

THÈSE

présentée par

Jaime Simão Sichman

MsC Engenharia Elétrica, Escola Politécnica da USP

pour obtenir le grade de Docteur
de l'Institut National Polytechnique de Grenoble
(Arrêté ministériel du 30 mars 1992)

Spécialité : INFORMATIQUE

Du Raisonnement Social Chez les Agents

Une Approche Fondée sur la Théorie de la Dépendance

Soutenue le 05/09/95

Composition du jury :

Président : M. Augustin Lux

Rapporteurs : M. Cristiano Castelfranchi
M. Helder Coelho

Examineurs : M. Jacques Ferber
M. Jean Sallantin
M. Yves Demazeau

Thèse préparée au sein du **L**aboratoire d'**I**nformatique **F**ondamentale et d'**I**ntelligence **A**rtificielle

Résumé

Cette thèse présente le modèle d'un mécanisme de raisonnement social fondé sur la théorie de la dépendance. Ce modèle permet à un agent de raisonner sur autrui et plus particulièrement de calculer ses relations et situations de dépendance. Un agent est dépendant d'un autre si celui-ci peut l'aider/l'empêcher d'atteindre un de ses buts. Nous considérons notre mécanisme de raisonnement social comme un composant essentiel pour la conception d'agents artificiels réellement autonomes, évoluant dans un univers multi-agents ouvert. La notion d'ouverture désigne la capacité d'ajouter ou de retirer dynamiquement dans le système des agents. Comme dans ces systèmes l'organisation des agents ne peut pas être spécifiée pendant la phase de conception, la résolution coopérative de problèmes est fondée sur la formation dynamique de coalitions. Dans ce contexte, des agents doivent être capables de s'adapter aux changements dynamiques du système, en particulier en évaluant pendant la phase de résolution si leurs buts sont réalisables et si leurs plans sont exécutables. Comme nous ne supposons pas que les agents soient bienveillants, notre modèle fournit un critère pour évaluer les partenaires les plus susceptibles d'accepter une proposition de coalition. Enfin, comme dans ces systèmes des agents n'ont pas généralement une représentation complète et correcte les uns des autres, notre modèle leur permet de détecter une inconsistance au niveau de la société et de choisir un contexte à être maintenue. Nous avons implémenté ce mécanisme de raisonnement social en utilisant une programmation orientée objet. Nous l'avons utilisé pour développer deux applications, le simulateur DEPNET et le système DEPINT, qui illustrent son utilisation selon deux perspectives scientifiques différentes. D'une part, selon une perspective de simulation sociale, notre modèle fournit un outil informatique permettant l'analyse et la prédiction des divers schémas intéressants d'interaction sociale, et l'évaluation du pouvoir social des agents. D'autre part, selon une perspective de résolution de problèmes, notre modèle peut être utilisé pour concevoir dynamiquement l'organisation des agents dans un contexte de systèmes multi-agents ouverts.

Mots Clés : raisonnement social, raisonnement sur autrui, intelligence artificielle distribuée, systèmes multi-agents, intégration de systèmes, systèmes ouverts.

Abstract

This thesis presents the model of a social reasoning mechanism based on dependence theory. This model enables an agent to reason about the others, in particular to calculate his dependence relations and dependence situations. An agent is said to be dependent on another if the latter can help/prevent him to achieve one of his goals. We consider our social reasoning mechanism as an essential building block for the design of really autonomous artificial agents, which are immersed in an open multi-agent world. By open, we mean that agents may enter or leave the agency at any moment. In such systems, as the organisation of the agents can not be conceived at design time, the cooperative problem solving paradigm is based on dynamic coalition formation. In this context, agents must be able to adapt themselves to dynamically changing conditions, by evaluating at execution time if their goals are achievable and if their plans are feasible. As we do not suppose that agents are benevolent, our model proposes a criterion to evaluate which partners are more susceptible to accept a proposition of coalition. Finally, as in these kind of systems agents usually do not have a complete and correct representation of each other, our model helps them to detect an agency level inconsistency and to choose a context to be maintained. We have implemented our social reasoning mechanism using an object-oriented approach, and we have used it to develop two applications, the DEPNET simulator and the DEPINT system, which illustrate respectively its usage in two different scientific perspectives. On one hand, concerning social simulation, our model provides a computational tool for the analysis and prediction of the occurrence of several interesting patterns of social interactions, and for the evaluation of the agents' social power. On the other hand, with respect to problem solving, our model can be used to design dynamic agents' organizations in a context of open multi-agent systems.

Keywords : social reasoning, reasoning about the others, distributed artificial intelligence, multi-agent systems, system integration, open systems.

Resumo

Esta tese propõe um modelo de um mecanismo de raciocínio social baseado na teoria da dependência. Tal modelo permite a um agente raciocinar sobre os outros, em particular calcular suas relações e situações de dependência. Um agente depende de um outro se este último pode lhe facilitar/prejudicar a obtenção de um de seus objetivos. Nós consideramos nosso mecanismo de raciocínio social como um elemento fundamental para a concepção de agentes artificiais realmente autônomos, que estejam imersos num universo multi-agentes aberto. A noção de abertura denota o fato de que os agentes podem entrar ou sair do sistema em qualquer momento. Em tais sistemas, como a organização dos agentes não pode ser especificada durante a sua fase de concepção, o modelo cooperativo de resolução de problemas se baseia na formação dinâmica de coligações. Neste contexto, os agentes devem ser capazes de se adaptar a mudanças dinâmicas, avaliando durante a fase de execução se seus objetivos são realizáveis e se seus planos são executáveis. Como nós não supomos que os agentes sejam benevolentes, nosso modelo propõe um critério para avaliar os agentes mais susceptíveis a aceitar uma proposta de coligação. Finalmente, como em tais sistemas os agentes normalmente não têm uma representação completa e correta uns dos outros, nosso modelo lhes permite detectar uma inconsistência global e escolher um contexto a ser mantido. Nós implementamos este mecanismo de raciocínio social utilizando uma programação orientada a objetos, e o utilizamos para desenvolver duas aplicações, o simulador DEPNET e o sistema DEPINT, que ilustram o seu interesse sob duas perspectivas científicas diversas. Por um lado, considerando uma perspectiva de simulação social, tal modelo fornece uma ferramenta computacional para a análise e predição de diversos tipos de interações sociais interessantes e para a avaliação do poder social dos agentes. Por outro lado, no que diz respeito à resolução de problemas, nosso modelo pode ser utilizado para a concepção dinâmica de organizações de agentes num contexto de sistemas multi-agentes abertos.

Palavras Chave : raciocínio social, raciocínio sobre os outros, inteligência artificial distribuída, sistemas multi-agentes, integração de sistemas, sistemas abertos.

Riassunto

Questa tesi presenta un modello di meccanismo di ragionamento sociale basato sulla teoria della dipendenza. Tale modello abilita un agente a ragionare su altri agenti, in particolare ad estimare le sue relazioni e situazioni di dipendenza. Un agente è detto dipendente da un altro agente se quest'ultimo può aiutare/impedire il raggiungimento dei suoi scopi. Riteniamo che il nostro meccanismo di ragionamento sociale sia un essenziale contributo alla teoria degli agenti artificiali autonomi in un mondo multi-agenti aperto. Il concetto de l'apertura significa che gli agenti possono entrare e/o uscire dal sistema in qualsiasi istante. In tali sistemi, come l'organizzazione degli agenti non può essere specificata durante la fasi di progettazione, il modello cooperativo di risoluzione dei problemi si basa nella formazione dinamica di coalizione. In questo contesto, gli agenti debbono essere capaci di adattarsi a modifiche dinamiche, valutando durante la fasi di esecuzione se i suoi scopi sono raggiungibili e se i suoi piani sono eseguibili. Come noi non supponiamo che gli agenti siano benevolenti, il nostro modello propone un criterio di valutazione degli agenti più suscettibili ad accettare una proposta di coalizione. Finalmente, come in questi sistemi gli agenti non hanno una rappresentazione completa e corretta nei confronti degli altri agenti, questo modello permette un agente de scoprire una inconsistenza globale e di scegliere un contesto ad essere seguito. Noi abbiamo applicato il modello di programmazione orientata ad oggetti per implementare questo meccanismo de ragionamento sociale e l'abbiamo utilizzato per sviluppare le due applicazione, il simulatore DEPNET ed il sistema DEPINT, che illustrano sua importanza su due prospettive scientifiche diverse. Da un canto, considerando una prospettiva di simulazione sociale, il modello descritto permette uno studio approfondito dei diversi tipi di interazioni sociali e la valutazione del potere sociale degli agenti. D'altro canto, il modello da noi proposto dá la possibilità di organizzare dinamicamente gli agenti nel contesto dei sistemi multi-agenti aperti.

Parole Chiave : ragionamento sociale, ragionamento su gli altri, intelligenza artificiale distribuita, sistemi multi-agenti, integrazione dei sistemi, sistemi aperti.