

エージェントモデルによる都市鉄道の乗降時分の推定

○ [土] 上松 苑 (芝浦工業大学大学院)

[土] 岩倉 成志 (芝浦工業大学)

Observation and Modeling of Time Required for Alighting and Boarding
Commuter Train Passengers

○ Shigeru Uematsu, (Shibaura Institute Of Technology)

Seiji Iwakura, (Shibaura Institute Of Technology)

On some urban railways, the number of operating trains is set close to the capacity of the line at peak times so that the standard speed of the trains is markedly decreased and recovery takes a long time in the case of an incident that disturbs the operation. Therefore, we observed the time required for alighting and boarding passengers which is one of the delay factors of a train. This paper presents measurement results and modeling for passenger behavior using multi-agent simulation system.

キーワード: 列車遅延, 乗降時分, 都市鉄道, マルチエージェントシミュレーション

Key Words: delay time, alighting and boarding passenger, urban railway, multi-agent simulation

1. はじめに

東京圏のピーク時の都市鉄道では、極めて高頻度な列車運行を行っているが、過密ダイヤによる線路内での列車渋滞と駅乗降での需要の集中による停車時間の超過が起こり、所要時間の増大と遅延を引き起こしている。このため、本研究では、遅延要因の大きな一つである駅停車時分の乗降時分を、個々の旅客ごとに測定するとともに、その乗降時分の推定モデルをマルチエージェントシミュレーションによって構築する。

2. 収集データと乗降時分の定義

駅停車時分データは、東急田園都市線三軒茶屋駅（都心駅）とあざみ野駅（郊外駅）の実地調査で得た乗降時分・乗降人員を用いる。また、事前の調査で選定した駅ホームで乗降時分が最も大きい階段付近の扉のデータを用いている。混雑率は、平成17年度大都市交通センサスから30分ピッチの方向別データから作成した。図1で駅停車時分を構成する時間を定義する。駅停車時分は、旅客が乗降する乗降時分、乗降終了から扉が閉まるまでの調整時分、扉が閉まり発車するまでの確認時分で構成する。本研究では、旅客の需要で影響を受ける乗降時分を対象としている。

3. 実地調査

推定モデルのミクロな再現性を検討するため、扉通過時間を計測した。扉通過時間とは、ホームから車内へ、旅客が扉位置に進入し始めてから、完全に車内に入り終わった時間と定義する（図2）。図3は通過人数3人毎で平均値をとり、列車別に扉通過時間をプロットしたグラフである。



図1 駅停車時分の定義

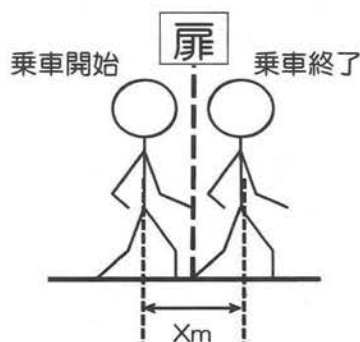


図2 扉通過時間の定義

通過時間が大きい値は、体の向きを変えながらの乗車や、車内の旅客を押し込みながらの乗車が要因である。通過人数が大きい、通過時間が低い値は、扉の閉まる寸前での乗車や、車内の混雑がそれ程高くない列車での乗車である。

4. エージェントモデル

4.1 基本設定

乗降時分推定には、マルチエージェント・シミュレータを用いる。個体をエージェントとみなし、エージェント同士の相互作用の結果から、人工社会の現象を推定するシミュレーションである。本モデルでは、旅客をエージェントとし、乗降時分を推定する。全体のアルゴリズムを図4に示す。また、シミュレーションの実行画面は図5となる。1扉1/4車両の空間で、旅客を直径0.4mの円で表現している。

4.2 再現性

(1) 乗降時分

乗降時分の再現性は、実地調査の乗降人員と、混雑率をシミュレーションに設定し、実際の乗降時分と推定乗降時分を比較する。推定結果は、シミュレーションを100回繰り返したデータを用いる(表1)。高い混雑率では、エージェントの詰め方次第で大幅に時間が大きくなる時があり、標準偏差が大きい値となる。低い混雑率の時では、座席・吊革旅客が別途設定されているため、乗降行動の妨げがなく、エージェントの流動が良く、推定結果が低い結果となった。

(2) 扉通過時分

シミュレーションを混雑率220%で設定し、10回繰り返した結果を用いる。図6は、扉通過時間を実測値と同様にプロットしたグラフである。図3の調査結果と比較すると、一定の通過時間の通過人数が多い。この理由として、実際では車内がある程度混雑してから旅客が奥に詰めるのに対し、シミュレーションでは始終奥まで詰める設定のため、扉付近での滞留がなく、スムーズな乗車行動が出来ることが原因と考えられる。

5. まとめ

本研究では、エージェントモデルにより乗降時分の推定を行った。再現性の面で十分ではないが、乗降時分の特徴を表現できたモデルとなっている。今後の発展として、駅停車時分・駅間所要時間のモデル構築を目指し、前後列車の影響による調整時分、他扉の押し込みなどを考慮した確認時分の推定が重要となる。

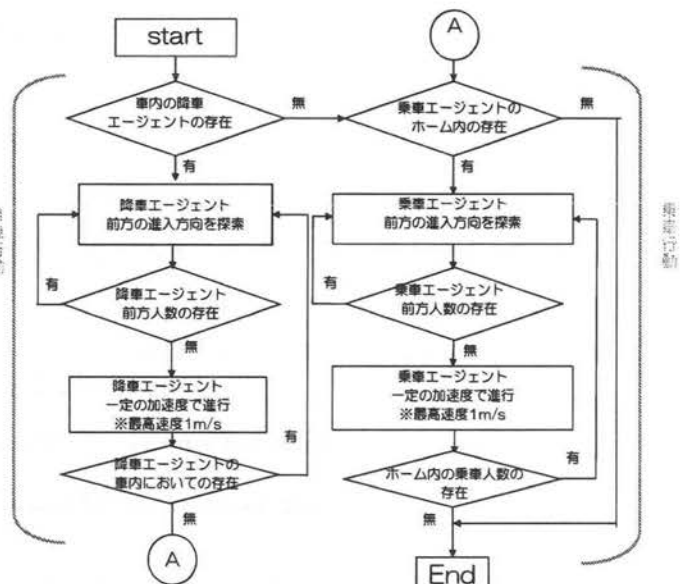


図4 アルゴリズム

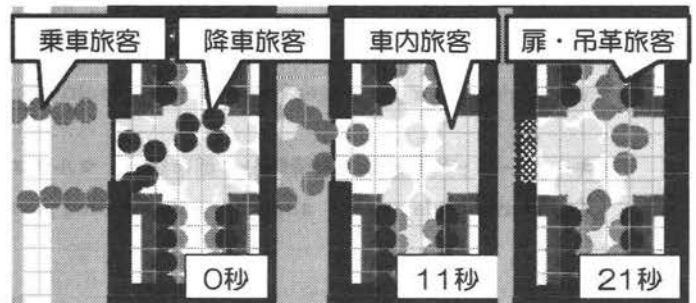


図5 実行画面

表1 再現性

	都心駅1	都心駅2	都心駅3	郊外駅1
実測値(秒)	25.6	32.1	13.7	10.6
推定値(秒)	29.2	35.1	9.2	7.9
標準偏差	7.8	12.1	0.9	1.3
最大値	67.4	84.4	11.6	12.0
最小値	18.6	19.0	7.4	5.4
乗車人員(人)	11	10	6	3
降車人員(人)	11	12	16	9
混雑率(%)	210	220	130	120

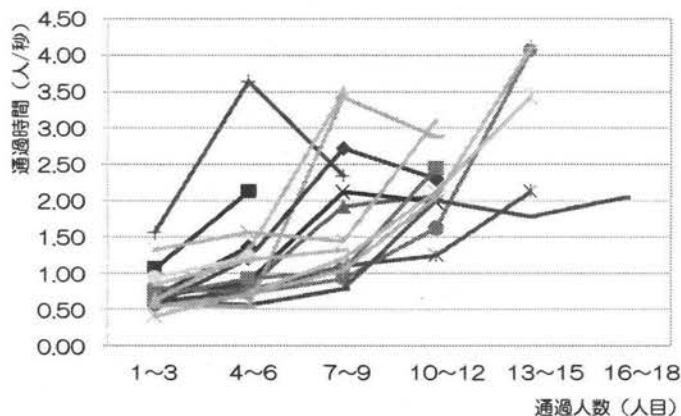


図3 扉通過時間の実測値

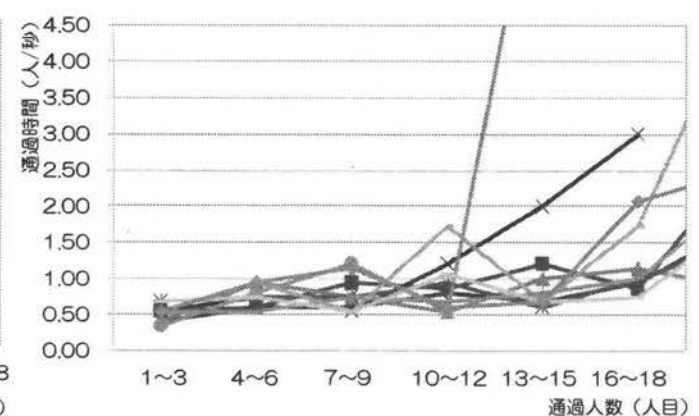


図6 扉通過時間推定結果