

複数の都市鉄道の遅延連鎖シミュレーションシステムの開発と改良



H09027 川村 孝太郎
 H09050 角田 隆太
 H09082 渡邊 雄馬
 指導教員 岩倉 成志

1. はじめに

東京圏の都市鉄道におけるピーク時間帯の混雑率は非常に高い。その対策として、列車の高頻度運行や、複々線化の実施などにより輸送力の増強を図り、一定の効果をみてきた。しかし、一度遅延が発生すると、高頻度運行に起因した後続列車への遅延の伝播や、遅延により列車間隔が開くことで到着駅の旅客が増加し、それに伴い乗降時間が増え、さらに遅延が拡大するなどの問題が発生している。

この問題に対し高橋ら[1]により、マルチエージェントシミュレーションを用いて高頻度運行時の列車運行を再現する研究が行われ、一定の再現性が得られているが、実務的検討に適用できる段階には至っていない。そこで本研究では、従来のシミュレーションシステムの改良を行うことを目的とする。

2. 既存シミュレーションシステムの概要と課題

既存システムは、東急田園都市線と東京メトロ半蔵門線を対象に構築している。このシステムは、列車の駅停車中の旅客の乗降時間を推定するモデル（乗降モデル）と、駅間の列車走行時間を推定するモデル（走行モデル）で構成され、2つのモデルを組み合わせて統合モデルとし、1編成ごとの列車遅延を再現する。

表1に既存システムの課題と本研究での変更点を

表1: 既存シミュレーションシステムの主要な課題

走行モデル	問題点1	対象路線での再現性は良好だが、このシステムの他路線での汎用性が不明である。
	変更内容	新たに東京メトロ千代田線および日比谷線で開発を行う。
乗降モデル	問題点2	ドア横での旅客の滞留や、車内での旅客の移動先に偏りがある。
	変更内容	車内での移動先の重みを削除し、車内の旅客の粗密さから移動先を決定する。
	問題点3	旅客が鉢合わせたときに動けなくなる。
	変更内容	他の旅客に対して方向転換の促しおよび、旅客の存在の認知範囲の設定を密にする。
統合モデル	問題点4	ドア付近の旅客の再乗車行動が過大に発生する。
	変更内容	後ろの旅客から押されたときに再乗車を行う。
	問題点5	遅延時間の過大推計が発生している。
	変更内容	乗降モデルのルールの変更を行う。
統合モデル	問題点6	上述の過大推計が起きていることから、乗車客数を3割減らして推計している。
	変更内容	乗降モデルの変更を行い、乗車客数を3割減らさずに推計する。

表2: 走行モデルに用いたデータ

対象区間	東京メトロ千代田線(綾瀬~代々木上原間) 東京メトロ 日比谷線(北千住~中目黒間)
対象期間	2012年10月1日~11月13日うち平日(始発~11:00)
項目	要素
発着時刻表	出発時間 停車時分 遅延実態の把握
信号コード表	列車信号・軌道回路長・駅位置・勾配
車両性能表	加速度・減速度・最高速度
運行実績データ	実績の停車時分(再現性の検証) 遅延実態の把握

挙げる。走行モデルは既存研究で高い精度が得られているが、このエージェントルールの異なる路線への移転性の高さを確認できていなかった。また、乗降モデルは車内をブロックに分割し、ブロック別に異なるルールを適用しており、乗降客行動に不連続性が生じ、挙動が不自然になっていた。したがって、統合モデルは再乗車旅客数が3割も過大推計され、再現性を著しく低下させる大きな問題を抱えていた。

3. 走行モデル

3.1 走行モデルの改良

走行モデルの汎用性を検証するために、新たに東京メトロ千代田線および日比谷線を対象に開発を行った。東京地下鉄株式会社の協力により、表2に示すデータを用い、モデルを構築した。

3.2 走行モデルの新規路線の再現性

各路線の走行モデルの再現性を表3に示す。全区間の走行時間の相関係数は、全路線で0.95を上回り、所要時間1分あたりの残差RMSも最大で4秒程度(日比谷線)となり、走行モデルのプログラムの汎

