

氏名(本籍)	すずき なお や 鈴木 有也 (北海道)
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	博甲第 3422 号
学位授与年月日	平成 16 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	複雑系を指向した並列マルチエージェントシミュレーションシステムに関する研究
主査	筑波大学教授 理学博士 板野 肯三
副査	筑波大学教授 理学博士 佐藤 三久
副査	筑波大学教授 学術博士 和田 耕一
副査	筑波大学助教授 博士(理学) 加藤 和彦
副査	筑波大学教授 博士(工学) 安永 守利

### 論文の内容の要旨

マルチエージェントシミュレーションは、自律的に動作する実体（エージェント）が、規定された動作ルールに従って、それらの動作空間（シミュレーション空間）を構成する要素を参照・更新しながら他のエージェントと相互に作用することにより、複雑な系全体の振る舞いを解析しようとする試みである。

本論文では、高性能で、かつ優れた記述性を有するマルチエージェントシミュレーションシステムの実現を目指して開発した並列マルチエージェントシミュレータ M++ について、その基本概念、ならびに言語設計、実装技術について述べ、M++ の記述性評価、および性能評価について述べている。本シミュレータは、自己移動型スレッドを用いて実装されており、エージェントはプロセッサ間を自律的に移動する。これにより、メッセージ送受信の概念がユーザレベルに表れず、また遠隔のシミュレーション空間を参照する際に発生する通信の頻度を削減できる。さらに本研究では、シミュレーション空間をクラスタ上に分散して、プロセッサ間リンクのみを他のプロセッサと共有することにより、記述性ととも性能を向上させる方式を新たに提案している。

M++ システムの構成について、自己移動型スレッドが各プロセッサに自律的に移動することによって、エージェントの実行負荷が分散される設計になっていることを示した。また、ノードとリンクと呼ぶ機能を用いてシミュレーション空間を構成し、空間をプロセッサ間に分散配置できること、およびエージェントのシミュレーション空間への参照・更新の有無にかかわらず、常にデータの一貫性が保たれるように設計されていることを示した。さらにセルオートマトンの駆動の設計について言及した。

記述性評価においては、M++ 言語と汎用的な並列離散イベントシミュレータである SPEEDES とで、人工社会シミュレーションを記述し、比較を行っている。その結果、シミュレーション空間の記述について、SPEEDES は動的なシミュレーション空間の分散をサポートしていないため、M++ 言語のような直観的な分散配置は難しいことがわかった。また、M++ 言語のような、セルを連結する機構が用意されていないため、シミュレーション空間のトポロジを表現するには工夫を要することを示した。

性能評価においては、M++ システムの基本性能とシミュレーション性能の評価を行った。基本性能の評価では、M++ システムにおける通信ライブラリ、および独自に開発したスレッドライブラリ、自己移動型スレッドライブラリの性能について評価した。シミュレーション性能の評価では、岩石収集シミュレーション、およびニューラルネットワークシミュレーション、人工社会シミュレーションを用いた。実行時間とその内訳、シミュレーション中に送信されるメッセージを分析することによって、これらシミュレーション性能の定量的な解析、評価を行った。評価の結果、本マルチエージェントシミュレータを用いることで高性能シミュレーションが可能で、クラスタ環境で良好な台数効果が得られることを明らかにした。また、自己移動型スレッドの実現にあたって開発した高性能スレッドライブラリである S スレッドが、シミュレータの高速化に大きく貢献していることを示した。

## 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、優れた記述性と高い性能を有する並列マルチエージェントシミュレーションシステム M++ の開発研究について述べたものである。独自に開発した M++ 言語と、クラスタ上で実行可能な並列シミュレーションシステムの設計と実装、詳細な評価について述べている。設計においては、シミュレーション空間をクラスタ上に分散しつつ局所的な共有を許すことにより、記述性とともにより性能を向上させる方式を新たに提案している。本研究は、複雑系を指向した高性能な並列マルチエージェントシミュレーションシステムの提案として、独創的で実用性の高い研究として高く評価できる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。