

マルチエージェント交通シミュレーションのための ポテンシャルフィールド法に基づく交差点内走行モデルの実装

平野雄大[†] 服部宏充[‡]

立命館大学大学院情報理工学研究科[†] 立命館大学情報理工学部[‡]

1 はじめに

現在、車が引き起こす渋滞やそれに付随する環境汚染などの問題に対して解決することが求められている。そこで多数の相互作用によって複雑化した問題の解決案を提示するための手法の一つとしてマルチエージェント社会シミュレーション (MASS) が考えられる。MASS では多数の人や車を模したエージェントを扱い、複雑な相互作用によって引き起こされる事象を再現することが可能である。本研究で MASS は MACiMA と呼ばれるシミュレーションプラットフォーム GAMA[1] をベースにして作られたものを使う。

現在の MACiMA では、大規模な都市交通を模擬したシミュレーションを行うことができる一方で、現実の交通環境で起きる渋滞の要因の一つである、交差点内を通過する際に発生する対向車を考慮した車両の右左折について詳細な表現ができていない。本研究では、シミュレーションにおける交差点内の車両の挙動を表現するための手法として、ポテンシャルフィールド法を適用することを検討した。

2 シミュレーション環境

本研究で扱う MACiMA はエージェントに基づいたシミュレーションプラットフォーム GAMA で構築されたシミュレータである。本章ではシミュレーションにおける主要なエージェントについて説明する。

2.1 シミュレーションにおける主要なエージェント

道路エージェントは地図データをもとに生成される。シミュレーション内では、交差点エージェント同士を繋ぐエージェントであり、繋いでいる交差点の情報、道路上の車両の情報、車両の制限速度情報をもつ。交差

点エージェントは、関連する信号情報に加え、信号が赤信号の際に封鎖する道路エージェントの情報をもつ。車両エージェントは、出発地点から目的地までの経路情報を持ち、道路エージェントと交差点エージェント上を移動しながら目的地まで到達する。

3 ポテンシャルフィールド法に基づく交差点内走行モデル

3.1 ポテンシャルフィールド法

本研究では、MACiMA の交差点内における車両の挙動を精緻化する際にポテンシャルフィールド法と呼ばれる手法を扱う。ポテンシャルフィールド法は、物体の移動経路を計画する際に扱われる手法である。具体的には、経路における目的地から引力、障害物から斥力が働いているとみなすことで、障害物を避けながら目的地に進むことができるような経路を算出する。

3.2 交差点内走行の再現方法

本シミュレーションでは、交差点で扱うポテンシャルフィールド法は松實ら [2] が提案した手法と同様に、以下の計算式 (1) を用いることで加速度を求めることとした。

$$a = (-V^2/2(s_a - s_b) - a_0) \sin \theta \quad (1)$$

車両の障害物となる車を“対象車”，ポテンシャルフィールド内で計算する自らの車両を“自車両”とした時， V は自車両の速度， s_a は対象車と自車両の距離， s_b は衝突を回避する際に手前に止まる猶予を与える距離（変数）である。また， a_0 は現在の加速度， θ は対象車から対象車の行き先までをベクトル A，対象車から自車両までをベクトル B とした時の，ベクトル A とベクトル B のなす角度である。なお，本研究では，単一の障害物を対象とする松實ら [2] の手法と異なり，複数の車両を障害物とみなすため，それぞれ求めた加速度を合計して対応することとした。

ポテンシャルフィールド法を適用した交差点におい

Improvement of the Driving Model within Intersection Based on the Potential Method for Multiagent Traffic Simulation

Takehiro HIRANOI[†], Hiromitsu HATTORI I[†]

^{††}College of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

表 1: 交差点内の走行時間

交差点内挙動	時間 (秒)
右折車両	54.4
左折車両	26.2
直進車両	31.3

て、右折車両は、対向車線に存在する直進車両と左折車両を障害物とみなし、直進車両と左折車両は、対向車線に存在する右折車両をそれぞれ障害物とみなして、上記の計算式 (1) をもとに移動経路の計算を行う。

4 シミュレーション実験

交差点におけるポテンシャルフィールド法を適用した際の交通流への影響を調べるため、実験を行った。実験は、滋賀県の南草津駅周辺をシミュレーション環境とし、車両台数を 1193 台、信号の間隔を 90 秒、全体のシミュレーション時間を 40 分間と想定した上で、ポテンシャルフィールド法の適用有無の双方の設定についてシミュレーションを行った。

4.1 実験結果

交差点におけるポテンシャルフィールド法の適用の有無によるそれぞれのシミュレーション結果を示す。図 1 は、全車両エージェントの目的地までの走行時間を箱ひげ図で示したものであり、表 1、表 2 は、交差点内の走行時間と目的地までの到達台数をそれぞれ示したものである。

車両エージェントの出発地点と目的地を固定し、車の走行時間と目的地にたどり着いた車両数を比較する。また、ポテンシャルを導入した際の右折、直進、左折で交差点内で要した時間を計測する。(図 1) と (表 2) よりポテンシャルフィールド法を適用したシミュレーションが従来のシミュレーションよりも走行時間の平均が高く、また同時に流量が低下していることがわかる。このことにより、従来のシミュレーションにおいて発生しない渋滞がポテンシャルフィールドを適用したシミュレーションでは起き、新たに走行経路を変更する車も出てくると考える。また (表 1) より、右折車、左折車、直進車の交差点の走行時間は右折が最大になり、続いて直進、左折の順になっている。ポテンシャルフィールド法は大規模なシミュレーションでの適用は難しいが、この右折、左折、直進の所要時間を使い、大規模なシミュレーションでの推定所要時間を計算することができると思う。

表 2: 到達台数

シミュレーション	通過台数 (台)
従来のシミュレーション	1050
ポテンシャルフィールド法を適用	536

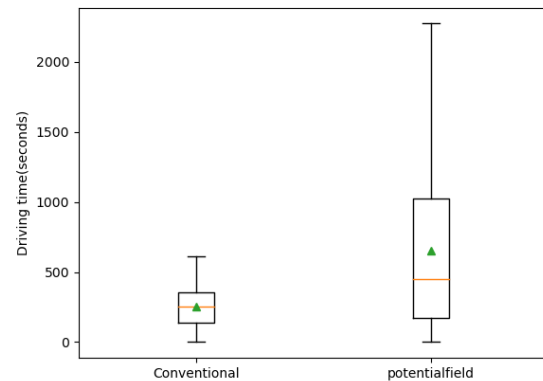


図 1: 走行時間

5 おわりに

交通渋滞など社会の問題を再現して解決することが模索することができるマルチエージェントシミュレーションの中で車両の交通量において渋滞の要因の一つである交差点に対して焦点を当てた。本研究で示した交差点内の挙動を搭載することで、従来のシミュレーションとの違いが観察できた。今後の展望としては本研究のモデルを扱い小中規模なシミュレーションにおいて、最適な信号の間隔など、交差点内での制御方式を検証することができ、より現実に近い、交通の改善につながると考える。

参考文献

- [1] Taillandier, P., Gaudou, B., Grignard, A., Huynh, Q.-N., Marilleau, N., P. Caillou, P., Philippon, D. & Drogoul, A., "Building, composing and experimenting complex spatial models with the GAMA platform", *Geoinformatica*, 23(2), pp.299-322 (2019). [doi:10.1007/s10707018-00339-6]
- [2] 松實 良祐, ラクシンチャランサク ポンサトーン. 永井 正夫, "ポテンシャルフィールドに基づく交差点右折時の歩行者衝突回避に関する研究," 自動車技術会論文集, 42 巻, 6 号, p. 1295-1301, 2011.