

Title	エージェント間の通信経路を考慮した論理に基づく通信行為の形式化
Author(s)	小林, 幹門
Citation	
Issue Date	2006-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1977
Rights	
Description	Supervisor:東条 敏, 情報科学研究科, 修士

エージェント間の通信経路を考慮した論理に基づく通信行為 の形式化

小林 幹門 (410046)

北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科

2006 年 2 月 9 日

キーワード: Agent communication, BDI_{CTL} , Communication channel, CTL.

エージェントとは環境の変化に応じて生じる問題を解決する自律的なプロセスである。Rao によって CTL (Computational Tree Logic) と BDI (Belief, Desire, Intention) 論理を組み合わせて定義された BDI_{CTL} はエージェントの認識状態や時間共に変化するエージェントの知識を表現する上で有効な論理であり、エージェントコミュニケーション関連の研究に多々用いられている。また、国際的なエージェント技術標準化団体 FIPA (Foundations Intelligent of Physical Agents) の定めた ACL (Agent Communication Language) では先に述べた BDI_{CTL} に基づき、エージェント間におけるコミュニケーション行為の形式化を行った。FIPA によるコミュニケーション行為の定義は前提条件・通信結果から成り、これらはエージェントの認識状態のみに着目した形式となっている。要するに前提条件を満たすことにより、どのような時間・状態においてもコミュニケーション行為を他のエージェントへ実行できるのである。FIPA を含めたエージェントコミュニケーションの従来研究では、エージェント間の通信可能性は軽視されがちであった。しかしながら、現実世界で我々の行っているコミュニケーションは環境や時間、さらにお互いの状態によりコミュニケーションが不可能になることが多々生じる。例えば、部屋の中で会話をしていたとする。このとき、会話している人同士はお互い通信可能・受信可能な状態であるといえる。途中で、会話をしていた人の内の一人が部屋から出た場合に部屋の外にいる人と部屋の中にいる人はお互い会話はできない状態になる。この例が示しているように、コミュニケーションは環境の変化によって可能・不可能な状態へと変化するといった不確実なものである。ゆえに、エージェント間における通信可能性を示すことは重要だといえる。

本研究の目的はエージェント間の通信可能性を示す通信経路 (Communication channel) を導入した時相認識論理 CB_{CTL} を定義し、さらにこの論理に基づき既存のエージェント・

コミュニケーション行為 (*inform*) の改良し, CB_{CTL} に基づいたシステムを計算機上へ実装を目指す.

本稿では, まずはじめに通信経路を命題として定義した. しかし, 通信経路を論理的に定義するにあたり命題以外に述語・様相演算といった選択枠があったが, それぞれの定義を採用した場合に既存のコミュニケーション行為や論理モデルを複雑にしてしまうため, こういった複雑化が最小限に済む命題として通信経路を定義した.

続いて, 通信経路を導入した時相認識論理 CB_{CTL} におけるクリプキ・モデルを定義し, これに基づいた構文論・意味論を与えた. 先に述べた BDI_{CTL} では Desire, Intention といった認識演算を含んでいたが, 認識演算 Desire がどのようにして認識演算 Intention へ変化するのか, また Intention が達成不可能だとエージェントが判断した場合にどうやってこれを認識状態から消去するのかなどを述べていなかったため, CB_{CTL} へは含めなかった. そして, 時相認識論理 CB_{CTL} に基づいた定義へ FIPA の定義したコミュニケーション行為 *inform* をもとに形式化を行った. まず, FIPA による *inform* は前提条件にエージェントの認識状態のみしか含んでいなかったため, この前提条件へ通信経路を追加し, さらにエージェントが通信可能だと判断した時のみコミュニケーション行為を実行するという性質へ改良した.

また, CB_{CTL} に基づいたシステムを計算機上で実装した. 本システムは CTL における時相演算や認識演算 Belief を含む論理式を本研究において定義した CB_{CTL} のクリプキ・モデルに基づき証明することが可能である. さらにコミュニケーション行為 *inform* を実際にエージェント間で実行し, シミュレーションを行うことができる. また, コミュニケーション行為の実行に伴いモデル上の状態を更新するといったモデルビルダーとして使用することが可能である.

以上により, 我々はエージェント間の通信可能性を通信経路として示し, またこれに基づきコミュニケーション行為 *inform* の改良を行った. さらに CB_{CTL} において与えた論理式の真偽を示すことが可能なシステムへの実装を行うことができた. *inform* の改良にあたっては通信経路を前提条件に加えることにより, 従来研究では考慮されていなかったコミュニケーション行為が成功したけれども実際は失敗している可能性もあるといった表現をするためにコミュニケーション行為の通信結果の定義を $(B_i B_j \phi) \vee (B_i B_j \phi \wedge B_j \phi \wedge B_j B_i \phi)$ とすることにより, エージェント自身がコミュニケーション行為を実行したことを認識し, さらにコミュニケーションが成功した場合に受信側のエージェントもこれを認識するといったことを表現することもできた. また, エージェントが *inform* で通信できるのは命題だけでなく通信経路自体も行えることでエージェントが他のエージェント間の通信経路も認識することが可能になった.

今後の課題として, 以下のことがあげられる.

- Desire, Intention も含めた新しい論理の定義が必要である. これらの認識演算が加わることにより, エージェント自身で目的を達成するために計画を立て, さらにコミュニケーション行為を実行するといった自律的なエージェントコミュニケーション

ンの表現が可能となる.

- FIPA によって定義された *inform* 以外のコミュニケーション行為についても *inform* と同様に通信経路を含んだ形式へと改良を行う必要がある. その中でまずコミュニケーション行為 *request* の導入が必要だと我々は考えている. *request* を導入すると, *inform* と組み合わせてコミュニケーション行為が実際に成功したかどうかを確認する動作が可能となる.
- 本研究ではモデルビルダーとしてシステムへの実装を行ったが, ある程度エージェントが未来を予測できるように未来の状態を含むモデルを最初の段階で与え, これに応じてエージェント自身がある命題を得るためにはどういったコミュニケーション行為を起こすべきか計画を建てることを可能にする必要がある. これは願望の中から達成可能な事柄をエージェントと自身が見つけ出すために必要となる.