

都市鉄道の駅乗降時分の実測とエージェントモデルによる推定

芝浦工業大学 学生会員 ○上松 苑
芝浦工業大学 正会員 岩倉 成志

1. はじめに

東京圏の都市鉄道はピーク時の慢性的な車内混雑、所要時間の大幅な増加やダイヤ遅延が見られる。この所要時間の増加やダイヤ遅延は、輸送力増強に行われた高過密運行と、大量な乗降客による駅停車時分の増加が支配的な要因となっている。

本研究は、ピーク時の列車の所要時間増加の推定システムの構築を目指しているが、本稿では特に駅での乗降時分の推定をエージェントモデルによって構築することを試みる。

2. 駅停車時分の定義と本研究の分析対象範囲

列車の到着から出発までの時間を分類し、図1に示す。この内、調整時分はダイヤ調整のための余裕時分で、前列車の遅延した場合に、この調整時分が削られる。つまり駅停車時分は純粋な乗降量の影響のみならず、運行遅延の伝播の影響が反映される。このため、駅停車時分の推定には、各列車の走行時分の推定を合わせて行う必要がある。筆者らは、既にエージェントモデルによって相当に精度の高い駅間走行時分推定モデルを開発¹⁾しており、本稿で提案する駅乗降時分モデルの推定精度を確保した上で、コンバインする予定である。

3. 分析対象・使用データ

分析対象路線は東急田園都市線あざみ野～三軒茶屋間、7:00～11:00の時間帯とする。データとして、実地調査で得た乗降時分・乗降人員データを用いる。混雑率は30分ピッチの断面輸送量、輸送力を平成17年度大都市交通センサスから得た。

4. 乗降客の扉通過時間の実測

駅乗降時分のエージェントモデルの構築にあたり、実際に乗降にかかる時分を実測した。特に現地観測の際、乗車客の増加に伴い、大幅に一人当たり扉通過時間が増加する様子が見られたことから、乗降客が扉を通過する時間、つまり1人の旅客が扉を通過し始めてから完全に通過し終わる時間を計測した。また観測し

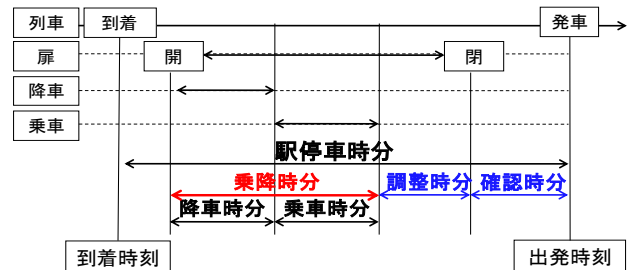


図1 時間の定義

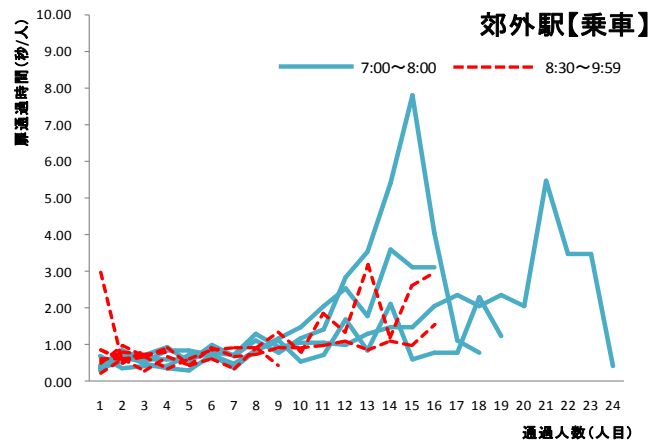


図2 扉通過時間【郊外駅・乗車】

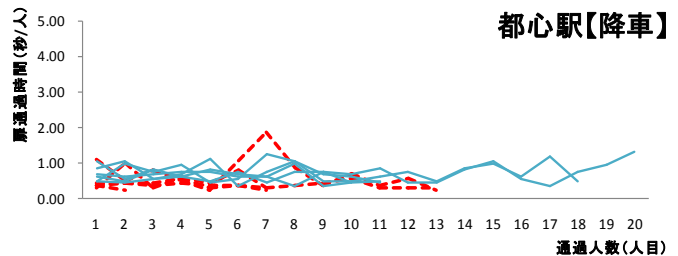


図3 扉通過時間【都心駅・降車】

た扉は乗降客数が多く、列車の駅停車時分に最も影響を及ぼす扉を選定した。

(1) 時間帯別の乗車時分

図2に郊外駅のピーク時とオフピーク時の乗車旅客の扉通過時間を示す。8人前後まで0.5秒/人程度で一定であるが、それ以降急激に扉通過時間が上昇する様子がみとれる。また、ピーク時は分散が大きいものの、多項回帰式でピーク時の単位数あたりの乗車時分増加量を推定したところ、郊外駅では15人目で0.78秒増加(14人目から15人目の乗車時分の増分)、20人目で1.4秒増加し、混雑率がさらに高い都心駅で

は 15 人目で 2.1 秒増加, 20 人目で 4.1 秒もの増加となった. 最後の旅客のいくつかで通過する時間が減少する箇所が見られるが, 乗車の流れが一旦終了し, 車内旅客が押し込まれ, ある程度安定した後に乗車する旅客である.

(2)時間帯別の降車時分

図 3 は都心駅のピーク時とオフピーク時の降車旅客の扉通過時間を示す. 通過人数によっての変動は小さく, ほぼ一定で推移している. 降車の場合, 進行方向に遮ることなく, 流れが滞ることがないため, 旅客 1 人 1 人最短時間で通過している.

5. シミュレーションモデル

乗降時分は, 個々の旅客の行動の組合せによって成立する. そこで, エージェントと呼ばれる個体の独自のルールを与え, そのエージェントから成る人工社会の現象を再現可能なマルチエージェントシミュレーションによって, 推定モデルを構築する.

(1)シミュレーションルール

降車旅客, 乗車旅客, 車内旅客, その他の構造物(扉, 座席など)をエージェントとした. 図 4 は, 旅客エージェントのアルゴリズムである. 旅客エージェントは前方のエージェントの位置より, 自分の進行方向を決定する. 方向の決定後, 進行方向の 1 セル先のエージェント数が 0 の時のみ加速し進行する. また, 車内の座席旅客, 吊革旅客は, 初期位置固定で配置している.

(2)実行画面

図 5 はシミュレーションの実行画面である. 降車旅客の降車開始から乗車旅客の乗車完了までを左から時系列で順に 1 秒後, 12 秒後, 14 秒後を示した実行画面である. 初期設定として, 乗車 15 人, 降車 10 人, 混雑率 150%で設定している.

(3)再現性

乗降時分, 乗車人員, 降車人員, 混雑率をシミュレ

ーションに設定し, 推定した結果と実測データとの比較が表 1 である. 実測値は, 駅ホームで最も乗降に時間がかかる階段付近のデータを用いる. 推定値は, 10 回シミュレーションした平均値, 標準偏差を示している. 混雑率が高い場合は, 実測値よりも高い推定値となる. 混雑率が低い場合は, 実測値よりも低い推定結果となっている.

6. まとめ

駅ホームの旅客行動に関して, 乗車の一人当たり扉通過時間が乗車人数と混雑率に伴い増加することを示した. また, 大まかではあるが, 乗降行動が表現でき, エージェントモデルによる乗降時分の推定可能性を示した. 今後の課題として, シミュレーションの精度を上げると共に, 駆け込み乗車や発車ベル後の無理に乗車する旅客が駅停車時分に与える影響を分析していく.

参考文献:1)マルチエージェントシミュレーションを用いた都市鉄道の列車速度推定手法

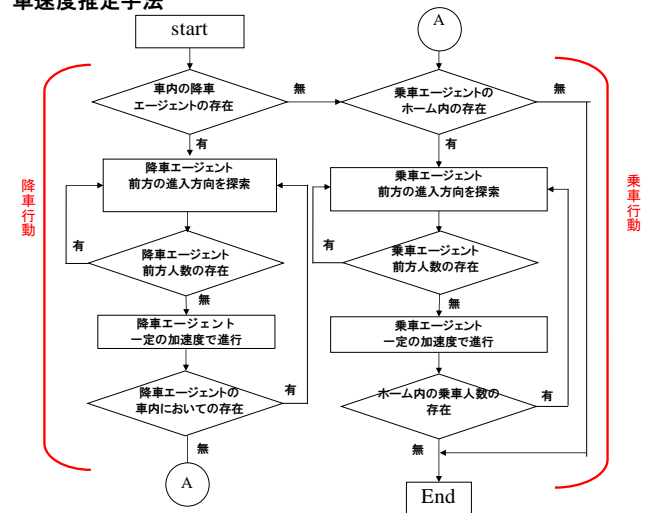


図 4 エージェントのアルゴリズム

表 1 再現性

	都心駅【ピーク】	都心駅【オフピーク】	都心駅【オフピーク】	郊外駅【ピーク】
実測値(秒)	25.6	32.1	14.9	10.6
推定値(秒)				
平均	27.3	33.2	10.4	8.9
標準偏差	3.85	6.45	1.39	1.07
乗車人員(人)	11	10	4	3
降車人員(人)	11	12	13	9
混雑率(%)	230	250	110	130

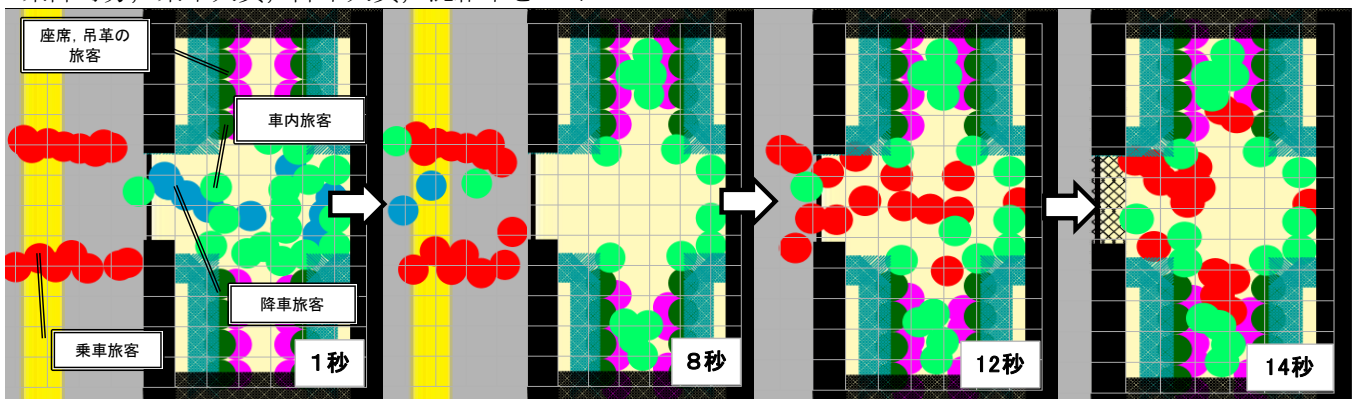


図 5 実行画面