

機関番号：14301

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2009年度～2010年度

課題番号：21800026

研究課題名（和文）参加型モデリングに基づく大規模マルチエージェントシミュレーションの実現

研究課題名（英文）Massively Multiagent-based Simulation with Participatory Design

研究代表者

中島 悠 (NAKAJIMA YUU)

京都大学 大学院情報学研究科・特定助教

研究者番号：50554979

研究成果の概要（和文）：

本研究の目的は、個々の人間のその場の状況に応じた意志決定モデルを取り込んだ大規模なシミュレーションを実施するための技術を探ることである。本研究では、都市交通を問題領域として選んだ。各個人の詳細なモデル化を行うことで、個人の意志決定の変化が都市環境全体に与える影響を観測できるシミュレーション環境を実現する。従来のマイクロシミュレーションでは、行動主体が個人単位で定義されている場合でも、各主体に固有の行動モデルを与えていなかった。それに対して、本研究では、人間がシミュレーションに参加した結果から個々の人間の行動特性をモデル化し、その獲得したモデルを用いたシミュレーションを実施することで、個人の行動特性が環境全体に及ぼす影響を調査する環境を構築する。これにより、多様な行動モデルを持ったエージェントによる大規模交通シミュレーションの実施が可能となる。

研究成果の概要（英文）：

This research has two main objectives: The first objective is to extract human decision-making models depending on the situation. The second objective is to realize a simulation environment that can observe influences of personal decision-making in the city environment. We focus on urban traffic as the target problem. While traffic flow simulations using simple agents are popular in the traffic domain, it has been recognized that driving behavior simulations with sophisticated agents are also beneficial. We propose a method of constructing a simulation environment which can execute citywide traffic simulations taking personal decision-making into account. The proposed simulation platform can support execution of citywide traffic simulation with multiple agent models.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,080,000	324,000	1,404,000
2010年度	980,000	294,000	1,274,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,060,000	618,000	2,678,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・知能情報学

キーワード：エージェント、シミュレーション工学、マルチエージェントシミュレーション、都市シミュレーション、モデル化

科学研究費補助金研究成果報告書

1. 研究開始当初の背景

本研究では、都市交通を具体的な対象領域として選ぶ。交通問題は、運転操作のような個人の行動の視点と渋滞問題のような群衆の現象を扱う代表的な問題である。また、2007年末にIBM が今後5年間で生活を一変させる可能性をも5つのイノベーションの一つとして新交通システムを挙げるなど、都市交通は近い将来に大きな動きが予想される分野でもある。この様な、新しい社会システムが導入された時に都市で生じる現象の予測に、マルチエージェントシミュレーション(MABS: Multi-Agent Based Simulation)技術の適用が有用である。

シミュレーション手法は、マクロシミュレーションとミクロシミュレーションに大別される。前者は全体を数値でモデル化する手法が一般的であり、システムダイナミクスなどが使われる。例えば、気象シミュレーションなどはマクロシミュレーションによって実現される。一方、都市交通のような人間の行動に関わる分野では、個々の人間の行動が環境全体に与える影響を調べる必要があるため、ミクロシミュレーション技術が適していると考えられている。ミクロシミュレーションに対する期待は、個々の人間の振る舞いが全体の結果にどう反映されるか、また全体に反映された結果が個々の人間の行動にどのようにフィードバックするのかを検証することである。この個人と群衆の相互関係は、社会科学の分野で注目されてきた問題であるが、工学的な検証方法はまだ確立されていない。

そこで、本研究の目標を、参加型モデリングにより個人を詳細にモデル化したエージェントを作成し、それを用いて大規模な交通シミュレーションを実施することに定めた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、個々の人間のその場の状況に応じた意志決定モデルを取り込んだ大規模なシミュレーションを実施するための技術を探ることである。各個人の詳細なモデル化を行い、個人の意志決定の変化が環境全体に与える影響を観測するためのシミュレーション環境を実現する。そのために、以下の二つの課題に取り組む。

(1) 個々の人間の意志決定のモデル化

一般に社会現象を分析するシミュレーションでは、環境に影響を与えた要因を調べやすくするため、KISS 原理と呼ばれるようにモデルをシンプルに作ったエージェントを用いる。それに対して、情報システムを導入し

た時の人々の行動を調べるシミュレーションでは、人間の意志決定とシミュレーション結果の因果関係を推測できるエージェントモデルが求められる。

(2) 局所行動と広域行動を統合するシミュレーション環境の構築

人間の行動モデルを作成するということは抽象化することであり、モデル設計者が注目する箇所以外は取り去られてしまうことになる。そこで、ある特定の領域しか取り扱わないモデルを組み合わせ、ある一つの都市交通シミュレーションとして実施する技術が必要となる。

3. 研究の方法

本研究では、被験者からのモデル獲得手法とそのモデルを活用するシミュレーション環境の構築手法という二つの技術に取り組む。これらの関係を図1に示す。

(1) 個々の人間の意志決定のモデル化

運転者の意志決定をモデル化するために、人間参加型の交通シミュレーションを実施し、被験者の走行ログを獲得する。次に、被験者とのインタビューに基づき、行動選択時の認知対象物・心理状態を行動要因として抽出し、「原因(行動要因)→結果(選択行動)」の形式で運転操作ルールを蓄積する。この走行ログと運転操作ルールを事前知識として使って、個々の被験者の運転操作モデルを作成するアプローチを考える。

(2) 局所行動と広域行動を統合するシミュレーション環境の構築

獲得した行動モデルを、実際にシミュレーション上のエージェントモデルに導入する。



図1 研究の概要

それにより、個々の人間の振る舞いと広域交通の関係を調べる交通シミュレーション環境を実現する。

都市交通のシミュレーションでは、個々の車両エージェントが直面する状況も多岐にわたる。都市上を移動するエージェントを作成する際、エージェントは街中で様々な対象に関して意志決定を行うが、それらを全てモデル化することは現実的ではない。そこで、モデル作成者は、注目したい特定の行動(例えば、アクセル/ブレーキ/ハンドルを組み合わせた運転操作)のみをモデル化することになる。このモデルを広域交通シミュレータ上で動作させようとすると、エージェントは運転操作モデルだけではなく、交通行動モデル(出勤する、買い物に行く)や経路選択モデル(会社に行きたい(交通行動)→次の角を曲がりたい(経路選択)→減速しよう(運転操作))と言ったように、これらの三つの行動は互いに関係している。

そこで、局所交通と広域交通の関連を調べる環境を構築するため、交通に関する異なる行動モデルを統合するアプローチを取る。

4. 研究成果

(1) 参加型モデリングによる運転モデルの獲得

社会的活動を計算機上のシミュレーションとして再現するためには、実世界における人間の振る舞いを計算できる形式にモデル化することが課題となる。被験者固有の運転行動モデルを獲得するため、人間の運転行動を説明する先験的知識を基にモデルを構築す

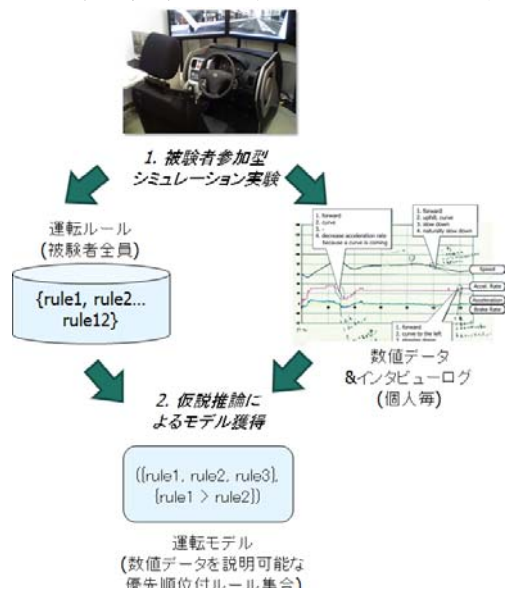


図 2 参加型モデリングに基づく運転者モデルの獲得

る手法を提案した。提案手法では、被験者の行動を説明する知識が足りない場合、他の運転者から獲得した知識を補完的に利用することで、個々の被験者のモデル獲得を可能にする。

運転者は、個々の運転スタイルに従って車両を操作していると考えられる。このテーマの目標は、人間の多様な運転行動を再現するモデルを構築することである。しかし、車両の運転は、常に変化する環境における即応的な意思決定を含むことから、運転行動を説明するための全ての知識を被験者から明示的に得ることは難しい。実際に人間の運転者は、意図的でない運転操作をすることもある。そのような無意識の運転操作に関しては、運転者本人からインタビューにより知識を抽出することは難しく、運転行動モデルを構築するための知識量が不足してしまうことが起こる。この知識量の不足という問題を解決するために、他の運転者から抽出した知識を補完的に用いるモデル獲得手法を提案した。

このモデル化手法の概要を示したものが図 2 である。モデル化対象の運転者から抽出した知識のみで運転操作の説明が不可能である場合、他の運転者から抽出した知識を用いて説明を試みる。本アプローチは、モデリング対象の運転者から得た知識と他の運転者から得た知識を組み合わせることで個々の運転者モデルを構築するものである。本研究では、被験者がシミュレーションに参加する実験から運転モデルを獲得し、さらにそのモデルを使ったシミュレーションを実施することで、提案手法の有効性が確認できた。

(2) 交通に関する複数のモデルを統合するシミュレーション環境

都市における人々の活動は多様であり、対象とする領域の面、対象とする行動の抽象度の面で異なる多くのシミュレーションが実施されている。それぞれの事象は関係があるにも関わらず、それぞれのシミュレータは個別に構築されてきた。本研究では、シミュレータという計算可能な形で集積される知識を再利用するため、対象とする問題領域や抽象度が異なる複数のシミュレータを統合するシミュレーションプラットフォームアーキテクチャを提案した。

交通は現代社会において人々の複雑なインタラクションにより形成される社会現象の一つである。交通工学の分野では、単純なエージェントを用いた交通流シミュレーションが盛んに行われているが、より詳細なエージェントを用いた運転行動シミュレーションも有用であることが示されてきている。この二つの人間の行動の側面は、別々の研究分野として行われてきた。しかし、このよう

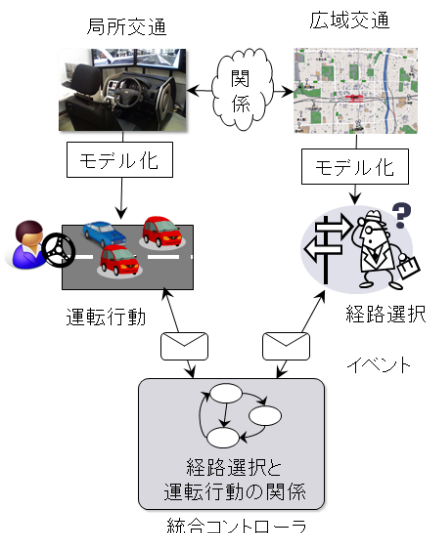


図 3 複数のモデルを統合するシミュレーション環境

様々な観点からの分析を可能にするシミュレーション基盤は存在していない。本研究では、意志決定や環境に関する複数のモデルを統合するシミュレーション基盤の構築に取り組んだ。

都市交通のそれぞれの側面に応じた個別のシミュレータをイベント駆動で統合するアーキテクチャを提案した(図 3)。このようなプラットフォームを提供することで、異なる分野の専門家の知識を一つのシミュレータ上にまとめ上げる際の支援が出来るようになる。

本研究の特色は、一人一人の被験者の行動データを基に個別化されたモデルを構築し、それを都市交通シミュレーションに組み込む点にある。従来のマイクロシミュレーションでは、行動主体が個人単位で定義されている場合でも、各主体に固有の行動モデルを与えていなかった。それに対して、本研究では、人間がシミュレーションに参加した結果から個々の人間の行動特性をモデル化し、その個人の行動特性が環境全体に及ぼす影響を調査する環境を構築している。

本研究の成果を踏まえて、多様な行動モデルを持ったエージェントによる大規模交通シミュレーションが実現できる。これを用いることで、例えば、高齢運転者が増加した時、または新しい交通システムが導入された時に、街で生じる現象の事前解析に役立てることができる。

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)

[1] Hiromitsu Hattori, Yuu Nakajima, Shohei Yamane. Massive Multiagent-based Urban Traffic Simulation with Fine-Grained Behavior Models, Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (JACII), Vol.15 No.2, Fuji Technology Press, pp.233-239, Mar. 1, 2011. (査読有)

[2] Hiromitsu Hattori, Yuu Nakajima, Toru Ishida. Learning from Humans: Agent Modeling with Individual Human Behaviors, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A:Systems and Humans., 41(1) pp.1-9, Jan. 1, 2011. (査読有)

[3] Yuu Nakajima, Yoshiyuki Nakai, Hattori Hiromitsu, Toru Ishida. Wide-Area Traffic Simulation Based on Driving Behavior Model. The 12th International Conference on Principles of Practice in Multi-Agent Systems (PRIMA-2009), Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag, LNCS 5925, pp.459-470, Jun. 2, 2010. (査読有)

[4] 服部宏充, 中島悠, 加藤整, 石田亨, 山根昇平. 大規模マルチエージェント交通シミュレーション. 自動車技術, Vol. 64, No. 3, pp.38-44, Mar. 1, 2010. (査読無)

[5] 服部宏充, 中島悠, 石田亨. 参加型モデリングに基づく運転行動モデル構築手法. 電子情報通信学会論文誌. Vol. J92-D, No. 11, pp.1927-1934, Nov. 1, 2009. (査読有)

〔学会発表〕(計 7 件)

[1] Yuu Nakajima, Shohei Yamane, Hiromitsu Hattori. Multi-model based Simulation Platform for Urban Traffic Simulation. The 13th International Conference on Principles of Practice in Multi-Agent Systems (PRIMA-2010), Kolkata, India, Nov. 15, 2010.

[2] 中島悠, 山根昇平, 服部宏充. マルチモデルに基づく都市交通シミュレーションプラットフォーム. 第 9 回合同エージェントワークショップ & シンポジウム 2010 (JAWS-2010), 富良野, Oct. 27, 2010.

[3] 服部宏充, 山根昇平, 中島悠, 石田亨. マルチエージェントに基づく都市交通シミュレーションとマイクロ・マクロリンクに関する一考察. 平成 22 年電気学会電子・情報・システム部門大会, pp. 271-276, Sep. 2, 2010.

[4] 山根昇平, 服部宏充, 中島悠, 石田亨. 都市交通におけるマイクロ・マクロリンクの解明. 第 24 回人工知能学会全国大会オーガナイズドセッション「交通・移動・流れと AI」,

2I1-OS5-6, 長崎, Jun. 10, 2010.

[5] 中島悠, 服部宏充, 山根昇平, 石田亨. 参加型モデリングに基づく大規模都市交通シミュレーション. 第 11 回 AI 若手の集い (MYCOM-2010), 下呂, May 28, 2010.

[6] Hiromitsu Hattori, Yuu Nakajima, Toru Ishida. Modeling Individual Driving Behaviors for Multiagent Traffic Simulation, The 6th Workshop on Agents in Traffic and Transportation (ATT-2010), pp. 5-12, Toronto, Canada, May 11, 2010.

[7] 中島悠, 中井喜之, 服部宏充, 石田亨. 運転行動モデルに基づく広域交通シミュレーション. 第 8 回合同エージェントワークショップ&シンポジウム 2009 (JAWS-2009), 蔵王, Oct. 5, 2009.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中島 悠 (NAKAJIMA YUU)

京都大学・大学院情報学研究科・特定助教
研究者番号 : 50554979