les appréhender mais toutefois leur mise en œuvre dans des cas réels reste parfois difficile pour des décideurs non aguerris. La difficulté réside dans l'expression des préférences d'un décideur, qui aura des difficultés à pouvoir décrire toutes les finesses de son raisonnement [10]. L'objectif des Systèmes Interactifs d'Aide à la Décision (SIAD) est de proposer à l'utilisateur (décideur) des solutions adaptées à son profil et donc pouvoir suivre l'évolution des profils des utilisateurs. Il s'agit d'une évolution naturelle des SIAD vers les systèmes de recommandation. Deux algorithmes multicritères capables de faire évoluer les profils des utilisateurs en fonction de l'évolution de leurs préférences ont été mis au point. Ces deux algorithmes ont montré la difficulté de mise en œuvre efficace des approches multicritères prenant en compte les dépendances entre critères. Des tests ont été menés sur l'implémentation de l'intégrale de Choquet, les résultats montrent une inefficacité de cette méthode d'agrégation des performances en terme de temps de réponse utilisateur, ce qui reste un indicateur important d'efficacité pour les systèmes de recommandation. Un premier travail [17] a permis le développement d'un système de recommandation pour une plateforme marketing sur le Web alors que le deuxième [18] a débouché sur la mise en œuvre d'un opérateur d'agrégation multicritère spécifique développé dans un système de recommandation pour la protection des données de vie privée dans un contexte ambiant.

Recommandation par analogie Enfin, nous nous intéressons aussi aux applications possibles du raisonnement analogique à la recommandation. L'idée est de construire des analogies entre des utilisateurs, et sur la base de ces analogies, inférer des propriétés : ici, il s'agit de prédire le goût des utilisateurs pour des articles donnés. Sur ce principe, une implémentation provisoire a été présentée aux JIAF [16].

Application à la gestion de chaînes logistiques

Nous développons aussi des travaux dans le domaine de la gestion de chaînes logistiques (ou “Supply Chain Management”). Plus précisément ces travaux sont essentiellement centrés sur les problèmes de planification avec une approche aide à la décision où les acteurs sont des entités décisionnelles indépendantes. Notre contribution principale dans ce domaine réside dans la mise au point de méthodes et d'outils nouveaux, qui sont essentiellement quantitatifs et qui ont pour objectif l'amélioration de la performance sous incertitude au sein de chaînes

logistiques. Dans ce cadre, les problèmes de planification des approvisionnements, de la production et de la distribution sont traités autour de trois grandes thématiques : l’optimisation robuste, la théorie des possibilités et la décision sous incertitude mono et multi-décideurs. Parmi les problèmes étudiés, on peut citer le problème de planification de la production et des approvisionnements dans un contexte incertain. Dans ce cadre, l’incertitude est modélisée par des scénarios discrets et continus évalués par un niveau de possibilité et des méthodes d’aide à la décision et d’optimisation robuste ont été proposées. Dans le cadre de cette application nous nous sommes intéressés à la prise en compte des connaissances imparfaites des acteurs et avons proposé un modèle de délibération basé sur le vote d’argument bipolaire (argument pour et contre). Le problème de réaffectation des moyens de centres de secours dans un contexte incertain a également été abordé avec des approches par optimisation stochastique et aide à la décision avec prise en compte des degrés d’optimismes du décideur a été proposée.

Par ailleurs, des recherches se sont portées sur la problématique du choix d’un individu à un poste prenant en compte les compétences de l’individu (connues de façon incertaine) et les niveaux de compétences requises pour la bonne conduite de ce poste. Des modèles et algorithmes [15] pour le choix d’une affectation robuste ont été proposés.

Bibliographie

- [1] Hassan Ait-Haddou, Guy Camilleri, Pascale Zaraté. Prediction of Ideas Number During a Brainstorming Session. In : Group Decision and Negotiation, Springer, Vol. 23 N. 2, p. 271-298, mars 2014.
- [2] Leila Amgoud, Florence Dupin De Saint Cyr. An axiomatic approach for persuasion dialogs. In : IEEE International Conference on Tools with Artificial Intelligence, Washington, USA, nov 2013.
- [3] Leila Amgoud, Srdjan Vesic. A formal analysis of the role of argumentation in negotiation dialogues. Journal of Logic and Computation, Oxford University Press, Vol. 22, p. 957-978, octobre 2012.
- [4] Nahla Ben Amor, Hélène Fargier, Wided Guezguez. Possibilistic sequential decision making. Int. J. Approx. Reasoning 55(5) : 1269-1300, 2014.
- [5] Christian Bessiere, Hélène Fargier, Christophe Lecoutre. Global Inverse Consistency for Interactive Constraint Satisfaction. CP 2013 : 159-174
- [6] Claudette Cayrol, Marie-Christine Lagasquie-Schie. Bipolarity in argumentation graphs : towards a better understanding. International Journal of Approximate Reasoning, Elsevier, Vol. 54 N. 7, p. 876-899, 2013.
- [7] Guy Camilleri, Pascale Zaraté, Philippe Vigié. A Timing Management Banner for Supporting Group Decision Making. Dans : International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD 2011), Weiming Shen, Jean-Paul Barthès, Junzhou Luo, Peter Kropf, Michel Pouly (Eds.), IEEE Computer Society - Conference Publishing Services, p. 551-555, 2011.
- [8] Sylvie Doutre, Andreas Herzig and Laurent Perrussel. A dynamic logic framework for abstract argumentation. In : KR 2014, Ch. Baral, G. De Giacomo, (Eds.), AAAI Press, p. 62-71, 2014.
- [9] Didier Dubois, Henri Prade, Agnés Rico. The logical encoding of Sugeno integrals. In : Fuzzy Sets and Systems, Vol. 241, p. 61-75, 2014.
- [10] Didier Dubois, Hélène Fargier, Meissa Ababou, Dominique Guyonnet. A fuzzy constraint-based approach to data reconciliation in material flow analysis. In : International Journal of General Systems, Taylor & Francis Group, Vol. 43 N. 8, p. 787-809, 2014.
- [11] Edith Elkind, Umberto Grandi, Francesca Rossi and Arkadii Slinko. Gibbard-Satterthwaite Games. In Proceedings of the 24th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-15), 2015.
- [12] Hélène Fargier, Nahla Ben Amor, Wided Guezguez. On the Complexity of Decision Making in Possibilistic Decision Trees. UAI 2011 : 203-210
- [13] Hélène Fargier, Pierre Marquis, Alexandre Niveau, Nicolas Schmidt. A Knowledge Compilation Map for Ordered Real-Valued Decision Diagrams. AAAI 2014 : 1049-1055
- [14] Romain Guillaume, Guillaume Marques, Caroline Thierry, Didier Dubois. Decision support with ill-known criteria in the collaborative supply chain context. In : Engineering Applications of Artificial Intelligence, Elsevier, Vol. 36, p. 1-11, 2014.
- [15] Romain Guillaume, P Kobylanski, Pawel Zielinski. A robust lot sizing problem with ill-known demands. In Fuzzy Sets and Systems, Elsevier, Vol. 206, p. 39-57, 2012.
- [16] Nicolas Hug, Henri Prade, Gilles Richard. Raisonnement analogique pour la recommandation : premières expérimentations. Actes des 9es Journées d’Intelligence Artificielle Fondamentale (IAF 2015).
- [17] Arnaud Martin, Pascale Zaraté, Guy Camilleri. Decision Support Systems : Management and Evolution of Multi-Criteria Decision Makers’ Profile. In : IFIP WG8.3 International Conference on Decision Support Systems (DSS 2012), Anávisos, Greece, 28/06/2012-30/06/2012, Vol. 238, DSS 2012, Ana Respício, Frada Burstein (Eds.), IOS Press, Fusing DSS into the Fabric of the Context, (support électronique), juin 2012.
- [18] Arnaud Oglaza, Pascale Zaraté, Romain Laborde. KAPUER : A Decision Support System for Privacy Policies Specification. In : Annals of Data Science, Springer-Verlag, Vol. 2 N. 1, p. 1-23, février 2015.

LAMSADE, Pôle «Aide à la décision»

Contact

Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à la Décision

Pôle «Aide à la Décision»

<http://www.lamsade.dauphine.fr/spip.php?rubrique41>

Contact : Jérôme Lang (lang@lamsade.dauphine.fr)

Introduction

Le LAMSADE <http://www.lamsade.dauphine.fr/> existe depuis 1974. Les thèmes de recherches originels de l'Aide à la décision et de la Recherche Opérationnelle ont ensuite été complétés par l'Informatique Décisionnelle, la Théorie de la Décision et l'Intelligence Artificielle. Le LAMSADE propose des solutions pour la conception, l'utilisation et la validation de modèles formels d'Aide à la Décision. Nos recherches commencent en amont des processus de décision, passent par l'extraction, l'apprentissage et la modélisation des données, des valeurs, des préférences, la conception des méthodes et systèmes (qui peuvent montrer une certaine autonomie et/ou intelligence) jusqu'à l'étude des aspects algorithmiques sous-jacents, et finissent en aval avec la validation et l'insertion des recommandations dans des contextes organisationnels réels. Le LAMSADE est connu pour être à l'origine d'une démarche unique dans le domaine de l'aide multicritère à la décision, pour son approche à l'algorithmique et l'optimisation et pour la création du domaine de l'«Algorithmic Decision Theory».

Au sein du LAMSADE, le pôle «Aide à la Décision» <http://www.lamsade.dauphine.fr/spip.php?rubrique41> se caractérise par une vision transversale de sa thématique, en mettant l'accent d'une part sur le développement de modèles et d'algorithmes qui visent à apporter des éléments de réponse à de nombreux problèmes de décision (à la fois dans un cadre de processus de décision «humain» et dans un cadre de processus de décision «automatique»); d'autre part sur l'élaboration d'une démarche constructive d'aide à la décision, fondée sur les «théories de la décision et du raisonnement» et sur les expériences d'aide à la décision réelles, qui permet d'élaborer des recommandations pratiques sur la conduite des processus d'aide à la décision et le développement des systèmes d'information et d'aide à la décision.

L'objectif scientifique du pôle est de contribuer à jeter les bases d'une méthodologie unifiée en aide à la décision. Dans nos travaux, on accorde une attention particulière aux interactions entre décideurs et équipe d'étude, aux fondements théoriques, algorithmiques et axiomatiques des modèles utilisés, à la prise en compte de critères ou d'avis multiples, au traitement d'informations incomplètes et/ou inconsistantes. Les résultats obtenus et les méthodes développées sont appliqués à de nombreux problèmes issus du monde réel qui concernent des champs variés : planification répartie et les systèmes multi-agents, systèmes de décision automatique, recherche d'informations sur le web, commerce électronique.

En juin 2015, le pôle compte 22 membres permanents : Stéphane Airiau (MCF), Brice Mayag (MCF), Hassene Aissi (MCF), Stefano Moretti (CR CNRS), Mohamed Ali Aloulou (MCF), Elsa Negre (MCF), Marie-Jo Bellosta (MCF), Meltem Öztürk (MCF), Denis Bouyssou (DR CNRS), Gabriella Pigozzi (MCF), Tristan Cazenave (PR), Suzanne Pinson (PR), Lucie Galand (MCF), Camille Rosenthal-Sabroux, Michel Grundstein (associé), (PR), Sylvie Kornman (MCF), Bernard Roy (émérite), Jérôme Lang (DR CNRS), Alexis Tsoukiàs (DR CNRS), Rida Laraki (DR CNRS), Daniel Vanderpooten (PR), Julien Lesca (MCF), Il comprend également 2 ATER, une post-doc et 16 doctorant(e)s.

Modélisation des préférences

L'objectif de ce projet de recherche est de développer et d'étudier des méthodes et modèles de préférence utiles pour l'aide à la décision. Il comprend aussi bien des aspects théoriques (développement et étude axiomatique de nouveaux modèles de préférence), méthodologiques (développement de méthodes multicritères et de techniques d'élicitation) et pratiques (mise en œuvre de ces méthodes sur des cas réels). Le projet fait se rencontrer des préoccupations issues de la Recherche Opérationnelle et de l'Intelligence Artificielle.

Structures de préférence.

Sur ce thème, les travaux du LAMSADE consistent en l'étude et la caractérisation de diverses structures de préférences utiles en aide à la décision, ainsi qu'en des travaux expérimentaux.

Mesurage conjoint.

La théorie du mesurage conjoint a pour but l'étude de relations binaires définies sur des ensembles ayant une structure de produit cartésien non nécessairement homogène. Dans ce cadre, on a proposé une analyse axiomatique des méthodes fondées sur un principe de concordance / non discordance, ainsi que de méthodes proches d'ELECTRE TRI. On a également étudié diverses méthodes d'agrégation « ordinales » en décision dans l'incertain, ainsi que des modèles de mesurage conjoint fondés sur une partition ordonnée de l'ensemble des actions et non sur une relation binaire. Enfin, on a donné une analyse axiomatique des modèles d'agrégation fondés sur une intégrale de Sugeno dans un cadre multicritère ne faisant aucune hypothèse de commensurabilité.

Représentation des connaissances et raisonnement.

On a étudié divers modèles autorisant une représentation compacte des préférences sur des domaines combinatoires. On s'est également attaché à l'étude de questions liées à l'élicitation et à l'apprentissage de préférences. Enfin, on a travaillé sur l'apport de méthodes logiques issues de l'intelligence artificielle, en vue d'applications à l'aide à la décision et à la communication entre agents, par exemple l'utilisation de la théorie de l'argumentation en aide à la décision, et la question de la révision des préférences et des croyances.

Aide multicritère à la décision

Les travaux du LAMSADE sur ce thème sont anciens et bien connus. Ceci nous conduit souvent à être sollicités pour écrire des synthèses sur ces questions.

Les méthodes *ELECTRE* ont été développées dans diverses directions principales : prise en compte de l'interaction entre critères, modélisation sophistiquée de la discordance, prise en compte de profils centraux dans ELECTRE TRI, utilisation en décision de groupe.

La méthode *UTA* est fondée sur l'élicitation d'un modèle de fonctions de valeur additives sur la base de jugements de préférences portant sur des actions réelles. Une extension de cette méthode a été développée pour gérer de manière explicite la multiplicité des modèles de préférence compatibles avec l'information fournie et parvenir à des recommandations robustes.

Les travaux en modélisation des préférences et en aide multicritère à la décision ouvrent naturellement vers des travaux plus appliqués. Ces applications ont concernés des domaines très variés : partition d'un territoire en zones

homogènes, systèmes de recommandation, évaluation d'infrastructures de transport, recherche documentaire, véhicules propres, gestion des risques, enchères multicritères, évaluation de projets de sponsoring, évaluation environnementale, gestion de l'eau, évaluation du confort des trains, évaluation des performances des universités. Ces derniers travaux ont donné lieu au démarrage d'un axe de recherche visant à analyser de manière axiomatique divers indices bibliométriques.

Optimisation combinatoire multicritère

De nombreux problèmes d'optimisation combinatoire nécessitent la prise en compte de critères multiples. Dès lors, une étape préalable importante consiste à déterminer l'ensemble des solutions efficaces (encore appelées non-dominées ou Pareto-optimales). Déterminer l'ensemble des solutions efficaces permet d'une part de mieux appréhender les arbitrages à effectuer entre les différents critères, d'autre part d'identifier le sous-ensemble des solutions parmi lesquelles il convient de sélectionner une solution de meilleur compromis. Il apparaît cependant que le nombre de solutions efficaces peut croître exponentiellement avec la taille de certaines instances du problème. De plus, il ne s'avère pas pertinent en pratique d'énumérer exhaustivement l'ensemble efficace. Il est souvent bien plus utile d'en fournir une « bonne » représentation de taille réduite, quitte à explorer exhaustivement, dans une seconde phase, certaines zones d'intérêt.

Les principaux axes de recherche du projet sont :

- Concevoir des algorithmes exacts ou approchés, mais avec garantie de qualité et/ou de performance, pour déterminer l'ensemble des solutions efficaces pour divers problèmes d'optimisation combinatoire multicritères (chemin, arbre couvrant, affectation, sac-à-dos, TSP,...);
- Concevoir des algorithmes exacts ou approchés, mais avec garantie de qualité et/ou de performance, pour déterminer des solutions de bon compromis;
- Appliquer les démarches proposées dans des contextes réels.

Aide à la décision et systèmes d'information

L'objectif général du projet est de contribuer au développement d'une démarche constructive d'aide à la décision, en ce qui concerne à la fois son utilisation pratique dans les processus de décision réels et la mise en oeuvre de systèmes d'information dans les entreprises.

Les activités de recherche du projet se développent autour :

- du concept de processus d’aide à la décision et sa conduite dans des cas réels ;
 - du concept de «knowledge management», comme base pour le développement de systèmes d’information ;
 - des expériences réelles d’aide à la décision, notamment dans la conception, discussion et mise en oeuvre des politiques publiques.
- jeux algorithmiques : calcul efficace de solutions pour les jeux et étude de la complexité de ces problèmes, problèmes d’optimisation combinatoire sur structures de jeux, représentation compacte des jeux, algorithmes d’apprentissage dans les jeux dynamiques.

De manière plus opérationnelle, le projet cherche à définir des guides pratiques pour l’utilisation de modèles d’aide à la décision et leur insertion dans des contextes organisationnels. Le projet analyse d’une part des expériences réelles d’aide à la décision et d’autre part la structure de communication dans les «entreprises étendues» de manière à identifier l’information critique.

Agents intelligents pour l’aide à la décision

Ce projet a pour objectif l’élaboration de modèles et d’algorithmes pour les processus de raisonnement et de prise de décision, avec en ligne de mire le développement de systèmes complexes de résolution de problèmes pour l’aide à la décision ou la décision automatisée. Les outils utilisés sont tantôt centralisés, tantôt distribués. Le concept-clé de notre projet est celui d’agent intelligent, et se positionne assez largement dans le domaine de l’intelligence artificielle. Les agents intelligents peuvent présenter une certaine autonomie, ont des croyances et des préférences qui leur sont propres, ainsi que des capacités de raisonnement, de communication, et de prise de décision.

Jeux et choix social : aspects axiomatiques et algorithmiques

L’objectif de ce projet de recherche est l’étude de différents mécanismes de décision collective et de situations d’interactions stratégiques. Nos travaux comportent l’élaboration de modèles normatifs (via, notamment, la caractérisation axiomatique de règles de vote, de situations d’interaction, de concepts de solution, etc.) et l’étude de ces modèles d’un point de vue de leur difficulté algorithmique et de leur calcul.

Les recherches menées se regroupent autour de deux axes :

- choix social computationnel : étude de la décision collective (notamment le vote et le partage équitable de ressources) du point de vue de la caractérisation axiomatique des mécanismes de décision, et de l’impact, sur leur faisabilité, de leur complexité algorithmique, de leurs besoins informationnels, et de leur vulnérabilité aux comportements stratégiques.

Apprentissage de préférences

Ce projet de recherche se situe au carrefour de plusieurs disciplines des sciences des données et de la décision, et a comme visée principale la caractérisation et la fouille de préférences dans un contexte de masses de données. En particulier, il se propose de poser les fondements théoriques d’un cadre unifié pour la représentation, l’élicitation et l’apprentissage des préférences en tirant profit des avancées récentes en théorie de la décision (modèles d’agrégation par exemple), en apprentissage automatique, et en fouille de grandes masses de données. Différents travaux sont en cours, dont quelques-uns sont mentionnés ci-après :

- nous étudions le modèle d’agrégation de l’intégrale de Sugeno, appropriée pour la représentation non-numérique de préférences, à la fois dans un cadre de sélection d’attributs permettant de réduire la dimensionalité en entrée, et dans un cadre prédictif à l’instar des derniers travaux en apprentissage de préférences se fondant sur l’intégrale de Choquet.
- dans un contexte numérique, nous étudions d’une part l’apprentissage simultané de la capacité et des utilités pour l’intégrale de Choquet, et d’autre part l’apprentissage de réseaux de préférences conditionnelles ainsi que leur représentation sous-forme de treillis de concepts.

Projets

Les recherches du LAMSADE en aide à la décision ont fait, ou font, l’objet de plusieurs projets récents financés par l’ANR : GUEPARD (2010-2012), COMSOC (2011-2013), et CoCoRICo-CoDec (2014-2018).

Au sujet de la bibliographie

L’aide à la décision étant le sujet de recherche principal du pôle, il est évident qu’une bibliographie représentant exhaustivement ses activités serait bien trop grande pour ce dossier. Nous avons choisi quelques références récentes couvrant partiellement, mais avec une certaine représentativité, les activités du pôle.

Bibliographie

- [1] Stéphane Airiau and Ulle Endriss. Multiagent resource allocation with sharable items. *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems*, 28(6) :956–985, 2014.
- [2] Hassene Aissi, Mohamed Ali Aloulou, and Mikhail Y. Kovalyov. Minimizing the number of late jobs on a single machine under due date uncertainty. *J. Scheduling*, 14(4) :351–360, 2011.
- [3] Hassene Aissi, Cristina Bazgan, and Daniel Vanderpooten. General approximation schemes for min-max (regret) versions of some (pseudo-)polynomial problems. *Discrete Optimization*, 7(3) :136–148, 2010.
- [4] Pierre-Emmanuel Arduin, Brice Mayag, Elsa Negre, and Camille Rosenthal-Sabroux. How to compromise on the best price? A group tacit knowledge-based multicriteria approach. *Journal of Decision Systems*, 23(1) :99–112, 2014.
- [5] Michel Balinski and Rida Laraki. Judge : Don’t vote! *Operations Research*, 62(3) :483–511, 2014.
- [6] Lyes Belhouel, Lucie Galand, and Daniel Vanderpooten. An efficient procedure for finding best compromise solutions to the multi-objective assignment problem. *Computers & OR*, 49 :97–106, 2014.
- [7] Marie-Jo Bellosta, Sylvie Kornman, and Daniel Vanderpooten. Preference-based english reverse auctions. *Artif. Intell.*, 175(7-8) :1449–1467, 2011.
- [8] Denis Bouyssou and Thierry Marchant. An axiomatic approach to bibliometric rankings and indices. *J. Informetrics*, 8(3) :449–477, 2014.
- [9] Denis Bouyssou and Marc Pirlot. A consolidated approach to the axiomatization of outranking relations : a survey and new results. *Annals OR*, 229(1) :159–212, 2015.
- [10] Tristan Cazenave. Monte Carlo beam search. *IEEE Trans. Comput. Intellig. and AI in Games*, 4(1) :68–72, 2012.
- [11] Yann Chevaleyre, Jérôme Lang, Nicolas Maudet, Jérôme Monnot, and Lirong Xia. New candidates welcome! possible winners with respect to the addition of new candidates. *Mathematical Social Sciences*, 64(1) :74–88, 2012.
- [12] Alberto Colorni and Alexis Tsoukiàs. What is a decision problem? preliminary statements. In *Algorithmic Decision Theory - Third International Conference, ADT 2013, Bruxelles, Belgium, November 12-14, 2013, Proceedings*, pages 139–153, 2013.
- [13] Stéphane Deparis, Vincent Mousseau, Meltem Öztürk, and Caroline Huron. The effect of bi-criteria conflict on matching-elicited preferences. *European Journal of Operational Research*, 242(3) :951–959, 2015.
- [14] Lucie Galand, Julien Lesca, and Patrice Perny. Dominance rules for the choquet integral in multiobjective dynamic programming. In *IJCAI 2013, Proceedings of the 23rd International Joint Conference on Artificial Intelligence, Beijing, China, August 3-9, 2013*, 2013.
- [15] Davide Grossi and Gabriella Pigozzi. *Judgment Aggregation : A Primer*. Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning. Morgan & Claypool Publishers, 2014.
- [16] Stefano Moretti and Alexis Tsoukiàs. Ranking sets of possibly interacting objects using shapley extensions. In *Principles of Knowledge Representation and Reasoning : Proceedings of the Thirteenth International Conference, KR 2012, Rome, Italy, June 10-14, 2012*, 2012.
- [17] Meltem Öztürk, Marc Pirlot, and Alexis Tsoukiàs. Representing preferences using intervals. *Artif. Intell.*, 175(7-8) :1194–1222, 2011.
- [18] Bernard Roy. Robustness in operational research and decision aiding : A multi-faceted issue. *European Journal of Operational Research*, 200(3) :629–638, 2010.
- [19] Julien Saunier, Flavien Balbo, and Suzanne Pinson. A formal model of communication and context awareness in multiagent systems. *Journal of Logic, Language and Information*, 23(2) :219–247, 2014.

Aide à la décision au LERIA

Contact

Stephane Loiseau stéphane.loiseau@univ-angers.fr
 équipe ICLN groupe SBCI, LERIA Université d’Angers
 David Genest david.genest@univ-angers.fr
 équipe ICLN groupe SBCI, LERIA Université d’Angers

Laboratoire : LERIA Angers Equipe Interaction, Connaissances et Langage Naturel (ICLN) Groupe Systèmes à Base de Connaissances et Interaction (SBCI)

Participants : D. Genest (MCF), A. LeDorze (post-doc), S. Loiseau (PR), P. Maillot (doctorant) , H. Traverson (doctorant), B. Duval (MCF, HDR, associée pour certaines actions), T. Raimbault (MCF ESILV, associé pour certaines actions)

Le groupe SBCI travaille principalement en intelligence artificielle mais aussi en aide à la décision. Il s’intéresse aux systèmes à base de connaissances, selon les modalités suivantes : l’interrogation, la validation et le

raisonnement. En ce qui concerne l’interrogation, nous travaillons sur SPARQL en le comparant avec la projection des graphes conceptuels [3] et en l’optimisant avec une technique de résumés des bases interrogées ; ceci a lieu dans le cadre d’un projet OSEO mené par l’ESILV. En ce qui concerne la validation, nous validons des bases OWL [4] et allons démarrer un travail en validation de bases ASP dans le cadre de l’ANR ASPIC avec L. Garcia. En ce qui concerne le raisonnement, nous l’utilisons pour aider l’humain à décider, que ce soit pour l’aider à l’apprentissage humain, dans le cadre de la thèse d’Hugo Traverson, ou pour faire travailler collaborativement le système avec un opérateur humain pour décider.

Ce dernier travail est de l’aide à la décision à base de connaissances symboliques. Il est fondé sur le modèle des cartes cognitives issu des travaux en psychologie cognitive de E. Tolman. Cette action a été initiée il y a huit ans par un travail mené par D. Genest, S. Loiseau et divers stagiaires de master. Nous avons proposé une formalisation du modèle des cartes cognitives [2] ; elle généralise de nombreux travaux, certains issus des sciences sociales, qui présentent des variantes des cartes cognitives. Ce travail a servi de base à deux thèses (L. Chauvin en 2010, A. Le Dorze en 2013) soutenues par le ministère ou les collectivités locales. Le prototype développé est actuellement utilisé et amélioré dans le cadre du projet Kifanlo, financé par la fondation de France, et qui court entre 2014 et 2018 ; ce projet interdisciplinaire a pour objectif de modéliser des profils sociologiques des intervenants

du littoral atlantique et de raisonner dessus pour aider à diverses décisions (politique de pêche, implantation d’éoliennes en mer, etc.) ; un post-doc est actuellement dans notre groupe financé par ce projet. Outre la formalisation évoquée ci-dessus et son utilisation dans Kifanlo, les résultats principaux ont porté sur la validation, la synthèse et l’utilisation à diverses échelles des cartes cognitives [1, 5]. Notons que notre prototype est disponible sur demande.

Bibliographie

- [1] Lionel Chauvin, David Genest, Stéphane Loiseau. Ontological Cognitive Map. *International Journal on Artificial Intelligence Tools*, vol. 18(5) 2009.
- [2] David Genest et Stéphane Loiseau. Modélisation, classification et raisonnement dans des réseaux d’influence, *TSI*, volume 26, numéro 3-4, pages 471-496. Hermès, 2007.
- [3] David Genest, Marc Legeay, Stéphane Loiseau, Christophe Béchade. A Graphical Language to Query Conceptual Graphs. *Proceedings of the 26th ICTAI 2014*, pages 304-308, 2014.
- [4] Pierre Maillot, Thomas Raimbault, David Genest, Stéphane Loiseau. Targeted Linked-Data Extractor. *Proceedings of ICAART 2014*. p. 336-341
- [5] Aymeric Le Dorze, Laurent Garcia, David Genest, Stéphane Loiseau. Synthesis of cognitive maps and applications. *Proceedings of the 26th ICTAI 2014*, pages 292-298, 2014

Décision et IA au LIP6

Contact

Patrice Perny, patrice.perny@lip6.fr
 Christophe Gonzales, christophe.gonzales@lip6.fr
 Nicolas Maudet, nicolas.maudet@lip6.fr
 - LIP6, Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06.

Introduction

La décision est une problématique très présente au LIP6 en particulier au sein du département DESIR (Décision, Systèmes Intelligents et Recherche opérationnelle) où elle constitue un fort thème d’interaction entre les

collègues travaillant en intelligence artificielle et en recherche opérationnelle. Au sein du département DESIR, la thématique “IA et décision” est principalement présente dans les équipes DÉCISION et SMA (système multi-agents). Nos travaux sur cette thématique couvrent l’ensemble des problématiques abordées en théorie de la décision, en particulier la décision multiattribut et multicritère (évaluation selon plusieurs dimensions potentiellement conflictuelles), la décision et la planification dans l’incertain (décision sur des alternatives dont les conséquences ne sont pas connues avec certitude, décision dans le risque), la décision collective et le choix social (agrégation de préférences individuelles, vote). Nos recherches portent d’une part sur l’élaboration ou l’analyse de modèles sophistiqués pour rendre compte de comportements décisionnels complexes et d’autre part sur la conception d’algorithmes

permettant de déterminer les solutions préférées. Les applications potentielles concernent les systèmes d'aide à la décision (préparation rationnelle de décisions humaines importantes) et la décision automatique (agents décisionnels autonomes).

La théorie de la décision s'est longtemps focalisée sur le potentiel descriptif ou prescriptif des modèles, et leur justification axiomatique, négligeant les aspects calculs et représentation du fait du nombre relativement réduit des solutions à comparer ou à stocker dans les problèmes réels rencontrés. Les applications modernes des systèmes de décision (recommandation sur le web, configuration à base de préférences, enchères combinatoires, planification) ont toutefois montré la nécessité de pouvoir manipuler des préférences dans des environnements plus complexes (problèmes de grande taille, structure combinatoire de l'espace des alternatives, définition implicite des solutions réalisables, co-existence de nombreux utilisateurs, décision automatique, contexte distribué) et ont placé les aspects computationnels au cœur des préoccupations (optimisation exacte ou approchée avec garantie de performances, analyse de complexité en temps, en mémoire, en communication). C'est pourquoi nos travaux depuis une dizaine d'années visent à développer ce que l'on appelle désormais *la théorie de la décision algorithmique*, une discipline au carrefour de la théorie classique de la décision telle qu'elle est développée en économie mathématique et de l'algorithmique de l'optimisation. Les principaux axes de recherche sur lesquels nous travaillons sont :

Représentation de problèmes et modèles décisionnels : travaux visant à produire des modèles mathématiques des préférences et des problèmes de décision ou des représentations machine compactes de l'information préférentielle (modélisation de préférences individuelles et collectives, modélisation multicritère des problèmes, modélisation des croyances, de l'incertain et du risque, modélisation du contexte, logique de l'argumentation)

Algorithmique de la décision : travaux de nature algorithmique visant à résoudre les problèmes décisionnels posés et déterminer efficacement les solutions préférées/optimales (algorithmique exacte et approchée pour l'optimisation combinatoire multicritère, optimisation robuste, optimisation multi-agent équitable, choix social computationnel, complexité).

Elicitation de préférences : conception de procédures visant à acquérir efficacement les préférences d'un décideur pour mieux lui proposer des recommandations personnalisées ou à évaluer les paramètres d'un modèle générique pour les adapter aux préférences d'un individu et se substituer à lui pour des tâches de décision automatisées ; approche interactive de l'aide à la décision.

Explication et argumentation : méthodes formelles permettant le suivi d'un processus de décision, l'explication de recommandations et l'analyse de leur robustesse, et pouvant reposer sur la production d'arguments, de raisons positives et négatives justifiant une décision donnée. Il s'agit d'un élément important pour favoriser l'acceptation d'une recommandation, et permettre éventuellement à l'utilisateur de la remettre en cause si besoin.

À titre d'illustration, nous évoquons ci-dessous quelques travaux récents menés dans l'équipe qui nous semblent représentatifs des projets en cours.

Décision séquentielle dans l'incertain

Les problèmes de décision séquentielle dans l'incertain posent naturellement des problèmes algorithmiques dans la mesure où l'espace de recherche a une structure combinatoire. En effet, on cherche à déterminer une politique optimale permettant de sélectionner, à chaque pas de décision et en chaque état, une action optimale. Nous avons travaillé sur la résolution de problèmes de décision séquentiels (arbres de décision) avec le critère RDU (Rank Dependent Utility). Ce critère généralise le critère EU et permet de modéliser une plus grande variété de comportements décisionnels mais il ne vérifie plus le principe de Bellman et ne peut donc être optimisé par induction arrière. Trouver une politique optimale au sens de RDU est en fait NP-difficile. Nous avons donc proposé des méthodes d'énumération implicite des politiques pour ce problème [17] et quelques variantes [18].

Nous avons également développé plusieurs travaux concernant les processus décisionnels Markoviens (PDMs). Nous avons par exemple travaillé sur la prise en compte de modèles non-transitifs (Skew Symmetric Bilinear utilities) dans les PDMs [10]. Nous avons également travaillé à la détermination de solutions de compromis pour les PDMs multiobjectifs et étudié la génération de solutions équilibrées et l'approximation des solutions non-dominées au sens de Lorenz [22]. Par ailleurs, nous avons aussi abordé la résolution de processus décisionnels multiagents décentralisés [3].

Certains de ces résultats ont été développés dans le cadre de l'ANR LARDONS (Learning And Reasoning for Deciding Optimally using Numerical and Symbolic information).

Elicitation pour la décision multicritère

Nous avons développé des méthodes d'élicitation incrémentale de préférences pour la décision multicritère. En particulier nous avons travaillé sur le modèle de l'inté-

grale de Choquet et sur l'élicitation partielle de la fonction d'ensemble (capacité) de manière à préciser suffisamment les pondérations des différentes coalitions de critères pour pouvoir identifier la solution optimale [1]. Des approches d'élicitation incrémentales ont aussi été proposées et testées sur des problèmes pour lesquels l'ensemble des solutions est défini de manière implicite. On a par exemple travaillé sur l'élicitation des récompenses dans les PDMs [9] ou sur l'élicitation des poids des critères et coalitions de critères dans des problèmes d'optimisation dans les graphes [2]. Dans le cas où les informations préférentielles ne peuvent pas être complètement élicitées, on peut également s'intéresser à des explications minimales permettant de justifier une recommandation [15]. Ces résultats sont développés principalement dans le cadre du projet ELICIT (Elicitation de préférences, 2015), projet soutenu par l'ANR dans le cadre de l'Idex Sorbonne Universités, mais aussi, pour ce qui concerne les travaux sur les PDMs, dans le cadre du projet ANR LARDONS déjà mentionné précédemment.

Modèles graphiques pour la décision

Le succès des modèles décisionnels a entraîné au fil des années la nécessité de manipuler des modèles de plus en plus complexes, permettant ainsi de mieux prendre en compte tous les paramètres impliqués dans la prise de décision (incertitudes, préférences, *etc.*). Cette complexité croissante a stimulé le besoin de modèles compacts, qui ont naturellement abouti au développement des *modèles graphiques pour la décision*. Dans ce cadre, nos travaux ont porté sur les modèles de représentation des préférences des agents (réseaux GAI), des incertitudes (réseaux bayésiens, OOPRM) ainsi que sur les modèles de décisions séquentielles (diagrammes d'influence).

En ce qui concerne la représentation des préférences, l'équipe a introduit en 2004 les réseaux GAI (Generalized Additive Independence), une généralisation des fonctions d'utilité additivement décomposables, classiquement utilisées en théorie de la décision, qui offre un bon compromis entre pouvoir descriptif et compacité de la représentation. Après avoir doté ces réseaux d'algorithmes d'élicitation performants, nous avons proposé des méthodes d'inférence efficaces dans des cadres monocritère [7] mais également multicritère [13].

Les conséquences de nos décisions étant souvent entachées d'incertitudes, nous avons également travaillé sur leurs représentations compactes, notamment sur les réseaux bayésiens. L'équipe s'est ainsi focalisé sur leur apprentissage, par exemple en présence de relations déterministes entre variables aléatoires [20] ou bien dans le

cadre des réseaux bayésiens dynamiques non-stationnaires (dont la structure et les paramètres évoluent au cours du temps) [12]. Nos travaux ont également porté sur les inférences approchées [6]. Ils ont été appliqués à l'e-learning [4], au test automatique d'architectures de services (projet européen MIDAS), à la sécurisation de systèmes SCADA (projet européen SCISSOR), en particulier via le développement d'une librairie C++ de modèles graphiques nommée aGrUM (<http://agrum.lip6.fr>).

Afin de passer à l'échelle, de nouveaux modèles graphiques sont apparus ces dernières années, qui étendent les réseaux bayésiens en les combinant avec des paradigmes logiques (Markov Logic Networks), relationnels (Multi-Entity Bayesian Networks), ou bien encore orientés objet (Object-Oriented Bayesian Networks, Object-Oriented Probabilistic Relational Models (OOPRM)). L'idée clef consiste à exploiter les notions d'indépendance des réseaux bayésiens afin de compacter au maximum les modèles et d'en tirer partie pour réduire les calculs d'inférence, mais également d'exploiter ces paradigmes afin de minimiser d'éventuelles redondances. Nous avons introduit les OOPRM [24] et proposé des algorithmes d'inférence structurée dédiés très efficaces [23], reposant sur la notion de “classe” d'objets. Dans le cadre du projet européen SKOOB, nous avons contribué à la spécification du langage de modélisation O3PRM (<http://o3prm.lip6.fr>).

Nous avons également exploité d'autres modèles graphiques décisionnels tels que les diagrammes d'influence [21] pour la décision individuelle dans l'incertain et sur les jeux graphiques [16] pour la décision multiagents en présence d'interactions locales.

Choix Social Computationnel

En choix social, dans le domaine du vote, nous avons travaillé sur la caractérisation des préférences unimodales à l'aide d'un jeu de sous-profil interdits. Nous avons étudié l'identification de sous-profil de préférences (préférences d'un sous-ensemble de votants sur un sous-ensemble de candidats) dont la présence dans le profil est incompatible avec la propriété d'unimodalité, ainsi que l'exploitation algorithmique de ce résultat [5]. Dans des contextes de votes dynamiques, où les candidats peuvent par exemple être confrontés à la décision stratégique de se présenter ou pas à une élection (*strategic candidacy*), nous avons identifié les garanties d'existence d'équilibre pour de nombreuses règles de vote [19]. Nous avons également travaillé sur les propriétés des méthodes de scoring fondées sur des distances [25] ou fondées sur un opérateur OWA [11, 8].

Ces travaux s’intègrent dans le cadre du projet ANR CoCoRiCo-CoDec (Calcul, Communication, Rationalité et Incitations en Décision Collective et Coopérative). Citons également le réseau européen COST COMSOC (Computational Social Choice), dont la plus récente activité a été l’organisation d’une école d’été sur le “partage équitable”, à Grenoble ⁴.

Conclusion

Les travaux menés au LIP6 comme dans l’ensemble de la communauté Française autour de la décision et des systèmes de décision concernent largement l’intelligence artificielle, notamment compte-tenu de l’importance qu’ils accordent aux aspects représentation et manipulation de connaissances (préférences, croyances), apprentissage de préférences, raisonnement à partir de préférences et gestion des incertitudes. Il s’enrichissent également d’interactions avec des disciplines telles que l’économie mathématique, les sciences de gestion et la recherche opérationnelle.

La théorie de la décision algorithmique est maintenant présente dans la plupart des conférences majeures d’intelligence artificielle, en particulier IJCAI, AAAI, AAMAS, ECAI, UAI, KR mais fait aussi l’objet de rendez-vous spécifiques au niveau national et international dans lesquels l’équipe est fortement impliquée. Signalons en particulier la conférence ADT ⁵ (Algorithmic Decision Theory), le workshop M-Pref ⁶ qui est un workshop récurrent s’inscrivant dans le cadre des conférences d’IA généralistes, typiquement IJCAI ou ECAI, enfin le groupe de travail TADJ (Théorie Algorithmique de la Décision et des Jeux) du GDR RO ⁷. Mentionnons également l’existence d’un GDR International sur le thème de la théorie de la décision algorithmique (ALGODEC) qui a été créé il y a 5 ans et renouvelé récemment. Il contribue à favoriser les échanges internationaux sur ce sujet, en particulier autour de la conférence ADT.

Bibliographie

- [1] Nawal Benabbou, Patrice Perny and Paolo Viappiani. Incremental Elicitation of Choquet Capacities for Multi-criteria Decision Making. ECAI 2014 : 87-92, best student paper.
- [2] Nawal Benabbou and Patrice Perny. Combining Preference Elicitation and Search in Multiobjective State-Space Graphs. IJCAI 2015 : 297-303.
- [3] A. Beynier, A. I. Mouaddib. Solving Efficiently Decentralized MDPs with Temporal and Resource Constraints. JAAMAS 23(3), 2011.
- [4] Yang Chen, Pierre-Henri Wuillemin and Jean-Marc Labat. Bayesian Student Modeling Improved by Diagnostic Items. ITS 2014.
- [5] Denis Cornaz, Lucie Galand and Olivier Spanjaard. Kemeny Elections with Bounded Single-Peaked or Single-Crossing Width, IJCAI 2013, pp. 76-82.
- [6] Séverine Dubuisson, Christophe Gonzales and Xuan Son Nguyen. Sub-sample swapping for Sequential Monte Carlo approximation of high-dimensional densities in the context of complex object tracking, in International Journal of Approximate Reasoning, 54(7) : 934-953, 2013.
- [7] Jean-Philippe Dubus, Christophe Gonzales and Patrice Perny. Fast Recommendations using GAI Models. IJCAI 2009.
- [8] Edith Elkind and Anisse Ismaili, OWA-Based Extensions of the Chamberlin-Courant Rule. ADT 2015 : 486-502.
- [9] Hugo Gilbert, Olivier Spanjaard, Paolo Viappiani and Paul Weng. Reducing the Number of Queries in Interactive Value Iteration. ADT 2015 : 139-152
- [10] Hugo Gilbert, Olivier Spanjaard, Paolo Viappiani and Paul Weng, Solving MDPs with Skew Symmetric Bilinear Utility Functions, IJCAI 2015 : 1989-1995.
- [11] Judy Goldsmith, Jérôme Lang, Nicholas Mattei and Patrice Perny : Voting with Rank Dependent Scoring Rules, AAAI 2014 : 698-704.
- [12] Christophe Gonzales, Séverine Dubuisson and Cristina Manfredotti. A New Algorithm for Learning Non-Stationary Dynamic Bayesian Networks With Application to Event Detection. FLAIRS 2015.
- [13] Christophe Gonzales, Patrice Perny and Jean-Philippe Dubus. Decision Making with Multiple Objectives using GAI networks, in Artificial Intelligence 175(7) : 1153-1179, 2011.
- [14] Emmanuel Hadoux, Aurélie Beynier, Nicolas Maudet, Paul Weng and Anthony Hunter, Optimization of Probabilistic Argumentation with Markov Decision Models. IJCAI 2015 : 2004-2010.
- [15] Christophe Labreuche, Nicolas Maudet, and Wassila Ouerdane. Justifying Dominating Options when Preferential Information is Incomplete. ECAI 2012.
- [16] Anisse Ismaili, Evripidis Bampis, Nicolas Maudet and Patrice Perny, How the number of strategies impacts the likelihood of equilibria in random graphical games. AAMAS 2014 : 285-292.

4. <http://fairdiv-15.imag.fr/>

5. <http://cs.uky.edu/~srsa224/ADT2015/>

6. <http://ursaminor.informatik.uni-augsburg.de/mpref/mpref2015/welcome.html>

7. <http://gdrro.lip6.fr/?q=node/74>

- [17] Gildas Jeantet and Olivier Spanjaard, Computing rank dependent utility in graphical models for sequential decision problems. *Artif. Intell.* 175(7-8) : 1366-1389 (2011)
- [18] Gildas Jeantet, Patrice Perny and Olivier Spanjaard. Sequential Decision Making with Rank Dependent Utility : A Minimax Regret Approach. *AAAI* 2012.
- [19] Jérôme Lang and Nicolas Maudet and Maria Polukarov. New Results on Equilibria in Strategic Candidacy. *SAGT* 2013.
- [20] Ahmed Mabrouk, Christophe Gonzales, Karine Jabet-Chevalier and Eric Chojnaki. An Efficient Bayesian Network Structure Learning Algorithm in the Presence of Deterministic Relations. *ECAI* 2014.
- [21] Jean-Christophe Magnan and Pierre-Henri Wuillemin. On-line Learning of Multi-valued Decision Diagrams. *FLAIRS* 2015, best student paper.
- [22] Patrice Perny, Paul Weng, Judy Goldsmith and Josiah Hanna. Approximation of Lorenz-Optimal Solutions in Multiobjective Markov Decision Processes, *UAI* 2013.
- [23] Lionel Torti, Christophe Gonzales and Pierre-Henri Wuillemin "Speeding-up Structured Probabilistic Inference using Pattern Mining". *International Journal of Approximate Reasoning*, 54(7) : 900-918, 2013.
- [24] Lionel Torti, Pierre-Henri Wuillemin and Christophe Gonzales. Reinforcing the Object-Oriented Aspect of Probabilistic Relational Models. *PGM* 2010.
- [25] Paolo Viappiani. Characterization of Scoring Rules with Distances : Application to the Clustering of Rankings. *IJCAI* 2015 : 104-110.

Équipe MAD (Modèles, Agents, Décision) du GREYC

Contact

Bruno Zanuttini bruno.zanuttini@unicaen.fr
 Équipe « Modèles, Agents, Décision » du GREYC, Caen
 Page de l'équipe : <https://www.greyc.fr/mad>

Introduction

Les recherches menées dans l'équipe « Modèles, Agents, Décision » du laboratoire GREYC se résument en une phrase :

Étudier et proposer des méthodes pour permettre à un groupe d'agents adaptatifs, temps réel et sous contraintes de ressources, plongé dans un environnement dynamique, de prendre des décisions rationnelles pour la réalisation d'une mission.

L'équipe s'intéresse plus particulièrement au *raisonnement* des agents autonomes, à la *planification*, et aux *systèmes multi-agents*, avec un accent particulier mis sur l'interaction avec l'être humain.

Nous nous intéressons aux aspects théoriques et algorithmiques des problèmes, mais aussi à la validation expérimentale, en allant des modèles formels aux applications. Nos modèles de choix sont basés sur les processus décisionnels de Markov (MDP), pour la représentation des problèmes de planification dans l'incertain, sur la

logique, pour la représentation de connaissances et le raisonnement, pour la planification dans des domaines factorisés, ou encore pour la validation de comportements multi-agents, et sur la théorie des jeux, pour l'analyse de protocoles de confiance et de réputation et pour la décision multi-agents.

L'équipe compte 9 permanents dont 4 HDR, et une dizaine de doctorants dont un nombre important en contrat CIFRE. Elle collabore, en particulier par ce biais, avec Airbus Defence & Space sur des problématiques liées à la prise de décision et à l'extraction automatique d'événements dans des documents. L'équipe MAD fait partie du laboratoire GREYC (Groupe de Recherche en Informatique, Image, Automatique et Instrumentation de Caen), laboratoire commun de l'Université de Caen Normandie, du CNRS et de l'ENSICAEN (UMR 6072) comportant plus de 200 membres.

Prise de décision pour des agents autonomes

L'axe « décision » de l'équipe s'intéresse à la prise de décision séquentielle dans l'incertain. Il s'agit, pour un agent ou un groupe d'agents, de prendre des décisions pour réaliser au mieux des objectifs, étant donné un modèle de l'environnement et des actions qui comporte une part d'incertain, en particulier sur l'issue des actions. Le modèle de choix pour étudier ces problèmes est celui des processus décisionnels de Markov (MDP), qui modélisent des actions dont les effets sont stochastiques. L'équipe s'intéresse notamment aux MDP décentralisés, dans les-

quels les agents doivent précalculer des décisions, quant aux actions qu'ils entreprendront ensuite sans communication à l'exécution. L'incertitude sur les effets des actions se traduit ainsi, au fil de l'exécution, par une incertitude croissante sur l'état des autres agents.

Un projet marquant de ces dernières années, dans cet axe, a été le défi ANR/DGA Carotte (Cartographie par Robots Terrestres d'un Territoire). Ce défi visait à cartographier une zone intérieure d'environ 120 mètres carrés, en 30 minutes maximum. Au cours de son exploration, divers objets devaient être localisés. L'équipe a développé un module de décision, fondé sur les MDP décentralisés, qui permet à un robot de décider des zones à explorer de manière autonome. Les difficultés majeures de ce projet reposent sur l'aspect dynamique de l'environnement, sur sa découverte progressive, et surtout sur la gestion temps réel de la décision. Deux extensions de ce travail ont permis de considérer un modèle de décision à plusieurs robots, ainsi que l'interaction entre le module de décision et le module de détection d'objets à l'aide d'une caméra. Les deux avantages majeurs de cette approche sont la rapidité de couverture de la zone, et la redondance matérielle permettant de pallier une éventuelle défaillance. En contrepartie, cette approche multiplie l'incertitude liée à la position des robots, et nécessite une stratégie de communication. L'équipe MAD a été vice-championne de ce défi les deux premières années (2010 et 2011). Dans cette thématique, l'équipe a notamment proposé les *fonctions de valeurs distribuées* pour la prise de décision séquentielle multi-agents [4].

Un autre projet de ce thème a été le projet SANCRE (PSDR Grand Ouest). Ce projet s'intéressait aux vulnérabilités et atouts des territoires du Grand Ouest en termes de santé animale et d'économie de la production agricole. L'équipe y a développé des outils d'aide à la décision, toujours fondés sur une représentation par des MDP, afin d'optimiser les choix de dispositifs de maîtrise d'un agent infectieux répandu en élevage. Plus précisément, l'équipe a développé des outils permettant de calculer des politiques de décision (en particulier, de vaccination de troupeaux) permettant de maîtriser des épidémies tout en tenant compte du coût des campagnes de vaccination et de la propagation des maladies, modélisée de façon stochastique [7].

Enfin, un projet en cours de l'équipe dans ce thème est le projet européen COACHES (*Cooperative Autonomous Robots in Complex and Human Environments*, Chist-Era, 2014–2017), porté par l'équipe en collaboration avec les universités de Rome, Sabanci et Bruxelles. Il s'agit là d'étudier la problématique du déploiement de robots de service dans des environnements réels. En l'occurrence,

le projet COACHES vise le déploiement de plusieurs robots dans un centre commercial, avec des missions d'aide à la personne (renseignement, accompagnement dans la foule, aide aux personnes à mobilité réduite. . .) et de surveillance (personnes à l'état de santé inquiétant, paquets suspects. . .). Les verrous scientifiques majeurs soulevés par ce projet sont liés à l'interaction avec l'être humain ; en particulier, la prise de décision pour des objectifs fixés par l'être humain, et le suivi d'intention (par exemple, comment détecter qu'une personne qu'un robot est en train d'accompagner à travers la foule, ne souhaite plus être guidée?).

Systèmes multi-agents

La thématique de l'aide à la décision est également très présente dans l'axe « agents » de l'équipe. Un projet important de cet axe est le projet ETHICAA (« Éthique des agents autonomes », ANR CONTINT, 2014–2018), porté par l'équipe en collaboration avec l'École des Mines de Saint-Étienne, l'Institut Mines Télécom, le LIP6, l'Onera, et Ardans SAS. Il s'agit là d'étudier, avec un point de vue pluridisciplinaire, associant notamment des philosophes, la question de l'éthique pour des agents prenant des décisions de manière autonome. Dans le cadre de ce projet, l'équipe s'intéresse en particulier à la modélisation de choix éthiques (faits par le concepteur d'un système, par exemple) dans un langage formel, et à la prise en compte de ces choix dans le processus de prise de décision d'un agent [1]. Une question scientifique fondamentale est celle des interactions entre agents munis de différentes priorités d'ordre éthique (par exemple, un agent doit-il choisir de collaborer avec un autre agent, dont le comportement n'est pas, à son sens, éthique?).

Un autre travail de cet axe est le développement d'un modèle d'aide à la conception et à la validation de systèmes multi-agents. L'approche développée, nommée *goal decomposition trees* (GDT), permet à un concepteur de spécifier formellement des comportements et des interactions pour des agents, et d'obtenir une validation formelle du fait que les comportements permettent bien au système d'atteindre ses buts, et plus généralement de respecter ses spécifications [5]. L'approche est basée sur la preuve automatique de théorème, dans la logique des prédicats, et la méthode fournit des outils pour l'aide à la conception du système lorsque les *theorem provers* ne peuvent pas vérifier le respect des spécifications, ou lorsqu'ils montrent qu'elles ne sont pas respectées. Un sujet d'actualité dans l'équipe est l'extension de cette méthode à la preuve de comportements *émergents* du système.

Représentation et extraction de connaissances

Les travaux de l’axe « modèles » de l’équipe liés à l’aide à la décision se traduisent en particulier dans une collaboration suivie avec Airbus Defence & Space, sur l’extraction d’événements d’intérêt dans des documents, avec des applications au renseignement et à la veille à partir de sources ouvertes. De façon générale, il s’agit de collecter automatiquement, à partir de documents multimedia provenant typiquement du web, des événements liés à l’application d’intérêt, d’en extraire une représentation sémantique (type, agents, date...), et de stocker ces événements dans une base de connaissances en veillant à fusionner les informations concernant le même événements.

Sur ce thème, l’équipe a développé une approche pour la fusion, basée sur une proposition de représentation sémantique et sur une notion de similarité entre événements [6]. Dans la continuité de ce travail, elle s’intéresse actuellement à l’amélioration continue du traitement des documents, en utilisant une approche basée sur l’apprentissage par renforcement, qui corrige le processus d’extraction des événements en fonction des retours effectués par des opérateurs humains (par exemple, des corrections qu’ils apportent à la base des événements extraits). Un autre travail qui se situe dans la continuité concerne la prédiction des événements, basée sur des approches d’apprentissage automatique à partir des événements passés.

L’axe « modèles » s’intéresse également à la représentation de connaissances, et en particulier aux connaissances temporelles et spatiales. Nous travaillons notamment sur la représentation de connaissances temporelles dans l’optique d’une interaction naturelle avec l’être humain. À ce titre, nous avons proposé une méthode de raisonnement sur des connaissances intégrant des notions imprécises (par exemple, « tel événement s’est produit *juste après* tel autre ») et surtout, multi-échelles (par exemple, des connaissances spécifiées à l’échelle des secondes et d’autres, à l’échelle des journées) [3].

Enfin, l’axe s’intéresse à la représentation et à l’apprentissage de préférences. Une application de ces travaux est la recommandation de produits, fondée sur l’apprentissage des préférences des utilisateurs à partir d’un échantillon d’actes d’achat. L’équipe a notamment proposé une extension du modèle populaire des réseaux de préférences

conditionnelles (CP-nets), permettant de représenter des distributions simples de relations de préférences [2].

Bibliographie

- [1] Aline Belloni, Alain Berger, Olivier Boissier, Grégory Bonnet, Gauvain Bourgne, Pierre Antoine Chardel, Jean-Pierre Cotton, Nicolas Evreux, Ganascia Jean-Gabriel, Philippe Jaillon, Bruno Mermet, Gauthier Picard, Bernard Rever, Gaële Simon, Thibault De Swarte, Catherine Tessier, François Vexler, Robert Voyer, and Antoine Zimmermann. Dealing With Ethical Conflicts In Autonomous Agents And Multi-Agent Systems. In *1st International Workshop on Artificial Intelligence and Ethics at the 29th AAAI Conference on Artificial Intelligence*, Austin, United States, emse-01099705, January 2015.
- [2] Damien Bigot, Hélène Fargier, Jérôme Mengin, and Bruno Zanuttini. Probabilistic Conditional Preference Networks. In *Proc. 29th Conference on Uncertainty in Artificial Intelligence (UAI 2013)*, pages –, United States, hal-00944185, July 2013.
- [3] Quentin Cohen-Solal, Maroua Bouzid, and Alexandre Niveau. An algebra of granular temporal relations. In *Proc. 24th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2105)*.
- [4] Laëtitia Matignon, Laurent Jeanpierre, and Abdel-illah Mouaddib. Distributed Value Functions for Distributed Decision Makers Coordination. In *International Joint Conference on Autonomous Agent and MultiAgent systems (AAMAS)*, pages –, Valencia, Italy, hal-00969560, 2012.
- [5] Bruno Mermet and Gaële Simon. GDT4MAS : a formal model and language to specify and verify agent-based complex systems. *Studia Informatica Universalis*, 10 :5–32, hal-00956412, 2012.
- [6] Laurie Serrano, Thierry Charnois, Stephan Brunessaux, Bruno Grilheres, and Maroua Bouzid. Combinaison d’approches pour l’extraction automatique d’événements. In *19e conférence sur le Traitement Automatique des Langues Naturelles (TALN 2012)*, pages 423–430, Grenoble, France, hal-00961018, 2012.
- [7] Anne-France Viet, Laurent Jeanpierre, Maroua Bouzid, and Abdel-illah Mouaddib. Using Markov Decision Process to define an adaptive strategy to control the spread of an animal disease. *Computers and Electronics in Agriculture*, 80 :71–79, hal-00965368, 2012.

Équipe MAD (Modélisation des Agro-écosystèmes et Décision) et Plate-forme RECORD— Unité INRA-MIAT

Contacts

Régis Sabbadin Regis.Sabbadin@toulouse.inra.fr,
 Equipe MAD, Unité INRA-MIAT
 Hélène Raynal Helene.Raynal@toulouse.inra.fr,
 Plate-forme RECORD, Unité INRA-MIAT
<https://carlit.toulouse.inra.fr/wikiz/index.php/>
 Catégorie: MAD
<http://www.inra.fr/record>

Participants :

- Chercheurs et ingénieurs : E. Casellas, P. Chabrier, S. Couture, M.-J. Cros, C. Delmas, N. Dubois-Peyrard, R. Faivre, S. Jasson, R. Martin-Clouaire, V. Picheny, G. Quesnel, H. Raynal, N. Rousse, R. Sabbadin et R. Trepos.
 - Doctorants et post-doctorants : A. Albore, C. Daydé, C. Herbez et J. Radoszycki.
-

Introduction

Les activités de recherche de l'équipe MAD portent sur le développement de méthodes mathématiques, statistiques et informatiques pour l'analyse et la conduite des agro-écosystèmes. Nos travaux s'articulent de manière cohérente autour de la modélisation, la simulation, l'exploration et l'optimisation de systèmes dynamiques représentant des agro-écosystèmes pilotés. Ces systèmes sont définis par l'interaction entre des activités agricoles et des ressources naturelles ou biologiques, aux échelles de la parcelle, de l'exploitation agricole ou du territoire. La conduite est étudiée de la décision individuelle à la gestion collective, pour des horizons temporels allant de la journée à plusieurs décennies.

Nos travaux méthodologiques reposent sur des collaborations finalisées avec des équipes de recherche en agronomie, écologie, épidémiologie, sylviculture, etc. dont les problématiques portent sur les organisations et modes de gestion innovants des agro-écosystèmes face au contexte actuel de changement global (démographie, climat, etc.). Nos productions prennent la forme de publications scientifiques, d'ouvrages de synthèse, de supports de cours ou encore de logiciels.

La plate-forme RECORD est dédiée à la construction et à la simulation informatique des modèles d'agro-

écosystèmes. Elle est ouverte à l'INRA et à ses partenaires. L'équipe est chargée d'assurer la gestion opérationnelle de la plate-forme et à ce titre ses activités se déclinent suivant quatre domaines : maintenance, formation et support, participation à des projets scientifiques et animation de la communauté RECORD. L'équipe a de multiples partenaires, cependant elle a un lien privilégié avec l'équipe MAD avec laquelle elle travaille en synergie pour mettre à disposition la suite logicielle de la plate-forme ainsi que différentes méthodes pour la construction, la simulation et l'analyse des modèles. La gamme des projets mobilisant la plate-forme est relativement étendue, en particulier en terme de finalités. RECORD est utilisée par les scientifiques comme un outil aidant à la compréhension d'un système complexe tel qu'un agro-écosystème. La plate-forme peut aussi être utilisée pour le développement d'outils d'aide à la décision à finalité opérationnelle. Dans la suite, nous décrivons quelques « projets » en cours ou récents de l'équipe MAD et de la plate-forme RECORD autour de diverses thématiques « IA pour la Décision ».

Modélisation de la décision

Conception participative

Forts du constat des résultats mitigés des approches de type « aide à la décision » qui ont été en vogue dans la recherche agronomique depuis les années 90, nous développons des approches conçues d'emblée pour l'apprentissage et la conception. Le problème de conception de systèmes de production agricoles a fait l'objet de plusieurs articles d'analyse du problème et d'approches de conception participative visant une résolution collective intégrant des sources de connaissances diverses (scientifiques et empiriques) [9]. Des développements originaux ont été réalisés dans le cadre de la thèse de Marion Sautier [16] et du projet FARMATCH (voir plus loin).

Décision en rationalité limitée

Une thèse intitulée « Modélisation du processus de prise de décision opérationnelle en gestion de production agricole : une approche fondée sur la rationalité limitée » a démarré à l'automne 2013 [7]. L'objet de la thèse est d'approfondir l'étude scientifique des processus cognitifs de raisonnement de l'action par les agriculteurs en s'ap-

puyant sur des approches semi-qualitatives de psychologie cognitive (e.g. « naturalistic decision-making ») et des modèles cognitifs d’agents, dits de « practical reasoning » dont les BDI.

Exemple de projet : Le projet FARMATCH

Le projet FARMATCH s’intéresse au besoin de reconception de systèmes d’élevage, induit par le changement climatique. Les apports concernent la nature des connaissances scientifiques qui peuvent être fournies pour nourrir la réflexion (il faut trouver le compromis entre richesse, réalisme et intelligibilité) et la décomposition du processus de conception participative en plusieurs étapes permettant de maîtriser la complexité du problème [16].

Planification dans l’incertain

Planification et simulation

Cet axe de recherche dérive des travaux de l’équipe sur la modélisation de stratégies de conduite de systèmes agricoles. Il se situe à l’intersection entre la recherche opérationnelle, la planification continue et la simulation informatique. Il a pour objectif de concevoir des modèles de décision opérant dans des environnements dynamiques et incertains. Dans [1], nous proposons le cadre Safihr (Simulation-based Architecture For Interleaving Heterogeneous decisions in Real world problems) pour développer des modèles basés sur l’interaction entre modules de décision en cours de simulation. Ce cadre se base sur des algorithmes de simulation de plans introduisant des opérateurs d’ordonnancement, de planification et de re-planification. Le module de résolution par satisfaction de contraintes pondérées proposé dans Safihr [1] a été utilisé pour la résolution du problème d’allocation de cultures dans une exploitation agricole. D’autres modules proposent des algorithmes et des heuristiques pour résoudre des problèmes de gestion de ressources à court et moyen termes.

Décision spatialisée

Cette thématique, à l’intersection des statistiques spatiales et de l’intelligence artificielle a pour objectif de proposer des modèles et des algorithmes de résolution approchée pour des problèmes de décision séquentielle dans l’incertain en contexte structuré (structuration spatiale, « trophique », épidémiologique...) dont la taille rend inapplicables les outils de résolution classiques.

8. <http://www7.inra.fr/mia/T/GMDPtoolbox>

Nous avons développé deux familles d’outils méthodologiques pour l’optimisation approchée de problèmes conduisant à des processus décisionnel de Markov factorisés de très grande taille, en exploitant des propriétés de factorisation des probabilités de transition, des fonctions de récompense et des politiques. Les algorithmes développés combinent l’approximation variationnelle avec une approche d’itération de la politique⁸ (cadre PDMG, [15]) ou avec de l’optimisation continue (cadre PDMF³, [14]). Ces approches sont les seules de la littérature à pouvoir traiter des problèmes à 2500 variables d’états (binaires) et 2100 variables d’actions (binaires).

Nous avons également abordé le problème de l’échantillonnage pour la cartographie comme un problème d’échantillonnage dans les champs de Markov et nous avons proposé deux heuristiques pour l’échantillonnage adaptatif, l’une basée sur une approximation du modèle de transition du PDM associé [10] et l’autre sur de l’apprentissage par renforcement [4]. Nous étudions actuellement la portabilité de ces algorithmes d’échantillonnage adaptatif sur un drone autonome programmable [2].

Ces développements méthodologiques sont motivés par des questions finalisées en agronomie ou en écologie comme la gestion des espèces adventices [14], la cartographie des espèces adventices [4] ou encore la conservation d’espèces menacées en contexte incertain [6, 11].

Exemple de projet

Le projet AGROBIOSE (Biodiversité et services écosystémiques en agro-écosystèmes céréaliers intensifs, ANR, 2014-2017) regroupe des équipes de recherche de l’INRA, du CNRS, de l’Université Avignon et Pays du Vaucluse, et de l’ONCFS. L’équipe MAD est impliquée dans le développement de modèles de dynamiques d’adventices à l’échelle du paysage et dans l’utilisation de ces modèles pour la conception par optimisation de stratégies de gestion de services écosystémiques rendus par les espèces adventices à l’échelle du paysage.

Simulation d’agro-écosystèmes pilotés

Cadre de simulation VLE et plate-forme RECORD

Nous cherchons à développer, autour de la théorie de la modélisation, de la simulation, de l’analyse et de l’optimisation de modèles par simulation numérique, des méthodologies pour la conception de multi-modèles, la simulation et l’optimisation de systèmes complexes.

La théorie de la modélisation et de la simulation (TMS) et le formalisme Discrete Event System specification (DEVS) sont utilisés pour mettre en perspective les aspects hétérogènes et multi-échelles de l'activité de modélisation de systèmes complexes. Nos travaux d'extension du formalisme DEVS s'inscrivent dans le cadre de la multi-modélisation, au sens de la coopération de modèles hétérogènes : interaction entre des processus discrets et continus multi-échelles au sein de systèmes spatio-temporels. Nos travaux nous ont conduit à étendre le formalisme DEVS avec un cadre d'observation [12, 13] et à gérer la notion de dépendance entre les modèles. Nous avons également proposé [8] une spécification des modèles de simulation de systèmes complexes. Ces travaux sont diffusés par le biais du logiciel Virtual Laboratory Environment⁹ (VLE) [13]. VLE est aujourd'hui au cœur de plusieurs projets de multi-modélisation, de simulation et de décision, notamment le logiciel utilisé par la plate-forme RECORD [3].

Exemples de projets

Dans le cadre du projet ANR Archidémio [5], un modèle de diffusion d'une épidémie de mildiou dans une parcelle de pommes-de-terre a été réalisé. Le modèle en question utilise une représentation physique très fine illustrant tous les aspects de nos travaux en simulation.

Le projet AICHA (Adaptation of Irrigated agriculture to climate CHAnge, 2012-2016) s'inscrit dans le cadre de collaborations existant depuis plusieurs années entre l'INRA et des instituts de recherche Indiens. Il est cofinancé par le Centre indo-français pour la promotion de la recherche avancée (IFCPAR/CEFIPRA) et l'INRA. Ce projet de recherche pluridisciplinaire vise à développer un modèle intégrant les dimensions agronomie, hydrologie et économie pour analyser l'impact du changement climatique sur les eaux souterraines et l'agriculture irriguée de l'Inde du Sud (Bassin de Berambadi). L'équipe RECORD a été sollicitée sur la tâche de conception, de développement et de mise en œuvre du modèle intégré¹⁰.

Le Projet Collecto (2010-2011) a permis de construire un outil d'aide à la décision destiné aux organismes de collecte de cultures oléagineuses (par exemple, les coopératives agricoles). C'est une application intégrée, mobilisant les fonctionnalités logicielles de VLE et RECORD (ex : couplage de modèles, modélisation de la décision, fonctionnalités web ...) et sa bibliothèque de modèles (en particulier le modèle de culture Sunflo, mis au point par le Cetiom et l'Inra). Collecto résulte des travaux de re-

cherche de l'Unité Mixte Technologique « Tournesol », qui a étudié, dans une approche agronomique systémique, les interactions entre le choix des variétés, le milieu (caractéristiques du sol, climat) et les pratiques culturales.

Bibliographie

- [1] Akplogan, M., De Givry, S., Metivier, J.-P., Quesnel, G., Joannon, A., Garcia, F. (2013). Solving the crop allocation problem using hard and soft constraints. *RAIRO Recherche Opérationnelle*, 47 (2), 151-172.
- [2] Albore, A., Peyrard, N., Sabbadin, R., Teichteil-Königsbuch, F. (2015). An Online Replanning Approach for Crop Fields Mapping with Autonomous UAVs. 25th International Conference on Automated Planning and Scheduling (ICAPS'15), Jerusalem, Israel.
- [3] Bergez, J.-E., Chabrier, P., Gary, C., Jeuffroy, M.-H., Makowski, D., Quesnel, G., Ramat, E., Raynal, H., Rouse, N., Wallach, D., Debaeke, P., Durand, P., Duru, M., Dury, J., Faverdin, P., Gascuel-Oudou, C., Garcia, F. (2013). An open platform to build, evaluate and simulate integrated models of farming and agro-ecosystems. *Environmental Modelling and Software*, 39, 39-49.
- [4] Bonneau, M., Peyrard, N., Sabbadin, R. (2012). A reinforcement-learning algorithm for sampling design in Markov random fields. 20th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'12), Montpellier.
- [5] Casadebaig, P., Quesnel, G., Langlais, M., Faivre, R. (2012). A generic model to simulate air-borne diseases as a function of crop architecture. *Plos One*, 7 (11), 1-12.
- [6] Chadès, I., Carwardine, J., Martin, T. G., Nicol, S., Sabbadin, R., Buffet, O. (2012). MOMDPs : a solution for modelling adaptive management problems. Presented at the Twenty-Sixth AAAI Conference (AAAI'12), Toronto.
- [7] Daydé, C., Couture, S., Garcia, F., Martin-Clouaire, R. (2014). Investigating operational decision-making in agriculture. In : Proceedings of the 7th International Congress on Environmental Modelling and Software (IEMS'14), June 15-19, San Diego, California, USA.
- [8] Duboz, R., Bonté, B., Quesnel, G. (2012). Vers une spécification des modèles de simulation de systèmes complexes. *Studia Informatica Universalis*, Vol. 10 (no. 1), 07-37.
- [9] Martin, G., Martin-Clouaire, R., Duru, M. (2013). Farming system design to feed the changing world. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33 (1), 131-149.
- [10] Peyrard, N., Sabbadin, R., Spring, D., Brook, B., Mac Nally, R. (2013). Model-based adaptive spatial sampling for occurrence map construction. *Statistics and Computing*, 3 (1), 29-42.

9. <http://www.vle-project.org>

10. <http://ambhas.com/aicha-main/>

- [11] Probert, W., Sabbadin, R., Peyrard, N., MacDonald-Madden, E. (2012). Computational issues surrounding the dynamic optimisation of management of an ecological food web. 20th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'12) : Workshop AIGM, Montpellier.
- [12] Quesnel, G., Duboz, R., Ramat, E. (2009), The Virtual Laboratory Environment – An operational framework for multi-modelling, simulation and analysis of complex dynamical systems. Simulation Modelling Practice and Theory, Vol. 17, 641-653.
- [13] Quesnel, G., Ramat, E., Soulié, J.-C., Duvivier, D., Duboz, R. (2012). Virtual Laboratory Environment. Un environnement de multimodélisation et de simulation de systèmes complexes. Studia Informatica Universalis, Vol. 10 (no. 1), 205-234.
- [14] Radoszycki, J., Peyrard, N., Sabbadin, R. (2014). Finding good stochastic factored policies for factored Markov decision processes. 21st European Conference on Artificial Intelligence (ECAI'14), Prague, CZE.
- [15] Sabbadin, R., Peyrard, N., Forsell, N. (2011). A framework and a mean-field algorithm for the local control of spatial processes. International Journal of Approximate Reasoning, 53 (1), 66-86.
- [16] Sautier, M., Piquet, M., Duru, M., Martin-Clouaire, R. (2014). A sequential participatory approach to adapt livestock systems to climate change. In : Proceedings of the 7th International Congress on Environmental Modelling and Software (IEMS'14), June 15-19, San Diego, California, USA.

Équipe SDC (Systèmes Décisionnels et Cognitifs) - LGP - INP-ENIT

Contact

Laurent Geneste (laurent.geneste@enit.fr) - Equipe Systèmes Décisionnels et Cognitifs (SDC), Laboratoire Génie de Production (LGP), Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées, INP-ENIT, Tarbes

Introduction

L'équipe SDC est composée de 11 enseignants chercheurs permanents :

- 4 Professeurs : L. Geneste, B. Grabot, D. Noyes, F. Pères
- 7 Maîtres de Conférences : C. Béler, P. Clermont, T. Coudert, F. Garcia, R. Houé, B. Kamsu-Foguem, A. Tchangani

L'équipe comprend aussi en moyenne une dizaine de doctorants.

Initialement orientée vers l'amélioration des performances des systèmes de production (en planification, pilotage et sûreté de fonctionnement en particulier), l'équipe s'est progressivement recentrée vers l'aide à la décision puis, en amont, sur l'extraction, la structuration et la réutilisation des connaissances pour l'aide à la décision, dans différents domaines qui incluent les systèmes de production (gestion des chaînes logistiques, gestion d'atelier, maintenance) mais ne s'y limitent pas (voir nos récents

travaux sur l'aide à la décision pour le secours en montagne, ou la gestion des risques liés aux catastrophes naturelles, tremblement de terre et crues en particulier). Le constat effectué lors d'études menées avec des partenaires industriels avait en effet été que le premier problème à traiter concernait souvent un manque de formalisation des connaissances permettant de préparer la prise de décision. Dans le domaine de la structuration des connaissances, l'équipe a développé une compétence spécifique sur le retour d'expérience et la résolution de problèmes à base de retour d'expérience.

Positionnement de l'équipe

Les activités de recherche menées dans l'équipe SDC concernent la définition et l'évaluation de modèles, d'outils et de méthodologies destinés à l'amélioration du fonctionnement des systèmes sociotechniques par la mobilisation de leur patrimoine immatériel (informations, expériences, connaissances, compétences). Ces systèmes font intervenir simultanément des acteurs humains et un ensemble de ressources technologiques. Ils ont plusieurs caractéristiques qui, réunies, contribuent à leur spécificité :

- ils sont complexes, notamment en raison des interactions multiples entre les éléments hétérogènes qui les composent,
- ils sont distribués, souvent répartis sur plusieurs sites géographiquement éloignés, mais leur activité doit être coordonnée,

- une part importante de leur valeur ajoutée est liée à la mise en œuvre, à la préservation et au développement de leur capital immatériel,
- leur structure est dynamique : l’organisation par processus et par projet, omniprésente, implique une capacité de recomposition dynamique de ces systèmes pour s’adapter à leur environnement,
- l’incertitude est une caractéristique essentielle de ces systèmes : elle est présente à la fois dans le fonctionnement du système technologique (défaillances, fluctuations de l’environnement...) et dans l’expertise et les attitudes des acteurs (connaissance incomplète ou partiellement explicite, incohérence des objectifs, indécision).

Les travaux en cours sont appliqués principalement dans le secteur industriel (aéronautique, transport, industrie manufacturière, bâtiment et travaux publics) mais plusieurs actions se situent dans le domaine sociétal (santé, sécurité). Les développements peuvent concerner des produits, des projets ou des organisations sur l’ensemble du cycle de vie de l’entité considérée.

Exemples de recherches menées

Réutilisation d’acquis en conception de systèmes

Dans un contexte de concurrence accrue, les impératifs économiques rendent indispensables la maîtrise et l’optimisation des démarches de conception de produits, en particulier en cas de haut niveau de complexité technique et d’exigence forte de fiabilité. Des gains en effort et temps de cycle peuvent être obtenus par une meilleure intégration des processus industriels support. Une analyse des pratiques courantes actuelles dans ces domaines a ainsi mis en évidence le besoin de rapprocher les deux processus de conception de produit et d’organisation de projet, sur un plan méthodologique comme sur les outils support [6]. Les contributions de l’équipe SDC ont porté plus spécifiquement sur la définition d’un mécanisme de représentation des connaissances liées aux systèmes conçus à l’aide d’une ontologie où chaque concept est enrichi d’un ensemble de contraintes (au sens des CSP) dans le modèle taxonomique et sur la proposition de mécanismes de capitalisation/réutilisation des caractéristiques des systèmes déjà conçus [8]. Nous nous sommes aussi intéressés au problème de couplage entre connaissances générales et connaissances contextualisées. Nous avons proposé un mécanisme d’aide à la décision dans lequel l’exploitation de la connaissance générale est effectuée à l’aide d’un moteur de filtrage de contraintes, tandis que l’exploitation de la connaissance contextuelle repose sur des principes issus

du raisonnement à partir de cas et du data-mining. Une contrainte dite “contextuelle” correspond ainsi au paramétrage d’une contrainte classique en fonction du contexte dans lequel celle-ci doit être filtrée. Suivant le niveau de confiance caractérisant la connaissance contextuelle, cette contrainte pourra soit être propagée de manière autonome dans le moteur de filtrage soit être utilisée pour fournir une forme de conseil à l’utilisateur du système d’aide.

Retour d’expérience en résolution de problèmes

La résolution des problèmes complexes dans les entreprises, en vue de l’amélioration continue des produits et des processus, nécessite souvent des efforts considérables et implique des acteurs très divers (en particulier des experts). Si des processus normalisés de résolution de problèmes sont désormais très répandus, notamment dans les grands groupes, la réutilisation des acquis de l’expérience en résolution de problème reste souvent faiblement instrumentée. Sur la base de ce constat, l’équipe SDC réalise des travaux visant à améliorer la réutilisation des expériences de résolution de problème. Un processus de Retour d’Expérience (REx) est une représentation générique focalisée sur l’acquisition des connaissances des experts en phase de résolution de problème et sur la réutilisation de ces connaissances pour résoudre ou éviter de nouveaux problèmes. Les contributions sur cette problématique touchent en particulier la représentation des différentes composantes d’une expérience, l’instrumentation des processus de capitalisation et d’exploitation, et la formalisation de mécanismes de recherche d’expérience et de mécanismes de réutilisation d’analyses expertes. Des modèles basés sur l’utilisation de taxonomies de concepts pour faciliter la recherche des expériences et la réutilisation de l’analyse ont été élaborés et évalués. D’autres recherches ont porté sur la visualisations de règles obtenues après “data-mining” sur des bases de données capitalisant les actions passées [7].

Collaboration dans les chaînes logistiques

Dans les chaînes logistiques, le souci de performance locale d’un partenaire peut remettre en cause la performance globale de la chaîne. Pour aborder ce problème, un modèle de négociation intégrant des comportements individuels a été proposé, basé sur la méthode MRP2 [1, 2]. Une méthodologie visant à étendre les processus de résolution de problème et de retour d’expérience à l’ensemble d’une chaîne logistique a été proposée intégrant les aspects techniques (processus, outils) mais aussi certains aspects liés aux acteurs (constitution d’équipe de résolution, degré de collaboration) [9]. Le projet SYGEO,

financé par le Ministère de l'Industrie, mené avec des chercheurs en “Information et Communication” (CER-TOP) et avec des gestionnaires, a d'autre part permis d'analyser le rôle émergent des technologies du “Web 2.0” dans la formalisation et le partage de connaissances en vue de faciliter la collaboration entre partenaires, plus particulièrement au sein des ERP. Ce projet a permis d'entamer, avec SAP France, une collaboration sur ce sujet autour de l'ERP « Business by Design » [3].

Mécanismes de coordination des acteurs et décision multicritère

L'existence de plusieurs acteurs dans un processus de décision impose de disposer de mécanismes de coordination pour arriver à une solution finale acceptable par tous. Suivant la nature du problème de décision (choix collectif ou décision stratégique) nous nous sommes appuyés sur la théorie du choix social ou la théorie des jeux pour définir un cadre de résolution tenant compte des interactions entre acteurs, par exemple dans le cadre de la maintenance [5]. A cet effet, nous avons introduit et formalisé les notions de concordance et de discordance, de voisinage au sens de “proximité de vision” et de préférences des acteurs impliqués dans le processus. Un cadre de recherche des attributs ou critères des différentes alternatives de décision a été établi à partir des notions de supportabilité et de rejetabilité des attributs par rapport aux objectifs poursuivis par les acteurs [10].

Amélioration de la qualification et de la quantification des risques

Dans le contexte actuel de spécialisation des entreprises, les chaînes logistiques manufacturières (aéronautiques, électroniques, automobiles...) s'étendent et se morcellent, tout en intégrant des entreprises de taille et de culture très différentes. Cette évolution se traduit par l'apparition de différents types de risques qui ne sont encore qu'imparfaitement identifiés et pris en compte : risques liés aux protocoles de coopération dans la chaîne, aux spécificités de chaque partenaire, à l'environnement de la chaîne (changements sur le marché ou des acteurs extérieurs à la chaîne) ou encore aux modalités d'échange d'informations et de connaissances. Nous avons exploré l'utilisation de la théorie des possibilités pour modéliser la connaissance experte portant sur l'incertitude de la demande au niveau de deux phases importantes de la planification d'une chaîne logistique : le plan directeur de production (avec l'IRIT) et le calcul des besoins/plan de charge. Dans ce contexte, nous avons formalisé et modélisé au moyen d'ensembles flous (théorie des possibilités)

les risques identifiés, puis proposé, testé et validé des mécanismes de propagation de l'incertitude liée aux risques dans la planification des différents maillons d'une chaîne logistique [4]. L'évaluation du risque repose souvent sur la capacité à représenter les incertitudes aléatoires et épistémiques puis à propager ces incertitudes de manière à proposer, après inférence, des indicateurs dans lesquels le degré d'incertitude sur les indicateurs apparaît explicitement. Nous avons proposé un modèle d'évaluation des risques fondé sur des méthodes bayésiennes. Cette représentation ayant montré des limites, en particulier en ce qui concerne la modélisation de l'incertitude épistémique inhérente aux connaissances d'experts, nous avons étudié une solution alternative exploitant le modèle des fonctions de croyance et les réseaux évidentiels dirigés. Des indicateurs permettant la restitution des résultats au décideur ont été explicités. Enfin, différents travaux ont été réalisés sur l'articulation entre le retour d'expérience et l'évaluation du risque. En effet, la capitalisation des retours d'expérience, en particulier ceux relatifs aux problèmes, constitue un ensemble de connaissances qui peuvent être mobilisées afin de mieux cerner les risques pour une activité future. Cette approche a été développée dans le cadre du projet STIPP dont l'objectif d'améliorer la prévention des risques dans les Pyrénées mais aussi en vue de l'instrumentation du processus de réponse aux appels d'offre (PRAO) permettant au maître d'œuvre de conduire efficacement ce processus en minimisant les risques encourus.

Vulnérabilité des structures, réseaux ou organisations

Un réseau est généralement considéré comme un ensemble interconnecté, fait de composants et de leurs interrelations, autorisant la circulation en mode continu ou discontinu de flux matériels ou immatériels. La notion de réseau revêt un double intérêt dans l'étude des problèmes en lien avec la gestion des risques : d'une part, parce que ce type de structure est souvent très présente dans la vue produit (réseau de câbles dans un véhicule par exemple) et, d'autre part, parce qu'on la retrouve très souvent dans des approches systémiques (réseaux de communication, d'énergie, de transport). Dans le travail que nous conduisons, le réseau est à la fois un élément fonctionnel participant à la mission globale du produit ou du système et un vecteur par lequel transitent des flux informationnels ou physiques en lien avec des actions de prévention d'événements redoutés, de correction de défaillances ou de gestion de crise. Nous avons dans ce contexte étudié la vulnérabilité des réseaux face aux catastrophes naturelles. L'objectif principal de ces travaux est l'analyse des réseaux interdépendants, en vue de

modéliser les connaissances permettant de quantifier la vulnérabilité et le risque. Les concepts de « Système » et de « Composant critique » ont été définis et une approche de modélisation des réseaux proposée. Cette modélisation, compatible avec la théorie des graphes, est basée sur l'analyse des interdépendances et des influences du milieu extérieur. Une démarche pour quantifier la vulnérabilité et le risque a également été introduite. Celle-ci se décline en plusieurs étapes intégrant une analyse qualitative et quantitative.

Projets

Ces études se sont souvent déroulées au cours de projets partenariaux impliquant académiques et industriels. On peut noter dans les dernières années :

- ATLAS, ANR, 2008-2011, Réutilisation des acquis de conception de systèmes pour faciliter le couplage entre conception de système et la conduite de projet,
 - Hélimaintenance, FUI, 2008-2011, Hybridation de techniques de propagation de contraintes (CSP) et de raisonnement à partir de cas (CBR) pour l'aide à la maintenance d'hélicoptères,
 - 2PI-MCO, FUI, 2013-2016, Amélioration de la Productivité des PME en Ingénierie Électrique pour une Maintenance et une Conception Optimisées,
 - SYGEO, DGCIS, 2009-2011, Environnement de développement d'ERP de nouvelle génération basé sur les réseaux sociaux,
 - DIAGNOSTAT, FUI, 2008-2011, Développement d'une méthodologie de diagnostic précoce des pièces d'aéronefs en fin de vie,
 - STIPP, INTERREG IV, 2009-2012, définition d'un processus et d'outils de retour d'expérience et d'évaluation des risques adaptés pour les activités de montage,
- Deux logiciels sous licences libres sont aussi diffusés :
- GEO-C : logiciel de gestion opérationnelle des compétences ([Site web](#))
 - ProWhy : logiciel de résolution de problèmes ([Site web](#)).

Bibliographie

- [1] F. Galasso, C. Mercé, B. Grabot. Decision support framework for supply chain planning with flexible demand. *International Journal of Production Research*, vol. 47 (n° 2), pp. 455-478, 2009.
- [2] R. Guillaume, C. Thierry, B. Grabot. Modelling of ill-known requirements and integration in production planning. *Production Planning and Control*, vol. 2 (n° 4), pp. 336-352, 2011.
- [3] B. Grabot, A. Mayère, F. Lauroua, R. Houé. ERP 2.0, what for and how? *Computers in Industry*, vol. 65(n° 6), pp. 976-1000, 2014.
- [4] R. Guillaume, B. Grabot, C. Thierry. Management of the risk of backorders in a MTO-ATO / MTS context under imperfect requirements. *Applied Mathematical Modelling*, vol. 37 (n° 16-17), pp. 8060-8078, 2013.
- [5] B. Kamsu Foguem, D. Noyes. Graph-based reasoning in collaborative knowledge management for industrial maintenance. *Computers in Industry*, vol. 64, pp. 998-1013, 2013.
- [6] P. Pitiot, T. Coudert, L. Geneste, C. Baron. Hybridation of Bayesian networks and evolutionary algorithms for multi-objective optimization in an integrated product design and project management context, *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, vol. 23 (n° 5). pp. 830 - 843, 2010.
- [7] P. Potes Ruiz, B. Kamsu Foguem, D. Noyes. Knowledge reuse integrating the collaboration from experts in industrial maintenance management. *Knowledge-Based Systems*, vol. 50, pp. 171-186, 2014.
- [8] J. Romero, T. Coudert, E. Vareilles, L. Geneste, M. Aldanondo, J. Abeille. Case-based reasoning and system design : An integrated approach based on ontology and preference modeling. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, vol. 28 (n° 1). pp. 49-69, 2014.
- [9] A. Seguy, D. Noyes, P. Clermont. Characterisation of collaborative decision making processes. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, vol. 23 (n° 11), pp.1046-1058, 2010.
- [10] A.P. Tchangani. Considering Bipolarity of Attributes with regards to Objectives in Decisions Evaluation. *Inzinerine Ekonomika - Engineering Economics*, vol. 21 (n° 5), pp. 475-484, 2010.

Résumés de thèses et d'HDR

Visual Observation of Human Emotions

Varun Jain

Thèse de Doctorat

Soutenue le 30 Mars 2015

Laboratoire d'Informatique de Grenoble

Jury : Mme. Elisabeth ANDRÉ, Professeur, Universität Augsburg, Rapporteur
 Mme. Laurence DEVILLERS, Professeur, LIMSI-CNRS/Université Paris-Sorbonne, Rapporteur
 M. Mohamed CHETOUANI, Professeur, Université Pierre et Marie Curie, Examinateur
 Mme. Sylvie PESTY, Professeur, Université Pierre Mendès-France, Président
 M. James L. CROWLEY, Professeur, Institut Polytechnique de Grenoble, Directeur de thèse
 M. Augustin LUX, Professeur, Institut Polytechnique de Grenoble, Co-Directeur de thèse

Résumé : In this thesis we focus on the development of methods and techniques to infer affect from visual information. We focus on facial expression analysis since the face is one of the least occluded parts of the body and facial expressions are one of the most visible manifestations of affect. We explore the different psychological theories on affect and emotion, different ways to represent and classify emotions and the relationship between facial expressions and underlying emotions.

We present the use of multiscale Gaussian derivatives as an image descriptor for head pose estimation, smile detection before using it for affect sensing. Principal Component Analysis is used for dimensionality reduction while Support Vector Machines are used for classification and regression. We are able to employ the same, simple and effective architecture for head pose estimation, smile detection and affect sensing. We also demonstrate that not only do multiscale Gaussian derivatives perform better than the popular Gabor Filters but are also computationally less expensive to compute.

While performing these experiments we discovered that multiscale Gaussian derivatives do not provide an appropriately discriminative image description when the face is only partly illuminated. We overcome this problem by combining Gaussian derivatives with Local Binary Pattern (LBP) histograms. This combination helps us

achieve state-of-the-art results for smile detection on the benchmark GENKI database which contains images of people in the "wild" collected from the internet. We use the same description method for face recognition on the CMU-PIE database and the challenging extended YaleB database and our results compare well with the state-of-the-art. In the case of face recognition we use metric learning for classification, adopting the Minkowski distance as the similarity measure. We find that L1 and L2 norms are not always the optimum distance metrics and the optimum is often an L_p norm where p is not an integer.

Lastly we develop a multi-modal system for depression estimation with audio and video information as input. We use Local Binary Patterns - Three Orthogonal Planes (LBP-TOP) features to capture intra-facial movements in the videos and dense trajectories for macro movements such as the movement of the head and shoulders. These video features along with Low Level Descriptor (LLD) audio features are encoded using Fisher Vectors and finally a Support Vector Machine is used for regression. We discover that the LBP-TOP features encoded with Fisher Vectors alone are enough to outperform the baseline method on the Audio Visual Emotion Challenge (AVEC) 2014 database. We thereby present an effective technique for depression estimation which can be easily extended for other slowly varying aspects of emotions such as mood.

Vers des Interactions Homme-Agent Adaptées à l'Humain

Alexandre Pauchet

Habilitation à Diriger des Recherches

Soutenue le 19 Mars 2015

Laboratoire d'Informatique, du Traitement de l'Information et des Systèmes (LITIS)

Jury : Mme Catherine PELACHAUD, Directeur de Recherche, Telecom ParisTech, Rapporteur
 Mme Catherine GARBAY, Directeur de Recherche, LIG, Rapporteur
 M. Roger NKAMBOU, Professeur titulaire, UQÀM, Rapporteur
 M. Jean-Claude MARTIN, Professeur des Universités, LIMSI-CNRS, Président

M. Bruno CRÉMILLEUX, Professeur des Universités, GREYC, Examineur

M. Thierry LECROQ, Professeur des Universités, LITIS, Directeur

M. Laurent VERCOUTER, Professeur des Universités, LITIS, Co-Directeur

Résumé : L'objectif de ces travaux est de concevoir des modèles d'interaction homme-agent adaptée à l'humain. L'interaction peut ainsi être ajustée à chaque catégorie d'utilisateur, selon le contexte mais avec une restriction à une tâche donnée. Une approche orientée expérimentations et données a été adoptée, s'appuyant sur la collecte et l'analyse de corpus. Il s'agit d'utiliser des techniques d'extraction d'informations pour la modélisation d'interactions dialogiques homme-agent.

Un corpus d'interactions dialogiques subit tout d'abord une étape d'annotation automatique, effectuée en utilisant des méthodes d'apprentissage. Un focus particulier est porté sur la reconnaissance d'émotions et de valence dans des énoncés textuels ou multimodaux. Les dialogues sont représentés sous la forme de tableaux d'annotations et l'interaction est formalisée par motifs dialogiques. Plusieurs méthodes d'extraction de motifs dialogiques par alignement de tableaux, ainsi que des algorithmes de partitionnement de graphes permettant de constituer une bibliothèque de motifs dialogiques, ont été proposés.

D'un point de vue applicatif, cette méthodologie a été mise en œuvre sur deux corpus différents. Un ensemble de dialogues de narration parent-enfant a ainsi été analysé, et les motifs dialogiques extraits ont été intégrés à un prototype d'ACA narrateur affectif. Dans le domaine des agents assistants, les bases d'un modèle de dialogue pour un agent d'initiative mixte ont été posées, avec pour objectif d'assister l'utilisateur lors une recherche d'information. Les motifs d'interaction sont ici représentés sous la forme de jeux de dialogue.

Motion-Sound Mapping by Demonstration

Jules Françoise

Thèse de Doctorat

Soutenue le 18 mars 2015

Université Pierre et Marie Curie

Institut de Recherche et Coordination

Accoustique/Musique (IRCAM)

Jury : Catherine ACHARD, Examinatrice, Université Pierre et Marie Curie

Thierry ARTIÈRES, Directeur de thèse, Université Pierre et Marie Curie

Frédéric BEVILACQUA, Directeur de thèse, Ircam

Olivier CHAPUIS, Examineur, Université Paris-Sud

Thierry DUTOIT, Rapporteur, Université de Mons

Rebecca FIEBRINK, Examinatrice, Goldsmith University of London

Sergi JORDÀ, Examineur, Universitat Pompeu Fabra

Marcelo WANDERLEY, Rapporteur, McGill University

Résumé : Le design du mapping (ou couplage) entre mouvement et son est essentiel à la création de systèmes interactifs sonores et musicaux. Cette thèse propose une approche appelée mapping par démonstration qui permet aux utilisateurs de créer des interactions entre mouvement et son par des exemples de gestes effectués pendant l'écoute. L'approche s'appuie sur des études existantes en perception et cognition sonore, et vise à intégrer de manière plus cohérente la boucle action-perception dans le design d'interaction. Le mapping par démonstration est un cadre conceptuel et technique pour la création d'interactions sonores à partir de démonstrations d'associations entre mouvement et son. L'approche utilise l'apprentissage automatique interactif pour construire le mapping à partir de démonstrations de l'utilisateur.

En s'appuyant sur des travaux récents en animation, en traitement de la parole et en robotique, nous nous proposons d'exploiter la nature générative des modèles probabilistes, de la reconnaissance de geste continue à la génération de paramètres sonores. Nous avons étudié plusieurs modèles probabilistes, à la fois des modèles instantanés (Modèles de Mélanges Gaussiens) et temporels (Modèles de Markov Cachés) pour la reconnaissance, la régression, et la génération de paramètres sonores. Nous avons adopté une perspective d'apprentissage automatique interactif, avec un intérêt particulier pour l'apprentissage à partir d'un nombre restreint d'exemples et l'inférence en temps réel. Les modèles représentent soit uniquement le mouvement, soit intègrent une représentation conjointe des processus gestuels et sonores, et permettent alors de générer les trajectoires de paramètres sonores continûment depuis le mouvement.

Nous avons exploré un ensemble d'applications en pratique du mouvement et danse, en design d'interaction sonore, et en musique. Nous proposons deux approches pour l'analyse du mouvement, basées respectivement sur les modèles de Markov cachés et sur la régression par modèles de Markov. Nous montrons, au travers d'un cas d'étude en Tai Chi, que les modèles permettent de caractériser des séquences de mouvements entre plusieurs performances et différents participants. Nous avons développé deux systèmes génériques pour la sonification du mouvement. Le premier système permet à des utilisateurs

novices de personnaliser des stratégies de contrôle gestuel de textures sonores, et se base sur la régression par mélange de Gaussiennes. Le second système permet d'associer des vocalisations à des mouvements continus. Les deux systèmes ont donné lieu à des installations publiques, et nous avons commencé à étudier leur application à la sonification du mouvement pour supporter l'apprentissage moteur.

**Apprentissage de Représentations et Robotique
Développementale**
Alain Droniou
Thèse de Doctorat
Soutenue le 9 mars 2015
ISIR, Université Pierre et Marie Curie

Jury : Alain Dutech, Rapporteur, Université de Lorraine, LORIA
Pierre-Yves Oudeyer, Rapporteur, INRIA Bordeaux Sud-Ouest
Ludovic Denoyer, Examineur, Université Pierre et Marie Curie, LIP6
David Filliat, Examineur, ENSTA ParisTech
Michèle Sebag, Examinatrice, Université Paris-Sud Orsay, LRI
Olivier Sigaud, Directeur de Thèse, Université Pierre et Marie Curie, ISIR

Résumé : La question des représentations est un enjeu majeur pour la robotique : afin de pouvoir évoluer de manière autonome et sûre dans leur environnement, les robots doivent être capables d'en construire un modèle fiable et pertinent. Lorsque les tâches sont définies à l'avance ou les environnements restreints, des algorithmes dédiés peuvent doter les robots de mécanismes ad-hoc leur permettant de mener à bien leur mission. Cependant, pour des tâches variées dans des environnements complexes, il devient difficile de prévoir de manière exhaustive les capacités nécessaires au robot.

Il est alors intéressant de doter les robots de mécanismes d'apprentissage leur donnant la possibilité de construire eux-mêmes des représentations adaptées à leur environnement. Se posent alors deux questions : quelle doit être la nature des représentations utilisées et par quels mécanismes peuvent-elles être apprises ?

Cette thèse aborde le problème d'un point de vue développemental, arguant qu'afin de rendre possible une représentation de l'environnement permettant de faire face à des situations nouvelles, il est nécessaire que les représentations soient apprises de manière autonome et non-supervisée. Nous proposons pour cela l'utilisation

de l'hypothèse des sous-variétés, définissant les symboles perceptifs et moteurs comme des sous-variétés dans des espaces sensoriels et fonctionnels, afin de développer des architectures permettant de faire émerger une représentation symbolique de flux sensorimoteurs bruts. Nous montrons que le paradigme de l'apprentissage profond fournit des mécanismes appropriés à l'apprentissage autonome de telles représentations. Dans un premier travail, nous démontrons que l'exploitation de la nature multimodale des flux sensorimoteurs permet d'en obtenir une représentation symbolique pertinente. Dans un second temps, nous étudions le problème de l'évolution temporelle des stimuli du point de vue de l'hypothèse des sous-variétés et de la robotique développementale. Nous discutons les défauts de la plupart des approches aujourd'hui utilisées et nous esquissons une approche à partir de laquelle nous approfondissons deux sous-problèmes. Nous étudions d'abord l'émergence de représentations des transformations entre stimuli successifs, puis nous testons la viabilité de l'hypothèse des sous-variétés dans des espaces fonctionnels pour expliquer notamment l'existence de répertoires d'actions. Dans une troisième partie, nous proposons des pistes de recherche pour permettre le passage des expériences de laboratoire à des environnements naturels. Nous explorons plus particulièrement la problématique de la curiosité artificielle dans des réseaux de neurones non supervisés.

**Hybridation d'algorithmes évolutionnaires et de
méthodes d'intervalles pour l'optimisation de
problèmes difficiles**
Charlie Vanaret
Thèse de Doctorat
Soutenue le 27 janvier 2015
Université de Toulouse

Jury : Nicolas Durand, ENAC, Directeur de thèse
Jean-Baptiste Gotteland, ENAC, Co-encadrant de thèse
El-Ghazali Talbi, Université de Lille, Rapporteur
Gilles Trombettoni, Université de Montpellier, Rapporteur
Jean-Marc Alliot, IRIT, Examineur
Jin-Kao Hao, Université d'Angers, Examineur
Thomas Schiex, INRA Toulouse Examineur
Marc Schoenauer, INRIA Saclay, Examineur

Résumé : L'optimisation globale fiable est dédiée à la recherche d'un minimum global en présence d'erreurs d'arrondis. Les seules approches fournissant une preuve numérique d'optimalité sont des méthodes d'intervalles qui partitionnent l'espace de recherche et éliminent les sous-espaces qui ne peuvent contenir de solution optimale. Ces méthodes exhaustives, appelées branch and

bound par intervalles, sont étudiées depuis les années 60 et ont récemment intégré des techniques de réfutation et de contraction, issues des communautés d'analyse par intervalles et de programmation par contraintes. Il est d'une importance cruciale de calculer i) un encadrement précis de la fonction objectif et des contraintes sur un sous-domaine ; ii) une bonne approximation (un majorant) du minimum global.

Les solveurs de pointe sont généralement des méthodes intégratives : ils invoquent sur chaque sous-domaine des algorithmes d'optimisation locale afin d'obtenir une bonne approximation du minimum global. Dans ce document, nous nous intéressons à un cadre coopératif combinant des méthodes d'intervalles et des algorithmes évolutionnaires. Ces derniers sont des algorithmes stochastiques faisant évoluer une population de solutions candidates (individus) dans l'espace de recherche de manière itérative, dans l'espoir de converger vers des solutions satisfaisantes. Les algorithmes évolutionnaires, dotés de mécanismes permettant de s'échapper des minima locaux, sont particulièrement adaptés à la résolution de problèmes difficiles pour lesquels les méthodes traditionnelles peinent à converger.

Au sein de notre solveur coopératif Charibde, l'algorithme évolutionnaire et l'algorithme sur intervalles exécutés en parallèle échangent bornes, solutions et espace de recherche par passage de messages. Une stratégie couplant une heuristique d'exploration géométrique et un opérateur de réduction de domaine empêche la convergence prématurée de la population vers des minima locaux et évite à l'algorithme évolutionnaire d'explorer des sous-espaces sous-optimaux ou non réalisables. Une comparaison de Charibde avec des solveurs de pointe (GlobSol, IBBA, Ibex) sur une base de problèmes difficiles montre un gain de temps d'un ordre de grandeur. De nouveaux résultats optimaux sont fournis pour cinq problèmes multimodaux pour lesquels peu de solutions, même approchées, sont connues dans la littérature. Nous proposons une application aéronautique dans laquelle la résolution de conflits est modélisée par un problème d'optimisation sous contraintes universellement quantifiées, et résolue par des techniques d'intervalles spécifiques. Enfin, nous certifions l'optimalité de la meilleure solution connue pour le cluster de Lennard-Jones à cinq atomes, un problème ouvert en dynamique moléculaire.

Mécanismes d'apprentissage développemental et intrinsèquement motivés en intelligence artificielle : étude des mécanismes d'intégration de l'espace environnemental.

Simon Gay

Thèse de Doctorat

Soutenue le 15 décembre 2014

Université Claude Bernard Lyon 1

Jury : Alain Dutech, Rapporteur, HDR CR INRIA, LORIA, Nancy

Mehdi Khamassi, Rapporteur, HDR CR CNRS, ISIR, Paris

Stéphane Doncieux, Examineur, PU ISIR, UPMC Paris

Pierre de Loor, Examineur, PU LABSTIC, ENIB Brest

Alain Mille, Directeur de Thèse, PU LIRIS, Lyon 1

Olivier Georgeon, Co Directeur de Thèse, PhD LIRIS, Lyon 1

Résumé : This thesis is a part of the IDEAL project (Implementing DEvelopmentAl Learning) funded by the Agence Nationale de la Recherche (ANR). The ability of perceiving, memorizing and interpreting the surrounding environment is a vital ability found in numerous living beings. This ability allows them to generate context adapted behaviors, or escaping from a predator that escape from their sensory system. The objective of this thesis consists in implementing such a capacity in artificial agents. We propose a theoretical model that allows artificial agent to generate a usable knowledge of elements that compose its environment and a structure able to characterize the structure of surrounding space. This model is based on the sensorimotor contingency theory, and implements a form of intrinsic motivation. Indeed, this model begin with a set of indivisible structures, called interactions, that characterize the interaction possibilities between the agent and its environment. The learning is developmental and emerges from the interaction that occurs between the agent and the environment, without the need of any external intervention (like reward). Our model propose a set of mechanisms that allow to organize and exploit emerging knowledge in order to generate behaviors. We propose implementations of our model to demonstrate the emerging knowledge based on agent-environment interaction, and behaviors that can emerge from this knowledge

Compte-rendu JMIC 2015

Modéliser l'Affectif (dans la Cognition)

Compte rendu de la journée commune AFIA-ARCo sur la "Modélisation de l'Irrationnel dans la Cognition" :
JMIC-2015 "Modéliser l'Affectif", ENSC Bordeaux, Talence, 16 janvier 2015

<https://sites.google.com/site/journeesmic2015/home>

"La raison des émotions" (1), "L'intelligence émotionnelle" (2), "Connaissances et perceptions sont émotionnelles par nature" (3), "Le système mental en tant que composant de l'émotion" (4), "L'interaction cognition-émotion" (5). La liste des expressions et des travaux, soulignant les interdépendances entre émotion et cognition, est longue. Aussi, pouvons-nous nous poser la question de savoir où en est-on aujourd'hui de la connaissance de ces interdépendances ? Celle-ci reste encore sujette à débats. En témoigne, par exemple, la persistance d'un débat qui ne date pas d'aujourd'hui : le débat rapporté dans l'ouvrage collectif "Cognitions et Emotions" et résumé ainsi dans la préface du coordinateur de l'ouvrage, Gilles Kirouac :

- Un "débat qui a occupé très activement les spécialistes de l'émotion en même temps que se consolidaient les théories cognitives : il s'agit de savoir si l'émotion est une activité psychologique complètement dominée par la cognition ou si elle possède une indépendance réelle. Il s'agit, en considérant essentiellement le système mental humain, de se demander si l'émotion ou le système actif constitue une entité psychologique distincte et autonome par rapport à la cognition." (7, p. 8)
- En d'autres termes, "la relation émotion-cognition peu[t] être considérée [-] sous l'angle de deux conceptions distinctes. La première postule l'existence d'un seul système qui possède des fonctions différentes et mesurables. à ce moment-là, l'émotion constitue un facteur au sein de la cognition et du traitement de l'information. Par contre, la seconde conception propose la présence de deux systèmes séparés. Ces derniers seraient fortement en interaction et, possiblement interdépendants. Il y aurait alors un système émotionnel séparé qui traiterait de l'information dite "affective". Un tel système influencerait le comportement indépendamment des processus cognitifs." (7, p. 9)

On notera qu'en marge de ce débat, G. Kirouac jugeait important de mentionner qu'en 1980, déjà, Donald Norman (8) "estimait qu'une des questions fondamentales auxquelles devait répondre la science cognitive pour mieux

accomplir son rôle, portait justement sur la nature de l'émotion". On notera également que ce n'est que bien plus tard (2005) que Norman s'est lui-même attaqué à la question des émotions, dans le contexte de la conception des interactions humain-machine (9).

Le développement de la connaissance sur les relations entre cognition et émotion est d'autre part freinée par la crainte, voire la réticence, que certains chercheurs en Intelligence Artificielle ou en Sciences Cognitives éprouvent à aborder le monde des émotions. Ces chercheurs considèrent en effet les émotions comme un objet flou, impalpable, difficile, voire impossible, à étudier scientifiquement ou à représenter formellement. Ils considèrent plus sûr d'étudier la cognition "pure", la cognition purement logique. Or, nous prévient Klaus Scherer, "une vue radicalement cognitive de l'homme comme un pur logicien conduit à négliger des caractéristiques importantes du fonctionnement humain et risque d'aboutir à un édifice théorique improbable" (10). En invitant à JMIC 2015 des chercheurs engagés dans des recherches sur la modélisation des émotions à venir présenter leurs travaux, une de nos motivations était d'amener les membres des communautés AFIA et ARCo éprouvant la "crainte des émotions" à dépasser cette crainte, et d'encourager ceux n'éprouvant pas cette crainte à se lancer dans les recherches sur les relations entre cognition et émotion. Trois objectifs de la journée avaient été annoncés : 1) apporter une dimension humaine aux modèles de l'Intelligence Artificielle ; 2) apporter des modèles formels à l'étude de la cognition humaine en rapport avec l'émotion ; 3) créer une véritable communauté transdisciplinaire autour de la modélisation de l'affectif et, plus généralement, de l'irrationnel (ce troisième objectif étant plutôt ambitieux). Le programme de la journée "Modéliser l'Affectif" était le suivant :

— Introduction à la journée

- Objectif et programme de la journée, par Alain Giboin, Benoit Le Blanc et Xavier Aimé (organisateur de JMIC-2015)

- Présentation de l'Association pour la Recherche Cognitive, par Pierre De Loor (Président de l'ARCo)
- Présentation de l'Association Française d'Intelligence Artificielle, par Alain Giboin, représentant Yves Demazeau (Président de l'AFIA).
- Exposés invités
 - Frédéric Alexandre (INRIA et Institut des Maladies Neurodégénératives) : Intégrer le rôle des émotions dans la modélisation cognitive : apport des neurosciences.
 - Catherine Pélauchaud (CNRS et Telecom Paris-Tech) : Modélisation des comportements émotionnels pour un agent conversationnel animé.
 - Joffrey Becker (Laboratoire d'Anthropologie Sociale et Musée du Quai Branly) : La robotique ou la tentation du théâtre.
- Discussion collective en atelier (animé par les organisateurs de la journée)
 - Discussion à partir de prises de position sur les relations entre cognition et émotion
 - Filippo Perotto (IRIT) : From drives to emotions.
 - Ioan Marius Bilasco (Université de Lille) : Evolution de l'affect perçu lors d'une interaction
 - Patrick Garda (LIP6), The SeNSE project : Socio-emotional signals exchanged during interactions.
 - Malika Machtoune (Thalès), Doctorante en 3ème année : Modélisation des émotions.
 - Discussion générale et suite à donner à la journée JMIC

On décrit ci-dessous quelques points essentiels que l'on peut retirer de cette première journée JMIC qui a rassemblé près d'une cinquantaine de participants.

Retours sur les exposés invités

Humaniser les robots et les agents conversationnels par les émotions

On peut reconnaître une motivation commune à Catherine Pélauchaud, Frédéric Alexandre et Joffrey Becker : humaniser les robots et les agents conversationnels par les émotions. Ces chercheurs, en effet, analysent et modélisent les émotions pour les faire reproduire par des robots ou des agents conversationnels animés dans le but de les

faire communiquer de manière aussi "humaine" que possible avec les utilisateurs. Cette humanisation se traduit chez Frédéric Alexandre, neuroscientifique, par la revendication d'étudier la "cognition chaude" (par opposition à la "cognition froide"), c'est-à-dire par l'intégration de l'affectif et de l'émotion dans les processus cognitifs, éléments qui donnent une valeur aux choses et qui rendent la vie intéressante. L'idée est de doter des robots ou agents autonomes de cette "cognition chaude". Chez Catherine Pélauchaud, informaticienne, cela se traduit par le type de communication "humaine" à reproduire entre agents conversationnels et utilisateurs : la communication par le rire (rire d'amusement). Utilisateurs et agents conversationnels se racontent une blague à tour de rôle. L'objectif est que le rire soit communicatif chez l'un et l'autre. D'où le nom d'agents rieurs (laughing agents) donnés aux agents conversationnels. Chez Joffrey Becker, anthropologue social qui a travaillé chez un fabricant de robots, l'humanisation des robots passe par les gestes, les regards, etc., bref par l'expression corporelle des émotions. L'être humain éprouvant des émotions par empathie avec ce que son interlocuteur humain exprime par son corps, l'idée ici est que le robot exprime "corporellement" des émotions à la manière d'un acteur de théâtre.

Modèles

Frédéric Alexandre vise à élaborer des modèles computationnels du fonctionnement cérébral humain permettant de développer des agents ou robots autonomes crédibles. Il s'appuie donc fortement sur les neurosciences. Les modèles développés dans l'équipe de F. Alexandre sont des modèles de réseaux de neurones simulant les fonctions cérébrales en jeu dans la "cognition chaude". Le codage de la valeur est mis en avant. La question de l'incarnation de la cognition est posée comme l'un des défis à relever. Catherine Pélauchaud cherche à mettre en pratique des modèles de comportements émotionnels pour un agent conversationnel animé : modèle computationnel générant des séquences d'émotions ; schème de représentation des expressions émotionnelles ; modèle d'animation multimodal de l'agent rieur (laughing agent). Joffrey Becker cherche à identifier le "modèle" d'acteur le plus à même de conduire à des robots pouvant produire des comportements émotionnels, des robots humanoïdes. Il estime que le modèle (ou approche théâtrale) de Vselog Meyerhold est le plus approprié. Ce modèle repose sur l'idée centrale que "L'essence des relations humaines est déterminée par les gestes, les pauses, les regards, les silences. Les mots seuls ne disent pas tout."

Retours sur la discussion collective en atelier

La discussion collective en atelier (animé par les organisateurs de la journée) a comporté deux phases : 1) une phase de discussion à partir de prises de position sur les relations entre cognition et émotion ; 2) une phase de discussion sur la suite à donner à la journée JMIC.

1. Discussion à partir de prises de position sur les relations entre cognition et émotion Dans leur présentation, les orateurs ont fait référence aux exposés du matin, engageant ainsi un dialogue avec les conférenciers invités. Les autres participants sont également intervenus pour poser des questions ou suggérer des pistes pour aider les orateurs à avancer dans leurs recherches. Nous nous limitons ci-dessous à rapporter quelques éléments des échanges qui ont eu lieu.

- Filippo Perotto (IRIT), chercheur en IA : From drives to emotions. L'objectif de Filippo est d'aller plus loin dans ses recherches sur les mécanismes d'apprentissage en s'ouvrant sur ce qui se fait en sciences cognitives et en psychologie, en particulier sur les mécanismes constructivistes d'apprentissage. Il se pose la question de la représentation des émotions en rapport avec l'apprentissage. Intéressé par l'exposé de Philippe Alexandre, il se pose la question de la modélisation de la valeur (en IA) : pour les drives, on arrive à le faire, mais pour les motivations de plus haut niveau (par exemple la curiosité), cela est plus difficile ; on ne sait pas comment la curiosité se développe. Philippe Alexandre répond qu'il existe des modèles qui permettent de calculer la motivation intrinsèque et la motivation extrinsèque (à partir de l'historique des tâches par exemple) ; il préconise une approche développementale (cf. apprentissage chez l'enfant).

- Ioan Marius Bilasco (Université de Lille), Enseignant-chercheur en informatique : Evolution de l'affect perçu lors d'une interaction. Ioan vise à mettre plus d'explicite dans l'analyse des comportements affectifs/émotions en faisant appel à la psychologie et aux sciences cognitives. Il pose entre autres la question de savoir si le répertoire de mouvements présenté par Catherine Pélauchaud peut aider à guider les processus. L'une des réponses fournies est qu'il est difficile d'avoir un corpus de gestes qu'on veut déclencher (les gestes volontaires sont parasités par les gestes involontaires).

- Patrick Garda (LIP6), Enseignant-chercheur en informatique : The SeNSE project : Socio-emotional signals exchanged during interactions. L'un des objectifs du projet est de développer des modèles multimodaux du comportement socio-émotionnel. Deux approches sont utilisées pour cela : a) l'élaboration d'un système de reconnaissance des émotions à partir de données physiologiques (scénario : une personne joue à un jeu) ; b) la modélisation des positions sociales (social stances) à partir de caractéristiques audiovisuelles. L'autre objectif du projet est d'étudier les dépendances entre comportements inter- et intra-individuels. Une des questions posées à l'orateur est : Comment un système virtuel collectif peut avoir des émotions ? Une réponse apportée est qu'on ne parlera pas d'émotions dans ce cas, mais de réactions (comme pour les fourmis).

- Malika Machtoune (Thalès), Doctorante en informatique (3ème année) : Modélisation des émotions intergroupes. Le travail de Malika repose sur : a) deux théories des émotions : la théorie de Scherer (Scherer, Schorr, and Johnstone, 2001) et une extension sociale de celle-ci, la théorie des émotions intergroupes (Mackie, Devos and Smith, 2000) ; et b) sur l'approche de l'identité sociale (Tajfel & Turner, 2004) et le modèle de l'identité commune intragroupe (Dovidio et al., 2006 ; Crisp & Hewstone, 2007). L'objectif de Malika est d'aboutir à une modélisation informatique des émotions intergroupes. Une des questions abordées a été celle de la contribution des informaticiens à la modélisation des théories cognitives.

2. Discussion sur la suite à donner à la journée JMIC
Devant l'intérêt porté par les participants à cette journée de janvier 2015, il a été proposé d'organiser une seconde journée JMIC.

Les organisateurs de JMIC 2015 Xavier Aimé, Alain Giboin, Benoit LeBlanc

Remerciements : Nous remercions l'ENSC Bordeaux d'avoir accueilli JMIC'2015 et d'avoir assuré de belle manière l'organisation locale (un merci particulier à Isabelle Sesé). Nous remercions également l'AFIA et l'ARCo pour leur soutien scientifique et financier.

Notes bibliographiques

- (1) Cf. Damasio, A.R. (1995). *L'Erreur de Descartes : la raison des émotions*, Paris, Odile Jacob, ? 1995, 368 p. ; Damasio, A.R. (1994). *Descartes' Error : Emotion, Reason, and the Human Brain*, Putnam, 312 p. (revised Penguin edition, 2005, 336 p.).
- (2) Cf. Goleman, Daniel. (1997). *L'Intelligence émotionnelle : Comment transformer ses émotions en intelligence*. Paris : R. Laffont, 421 p. ; Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence : Why It Can Matter More Than IQ*, Bantam Books, 384 p. ; Mayer, J.D., DiPaolo, M., & Salovey, P. (1990). Perceiving affective content in ambiguous visual stimuli : a component of emotional intelligence. *Journal of Personality Assessment*, 54, 772-781.
- (3) Cf. Barrett, L. F. (2009). Variety is the spice of life : A psychological construction approach to understanding variability in emotion. *Cognition and Emotion*, 23(7), 1284-1306.
- (4) Cf. Scherer, K.R., & Sangsue, J. (2004). Le système mental en tant que composant de l'émotion ; In G. Kirouac (Ed.), *Cognition et émotion* (pp. 11-36). Impresa da Universidade de Coimbra & Presses de l'Université de Laval, Editions de l'IQRC ; Scherer, Klaus R. 'The dynamic architecture of emotion : Evidence for the component process model', *Cognition & Emotion*, 23 : 7, 1307-1351.
- (5) Izard, C.E. (2009). *Emotion Theory and Research : Highlights, Unanswered Questions, and Emerging Issues*. *Annual Review of Psychology*, 60 (1), pp. 1-25.
- (6) Kirouac, G. (Coord.)(2004). *Cognition et Emotions*. Impresa da Universidade de Coimbra & Presses de l'Université de Laval, Editions de l'IQRC. 223 p.
- (7) Kirouac, G. (2005). Préface. In Kirouac, G. (Coord.)(2004), *Cognition et Emotions* (pp. 7-11). Impresa da Universidade de Coimbra & Presses de l'Université de Laval, Editions de l'IQRC.
- (8) Norman, D.A. (1980). Twelve issues for cognitive science. In D.A. Norman (Ed.), *Perspectives on cognitive science : Talks from the La Jolla Conference* (pp. 3 – 14). Hillsdale, NJ : Erlbaum.
- (9) Norman, D.A. (2005). *Emotional Design : Why We Love (or Hate) Everyday Things*. Basic Books, 272 p.
- (10) Scherer, K.R. (1984). Les émotions : fonctions et composantes. *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 4(1), 9-39.

Pour prolonger la réflexion : Descartes avait tort, et Spinoza raison : l'esprit et le corps ont des racines communes...

Sander, D., & Scherer, K.R. (2009a). *La psychologie des émotions : Survol des théories et débats essentiels*. In D. Sander & K.R. Scherer, *Traité de psychologie des émotions* (pp. 1-39). Paris : Dunod.

Mayer, J.D. & Salovey, P. (1997). What is emotional intelligence? In P. Salovey and D. Sluyter (eds.) : *Emotional development and emotional intelligence : educational implications* (pp. 3-31). New York : Basic Books.

Compte-rendu INFORSID AFIA 2015

Compte rendu de la 1ère journée bilatérale INFORSID – AFIA

La première journée bilatérale INFORSID – AFIA, intitulée “ Systèmes d’Information & Intelligence Artificielle ” (SI & IA) s’est tenue à Biarritz le 27 mai 2015, co-localisée avec le 33e Congrès INFORSID. Elle était co-organisée par Mireille Blay Fornarino (adhérente d’INFORSID) et Catherine Faron Zucker et Célia da Costa Pereira (adhérentes AFIA), toutes trois membres du laboratoire I3S, UMR 7271 du CNRS et de l’Université Nice Sophia Antipolis. L’objectif de cette journée était d’offrir un espace de discussion, de regards croisés et de confrontation entre les problèmes rencontrés sur le terrain, les solutions pratiques mises en œuvre et les avancées scientifiques dans la communauté INFORSID et celle de l’Intelligence Artificielle, partant de la place centrale de l’utilisateur dans les systèmes d’information.

Les participants à cette journée étaient invités le matin à assister aux présentations de la session “Web Sémantique et Ontologies” de la conférence INFORSID. Le programme spécifique de la journée SI&IA commençait l’après-midi. Il a débuté par une présentation d’INFORSID par Régine Laleau puis de l’AFIA par Catherine Faron Zucker. Il s’est poursuivi par deux conférences invitées : l’une de Nathalie Aussenac Gilles, directrice de recherche CNRS à l’IRIT et l’autre de Hubert Dubois, Smart Digital Systems Program Manager au CEA ; trois présentations d’articles scientifiques acceptés par le comité de programme de la journée, et une table ronde. Ce programme a attiré l’après-midi une quarantaine de participants.

Dans sa conférence intitulée “ Ontologies et accès aux contenus, un exemple de fertilisation croisée entre SIG et IA ” Nathalie Aussenac Gilles a mis en évidence une des différences fondatrices entre la communauté des Systèmes d’information et celle de l’intelligence Artificielle, qui l’intéresse, celle du statut des documents textuels et de leur gestion. Elle a ensuite montré que les points de convergence des communautés peuvent être vus comme un rapprochement de la notion de données et de connaissances et a ensuite présenté des exemples de systèmes

d’information sémantiques. Un résumé de sa présentation est disponible sur la page de la journée et son support de présentation est disponible sur Slideshare .

Dans sa conférence intitulée “ Systèmes d’Information généralisés : un domaine de transfert technologique au CEA Tech ” Hubert Dubois a présenté les différentes attentes industrielles telles qu’elles sont vues au CEA Tech pour les usages sur la plateforme dédiée aux Systèmes d’Information mise en place dans l’antenne en région Midi-Pyrénées. Elles touchent notamment à la sécurité logicielle, au traitement massif de données, à l’aide à la décision, aux IHM dédiées, et à l’analyse sémantique des données. Un résumé de sa présentation est disponible sur la page de la journée.

Clément Guérin du laboratoire L3I a proposé une approche de la recommandation sans évaluation de ressources basée sur l’analyse formelle de concepts. Aunur Muljarto de l’INRA a présenté deux ontologies développées pour représenter des connaissances sur la viticulture et la vinification et les problèmes d’intégration posés par des traitements de connaissances tout au long du processus de viticulture et de vinification. Célia Da Costa Pereira du laboratoire I3S a présenté des travaux préliminaires sur l’apprentissage des actions utilisateur pour guider le processus de configuration dans les lignes de produits logiciels. La journée s’est conclue par une table ronde, qui a réuni Nathalie Aussenac Gilles, Hubert Dubois, Florence Sèdes et Dominique Rieu, autour de la question de la prise en compte des points de vue des acteurs autour du SI. Celle-ci est difficile pour différentes raisons dont la taille du SI, sa complexité technologique et conceptuelle, l’inertie autour d’un système fonctionnel mais ancien, etc. La table ronde a plus largement soulevé la question de la définition de l’utilisateur ou des utilisateurs d’un système d’information.

Les organisatrices remercient tous les intervenants et participants à cette journée qui en ont fait une manifestation riche d’échanges.

Compte-rendu AFIA AFIHM 2015

Journée de rencontre AFIA AFIHM du 20 Mars 2015

Objectif

L'objectif de cette journée de rencontre organisée par L'Association Française pour l'Intelligence Artificielle (AFIA) et l'Association Francophone d'Interaction Homme-Machine (AFIHM) a été de faire se rencontrer des acteurs de l'IA et des IHM travaillant à l'intersection des deux champs ou mettant en évidence les liens possibles entre les deux disciplines. Un focus particulier a été porté sur la créativité avec l'intervention d'artistes utilisant IA et/ou IHM. Les présentations ont permis d'amorcer des discussions et débats autour de la complémentarité et de la nécessité d'une rencontre entre ces communautés.

Organisation

La journée a été préparée par Stéphane Huot et Pierre De Loor avec une aide importante de Gilles Bailly (en particulier pour les aspects logistiques). Elle s'est déroulée à Telecom ParisTech amphithéâtre Estaunié. L'amphi a pu être obtenu grâce à Gilles Bailly. Les repas du midi des intervenants ainsi que le transport de certains d'entre eux ont été pris en charge par les associations. Le programme a été établi entre Septembre et Décembre 2014. Un site web a été réalisé et présente le programme ainsi que les exposés des participants ayant accepté de les diffuser (voir <http://ihmia.afihm.org/>)

Nombre de participants

Hors intervenants et organisateurs, 61 personnes se sont inscrites. Le taux de participation effectif a été un peu plus faibles (36 personnes). Le nombre total de personnes présentes était donc de 51.

Programme et résumé des contenus

Le programme a été le suivant :

- 08 :30** Accueil et Présentation de la journée (Pierre De Loor et Stéphane Huot)
- 09 :00** Présentation des associations : Pierre Zweigenbaum (AFIA) et Géry Casiez (AFIHM)
- 09 :20** Michèle Sebag (CNRS - LRI) : Programmation : l'ère des spécifications, l'ère de l'apprentissage, l'ère du feedback. Cette présentation a été l'occasion de retracer les grandes étapes de l'intelligence artificielle et de montrer à quel point désormais, la problématique est celle de l'humain dans la boucle pour obtenir une programmation par feed-back où l'homme et la machine coopèrent chacun avec leur spécificités complémentaires.
- 10 :00** Marcelo Wanderley (McGill University, Centre for Interdisciplinary Research in Music Media and Technology) : Instruments Musicaux Numériques - McGill University. Cette présentation a été l'occasion d'illustrer l'usage des technologies numériques dans le développement de nouveaux instruments musicaux et sur la problématique de la finesse des interactions qui se jouent entre l'homme et son instrument et sur la difficulté de définir les " bonnes " spécificités des programmes sans faire de nombreux essais. Un autre élément important a été la spécificité temporelle de la recherche scientifique vis-à-vis de la recherche artistique.
- 10 :40** Pause
- 11 :00** Ronan Querrec (Lab-STICC / CERV / ENIB). Modèle de représentation des tâches pour les environnements virtuels, la réalité augmentée et les tables interactives. Cette présentation introduisait la problématique de la généralité de connaissance pour leur utilisation conjointe par les modèles utilisés pour générer des environnements virtuels. De nombreux exemples ont illustré la génération automatique de tels environnements, intégrant réalité virtuelle (donc interactions) et tuteurs intelligents (donc intelligence artificielle).
- 11 :40** Gilles Coppin (Lab-STICC / Télécom Bretagne) Interagir avec une intelligence en essaim. La problématique abordée a été celle de la définition du lien entre opérateurs et des systèmes autonomes

en essais. L'objectif est que la compréhension de la situation soit partagée entre opérateurs et système pour améliorer leur intelligence collective. Des expérimentations ont montré l'importance de faire correspondre représentation mentale des opérateurs et IHM.

12 :20 Pause déjeuner (au restaurant de Télécom Paris-Tech)

14 :00 Jean Vanderdonckt (Université catholique de Louvain). Interfaces intelligentes : entre l'apprentissage machine et l'externalisation ouverte. Cette présentation portait sur la génération automatique des interfaces homme machine en prenant en compte la façon dont elles sont utilisées. Elle dressait les différentes étapes historique : de l'usage de systèmes experts à l'apprentissage artificiel basé sur du crowd sourcing.

14 :40 Domitile Lourdeaux (Heudiasyc - Université de Technologie Compiègne). Scénarisation d'environnements virtuels pour la formation en environnements sociotechniques complexes. Cette présentation portait sur la modélisation de scénarios dynamiques permettant d'améliorer l'engagement des apprenants dans différents environnement virtuels de formation. Un accent particulier a été mis sur l'introduction de notions venues du jeu vidéo et de la dramaturgie pour établir des scénarios adaptatifs "en ligne" maintenant l'engagement de l'apprenant ainsi que la cohérence du scénario.

15 :20 Baptiste Caramiaux (Goldsmiths, University of London). Interaction gestuelle expressive : Approche par modélisation Bayésienne et illustration dans des applications créatives. Cette présentation illustre

l'usage d'un système de reconnaissance de gestes, le "Gesture Variation Follower" capable d'anticipation et d'intégration de données multimodales à des fins d'expressivité artistique.

15 :50 Pause

16 :30 Intervenants invités au panel Collectif Spéculaire : Fred Murie a présenté le projet artistique "La mer est ton miroir", élaboré grâce à une collaboration avec des chercheurs de Centre Européen de Réalité Virtuelle. Il s'agit d'animer les états d'une mer virtuelle, en fonction des relevés temps réels de la sortie d'un casque EEG porté par l'observateur. Le feedback multimodale et les BCI pour les arts étaient à l'honneur. Samuel Bianchini (EnsadLab, école nationale supérieure des Arts Décoratifs) REFLECTIVE INTERACTION : Comment élaborer des dispositifs interactifs artistiques pour provoquer des expériences esthétiques, pratiques et critiques ? Au travers de très nombreux exemples, Samuel Bianchini a expliqué comment, avec l'arrivée des technologies interactives, l'artiste doit désormais intégrer l'interaction entre le spectateur et l'œuvre comme faisant partie de l'œuvre elle-même.

17 :10 Panel/Discussion La discussion a porté sur la nécessité pour l'intelligence artificielle d'aller vers l'interaction et réciproquement sur la nécessité des techniques d'interactions, de s'appuyer sur les progrès fait en IA. Le volant artistique a également été abordé en insistant sur le fait que la création va vers l'inconnu et utilise les technologies à tout va et peut bien être le levier qui permettra de faire collaborer les deux.

Sommaire du Bulletin n° 88

Editorial	3
Dossier “I.A. et Aide à la Décision”	4
Aide à la Décision au CRIL	5
Équipe DECIDE du Lab-STICC	8
Équipe GraphIK (Graphs for Inferences on Knowledge)	11
Aide à la décision à l'IRIT	14
LAMSADE, Pôle «Aide à la décision»	18
Aide à la décision au LERIA	21
Décision et IA au LIP6	22
Équipe MAD (Modèles, Agents, Décision) du GREYC	26
Équipe MAD (Modélisation des Agro-écosystèmes et Décision) et Plate-forme RECORD- Unité INRA-MIAT	29
Équipe SDC (Systèmes Décisionnels et Cognitifs) - LGP - INP-ENIT	32
Résumés de thèses et d'HDR	36
Compte-rendu JMIC 2015	40
Compte-rendu INFORSID AFIA 2015	44
Compte-rendu AFIA AFIHM 2015	45

Calendrier de parution du bulletin de l'AFIA

<i>Hiver</i>	<i>Été</i>
Réception des contributions: 15 décembre	Réception des contributions: 15 juin
Sortie le 31 janvier	Sortie le 31 juillet
<i>Printemps</i>	<i>Automne</i>
Réception des contributions: 15 mars	Réception des contributions: 15 septembre
Sortie le 30 avril	Sortie le 31 octobre