

社会科学のための PSE の開発

前田太陽, 蟻川浩, 村田忠彦



文部科学省私立大学社会連携研究推進拠点
関西大学政策グリッドコンピューティング実験センター

Policy Grid Computing Laboratory,
Kansai University
Suita, Osaka 564-8680 Japan
URL : <https://www.pglab.kansai-u.ac.jp/>
e-mail : pglab@jm.kansai-u.ac.jp
tel. 06-6368-1228
fax. 06-6330-3304

関西大学政策グリッドコンピューティング実験センターからのお願い

本ディスカッションペーパーシリーズを転載、引用、参照されたい場合には、ご面倒ですが、弊センター（pglab@jm.kansai-u.ac.jp）宛にご連絡いただきますようお願い申し上げます。

Attention from Policy Grid Computing Laboratory, Kansai University

Please reprint, cite or quote WITH consulting Kansai University Policy Grid Computing Laboratory (pglab@jm.kansai-u.ac.jp).

社会科学のための PSE の開発

前田太陽¹, 蟻川浩¹, 村田忠彦^{1,2}

Development of Problem Solving Environment for Social Science

Taiyo Maeda¹, Hiroshi Arikawa¹, Tadahiko Murata^{1,2}

概要

本稿では、社会科学のためのシミュレーション支援システムを実現するために、マルチエージェントシミュレーションのための分散計算システムと可視化システムの開発を行った。適用事例として、政党支持シミュレーションを行った結果、分散計算による台数効果と動的な可視化による作業の効率化が図れた。

Abstract

In order to simulate efficiently, social scientists need powerful tools as Problem Solving Environment (PSE). To realize PSE for social science, we developed distributed computing system for multi-agent simulation, and visualization system. The system has been applied to party support simulation, it is obtained that the throughput of simulation time became increase and to visualize it efficiently.

キーワード：社会科学, マルチエージェントシミュレーション, 可視化, 分散計算

Key Words: Social Science, Multi-Agent Simulation, Visualization, Distributed Computing

-
- 1 関西大学政策グリッドコンピューティング実験センター
Policy Grid Computing Laboratory, Kansai University
 - 2 関西大学総合情報学部
Faculty of Informatics, Kansai University

1. はじめに

1960年代初頭に問題解決環境 (PSE: Problem Solving Environment)のアイデアが生まれて以降, PSEは研究開発の効率化を要求される現場から必要とされ, 様々なシステムが開発されてきた[1-3]. それらは, プログラム開発コストや時間の削減, コンピューティングコストの削減, シミュレーションの高信頼性確保, シミュレーションのためのソフトウェアやハードウェア技術の確立などの実現をめざした計算機支援システムの開発であり, 自然科学の分野を中心に行われてきた. 一方, 社会科学分野においてもシミュレーションへのニーズが高まり, 研究開発の効率化とそれに必要なツールが必要とされている.

社会科学のためのシミュレーションを効率的に行うには, 2つの重要なファクターが存在する. 1つはモデルの充実である. 計算モデルを充実するためにシミュレーションプロセスの一連の作業をシステム化した研究として, Swarm[4], StarLOGO[5], artisoc[6]が存在する. これらはモデル作成から可視化までを行い易いつくりになっている. もう1つのファクターは, モデルを迅速に作成する環境である. 計算モデルをより充実させるためにシミュレーションサイクルを迅速に行う, 拡張された PSE の概念[7]である, 計算の実行, 可視化の支援システムの開発が重要となる.

そこで本研究では, 社会科学のためのシミュレーションを効率的に行うことを目指した PSE システムを提案し, その開発を目的とする. このシステムを実現するために, マルチエージェントシミュレーションに対して, グリッドの概念を取り入れた分散計算を実現し, その実用性の検証と, 社会科学の研究者が容易に利用可能な可視化方法について議論し, 社会科学のための PSE の有効性について議論する. 2章でマルチエージェントシミュレーションについて述べ, 3章で必要とされる PSE システムのニーズ分析を行う. 4章で提案システムの概要と構成要素技術について述べ, 5章で適用事例とその結果を述べる. 6章で本研究でのまとめを行う.

2. マルチエージェントシミュレーション

2.1 概要

現実世界のさまざまな現象の解明に有効な手段の1つとしてマルチエージェントシミュレーションがある. マルチエージェントシミュレーションは, 環境と自律的な行動をするエージェントから構成され, 環境とエージェントが相互に作用することで全体的な振る舞いをみるシミュレーションである. 近年では人や交通流, 経済現象, 避難誘導や環境政策の影響, 感染伝播の再現や分析がマルチエージェントシミュレーションにより行われている[8-10].

社会科学の現象の再現や解析の効率化には、特定のルールを持ったエージェントを多数作り、人工的な場で相互作用を起こさせるシミュレータを効率的に開発・実行し、検証と知識ベースの充実が望まれる。

2.2 シミュレーションのプロセス

現実の世界をシミュレーションするためには、いくつかのステップが必要となる(図1)。これは、自然科学でのシミュレーションと同様のプロセスがとられ、現実世界の現状を観察し、仮説モデルを作成し、プログラミングし、シミュレーションを実行する。結果データから仮説モデルと現象を比較するために可視化の導入が望まれる。

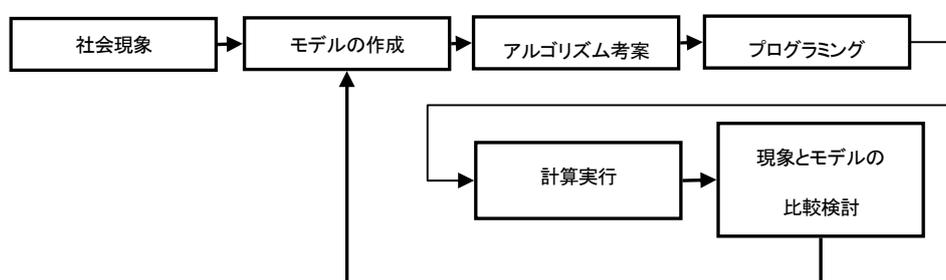


図1 シミュレーションとモデル作成の関係

これらのプロセスにおいて、モデル作成とアルゴリズム考案に対するソルバ作成とその比較検討が大きな作業となる。モデルやアルゴリズムを効率的に検証するためには、プログラミングのスキルと、計算の高速化と効率的な可視化が必要となる。

3. 社会科学のための PSE のニーズ分析

モデル作成のためのプログラミングに関して、調査を行ったところ、Visual C, Java, gcc を利用したユーザが存在した。StarLOGO や Artisoc での独自言語によるソルバ作成は、利用方法の習得の必要性や、研究者のバックグラウンドに影響しており、独自でプログラミングを行っているユーザが存在していた。一般には開発言語に関係なくシミュレーションを行いたいというニーズは存在するが、すでにソルバを開発している研究者が望む第1の要求は、自身のプログラムの計算実行の高速化であった。マルチエージェントシミュレーションの多くは、乱数を利用した計算工程を含む。このため、異なる乱数を用いたシミュレーションを複数行う必要がある。この複数行うシミュレーションの回数を試行回数と呼び、計算時間の関係から、現実的には50試行から1000試行計算を行い、振る舞いを観察し、実際の現象と比較検証する。この試行回数は、乱数の系列を指定でき、シミュレーション

が独立して行うことができれば、分散計算で知られているパラメータサーベイと呼ばれる計算と同様であり、分散による高速化が可能である。この実現は、シミュレーションの総経過時間を短縮することにつながり、モデルの検証作業の効率化を図ることが予想される。第2の要求として、計算結果について、試行回数ごとの結果が出力されるたびに動的な可視化を行い、エージェントの振る舞いを見たいというニーズがあった。これは、社会現象を知るユーザが現象とモデルの比較検討する際に必要であり、動的な可視化は比較の効率化を図ることができると予想される。

4. システム開発

4.1 システム概要と要件

PSE システムのユーザを、3章で述べたソルバ開発が可能な研究者という前提としたシステムの概要を図2に示す。また、システム要件は、計算機群がLAN内で構成され、セキュリティは確保済みであるとする。システムは2つのサブシステムから構成されており、マルチエージェントシミュレーションの試行回数について分散計算を行う分散計算システムと、そのシミュレーション結果を監視し、自動的に可視化を行う、連動可視化システムである。

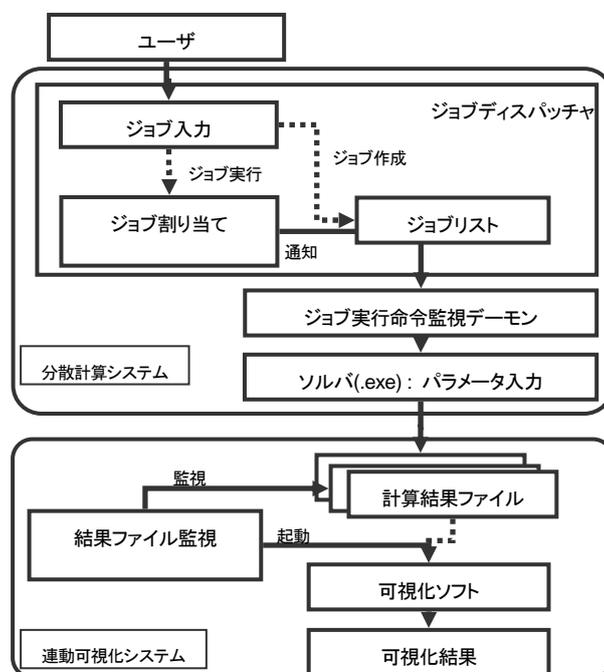


図2 システム概要

4.2 システム概要と要件

分散計算システムへのニーズとして、LAN 内で個人用に利用されている計算機を容易に利用したいというニーズであったため、小規模で必要最低限の機能を持つ分散計算用のツールが必要となった。そこで、インストールや利用の観点から、InstantPSE[11]のサブシステムであるジョブ投入機能を改良することでこれを実現した。改良システムは Java1.6 で開発し、コマンドラインで実行可能なソルバを複数の計算機に割り当てることができる。

4.3 可視化システム概要

複数のシミュレーション結果の動的な可視化への要求は、容易に自動的に可視化できることと、市販ソフトウェアを利用した場合も連携可能であることが望まれる。以上のことから、可視化を動的に行うために、シミュレーション結果ファイルが作成されるディレクトリを監視し、ユーザへ可視化ソフトを連動して起動するためのサブシステムの開発をした。サブシステム同士の連携は、ファイル共有を行うことで実現した。この理由は、ニーズを考慮した上で、計算リソースとなる計算機のディスクを頻繁に利用することなく、シミュレーション結果を容易に収集し、可視化のための監視を行わせるために最適であったからである。

5. 適用事例

5.1 モデル説明

マルチエージェントシミュレーションの適用事例として、政党支持シミュレーション[12]の拡張を行った。このシミュレーションは政党に対する有権者の振る舞いを検証するモデルである。このシミュレーションの計算フロー（図 3）をプロセス別に説明する。

最初のプロセスでは、仮想的な政策（イデオロギー）空間の中に有権者と政党を発生させる。政策空間は二次元と仮定する。2 番目のプロセスでは、有権者は確率的に政党を支持する。時間 t における i 番目の有権者政党を支持する確率を P とし、その確率に基づいて政党を支持する。3 番目のプロセスでは、政党への支持率に従って、政策出力目標が決定される。4 番目のプロセスでは、時間 t において、政策出力は政策出力目標方向へ移動する。5 番目のプロセスでは、政策出力の移動により有権者は政党の支持確率を学習する。このプログラムでは、政党を支持する学習アルゴリズムとエージェントの決定ルールを考案することでモデルを実現している。

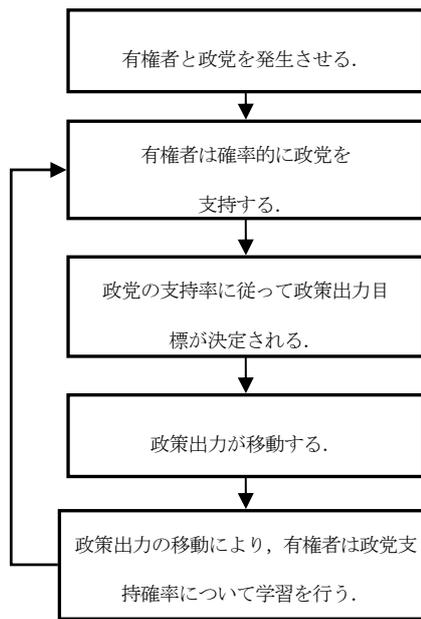


図3 政党支持シミュレーションの計算フロー

5.2 分散計算による高速化

分散計算については、1 ジョブの計算時間がかかるシミュレーションほど、分散計算の台数効率が良いことが知られている。モデルが簡単な場合において、分散計算が有効であるかを検証するため、計算モデルは、エージェント同士で相互影響しない自己判断するモデルで計算を行った。この計算を行う実行環境は、シミュレーション計算資源を現実の社会科学研究者の下で実現することを考慮して、著者らのオフィス業務で利用している計算機で行った。この環境はヘテロジーニアスな環境ではないが、一般の学術機関で見られる構成となっている。今回の計算機のスペックは以下である。

Table 1 計算環境の計算機スペック

項目	詳細
CPU	Pentium 4 - 3.4GHz
Main Memory	2G byte
Network	Gigabit Ethernet
OS	Windows XP pro SP2

この環境下での1ジョブあたりの単一計算機上での計算時間は7秒から9秒であった。このシミュレーションを検証するため、乱数のシードを変更した50試行回数を行い、有権者の計算に必要なパラメータについて5ケース行う、計250ジョブの計算を行う。実際のア

ルゴリズムの検証やパラメータによる振る舞いを検証する際には、これより多いジョブ数を計算することになるが必要な計算回数が考慮される最低限のジョブ数での検証を行った。

また、共有ディレクトリとして、社会科学の研究者の環境でよく見られる、Windowsによるネットワークドライブを共有ディレクトリとした。これは、分散計算を行う各計算機へのファイル転送を行わずに、集中的に結果データを集めることを前提としたためである。分散計算の際には1台での計算機と同様のディスクを共有し、計算を行ったため、各台数での分散計算のI/Oパフォーマンスはほぼ均等の環境で計算を行った。以上の条件で分散計算を行った結果、約29分の計算が8台で分散計算によって約4分で計算することができた (Table 2、図4)。これにより、シミュレーションのスループットを大幅に上げることができ、結果の検証の効率化を実現した。連動可視化システムを導入した結果 (図5,6)、可視化作業を自動化することができた。このことから、モデルの検証を効率的に行うことが可能となり、具体的には必要に応じてジョブの中断やエージェントの条件パラメータの変更といったステアリングを実現することが可能となった。

Table 2 分散計算の結果

台数	経過時間(sec)	台数効率
1	1776.7	1.00
2	903.2	1.96
4	453.9	3.91
8	222.5	7.92

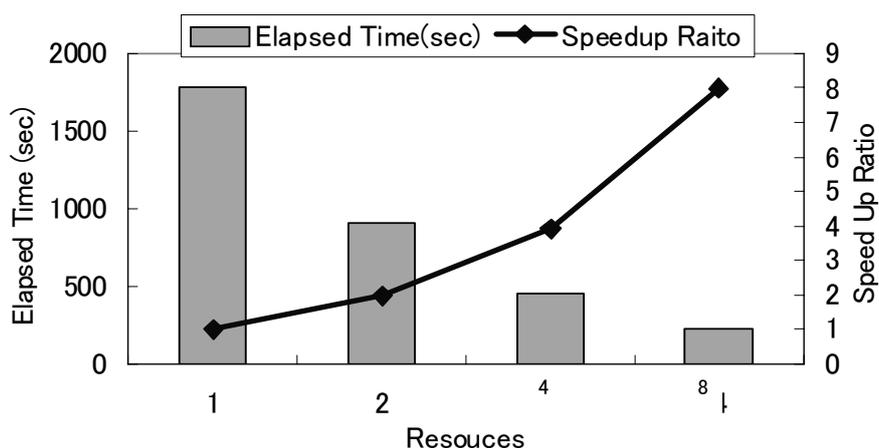


図4 分散計算による台数効果と経過時間

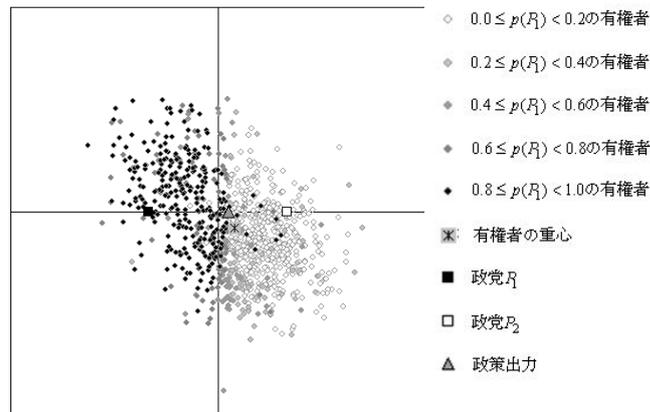


図5 エージェントの支持率の分布表示

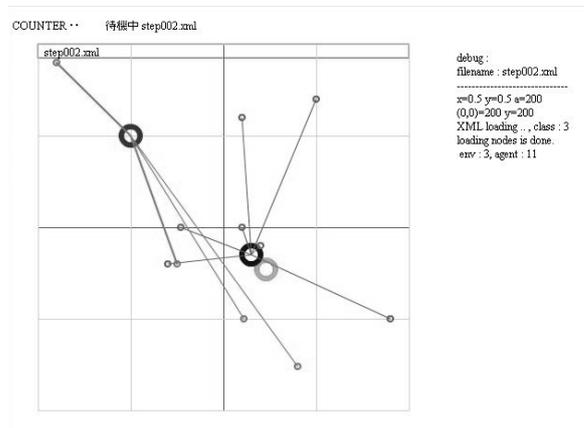


図6 連動可視化システムのプロトタイプ

6. まとめ

本研究では、社会科学のためのシミュレーションの効率化を目指し、マルチエージェントシミュレーションでのニーズ分析を行い、プログラミング支援以外で必要される、シミュレーション試行回数の分散計算と、分散計算によって得られた結果に連動して可視化するシステムを開発することで、社会科学のためのPSEシステムを実現した。これに単一計算機でのシミュレーションより、多くの試行回数を計算することや、モデルとの検証やアルゴリズムの改良を効率的に行うことが可能となった。今後は、他のアプリケーションへの適用に取り組みたい。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省社会連携研究推進事業（平成 17 年度～平成 21 年度）による私学助成を得て行われた。また、執筆にあたり協力頂いた関西大学大学院茶本悠介氏に感謝する。

参考文献

- [1] H. Fujii, S. Kawata, H. Sugiura, Y. Saitoh, H. Usami, M. Yamada, Y. Miyahara, T. Kikuchi, H. Kanazawa, Y. Hayase, "Mathematical Modeling Support in a Distributed Problem Solving Environment for Scientific Computing", e-Science and Grid Computing 2006, PROCEEDINGS, IEEE Computer Society, pp.470-477, 2006
- [2] Z.Jun, Y.Umetani, "A Problem Solving Environment for Automatic Matlab 3D Finite Element Code Generation and Simplified Grid Computing", e-Science and Grid Computing 2006, PROCEEDINGS, IEEE Computer Society, 2006, pp.99-105, 2006
- [3] T. Maeda, Y. Kadooka, Y. Tago, "Collaborative Problem Solving Environment "Desk Side Laboratory"". e-Science and Grid Computing 2005, PROCEEDINGS, IEEE Computer Society, pp.536-541, 2005
- [4] Swarm <http://www.swarm.org/>
- [5] StarLogo <http://education.mit.edu/starlogo/>
- [6] Artisoc <http://mas.kke.co.jp/>
- [7] 川田重夫,門岡良昌,松本正巳,"計算工学の基盤としてのこれからの PSE",計算工学,Vol.12, No.1, pp.1515-1519,2007
- [8] Joshua M. Epstein, Robert Axtell, `人工社会—複雑系とマルチエージェント・シミュレーション—`, 共立出版, 1999
- [9] 西崎一郎, 上田 良文, 佐々木智彦, "慈善くじによるグローバル・コモンズの保全のための資金調達と人工社会モデルを用いたシミュレーション分析," システム制御情報学会誌, Vol. 17, No. 7, pp. 288-296, 2004
- [10]安田英典,鈴木和男, "感染症伝播シミュレーション",計算工学, Vol.12, No.3, pp.15-17, 2007
- [11]武田 真,梅舘典也,加藤佳則,田子精男,前田太陽,"LAN内の分散計算のための問題解決環境"InstantPSE"", 計算工学講演会論文集, Vol.12, No.2, pp. 695-698 , 2007
- [12]Kollman, K. J H, Miller. and S E, Page. "Adaptive Parties in Spatial Elections.", American Political Science Review 99, pp.263-281, 2005