エージェント指向計算のための議論の論理的モデルに関する研究

梅　田　勇　一*

Studies on Logical Models of Argumentation for Agent-Oriented Computing

by Yuichi UMEDA

本論文は，「議論」を，エージェントの計算およびコミュニケーションの基本メカニズム，ならびに問題解決の手段とすべく，これまでの議論モデルの研究をエージェント指向計算のための議論モデルへと展開している。このとき，表現能力が高く計算可能な議論のモデルをいかに形式化するかが研究の核心となる。本論文の議論モデルでは，知識表現言語で表現された知識ベースをもち，そこから論証（argument, 命題を主張するための推論の列）という形で自らの主張を形成することのできるエージェントが，他のエージェントと互いに論証を取り交わすことによって，エージェント社会において正当と認められる主張を決定することができる。これによって複数のエージェントが意思決定や合意形成を行うことを可能としている。

本論文は5章から構成されている。

第1章では，研究背景，論文中で用いる用語の定義，議論を行うエージェントの概要について述べ，本論文の概観を与えている。

第2章では，拡張論理プログラミングに基づく議論フレームワークに，エージェントが議論する上で有益な機構を導入し，エージェント指向計算のための議論モデルへと拡張を行なっている。拡張論理プログラミングに基づく議論フレームワークは，知識表現言語が弱い否定（negation as failure）を持つことから，仮定に基づく主張が表現できる。本論文ではこれをさらに発展させ，仮定に基づく主張に対して明確な根拠となる知識を提供することにより，エージェントの協調動作を議論モデル上で実現している。また，単に問題が正当か否かを判定して終わるのではなく，正当とされなかった問題についてはその否定が正当となる余地があるかを調べることにより，できるだけ柔軟な結果を達成するための機構，弁証法的合意形成，を導入している。

第3章では，準無矛盾論理で表現された知識ベースをもつエージェントによる議論を可能にするために，2種類の議論フレームワークを形式化している。準無矛盾論理は，古典論理上において発生する「矛盾した命題からはすべての命題が論理的帰結として導かれる」という問題が起こらないことを第一の目的として作られた論理であり，矛盾した命題を矛盾のまま扱うことができるという特徴をもつ。本論文では4値の準無矛盾論理に基づく議論フレームワークを構築することで，矛盾した認識や古典論理では表現することが難しい認識を含んだ問題を扱うことを可能にしている。このとき，知識の衝突関係の捉え方を2通り考えている。それは「同一の命題に対して異なる真理値を主張する結論をすべて衝突と捉える」という真理値の差異に基づく考え方と，「自

*新潟大学自然科学研究科
現在　株式会社ビーエスピー
〔新潟大学博士（工学）　平成15年3月26日授与〕

分の主張が内包しない考えを唱える主張を衝突と捉える」という真理値の順序構造に基づく考え方である。このような衝突関係に基づき，2種類のフレームワークの形式化に成功している。また，互いに衝突する論証から正当と認められる論証を選び出すため，衝突する結論に対する根拠の多さと，エージェント集団内の社会通念に基づく2種類の基準を導入し，論証の形式と社会性の両方から正当性を判定する機構が実現されている。さらに，議論フレームワークの不動点意味論と対話的証明論を与え，その健全性と完全性を示している。

第4章では，以上の3種類の議論フレームワークに基づきエージェントが議論する際の，論証の送受信プロセスとなる議論プロトコルについて述べている。本論文では人間が実際に行う議論の形式と合致した3種類の議論プロトコルを提案している。具体的には，エージェントが2つの立場に分かれた上で仲介者を交えて議論する二者対立型の議論プロトコル，エージェントが循環的に論証を提出していくことにより，立場を意識せずに議論を行うことのできる議論プロトコル，議論に参加する全エージェントに同時に論証提出を求めることにより，存在しうる全論証のもとで正当となる論証を決定する議論プロトコルの3つである。また第一のプロトコルについては，システムとして実装されている。

最後に第5章では，本論文の成果を総括している。また本論文の内容を，「議論」より一般的なコミュニケーションの概念である「対話」へと発展させることができるかについての展望と将来課題が論じられている。