

氏名	やまもと がく 山 本 学
学位(専攻分野)	博 士 (情 報 学)
学位記番号	情 博 第 295 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 社 会 情 報 学 専 攻
学位論文題目	多数のエージェントを扱う大規模マルチエージェントシステムの基盤技術とその応用
論文調査委員	(主 査) 教 授 石 田 亨 教 授 喜 多 一 教 授 湯 淺 太 一

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、社会情報システム構築の重要な技術であるマルチエージェント技術において、多数のエージェントを扱う大規模マルチエージェントシステム基盤のモデルとアーキテクチャについて研究した成果をまとめたものであり、8章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究の背景、目的について概観している。

第2章では既存研究について述べている。本研究の位置づけを明確にするために、エージェントシステム基盤技術の新しい分類方法を示し、実在のエージェントシステムの分類を行なっている。

第3章では本研究で提案する大規模マルチエージェントシステムにおけるエージェント抽象モデル、実行環境抽象モデル、メッセージング抽象モデル、基本アーキテクチャを示している。エージェント抽象モデルが定義するエージェントは、1) メッセージを受けて活動し、速やかに処理を完了する、2) 他のエージェントから直接参照・更新されることがないデータを持つ、3) メッセージを送信する、4) 実行環境が提供する機能呼び出すことができる。エージェント実行環境は、このようなエージェントの活動を制御し、メッセージ送受信や外界とのメッセージ交換を制御する。メッセージング抽象モデルでは、メッセージの性質を宛先特定/宛先不特定、単一宛先/複数宛先、両方向/一方向、信頼性/非信頼性、という4つの軸で定義している。実行環境の基本アーキテクチャは、メッセージング機構、メッセージキュー、エージェント管理機構、メモリ管理機構、スケジューラ、スレッド管理、通信機構から構成される。大規模マルチエージェントシステムで重要となる複数計算機によるクラスタ構成についても論じている。

第4章では、提案モデルの検証として、業務システム用のマルチエージェントシステムのフレームワークと、実システムである駅周辺情報配信サービスへの適用を示し、基本モデルの有効性を機能・性能の両面から検証している。業務システム用実行環境は、全エージェントがメモリ中に配置できるとは限らないため、適宜エージェントをディスクとメモリ間でスワップイン/アウトする機構を提供する。性能を向上させるには、このスワップイン/アウトの回数を極小化する必要がある。本研究では、Cohort Scheduling手法をエージェント実行環境に適用することでこの極小化を実現している。本研究では実機での計測と理論解析により、その効果を示している。

第5章では、提案モデルに基づくエージェントベースドシミュレーションのフレームワークと、それを用いたエージェントベースドオークションのシミュレーションを示し、基本モデルの有効性を機能・性能の両面から検証している。エージェントベースドシミュレーションでは、基本モデルにシミュレーションサイクル制御機構と柔軟なクラスタ化機能を付加し、様々なタイプのシミュレーションへの適用を可能にしている。また、100万体のエージェントによるオークションシミュレーションを実現し、さらに実機での性能検証と理論解析による性能検証を行い、基本モデルの機能・性能面での有効性を示している。

第6章では、第5章で示したエージェントベースドシミュレーションのフレームワーク上に交通シミュレータを構築し、

異なるタイプのシミュレーションで基本モデルの検証を行なっている。ここでは、自動車一台ごとにエージェントを割り当て、エージェントが適宜意思決定を行ないながらシミュレーションを実行していく。広域の地図を複数の領域に分割し、分割された領域ごとに計算機を割り当て、複数の計算機でシミュレーションを実行する。交通シミュレータを第5章で示したエージェントベースドシミュレーションのフレームワークで構築できることは、基本モデルの機能面での有効性を示している。また、実機と理論解析により性能面での有効性を確認している。

第7章では、第3章から第6章の結果を踏まえ、第3章で示した基本モデルの性質を考察し、今後の展望を示している。第8章は結論で、本論文で得られた成果を要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、社会情報システムの構築で重要な技術であるマルチエージェント技術において、多数のエージェントを扱う大規模マルチエージェントシステム基盤のモデルとアーキテクチャについて研究した結果をまとめたものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 大規模マルチエージェントシステムにおけるエージェント抽象モデル、実行環境抽象モデル、メッセージング抽象モデル、基本アーキテクチャを提案した。ここで定義するエージェントは、1) メッセージを受けて活動し、速やかに処理を完了する、2) 他のエージェントから直接参照・更新されることはないデータを持つ、3) メッセージを送信する、4) 実行環境が提供する機能呼び出すことができる。エージェント実行環境は、このようなエージェントの活動を制御し、メッセージ送受信を制御する。メッセージング抽象モデルは、宛先特定/宛先不特定、単一宛先/複数宛先、両方向/一方向、信頼性/非信頼性、という4軸で定義される。実行環境の基本アーキテクチャは、メッセージング機構、メッセージキュー、エージェント管理機構、メモリ管理機構、スケジューラ、スレッド管理、通信機構から構成される。大規模化に必須である複数計算機によるクラスタ構成も論じている。
2. 提案された基本モデルを業務システムへ適用し、機能と性能両面での検証を行い、基本モデルの有効性を示した。基本モデルに基づく業務システム用エージェントフレームワークを開発し、駅周辺情報配信サービスへの適用を通じてモデルの検証を行なった。業務システムでは、全エージェントがメモリ中に配置できるとは限らないが、Cohort Scheduling手法を適用することで、性能向上が可能であることを実機での計測と理論解析により示した。
3. 提案された基本モデルに基づいたエージェントベースドシミュレーション用フレームワークを開発し、オークションシミュレーションと交通シミュレーションに適用することで、基本モデルの検証を行なった。100万体のエージェントを用いたオークションシミュレーションと広域の交通網を対象とした交通シミュレーションを複数の計算機を用いて実行し、実機と理論解析による性能検証を行ない、基本モデルの機能・性能面での有効性を示した。

以上、本論文は大規模マルチエージェントシステムの基本となるモデルと実行環境のアーキテクチャをまとめたものであり、学術上、實際上寄与するところが少なくない。

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6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。