

氏 名	レオン スエマツ ユタカ インテイ LEON SUEMATSU, Yutaka Inti
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学 位 記 番 号	情 博 第 306 号
学位授与の日付	平 成 20 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	情 報 学 研 究 科 シ ス テ ム 科 学 専 攻
学位論文題目	Multiagent-based Modeling of Social Systems and Its Validation (マルチエージェントに基づいた社会システムのモデリングとその妥当性検証 法に関する研究)
論文調査委員	(主 査) 教 授 片 井 修 教 授 熊 本 博 光 教 授 喜 多 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、マルチエージェントの枠組みを用いた社会システムのモデリングとその妥当性検証法について論じたものである。マルチエージェントシステムにおいて、未だに重要な課題であるマルチエージェントモデルの設計方法とそのモデルの妥当性の検証法、さらにはマルチエージェントにおける組織的学習メカニズムの構築という3つの課題の解決に取り組んでいる。本論文は、それらの3つの課題の問題点を整理し、その解決法を提案しており、8章から構成されている。

1章は序論であり、本研究の背景、意義、概要と目的および論文構成を示している。

2章は、基礎となるマルチエージェントシステムと機械学習手法の紹介を行っている。

3章は、マルチエージェントによるモデル化の方法としてレイヤーモデリングを提案している。まず、従来の主なモデルの諸要素を調査し、「個体」と「集団」の2つレイヤーに分けて設計するという枠組みを提案している。具体的には、「個体」レイヤーは、個体エージェントの内部の設計を、「集団」レイヤーでは、エージェント間の抑制メカニズムや相互作用の構造を設計するというものである。各レイヤーでモデル化に必要とされる要素を整理し、分類を与え論じている。

4章は、マルチエージェントにおける妥当性検証法について論じている。「クロスエレメント検証」というマルチエージェントの新たな妥当性検証法を提案している。具体的には、モデルに含まれている諸要素やそれらの類似性を置換しながら検証し、その結果を基に、それらの要素がシミュレーション結果にどのような影響を与えるかを解析する方法である。さらに、「クロスエレメント検証」をサポートするツールの構築を行っている。

5章は、ゲーム理論における代表的な問題の一つである「バーゲニング問題」を用いて、それらのマルチエージェントモデルを構築し、進化戦略 (Evolution Strategies) と学習分類子システム (Learning Classifier Systems) の2つ学習メカニズムと2つの知識表現法がシステムの振舞いに及ぼす影響について検討している。その結果、進化戦略を用いたモデルはゲーム理論で予測された結果と一致することを示し、さらに、モデルに含まれている要素のわずかな変化がシミュレーション結果に大きく影響を与えることを明らかにしている。このことは、「クロスエレメント検証」の重要性を明らかにするものである。

6章は、個人や集団が異文化にどのように適応するのかを再現したゲーミング・シミュレーション「BARNGA」をマルチエージェントに基づいてモデル化し、学習メカニズムがシステムの振舞いに及ぼす影響を検討している。さらに、学習の際に扱う情報の量について比較検討している。その結果、扱う情報の量がシステムの適応と収束の早さに影響を与えることを明らかにしている。

7章は、マルチエージェントにおける組織的な学習メカニズムを扱っている。経営学における実践共同体 (CoP) と知識創造を高める野中のSECIモデルの概念を導入し、マルチエージェントにおける新たな組織的学習メカニズムを提案している。このメカニズムは、「個体学習」、「コミュニティ内での知識交換」、「コミュニティ間の知識交換」という3つの階層で学習を行うものである。さらに、これを代表的なルールベース学習システムである学習分類子システムを用いてこのメ

カニズムを実現している。多様性を維持し、早い収束を求める迷路問題を設定し、そのシミュレーション実験により、良好な学習結果の得られることを明らかにしている。

8章は、結論であり、本研究で得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、マルチエージェントの枠組みを用いた社会システムのモデリングとその妥当性検証法について論じたものである。マルチエージェントシステムにおいて重要な課題となっている対象のモデル化法とその妥当性検証法さらにはマルチエージェントにおける組織的学習メカニズムの構成という3つの課題についてその問題点を整理し、それらの解決法を提案したものである。得られた成果は以下のように要約される。

1. マルチエージェントシステムによる対象システムのモデル化の方法としてレイヤーモデリング法を提案している。具体的には、「個体」レベルと「集団」レベルの2つレイヤーで対象を捉え、その上でモデルに必要とされる要素（メカニズム）を整理し、分類を与えた。このフレームワークは、モデルを設計する際に諸現象の記述を容易にするとともに、シミュレーション結果も従来のモデル化法の結果と比較するとき、その解説がより容易になるという利点を有している。
2. マルチエージェントに基づいた多数のモデル化が今まで提案されてきているが、その妥当性検証を行うまでは至っていない。本研究では、クロスエレメント検証という新たな妥当性検証法を提案している。具体的には、モデルに含まれている諸要素やそれらの類似性を置換しながら検証するものである。この検証法は、考えられる全ての諸要素の組み合わせの結果を比較することを通して、対象システムを実現する組み合わせを与えるものである。
3. クロスエレメント検証法をサポートする新たなツールを構築した。
4. ゲーム理論の代表的問題の一つである「バーゲニング問題」と異文化への適応が再現されるゲーミング・シミュレーション「BARNGA」を用いて、学習メカニズムがシステムの振舞いに及ぼす影響を検討し、モデルに含まれている要素のわずかな変化がシミュレーション結果に大きく影響を与えることを明らかにした。これは、「クロスエレメント検証」の重要性を明らかにするものである。
5. 経営学における実践共同体（CoP）と知識創造過程に関わる野中のSECIモデルの概念に導入し、マルチエージェントにおける新たな組織的学習メカニズムを提案した。このメカニズムは、3つの階層で学習を行わせ、多様性を維持しつつ早い収束を求める具体的例題に適用することによって、高度な学習能力の実現されていることを明らかにした。

以上要するに本論文は、マルチエージェントによる社会システムの分析と構築において課題とされてきたモデルの設計法と妥当性検証法に解決の糸口を与えるとともに、その組織的学習メカニズムを提案したものであり、その成果は情報学の展開に寄与するものである。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成20年2月15日に実施した論文内容とそれに関連した試問の結果合格と認めた。