

GUIを用いた直感的操作による列車運行シミュレータの開発

Development of train operation simulator with intuitive operation using GUI

○別府悌児¹, 福田卓海², 高橋聖²*Teiji Beppu¹, Takumi Fukuda², Sei Takahashi²

There is a study of delay countermeasures using simulators. This simulator estimates the occurrence and expansion of train delays due to extended boarding and alighting times caused by station congestion and simulates the occurrence, delay expansion, and recovery of small train delays such as train congestion when trains are delayed by a few minutes. In this study, we are developing a simulator that assumes the actual site by adding configuration items to the train operation simulator. In addition, a GUI has been introduced to display simulation results in an easy-to-understand visual manner, and data from the simulation results can be used to display graphs and calculate on-time train operation rates.

1. はじめに

首都圏における鉄道では、通勤、通学時の混雑により慢性的な遅延が発生している。その主な原因として挙げられる利用者の乗降時間の超過やドアの再開閉による小規模な遅延の対策としてダイヤ調整や混雑時間帯の増発がされている。増発により、列車の運行間隔を狭く設定していることで、前方で発生した遅延が後方列車に伝搬しやすくなる問題がある。これらの問題に対して、様々な遅延対策の研究が行われており、その一つとして列車運行シミュレータの開発・研究がある。このシミュレータは、混雑による駅での乗降時間の延びに起因する列車遅延の発生による後続列車への遅延の波及および回復状況など、小規模な列車遅延の発生を想定したシミュレーションを行うことができる。

遅延対策のために行われるダイヤ調整や増発をする際にこのシミュレータを事前に用いることで、最適なダイヤ改正案の実現に助力できる。

しかし、従来のモデルではUIが試験的である点やシミュレートできる条件選択が少ない点で実用性に欠けていた。本稿では、列車運行シミュレータに各種機能を追加しUIの改善をすることで、実用的な操作性を実現することを目的としている。

2. 先行研究

2.1 列車運行・旅客行動シミュレータの開発

福田の研究では、列車の状態を遷移させるアルゴリズムを用いて、列車運行シミュレータを開発している^[1]。列車運行シミュレータは、列車情報を格納するクラスと列車が走行するために必要な情報を格納するクラスで構成されている。列車は現在位置や速度から次

の状態へ遷移するための指示速度を受け取り、その指示速度にしたがって走行する。走行状態は加速、等速、惰行、減速の4状態である。走行状態は100ms周期で演算され、固定閉そく、移動閉そくそれぞれの信号システムでシミュレーション方法を分けている。固定閉そくとは、閉そく区間が固定されている方式で前方列車との距離を保つ信号システムである。この場合、他列車への信号機による影響を1s周期で通知しシミュレーションを行う。移動閉そくとは、閉そく区間が列車の移動に伴って移動し、走行速度に応じて増減する信号システムである。この場合、前方列車の後部位置情報を常に把握して走行シミュレーションを行う。

福田の研究では走行シミュレーションのアルゴリズム部分を中心に開発しており、ソフトの根幹部分は開発済みである。本研究ではシミュレータとしての完成度を高めるためUIの改善を目的としている。

3. 開発内容

3.1 構成

列車運行シミュレータはSimulation TabとGraph Tabの2つのタブにより構成されている。Simulation Tab, Graph TabをFigure 1, Figure 2に示す。Simulation Tabは時刻表や指示速度などの路線データを用いて走行シミュレーションをし、CSVファイルとして出力するTabである。対してGraph TabはSimulation Tabにより生成されたCSVファイルからダイヤ図のグラフを描画したり、分析したりするTabである。シミュレーションの扱い方をFigure 3に示す。

3.2 Simulation Tab

Simulation Tabはシミュレーション、シミュレータの取扱説明表示ができる。シミュレーションをするに

はどの時刻表で何本の列車がどんな走行方式で走るのかユーザ側で指定する必要があるためシミュレーションにおける項目は、路線データ選択、制御方式選択、開始列車選択、列車本数選択、突発遅延時間設定、遅延発生列車及び遅延発生駅選択、遅延時間作成などがあり、各種設定したのち実行することでシミュレーションすることができる。

路線データ選択時には路線データ選択ウィンドウを開く。Figure 4は路線データ選択ウィンドウを模倣した図を示している。路線データ選択ウィンドウ上で必要ファイルをドラッグ&ドロップ操作またはチェックボックス操作によりファイル選択ができる。ドラッグ&ドロップ操作だけではシミュレータと別途にエクスプローラを起動する必要があったが、新たに取り入れたチェックボックス操作によりシミュレータ上でワンクリックでファイル選択が可能になった。

3.3 Graph Tab

Graph Tabではグラフ描画、遅延の分析ができる。グラフ描画では、シミュレーションデータから横軸時刻、縦軸距離(駅名)シミュレーションダイヤ図を描画する。グラフの座標上をクリックするとクリック地点(時刻、距離)の値表示する注釈が表示される。軸の読み取りを省略できるため、プロット座標点の読み取りを簡単にする効果があり、描画されたグラフと描画に使われる実行結果 csv ファイルを照らし合わせる際に役立つ。

遅延の分析では、遅延時間を含めずに設定したシミュレーションデータとある日の実績遅延を含めたシミュレーションデータから、その日の各駅の最大遅延時間及び定時運行率を数値として算出できる。定時運行率の計算では、時刻表通りのシミュレーションデータと遅延が生じた際のシミュレーションデータを選択し、2つのデータを比較して各列車各駅の到着遅延時間がデフォルトで+2分以内が何%達成されたかという割合を表示する。

4. まとめ

本稿では、遅延対策のために研究されていた列車運行シミュレータに対して、実用性を高めるために機能の追加やUIの改善に取り組んだ。列車運行シミュレータは様々な条件設定でのシミュレートやシミュレート結果の分析などが可能となり実用性が高まった。今後は、シミュレータをより便利にするためにプログラム内で設定している定数をGUI上で変更できるようにする。



Figure 1. Simulation Tab

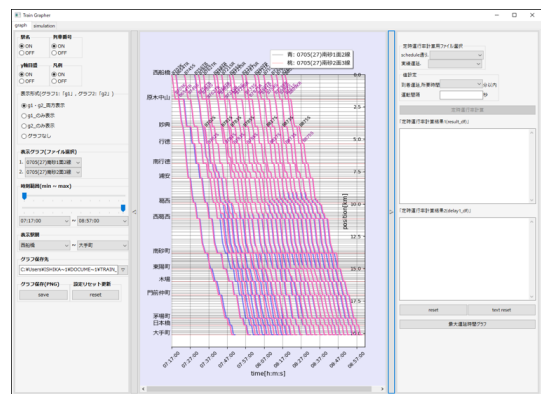


Figure 2. Graph Tab

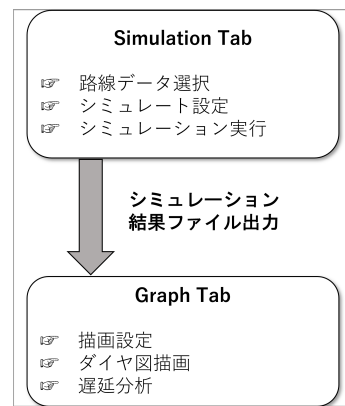


Figure 3. Graph Tab and Simulation tab

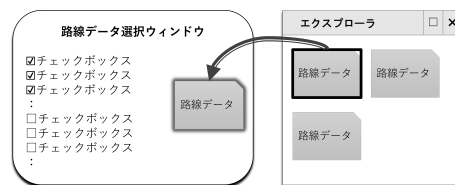


Figure 4. Data Selection Window

5. 参考文献

[1] 福田卓海:「列車運行シミュレータを用いた遅延対策の影響評価に関する研究」, 日本大学大学院理工学研究科平成30年度修士論文, 2019