

Pauchet, Chaignaud, El Fallah Seghrouchni, *Résolution coopérative de problèmes intégrant planification et interaction*, JFSMA, Hammamet, Tunisia, pp. 309-313, 2003.

Résolution coopérative de problèmes intégrant planification et interaction

Alexandre Pauchet*
Nathalie Chaignaud**
Amal El Fallah-Seghrouchni***

* *LIPN - Université Paris XIII, Avenue J.B. Clément, F-93340 Villetaneuse*
pauchet@insa-rouen.fr

** *PSI - INSA Rouen, BP 08 - Place Émile Blondel, F-76139 Mont-Saint-Aignan*
chaignaud@insa-rouen.fr

*** *LIP6 - Université Paris VI, 8 rue du capitaine Scott, F-75015 Paris*
Amal.Elfallah@lip6.fr

RÉSUMÉ. Cet article présente un modèle de planification et d'interaction humaine fondé sur une expérimentation psychologique. Notre but est d'améliorer la conception des systèmes multi-agents interagissant avec les humains. Nous cherchons à analyser, modéliser et simuler les capacités humaines de planification et d'interaction durant la résolution coopérative de problèmes. Cet article présente une architecture originale appelée BDIGGY reliant de façon homogène l'interaction et la planification.

ABSTRACT. This article deals with a human model of cooperative problem solving based on a psychological experiment. Our main goal is to improve the design of open multi-agent systems able to interact with humans. We aim at analyzing, modelling and simulating human capabilities of planning and interacting in a cooperative problem solving context. This paper goes on to present an original architecture called BDIGGY where interaction and planning are linked homogeneously.

MOTS-CLÉS : Modélisation cognitive, résolution coopérative de problèmes, planification humaine, interaction humaine, agents BDI.

KEYWORDS: Cognitive modelling, cooperative problem solving, human planning, human interaction, BDI agents.

1. Objectifs et Motivation

Dans cet article, nous soutenons que l'étude du raisonnement et des interactions humaines peut permettre d'améliorer la conception de systèmes capables d'interagir correctement avec les êtres humains. Notre but est double : concevoir un modèle de planification humaine intégrant la coopération et un langage d'interaction entre agents artificiels et humains.

Le travail présenté ici est lié à une application particulière : des sujets humains doivent résoudre un problème de planification en connaissances incomplètes et interagir pour obtenir les informations manquantes. Nous avons réalisé une expérimentation psychologique et obtenu une série de protocoles expérimentaux que nous avons analysés du point de vue de la planification [CHA 00] et des interactions [CHA 01].

Cet article décrit notre modèle d'interaction humaine et montre comment planification et interaction peuvent être intégrées de façon homogène à une architecture d'agent. La Section 2 décrit l'application choisie et l'expérimentation psychologique. La Section 3 est consacrée à la modélisation des interactions humaines. Dans la Section 4, nous présentons l'architecture BDIGGY qui lie les interactions et la planification. La Section 5 situe notre approche par rapport aux travaux existants.

2. Cadre Expérimental

Nous avons mis en place une expérimentation psychologique appliquée au cadre d'une agence de voyage. Trois employés d'une agence possèdent des compétences complémentaires : transport aérien, transport ferroviaire et transport routier (bus et taxis). Chacun d'eux est chargé d'organiser un voyage pour un client. Ces voyages sont caractérisés par un point de départ et un point d'arrivée en France, une date et une heure de départ et une date et une heure d'arrivée, un nombre de voyageurs pour la réservation et un budget. Aucun de ces voyages ne peut se faire *via* un moyen unique de transport. Chaque agent possède son propre problème à résoudre et participe à la résolution des deux autres problèmes. Pour leurs communications, les sujets utilisent un système de courrier électronique et interagissent en langage naturel.

Les trois sujets sont isolés dans des pièces différentes et doivent résoudre simultanément leur problème. Ils disposent d'une interface, que nous avons conçue la plus intuitive possible pour faciliter leur travail pendant la résolution du problème. Les actions des sujets sont enregistrées par le simulateur dans des fichiers textes. Il est, de plus, demandé aux sujets de commenter oralement leurs actions et cette *verbalisation* concomitante est transcrite par un expérimentateur. L'ensemble, composé d'un fichier texte et de la verbalisation correspondante, forme un *protocole expérimental*. Notre modèle cognitif s'appuie sur l'analyse de ces protocoles expérimentaux.

Cette expérimentation a été réalisée sur 12 groupes de 3 étudiants. Les 36 protocoles obtenus ont été séparés en 2 classes distinctes : la première (8x3) a été analysée pour construire le modèle et la seconde (4x3) servira à la validation de ce modèle.

3. Modélisation des Interactions Humaines

Les premières conclusions ont été publiées dans [CHA 01], où une liste de performatives primitives a été proposée. Ces performatives ont été sélectionnées parmi celles de KQML [LAB 97] ou FIPA-ACL [FIP 99] avant d'être adaptées. Si nous nous référons à la classification de Searle [SEA 72], les performatives observées proviennent des trois classes suivantes : les *descriptifs* (aussi appelé *assertifs* ou *représentatifs*), les *directifs* et les *engageants*. Nous obtenons la liste suivante (exhaustive pour les dialogues de recherche d'information) de performatives observées :

Descriptifs	<i>inform</i>	A fournit une information à B
	<i>reply</i>	A répond à B
	<i>error</i>	A ne comprend pas un des messages
Directifs	<i>query</i>	A demande à B de lui fournir une information
	<i>reply-proposal</i>	A accepte ou refuse une proposition d'information
Engageants	<i>propose-information</i>	A propose à B de lui fournir une information
	<i>reply-later</i>	A prévient B qu'il lui répondra plus tard

Dans notre modèle, un énoncé est représenté par une performative appliquée à un état mental dont le contenu est un prédicat. Ainsi, un *descriptif* est appliqué à une *croyance*, un *directif* à un *désir* et un *engageant* à une *intention*.

Notre analyse se base aussi sur les travaux de Vanderveken [VAN 99], qui étend la théorie des actes de langage au discours. Il en est ressorti que les messages échangés pouvaient être regroupés en interventions. Pour chacune de ces interventions, nous pouvons prêter une intention discursive au sujet initiateur, en fonction de sa première performative. Les interventions peuvent alors être classées dans l'une des trois catégories suivantes : *demandes d'information*, *propositions d'information* et *envois spontanés d'information*. La première a une intention discursive primitive de type directif, la seconde d'engageant et la dernière de descriptif.

Dans le cadre de notre expérimentation, pour laquelle les messages sont des courriers électroniques, le facteur temps est primordial pour les relances de demande et la terminaison d'une intervention. Par exemple, lors d'une demande d'information, si le locuteur ne reçoit pas de réponse suffisamment vite, il réitérera sa demande. De même, pour les interventions ne possédant pas d'acte de langage de clôture, il convient de les considérer comme terminées après un certain délai. Pour modéliser cette temporalité, nous utilisons des automates temporisés [ALU 94] qui guident l'agent dans la génération et l'interprétation des messages. Plusieurs interventions pouvant se dérouler simultanément entre deux mêmes interlocuteurs, les automates nous permettent de connaître l'appartenance d'un message à une intervention.

Nous avons construit une paire d'automates (un par interlocuteur) par type d'intervention. Dans cet article, nous ne développons que l'automate *A* de l'initiateur *L* d'une demande d'information (voir figure 1). Les états en gras sont les états terminaux. *A* contient une horloge *t* qui respecte le délai *tsync* avant de considérer que l'intervention est terminée, ainsi qu'un compteur *m* pour dénombrer les demandes d'information effectuées auprès de l'interlocuteur *I*. Les transitions entre états se font à la réception d'un message (ex : $e1 \rightarrow e2$), à l'envoi d'un message (ex : $ini \rightarrow e1$) ou au changement d'état de *t* ou de *m* (ex : $e1 \rightarrow e6$).

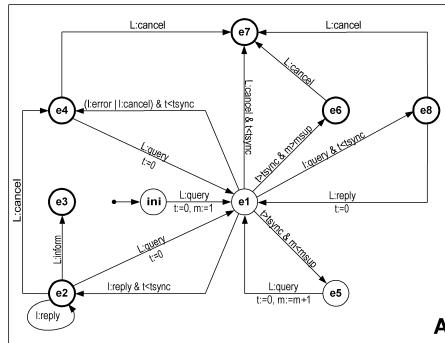


Figure 1. Automate du locuteur d'une demande d'information

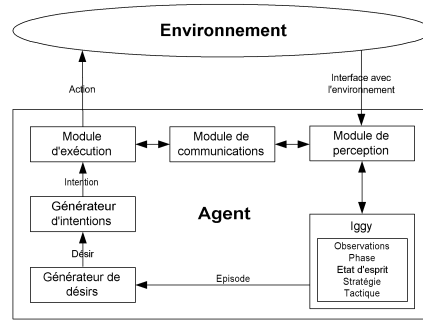


Figure 2. Architecture BDIGGY

4. L'Architecture BDIGGY

Dans [CHA 00], nous proposons un modèle cognitif de planification implémenté par le système IGGY. L'architecture d'agent BDIGGY que nous proposons pour implanter nos modèles se structure autour de notre système IGGY et d'une architecture BDI étendue au cadre multi-agent. Il comprend (voir figure 2) :

- un module de perception servant d'interface entre le système IGGY et l'environnement permettant de générer un ensemble d'observations,
- un module IGGY générant un épisode (décrit par les observations, une phase, un état d'esprit, des stratégies et des tactiques),
- un générateur de désirs interprétant notre épisode en désirs (morceaux de plan),
- un générateur d'intentions raffinant un désir en intentions,
- un module d'exécution effectuant les actions nécessaires à une intention,
- un module de communication permettant à l'agent d'interagir.

Par rapport à une architecture BDI classique basée sur le modèle dMARS [D'I 97], notre architecture inclut un module de communication pour coopérer avec les autres agents, ainsi qu'un module de planification dont les plans ne sont pas fixés *a priori* (mais générés dynamiquement en fonction des changements de l'environnement). De plus, la communication et la planification sont ici représentées de façon homogène (par des BDI) dans un même système.

5. Travaux Existants

Nos travaux sont à l'intersection de trois grands domaines : la modélisation cognitive, la planification coopérative humaine et l'interaction humaine. A notre connaissance, il n'existe aucun travail intégrant ces trois aspects en même temps.

Allen, Blaylock et Ferguson présentent dans [ALL 02] un modèle d'agent collaboratif intégrant : un noyau de résolution individuelle de problèmes, un modèle de résolution collaborative de problèmes et un modèle d'interaction en langage naturel. Bouzouba et Moulin [BOU 01] adoptent un point de vu similaire au notre mais ils se focalisent uniquement sur un modèle de communication. Ils proposent d'étendre KQML à KQML+ pour correspondre mieux à la théorie des actes de langage. Parmi les formalismes de représentation de conversations, KQML [LAB 97] et FIPA-ACL [FIP 99] proposent des protocoles de communication qui ne tiennent pas compte du caractère dynamique des conversations humaines.

6. Conclusion et Perspectives

Les modèles que nous avons présentés sont fondés sur l'analyse de protocoles expérimentaux issus d'une expérimentation psychologique. Ils suivent la planification et les interactions humaines observées dans ces protocoles aussi fidèlement que possible. Ces modèles sont représentés de façon homogène et intégrés dans une architecture commune appelée BDI^{GGY}. Elle améliore l'architecture BDI classique en incluant un module de communication pour générer et interpréter des messages, et permet une construction dynamique des plans.

Nous travaillons actuellement à fournir une sémantique des performatives en termes de croyances, désirs et intentions, à implémenter notre système et à le valider.

7. Bibliographie

- [ALL 02] ALLEN J., BLAYLOCK N., FERGUSON G., « A problem solving model for collaborative agents », *AAMAS*, 2002, p. 774-781.
- [ALU 94] ALUR R., DILL D. L., « A theory of timed automata », *Theoretical computer science*, , 1994, p. 183-235.
- [BOU 01] BOUZOUBA K., MOULIN B., « Les interactions distribuées : Approche basée sur le point de vue personnel des agents », *MFI*, 2001, p. 15-30.
- [CHA 00] CHAIGNAUD N., CHEIKHROUHOU I., NGUYEN-XUAN A., « Generalisation of a cognitive model for problem solving in incomplete information », *ICCM*, 2000, p. 58-69.
- [CHA 01] CHAIGNAUD N., FALLAH-SEGHRUCHNI A. E., « Apport de la modélisation cognitive aux langages de communication dans les SMA », HERMÈS, Ed., *JFIADSM*, 2001.
- [D'I 97] D'INVERNO M., KINNY D., LUCK M., WOOLDRIDGE M., « A formal specification of dMARS », rapport, 1997, Australian Artificial Intelligence Institute.
- [FIP 99] FIPA, « FIPA Specification », rapport, 1999, FIPA Association.
- [LAB 97] LABROU Y., FININ T., « Proposal for a new KQML Spec. », rapport, 1997, UMBC.
- [SEA 72] SEARLE J., *Les actes de langage*, Hermann, 1972.
- [VAN 99] VANDERVEKEN D., « Analyse et simulation de conversations. De la théorie des discours aux systèmes multiagents », chapitre 2 : La structure logique des dialogues intelligents, p. 61-100, *L'interdisciplinaire*, 1999.