

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 25 日現在

機関番号：32657

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500175

研究課題名(和文) 機械学習による政治・経済データからのシミュレーションモデル生成

研究課題名(英文) Geretation of Multiagent Simulation Models Based on Machine Learning from Political and Economical Data

研究代表者

八槇 博史 (Yamaki, Hirofumi)

東京電機大学・情報環境学部・准教授

研究者番号：10322166

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：国際関係データや被験者実験データから機械学習に基づきモデル生成を行うシステムの構築、クラウドソーシングを用いた被験者実験およびモデル精練システムGAMESの構築、シミュレーションモデルを結合して大規模シミュレーションを構築するためのメタデータの設計、シミュレーションモデル結合支援技術の開発の各サブテーマに取り組み、機械学習に基づくシミュレーションモデル構築のための基礎技術を確立した。

研究成果の概要(英文)：Several techniques to generate multiagent simulation models based on machine learning from political and economical data. This work includes implementation of a system that generates simulation models using machine learning technique, collects data using crowd-sourcing services, and supports to combine such models and to construct large and complex simulation models. Basic technologies has been established, such as machine learning from social data, metadata to annotate simulation models, and model analysis using program dependency graphs (PDGs).

研究分野：情報学

科研費の分科・細目：人間情報学・知能情報学

キーワード：マルチエージェントシミュレーション 機械学習 モデル統合

1. 研究開始当初の背景

社会科学の諸分野において近年、人間や企業、政府といった意志決定主体を計算機上の仮想的実体であるエージェントとしてシミュレーションモデル(以下「モデル」)化し、シミュレーションを通じてそれらの相互作用やその結果を分析・検討するマルチエージェントシミュレーション(以下「MAS」)が広く用いられるようになってきている。

モデル構築においては一般的に、エージェントの内部モデルの理論的な設計から入り、実データをパラメータ調整や動作検証に用いる場合が多いが、理論と現実とのギャップは当然存在するため、その整合をとる作業は非常にコストの高いものとなる。ところがその一方で、MAS やその応用であるゲーミングや参加型シミュレーション等の多くでは、複数エージェント間の相互作用が重視され、エージェントの内部構造はあくまでエージェントが現実的な振る舞いを見せるようにするために必要になるにすぎない。このように、直接の興味の対象ではないはずのエージェント内部の動作設計に多大な時間を要していることが、MAS による研究の実施効率に悪影響を与えている。このような状況では、上述のような手順よりもむしろ実データを入力としてそれと整合した行動をとるエージェントを生成するほうが効果的である。

近年、サポートベクタマシン(以下「SVM」)に代表されるカーネルマシンなど、主に統計的手法に基づく新しい技術が機械学習の分野で大きな進歩を遂げている。本研究では、実データに基づくエージェントモデルの生成を、最新の機械学習手法によって行うことによる研究の効率向上を目指し、必要となる諸技術の開発を行う。同様の発想に基づくものとして、政治的変動の発生予測に特化していて応用範囲は限定的であるが、Penn State Event Data Project によるHMMの適用を挙げることができ、このアプローチと対象領域との親和性は高いものと考えられる。

2. 研究の目的

本研究の研究項目は以下の通りである。

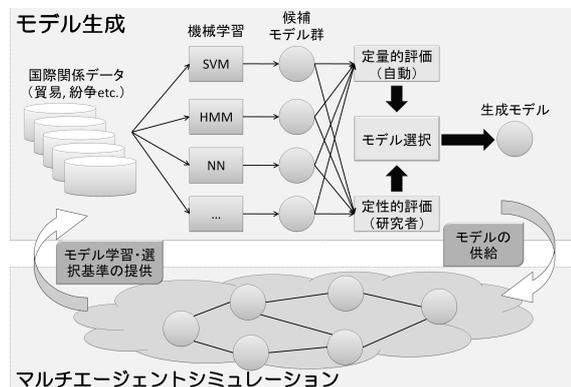
1. 機械学習による実データからのモデル生成機構の開発
2. 生成されたモデルの定性的な性質に関する分析手法の確立
3. MAS に応用した場合の妥当性と研究効率向上についての評価

図に本研究で提案するモデル生成とシミュレーション実施との枠組みを示す。モデル生成(図上半分)においては、Correlates of War, SIPRI, JANES などのおもに国際紛争に関するデータや、SourceOECD, UN Comtrade などの経済・国際貿易に関するデータを対象に、SVM や HMM 等を用いた機械学習を適用してモデル生成を行う。

そこで得られた候補モデル群に対し、元データとの整合性を見る定量的評価と、モデルの挙動についての定性的評価とを行って、MAS に用いるモデルの選択を行う。

得られたモデルを用いて MAS を実施し(図下半分)その結果はモデル生成で用いる各種の基準に反映される。MAS においては、モデルを作成した後にシミュレーションを一回行って結果を得て完了となることは稀であり、シミュレーション結果に応じたモデルの修正が頻繁に発生する。

実際にシミュレーションやゲーミングを行い、得られる結果の妥当性の評価を行うことで、生成されたモデルの MAS における性能を評価するとともに、MAS の結果をモデル生成のチューニングに反映させるための手法を検討する。同時に本方式の、適用領域における研究効率の向上についても検証する。



3. 研究の方法

本研究では、研究項目1と2の技術開発を研究代表者が、研究項目2における定性的評価の内容検討と研究項目3のシミュレーション研究を2名の研究分担者が主に担当するという協働体制により、目標とする、機械学習に基づくシミュレーションモデル生成を実現する。

初年度は研究項目1のモデル生成技術に重点をおき、モデル生成機構プロトタイプ開発とデータの調査、およびシミュレーション研究の試行が主な研究内容となる。これらの成果をもとに2年度目以降にモデル生成システムの実装、モデルの定性的性質の評価手法の確立、シミュレーション研究の実施による提案手法の評価をそれぞれ行う。

本研究で開発するモデル生成機構では、公開されている実際の国際関係データをもとにして、GPGSim シミュレータ上で動作するモデルを生成する。

4. 研究成果

以下の成果を得た。

国際関係データや被験者実験データから機械学習に基づきモデル生成を行うシステムの構築

実データ及び実験データから、SVM などの機械学習方式によりシミュレーションモデルを生成する手法について検討し、システムの試作を行った。機械学習のエンジンとしては WEKA を用いた。

得られるシミュレーションの精密化と、多様なエージェントモデルの取得を目ざし、蓄積したデータからそのまま学習するだけでなく、前段としてデータのクラスタリングを行う仕組みとした。これにより、データの中に含まれる種類の異なる主体による行動を、別のエージェントモデルとして抽出することが可能となった。

クラウドソーシングを用いた被験者実験およびモデル精練システム GAMES の構築

蓄積したモデルを用いて、クラウドソーシングサービスを通じて被験者を集め、実験データを集めるためのシステム GAMES の設計とプロトタイプ開発を行った。これにより、シミュレーションモデルの評価が効率的に行えるようになることを確認した。機械学習によるモデル生成と組み合わせ、モデル構築 被験者実験 データ蓄積 評価 学習によるモデル精練、というループが完成した。

上記シミュレーションモデルを結合して大規模シミュレーションを構築するためのメタデータの設計

モデルデータとモデルに関するメタデータを蓄積し、モデル統合者の変換規則記述を支援し、それを用いたモデル生成を行うことで統合シミュレーションを半自動で生成するモデル共有機構の開発を行った。異種モデル統合に関する手法の提案を行い、それを用いたモデル共有機構を開発することで、モデルを蓄積しモデル統合者の負担を軽減する。

シミュレーションモデル結合支援技術の開発

異種モデルを統合する際の影響解析が支援技術として重要であるとの観点から、その検討を実施した。

シミュレーションモデルのプログラムに対してプログラム依存グラフ(PDG)を生成し、それを用いて変数の変更やプログラムの結合についての影響範囲の可視化を行うことで、シミュレーションモデル統合時の作業量の見積りや修正箇所の発見を容易に行えるようにした。

国際関係データの調査

将来的にシミュレーションモデル生成の基礎とするために、Correlates of War など代表的なデータについてその特性を検証し、機械学習における利用可能性を評価した。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 5 件)

藤本茂, 「安全保障」の経済学の再構築 グローバル公共財学による接近, 経済論叢, 第 185 巻第 1 号, pp.33-48, 2012. (査読無)

藤本茂, 経済・貿易-「自由貿易」と「ドル」による国際経済体制の変遷-, 竹内俊隆編「現代国際関係入門」, pp.109-127, 2012. (査読無)

瀬島誠, 安全保障-複雑化するグローバルアジェンダ-, 竹内俊隆編「現代国際関係入門」, pp.57-74, 2012. (査読無)

瀬島誠, ロシア-ソ連崩壊から新生ロシアに至る変革期の政治指導-, 竹内俊隆編「現代国際関係入門」, pp.147-168, 2012. (査読無)

八槿博史, 中村悟, 佐藤亮介, “不均一並行計算環境を想定した非同期アントコロニー最適化法,” 情報処理学会論文誌, Vol.53, No.11, pp.2399-2408, 2012. (査読有)

〔学会発表〕(計 8 件)

岩崎裕太郎, 八槿博史, “マルチエージェントシミュレーションのためのパラメータサーベイ機構の開発,” エージェント合同シンポジウム(JAWS2012), 掛川, 2012-12-25.

磯貝邦昭, 八槿博史, “マルチエージェントシミュレーション統合のためのモデル共有機構の開発,” 第 76 回情報処理学会全国大会, 東京, 2014-03-12.

中嶋俊貴, 八槿博史, “プログラム依存グラフを用いたマルチエージェントシミュレーションモデル改造支援,” 信学技報, Vol. 113, No. 332, pp.65-70, 2013-11-29.

磯貝邦昭, 八槿博史, “マルチエージェントシミュレーションにおける異種モデル統合手法の提案,” 第 12 回情報科学技術フォーラム (FIT2013), pp.341-342, 鳥取, 2013-09-05.

柳町直幸, 八槿博史, “クラウドソーシングを用いたエージェントの行動データ収集支援システムの提案,” 情報処理学会第 75 回全国大会, 4S-2, Vol. 2, pp.373-374 仙台, 2013-03-07.

相木広識, 八槿博史, “人間行動データからの機械学習による社会シミュレーションモデル構築,” 情報処理学会第 75 回全国大会, 4S-7, Vol. 2, pp.383-384, 仙台, 2013-03-07.

八槿博史, 中村悟, 佐藤亮介, “不均一な並列計算環境のための非同期アントコロニー最適化法,” エージェント合同

シンポジウム (JAWS2011), 熱海,
2011-10-26.
岩崎裕太郎, 八槨博史, 浅井勇貴,
“マルチエージェントシミュレーシ
ョン環境 GPGCloud における実行順序
生成機構の開発,” 第 10 回情報科学
技術フォーラム (FIT2011), 第二分冊,
pp.375-380, 函館, 2011-09-07.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

八槨 博史 (YAMAKI, Hirofumi)
東京電機大学・情報環境学部・准教授
研究者番号: 10322166

(2) 研究分担者

瀬島 誠 (SEJIMA, Makoto)
大阪国際大学・現代社会学部・教授
研究者番号: 60258093

(3) 研究分担者

藤本 茂 (FUJIMOTO, Shigeru)
一般財団法人平和・安全保障研究所・研究
部・客員研究員
研究者番号: 80319425