JAIST Repository
https://dspace.jaist.ac.jp/

Title	エージェント間通信を考慮した論理に基づく推論システムの作成
Author(s)	渡邊，光雄
Citation	
Issue Date	2004-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1787
Rights	
Description	Supervisor:東条 敏，情報科学研究科，修士

JAIST
JAPAN
ADVANCED INSTITUTE OF
SCIENCE AND TECHNOLOGY

Japan Advanced Institute of Science and Technology

エージェント間通信を考慮した論理に基づく推論システムの作成

渡邊 光雄 (210106)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2004 年 2 月 13 日

キーワード: マルチエージェント・モデル, エージェント間通信, 時相認識論理, 推論システム.

エージェントとは，自身の持つ情報と知覚した情報に基づいて推論を行い，アクションを起こすといった一連の流れの中で動作するような，自律的なコンピュータ・システムである．このようなエージェントの設計のためのアーキテクチャの一つとして論理的な形式に基づいたものが研究されている．時相認識論理体系は時間とともに変わりゆくエージェントの信念などの認識状態を記述し，また推論するために用いられる論理体系で， BDI 論理をはじめとしていくつかの体系が提案されている．これらの論理体系は単独もしくは独立した複数のエージェントの認識状態を扱うものであり，エージェント間での相互作用は明示的に扱われていない．対して一般のマルチエージェント・モデルを考える場合，個々のエージェントの振る舞いの他にエージェント同士の相互作用，すなわちエージェント間の通信が重要な要素の一つである．また，エージェントの認識状態に対しても通信は直接的に関わるものである．しかし，このような通信を直接的に考慮した論理体系や推論体系は見あたらない．

そこで本研究では通信を考慮したエージェントの認識状態についての推論を行うための論理を導入し，それに対する推論体系を与えることを目的とする．さらに，この推論体系を証明器として計算機上に実装する．通信を伴うような推論を導入することによってエージェントの認識状態が通信によってどのように移り変わるか，通信によってどのような認識状態をとりうるかといったことを推論することを可能とすることを目指す．

本研究ではまず通信の形式化を行った．これは国際的なエージェント技術標準化団体 FIPA (Foundations of Intelligent Physical Agents) の定めた既存の通信の形式化である ACL (Agent Communication Language) における通知の形式化を基にしている．FIPA による通知の定義では通知の事前条件と事後条件はエージェントの認識状態のみによって定められている．そこで，本研究では通信を行うエージェント間に通信経路がなければならないということを通知の前提条件に加えた．さらに，前提条件が成り立った時刻からの時

Copyright © 2004 by Mitsuo Watanabe

間の経過を表す条件を事後条件に加えた．これによって，ある時刻に前提条件が成り立ち通知が発生したならば，次の時刻に通知の事後条件が成り立つという形の離散的な時間の流れを考慮した定義に変更した．

続いて，上記のような通信を考慮してエージェントの認識状態を推論するための時相認識論理体系を導入した．導入した論理体系は，命題論理を扱い，CTL (Computation Tree Logic) をベースとした複数エージェントの信念に関する時相認識論理体系 CB_{CTL} である．CB_{CTL} は同じく CTL をベースとした時相認識論理である BDI 論理の定義をベースに複数エージェントの信念のみに関する認識状態を扱う．CTL をベースにしているので，分岐的な時間，つまり未来にとりうる認識状態が複数通りあるような状況を記述し，推論できる体系となっている．

また，導入した論理体系に対する通信を伴う推論体系を提案した．この推論体系は基本的には CB_{CTL} のクリプキ意味論に沿ったモデル内での真偽判定を行うものであるが，未来における認識状態の推論においては，例えば

> 時刻 t でエージェント i は p という信念を持ち，エージェント j は p に関する信念を持たない．またエージェント i とエージェント j は互いに通信可能であるといった状況を考えたとき,「(エージェント i がエージェント j へ p を伝えることにより) t の次の時刻でエージェント j は p を信念として持ちうる」という文は時刻 t で真となる

というような通知を考慮した推論ができるものである．通知が推論に組み込まれているので，通知によって推論された結果は通常のモデル内での真偽値判定による結果と異なってくる．そこで，通知によって推論された論理式が CB_{CTL} の意味論の定義にてらしても成り立つようにクリプキ・モデルを更新することによってその整合性を図っている．このように，通知を伴う推論と通常の意味論に沿った推論をあわせた決定可能手続きをにより推論システムを設計し．さらに上記の通知を伴う推論システムを計算機上の Prolog 処理系に実装し，いくつかの例を用いてその動作を確認した．

以上により，マルチエージェント・モデルにおいてエージェントの認識状態と密接な関わりを持つ通信を考慮した論理，推論システムを実現した．さらに，その課程における通信の形式化のために，通信経路という概念を導入した．今後の課題としては以下のようなことが残されている．

- 実装したシステムでは原始論理式のみの通知に限っていたが，より一般の論理式の通知を行えるようにする必要がある
- 論理体系の構文論的な定義とそれに対する演繹体系の導入により，より見通しの良い推論が行える体系が必要である
- エージェントの認識状態として信念以外も持つ体系 (例えば BDI 論理) への拡張