

# 鉄道駅周辺における歩行者と自動車の相互作用のモデル化

## Modeling of Interaction of Cars and Pedestrians around Train Station

西岡 智彦<sup>\*1</sup>  
Tomohiko Nishioka

藤井 秀樹<sup>\*1</sup>  
Hideki Fujii

吉村 忍<sup>\*1</sup>  
Shinobu Yoshimura

<sup>\*1</sup> 東京大学大学院工学系研究科  
School of Engineering, University of Tokyo

In the consideration of the transportation policy of TOD (Transit Oriented Development) and ICT use, it is more important to consider transfer of transportation around stations as transportation node. This paper describes a development of a new traffic simulator using multi-agent approach. Our goal is to develop a simulation system to be used for assessment of transportation transfer. We implement pedestrian agent to the new simulator, and newly construct model of transportation transfer. In the model, traffic phenomena are represented through the interaction of pedestrian agents and bus agents at the bus stop.

### 1. はじめに

産業競争力懇談会は 2013 年における報告書[産業競争力懇談会 13]の中で、2020 年に開催される東京オリンピックにおいて日本の高度道路交通システム(Intelligent Transport Systems: ITS)のショーケースとすることが提案されており、ITS 技術によって自動車交通と公共交通を融合させた総合的な都市交通マネジメントを目指している。この中には、従来の乗用車、タクシー、路線バスの他にも大量の旅客輸送が可能な公共交通である高速輸送システムとしてバスを利用した Bus Rapid Transit (BRT)や路面電車を利用した Light Rail Transit(LRT)なども想定されている。総合的な都市交通マネジメントのためには、個々の交通手段の効率的な運用だけでなく、全体の効率的な運用が課題とされており、そのためには渋滞などの交通の変化などをいち早く検知し、対策する必要があるとされる。こうした中、交通状況のセンシング技術や交通流の制御方策の評価に関する技術発展が重視されており、その一つとして交通流シミュレーションを用いた交通状況の予測も重要度を増している[藤井 14]。既存の交通流シミュレータの主要課題は渋滞であるが、別の課題に取り組む上では既存のシミュレータでは足りない機能がある。その一つが交通手段の乗り換えに起因する交通現象である。ICT による交通の支援やバス・路面電車などの公共交通を志向した都市計画が検討される中で、交通の結節点である鉄道駅周辺における交通機関の乗り換え挙動を考慮する事は総合的な都市交通マネジメントにとって重要となる。

本研究では、複数の交通モードを扱うシミュレーションを行うための一端として、駅前ロータリーなどの鉄道駅周辺における自動車と歩行者との相互作用をモデル化することを目的とする。

### 2. 手法

#### 2.1 シミュレータの概要

本研究で開発するシミュレータはいわゆるマルチエージェント型の交通流シミュレータであり、歩行者・自動車などの交通主体をエージェント、歩道・車道・バス停などのエージェントが活動す

る空間を環境として定義した。各エージェントは環境から情報を取得し、その情報をもとに自律的に行動することで環境に影響を与える。自動車エージェント同士、歩行者エージェント同士は他のエージェントも環境の一部として捉えることで相互作用し、また、自動車エージェントと歩行者エージェントの相互作用もバス停を介することで発生する。

#### 2.2 エージェント

##### (1) 歩行者エージェント

歩行者の挙動決定には 1 次元追従モデル[山下 12]を採用した。歩行者は常に前方のみを検索して最も近い他者の情報(速度、距離)を取得し、その情報に応じて加速度決定を行う。

##### (2) 自動車エージェント

自動車エージェントの挙動も歩行者と同様に 1 次元の追従モデルを採用しているが、自家自動車に加え、バス停での駐車機能を持ったバスエージェントも実装した。加速度決定式には Generalized force model [Helbing 98]を用いた。

#### 2.3 歩行者と自動車の相互作用

歩行者エージェントは発生時に一定確率で乗車フラグを立てた後、環境として与えられた歩道を歩行する。バス停に接触したときに乗車フラグが立っていたならば、バス停での待機を開始する。そうでない歩行者エージェントはバス停を無視して通過をする。一方、バスエージェントは発生後、環境として与えられた車道を走行する。バス停に接触したときにバス停の歩行者エージェントの待機人数が 1 人以上ならば、バス停に移動し停車する。バス停に停車したバスは一定時間ごとにバス停で待機している歩行者エージェントを 1 人ずつ乗車させる。バス停の待機人数が 0 人になったときに停車を終了し、再進する。

歩行者から自動車への影響は、歩行者のバス停での待機人数によってバスの待機時間を左右されることにより発生し、自動車から歩行者への影響は、バスの到着による歩行者のバス停での待機時間が変化することによって発生する(図 1)。

連絡先: 西岡 智彦, 東京大学大学院工学系研究科, 〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1, t\_nishioka@save.sys.t.u-tokyo.ac.jp

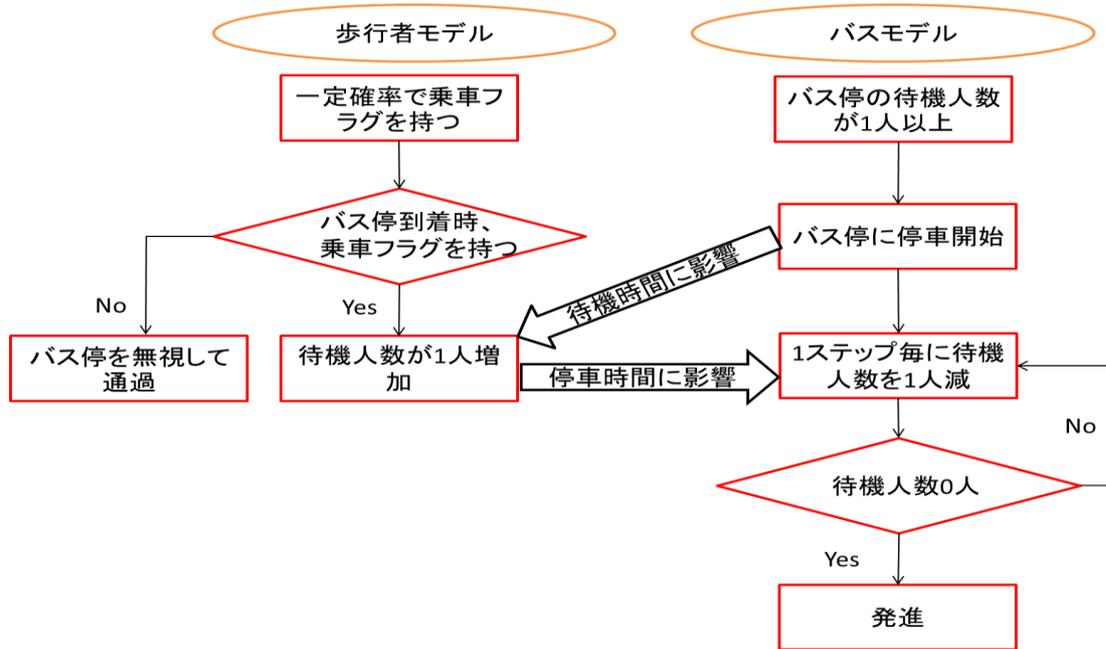


図 1 歩行者と自動車の相互作用モデル

### 3. 結果

実装時に意図した通りの挙動をエージェントが示すかどうか確認するために、簡易な単路を作成してシミュレーションを行った。実行画面の様子を図 2 に示す。図 2 において、白色のエージェントが歩行者、赤色のエージェントが自家用車、緑色のエージェントがバスを表している。各歩行者エージェント、自動車エージェントがルールに従って自律的に挙動を決定している様子を確認した。本研究の目的である乗り換えモデルの与える影響についても確認することができた。

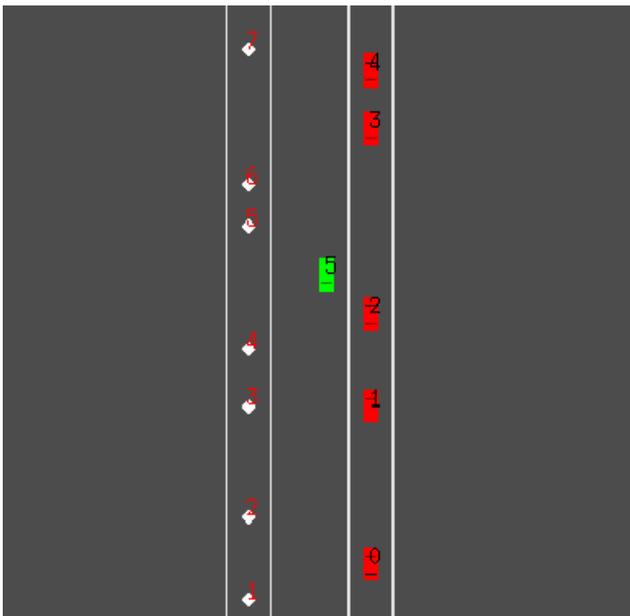


図 2 シミュレーション結果画像

### 4. 今後の開発

乗り換えモデルを組み込む最初の段階として歩行者のバス乗車モデルを構築した。その結果、歩行者エージェント、自動車エージェントの挙動の様子や交通に及ぼす影響を確認した。本稿では、交通の乗り換えモデルとして歩行者のバス乗車の影響のみを考慮に入れたが、同様に歩行者の自動車からの降車挙動をモデル化することも可能である。

また、シミュレータに構築したモデルの精度向上を図るために、シミュレーションの結果を実験値と比較して検証し、十分な精度をもって現実の交通現象を評価できるシミュレータへと発展させる。

#### 参考文献

- [産業競争力懇談会 13] 産業競争力懇談会 COCN: “都市交通システム海外展開時の技術課題” 2013 年度 プロジェクト中間報告, (2013).
- [藤井 14] 藤井秀樹, 吉村忍: オリンピックが交通に及ぼす影響の予測, 情報処理, Vol. 55, No. 11, pp. 1184-1188 (2014).
- [山下 12] 山下倫央, 副田俊介, 大西正輝, 依田育士, 野田五木樹: 一次元歩行者モデルを用いた高速避難シミュレータの開発とその応用, 情報処理学会論文誌, Vol. 53, No. 7, pp. 1732-1744 (2012).
- [Helbing 98] Dirk Helbing, Benno Tilch: Generalized force model of traffic dynamics, Physical Review E, Vol. 58, No. 1, pp. 133-138 (1998).