

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	大規模システムの並列分散離散イベントシミュレーションにおける性能最適化
Title(English)	Performance Optimization for Parallel and Distributed Discrete Event Simulation of Large-Scale Systems
著者(和文)	華井雅俊
Author(English)	Masatoshi Hanai
出典(和文)	学位:博士(理学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10104号, 授与年月日:2016年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:首藤 一幸,増原 英彦,渡辺 治,遠藤 敏夫,脇田 建
Citation(English)	Degree:Doctor (Science), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10104号, Conferred date:2016/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	数理・計算科学	専攻	申請学位（専攻分野）：	博士	（理学）
Department of			Academic Degree Requested	Doctor of	
学生氏名：	華井 雅俊		指導教員（主）：	首藤 一幸	
Student's Name			Academic Advisor(main)		
			指導教員（副）：		
			Academic Advisor(sub)		

要旨（和文 2000 字程度）

Thesis Summary (approx.2000 Japanese Characters)

本論文は「Performance Optimization for Parallel and Distributed Discrete Event Simulation of Large-Scale Systems（大規模システムの並列分散離散イベントシミュレーションにおける性能最適化）」と題し、大規模システムの並列分散離散イベントシミュレーションにおける実行効率化の手法を提案するもので、英語で全 6 章から構成されている。

第 1 章「Introduction」では、本研究の背景として、大規模システムの並列分散離散イベントシミュレーションについて総括的に述べ、その問題点をまとめている。また、それに対する提案手法の概要と特徴について簡潔にまとめ、シミュレーション分野における本研究の位置づけに関して述べている。

第 2 章「High Performance P2P Simulation」では、本研究の一つ目の貢献である、大規模 P2P シミュレーションの高速化手法に関して論じている。提案は大きく三つからなり、P2P システムの並列分散離散イベントシミュレーションを用いたモデリング方法、分散コンピューティング環境へのデータパーティション方法、P2P シミュレーションのワークロード特性を考慮した実行最適化の方法、に関して述べている。また、実際に分散ハッシュテーブルのルーティングアルゴリズムを利用した評価実験にて、提案手法の有効性を実証している。

第 3 章「Exact-Differential Simulation」では、本研究の二つ目の貢献である、並列分散離散イベントシミュレーションにおける冗長処理の削除手法 Exact-Differential Simulation に関して、そのアルゴリズムとソフトウェア構築方法を論じている。また、Exact-Differential Simulation の社会交通シミュレーションへの適用方法に関して述べており、実際の交通データを利用したシミュレーションによって、提案手法の有効性を実証している。

第 4 章「Large-Scale What-If Analysis」では、本研究の三つ目の貢献である、Exact-Differential Simulation を利用した What-If Analysis の高速化手法に関して論じている。具体的には、Exact-Differential Simulation を利用したシミュレーションクローニング手法である Exact-Differential Cloning を提案し、第 3 章で述べたソフトウェアからの拡張方法を示している。Exact-Differential Cloning によってシミュレーションタスクの並列実行を実現し、実際に社会交通シミュレーションを用いた What-If Analysis において、提案手法が有効であることを実証している。

第 5 章「Cost Optimization to Cloud Computing」では、本研究の四つ目の貢献である、クラウドコンピューティング上でのシミュレーション実行のコスト最適化手法に関して論じている。シミュレーションのワークロードに応じて、実行中に仮想マシンの利用数を調整し過剰供給を抑えることで、課金コストを削減する。また、実行中に仮想マシン数を変えるには、実行の中間状態をマイグレーションする必要があるが、本提案ではそのマイグレーションの高速化に関しても述べている。社会交通シミュレーションを用いた評価によって、提案手法が有効であることを示している。

第 6 章「Conclusion」では、本研究の総括を述べるとともに、今後の方向性を示している。

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(博士課程)
Doctoral Program

論文要旨

THESIS SUMMARY

専攻：	数理・計算科学	専攻
Department of		
学生氏名：	華井 雅俊	
Student's Name		

申請学位 (専攻分野)：	博士	(理学)
Academic Degree Requested	Doctor of	
指導教員 (主)：	首藤 一幸	
Academic Advisor(main)		
指導教員 (副)：		
Academic Advisor(sub)		

要旨 (英文 300 語程度)

Thesis Summary (approx.300 English Words)

In the era when new large-scale systems have emerged because of the improvement in information technologies, it is necessary to clarify the behavior of large-scale systems, because society has become more dependent on these systems. Computational simulation is widely recognized as an important method to examine or study such large-scale systems because their behavior is too complex to analyze in static or mathematical ways. In addition, parallel and distributed discrete event simulation (PDES) techniques are used for fast and scalable simulation execution. This thesis discusses studies on the simulation of such large-scale systems with PDES, and I propose three new techniques.

First, I present a new modeling technique of emerging P2P systems. The proposal includes a data partitioning method for distributed computers and performance optimization for P2P system simulation on PDES, as well as a representation of P2P systems with the PDES scheme. The effective partitioning decreases the cost of machine-to-machine communication, which is one of the main performance factors in PDES. In addition, the proposal shows the effectiveness of some optimization techniques used to accelerate the simulation performance.

The second technique is a new redundancy reduction technique for a repeating simulation. Large-scale system analysis by simulation requires repeating the execution of simulation many times with various patterns of scenarios or parameters in order to validate or calibrate the results, which results in a large amount of redundancy, even when the change from a prior scenario to a later scenario is very minor. The new technique, exact-differential simulation, is illustrated. The technique enables to simulate only the changing scenarios in later executions while retaining exactly the same results as in the case of a complete simulation. The proposal also shows the implementation of the exact-differential simulation on the top of optimistic PDES, and it illustrates the experimental results with large-scale traffic simulation.

The final technique provides efficient simulation execution optimized for a cloud computational environment. When using the cloud, where computing resources are rented in a "pay as you go" charge model, cost performance is important. I proposed an adaptive virtual machine provisioning method used during the simulation, which enables the effective use of computational resources. The experiment, conducted with a case study of an agent-based traffic simulation on PDES, shows the improvement of its cost performance.

備考：論文要旨は、和文 2000 字と英文 300 語を 1 部ずつ提出するか、もしくは英文 800 語を 1 部提出してください。

Note: Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).