

公共交通改善策検討のための マルチエージェント交通シミュレーション環境の構築

相井良太 服部宏充 小川祐樹 大室高志

立命館大学 情報理工学部 情報コミュニケーション学科

1. はじめに

都市部やその近郊での人口増加や都市機能の集中により、都市問題は複雑化している。また、社会の高齢化や外国人観光客の増加によって都市を移動する人々も変化している。例えば、都市交通の面から見ると、高齢者ドライバーの増加や公共交通機関の利用者減少が挙げられる。

行政機関も対応の検討を進めている。滋賀県草津市は増え続ける人口に対して、新たな都市交通政策を提案している[1]。新たな交通施策の実施にあたっては、その導入効果の検証が課題である。しかし、多数の車両の相互作用の連鎖に基づく交通現象の分析は容易ではなく、多面的な検証を支援するための手段が必要である。この課題に対して、マルチエージェントシミュレーションに基づく交通シミュレーションを利用するアプローチが考えられる。筆者らは、交通施策の立案支援を目的として、マルチエージェント交通シミュレーション環境の構築を行っている。本論文では、公共交通システムを改善することを念頭においたシミュレーション環境の構築について報告する。

2. GAMAに基づく都市交通シミュレーション

2.1 関連研究

筆者らは、マルチエージェントシミュレーションプラットフォーム GAMA[2]を基盤として、交通シミュレーション環境を構築する。マルチエージェントシミュレーションに基づいた交通シミュレーションの先行研究としては、吉村らの試み[4]や、Carlino らの試み[5]がある。これらの研究では、交差点等の局所の詳細なシミュレーションを行い、複雑な走行状況の可視化や、仮想の交通環境の検証を行っている。一方で、都市規模の交通を計算する際の性能については、定かではない。また、車両の模擬に関しては、エージェントとして表現レベルでの個別化を行

いつつも、機能レベルでの個別化には焦点が当てられていない。マルチエージェント交通シミュレーションを、交通施策の立案など実践に供するものとするためには、面的な広がりをもって施策の評価を行える事、また一様な車両ではなく、公共交通、貨物運搬など、異なる目的・機能を持った車両が混合する交通が表現できる事が求められる。筆者らは、これらを考慮したシミュレーション環境の構築を目的とした。

2.2 交通シミュレーション環境の構築

2.2.1 道路ネットワーク

筆者らは、OpenStreetMap (以下 OSM と記す) [3]を利用し、現実に近い道路ネットワークを構築した。OSM では、多くの属性値が付与されているが、本研究では oneway, lanes, および maxspeed の3つに使用する属性を絞り込み、環境の構築を行った。

2.2.2 交通環境のためのエージェント

・道路エージェント

道路データで定義されている道路区間ごとに道路エージェントを生成し管理する。道路データに含まれる各道路区間の属性情報を、各々の道路エージェントに割り当てる。属性値は、具体的には、道路区間長や車線数など、交通シミュレーションを行う上で不可欠なデータである。

・交差点エージェント

道路データから交差点情報を抽出し、抽出情報に基づいて交差点エージェントを生成する。交差点エージェントは、交差点内にある信号の現示を管理する機能を持ち、実質的には信号機エージェントとして機能する。現示の管理にはサイクル長、スプリット、オフセットを制御するための属性値を設定した[7]。本論文で述べる交通シミュレーション環境では、交差点エージェントが道路エージェントと協調し、パラメータ

を制御することで交通信号制御を表現する。

2.2.3 異種の車両を模擬するためのエージェント
 筆者らは、異種の車両が混在する交通環境の実現を試みる。具体的に本論文では、一般車両を模擬するエージェントに加え、バスの挙動を模擬するエージェントを構築する。

・一般車両エージェント

シミュレーション環境の基盤とした GAMA における IDM(Intelligent Driver Model)[8]を拡張し、実施する。IDM は前方車両の追従機能や、ダイクストラ法に基づいた走行経路計算機能など、自動車走行の基本的な機能の実装である。上述した道路ネットワークの情報を基に走行可能となるよう拡張し、構築する環境における各種車両エージェントの雛形として用いる。

・バスエージェント

上述の一般車両エージェントを拡張して実装する。走行経路の指定、および走行速度の上限設定など、路線バスとしての諸機能を実装した。

3. 都市交通シミュレータの性能検証

交通シミュレーション環境の開発にあたり、交通シミュレーションクリアリングハウスによる、交通状況の再現能力評価プロセスや評価基準に則り、GAMA に基づく交通シミュレーション環境の性能検証を行った。

まず、渋滞表現の性能に関する検証を行う。

交通工学の分野で交通流の状態のとらえ方として、自由走行相・メタ安定相・渋滞相が定義されている[7]。構築環境において、これらの状態が表現可能かどうか検証した。トラス状の道路ネットワークを構築し、道路区間の密度の増加に対する、流量の変化を記録した。図1に示すとおり、各相の遷移を確認することができた。

次に、車両の経路選択機能に関して検証する。車両の旅行時間は交通状況によって変化し得る。本論文では、全車両の二割の車両が一定時間毎に経路変更をするよう設定し、刻々変化する旅行時間を基に適切な経路選択が行われるか検証した。実験環境は、唯一の出発地と目的地を結ぶ、道路長が等しい3つの道路から成る。初期状態では、全車両が同じ一つの道路を走行経路とし、以後、一部エージェントの経路変更を繰り返していく。いずれの経路でも走行距離は同一のため、各道路に均等に車両が分散することが論理により予想される。図2に示した、各道路の走行車両数の変化より、経路変更の反復を経て、予想通りの妥当な結果が得られる事が分かる。

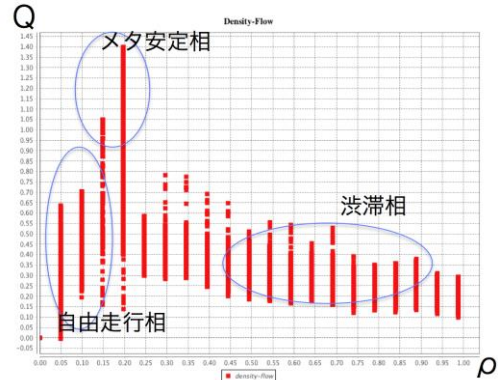


図1：密度-交通流量グラフ

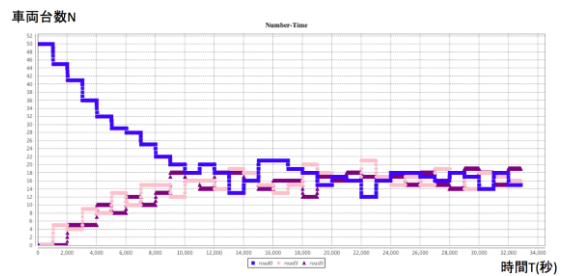


図2：各道路の走行車両数の変化

4. おわりに

本論文では、筆者らが構築した、GAMA に基づく都市交通シミュレーション環境について報告した。本環境を用いて、具体的に、新規路線バス経路の設計や、既存路線におけるバス車両規格の変更 (e.g., 連結バスの導入) といった施策の導入効果の検証を行いたい。

参考文献

- [1] 草津市都市交通マスタープラン. <http://www.city.kusatsu.shiga.jp/shisei/seisaku/shikei-kaku/sangyotoshisuido/kotsu1201407011.files/9.pdf>
- [2] Taillandier, P., "Traffic simulation with the GAMA platform," Int. Workshop on Agents in Traffic and Transportation, pp.8-17,2014.
- [3] OpenStreetMap: <https://www.openstreetmap.org/>
- [4] 吉村忍,西川敏史,守安智."知的マルチエージェント交通流シミュレータ MATES の開発," シミュレータ,vol.3, pp.228-237, 2004.
- [5] Carlino, D., Boyles, S., and Stone, P. "Auction-based Autonomous Intersection Management," Proc. of 16th IEEE Intelligent Transportation Systems Conference (ITSC), pp. 529-534,2013.
- [7] 飯田恭敬,北村隆一."交通工学", オーム社, pp. 229-241, 2008.
- [8] Kesting, A., Treiber, M., and Helbing, D. "General Lane-Changing Model for Car-FollowingMode,"Transportation research record, Vol.1999, pp.86-94, 2007.