

⑫. 鉄道運行におけるヒューマンエラー等の再現・分析 シミュレータの開発

交通システム研究領域

※吉永 純

1. はじめに

ヒューマンエラーに起因するとみられる重大事故が近年公共交通に発生したことから、国土交通省では検討委員会を設置し、事故防止技術の考え方等がとりまとめられた(H18.3)。それによると意図的でないヒューマンエラーを極力減少させるシステム作りと、リスクを認知した上で行う意図的な行動（不安全行動）を防ぐ対策を講じる重要性が指摘されている。

本研究は実際の列車走行データを分析し、不安全行動の有無や、意図しないエラーの発生状況を抽出するための手法を開発すること、また、事故防止ための対策を検討することを目的としているが、その分析ツールとして本年 9 月に当研究所に鉄道運行安全性評価シミュレータが完成したことから、本稿では、進めている研究の概要とシミュレータの機能について述べてたい。

2. 研究の目的

2. 1. ヒューマンエラー等の抽出手法

日常の実走行データには、事故には至らないがさまざまな理由により生じた不安全行動やヒューマンエラーも含まれると考えられるが、個人差や状況の差の影響も大きいため、一律の判別は難しい。そのため、他の運転士による主観的な評価や、統計的な分析等による客観的な評価を行い、実走行データからヒューマンエラー等を抽出する手法を研究する。

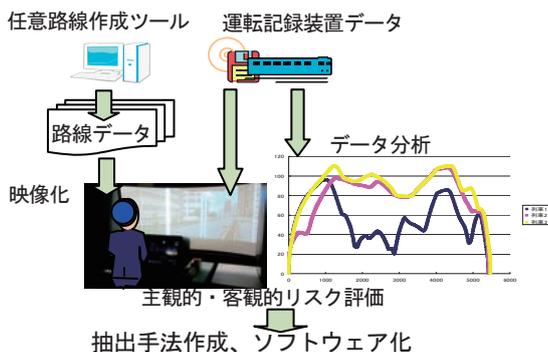


図1 ヒューマンエラー等抽出手法の研究概念図

2. 2. 車載インタフェースの研究

開発中の各種の車内信号装置や運転士補助装置について、情報の提供タイミングや、前方の線路状況を予告する情報の提供の有無による差異等について、研究を行う予定である（平成 23 年度～25 年度）。

3. シミュレータの概要について

3. 1. 機能の概要

鉄道運行安全性評価シミュレータ（以下単に「シミュレータ」という。）の主な機能を示す。特に（1）の任意の路線を作成できる機能は、今回新たに技術開発したもので、応用範囲が極めて広いものである。

- （1）任意の路線作成機能
- （2）運転ダイヤの作成機能
- （3）作成した路線上の運転状況記録装置データによる状況再現機能
- （4）作成した路線上での安全性評価シミュレーション機能（高速シミュレーション）

3. 2. 機器構成

図2に機器構成を示す。運転室部は自列車の運転状況に連動し、動揺装置により前後、左右の走行加速度を体験できる。ワンハンドル式デットマン装置、EB装置付の運転台としている。計器は拡張性を考え画面表示としている。

車掌室部は計器パネル、後方映像、車掌弁、ドア扱スイッチ等を備えている。



図2 シミュレータの機器構成

3. 3. 任意の路線作成機能

鉄道はルートが比較的固定されているため、シミュレータを用いるためには線路形状等を忠実に再現できるほうが有効な検証が可能である。しかし、現状では専門メーカーの技術と多大な工数が必要となり、相応のコストを要する。

本シミュレータでは、線路、信号、駅、連動機能等の外観や機能を事前に「路線データベース」にデータ登録し、適切なデータを選んで組み合わせることで自動的に路線を作成するツールを技術開発した。これにより、交通研のようなユーザー側において少ない工数・短時間で路線データを生成できるようになった。現状では普通鉄道と路面電車の2データベースを作成している。

(1) 線路形状の入力・編集

線路は、単線から最大で上下8線(16線)を作成できる。曲線半径、分岐器の番数(開き角度)、勾配、速度制限等をキロ程により設定する。線路の変位点は自然に接合されるよう自動調整する機能がある。駅構内は、副本線や入替線等も配線可能である。

(2) 鉄道建造物の入力・編集

駅舎、駅ホーム、踏切、鉄橋、トンネル等をキロ程に基づき設定する。寸法に応じて適切なモデルが生成され、架線柱、架線等の附帯物は自動的に配置される。

(3) 信号保安装置の入力・編集

路線図及び表形式にて、軌道回路、地上式信号機、ATS(-P及び-Sx)地上子、各種標識類を設定できる。信号機は2~5現示の他、入換信号機、臨時信号機、特殊信号発光機等もデータベースに登録している。

信号機と分岐器の連動及び信号動作については、画面上で動作確認をしながら設定できるよう工夫した。

図3に、作成した線路の画面例を示す。

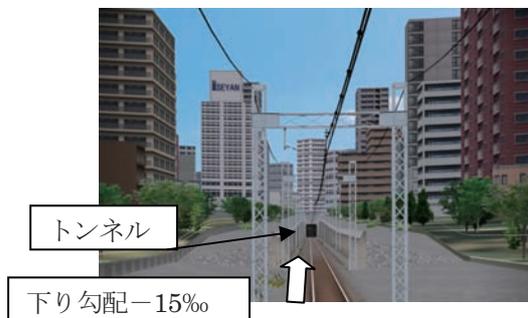


図3 任意の路線作成 画面例

3. 4. ダイヤの入力・作成機能

事前に設定した車両性能テーブルと、線形に応じて、各駅間の走行パターンを設定する。これは自動生

成ではなく手動で行うこととしている。続いて、路線における各列車の運転ダイヤを設定する(図4)。

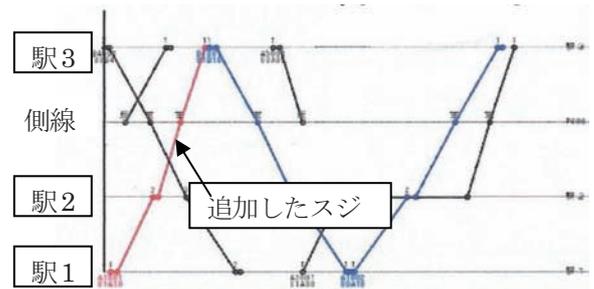


図4 運転ダイヤの作成例

この機能では、列車毎に、停車/通過駅、発着番線、駅停車時を設定できる。また、駅での乗降客の乗降時間や車掌時間を設定する機能により、列車乗降時間の遅延による列車遅延が生じた状況が再現できる。

3. 5. 運転状況再現機能

実列車で採録した運転状況記録装置のデータから、時刻・運転速度・ノッチ操作を読み込み、前節のダイヤに追加することで実列車の運転状況を映像で再現する機能を今回技術開発した。なお、実際の運転状況記録装置のデータは一部欠損、異常値、サンプリング間隔の違いも多いため、異常値の除去処理等のための編集機能、サンプリング間隔の補完機能も開発した。

運転状況記録装置データによる運転中は、ノッチ操作等の運転情報を画面下部に重畳表示し、状況分析を支援する。また、状況再現の途中から手動運転に切り替えて運転を継続できる機能や、他列車の運転に切り替える機能を開発した。これらの機能を利用しさまざまな鉄道従事者の意見等を伺うことで、多角的な不安全行動等の抽出、原因の分析等が可能と考えている。

4. まとめ

本年9月に完成したシミュレータの主な特徴である運転状況記録装置のデータから映像や画面重畳情報により運転状況を再現する機能の開発状況について紹介した。また、その機能により研究を行う、ヒューマンエラー等を抽出する研究の概要を述べた。

シミュレータでは信号や軌道回路割の変更後の評価や、新しい装置の開発のためにも役立つと考えている。応用的な活用法についても取り組んでいきたい。