

幹線鉄道の臨時列車運行計画策定支援システムの開発

松本涼佑 奥田大樹 深澤紀子

質の高い幹線鉄道の輸送サービスを提供するには、日々刻々と変化する旅客の日・時間帯別の需要を予測した上で、的確に予定臨時列車を運行する必要があります。しかし、既存の需要予測手法の予測単位は平均的な1日であることから、様々な要因の影響により複雑に変動する日・時間帯単位の需要を予測することが難しいという課題がありました。

そこで、独立成分分析を適用した、日・時間帯別の需要予測モデルを構築しました。さらに、構築したモデルを実装した臨時列車運行計画策定支援システムを開発しました。開発したシステムは、将来の各日における列車単位の乗車率を予測することができ、また予測乗車率とダイヤの評価

指標に基づいて、最適な臨時列車の運行計画を提案することができます。

実際の線区における輸送実績データとの比較により、構築した需要予測モデル、および開発したシステムの乗車率予測機能は、ともに高い精度を有することを確認しました。

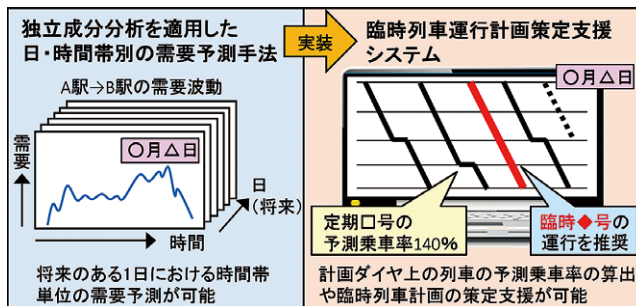


図 開発した臨時列車運行計画策定支援システム

運転時隔と信号機建植条件を考慮した閉そく割り提案手法

熊澤一将 北野隆康 坂口隆 田中峻一

線路改良や新路線建設等を行う際には、目標とする列車の運転間隔（運転時隔）を満たすように信号機を配置する「閉そく割り」と呼ばれる検討が必要となります。閉そく割りの検討は、信号保安と列車運行の双方の知識を有する担当者の経験により行われており、多くの労力と時間を要しています。本研究では、運転時隔は先行列車が信号機間を走行する時間（ T_1 ）と続行列車が進行信号以外を見てブレーキ扱いない距離を走行する時間（ T_2 ）の和である点に注目し、目標運転時隔を満たす閉そく割りを提案する手法を開発しました。具体的には、基準信号機を定め、先行列車と続行列車の時間曲線から T_1 と T_2 の和が目標運転時隔以下になる位置を探索し、各信

号機の位置を決定していく手法です（図）。この手法を既に開発済みの閉そく割り評価システムに実装し、2駅間の閉そく割りの検討に適用した結果、数秒で目標運転時隔を満たす閉そく割りを得られることを確認しました。

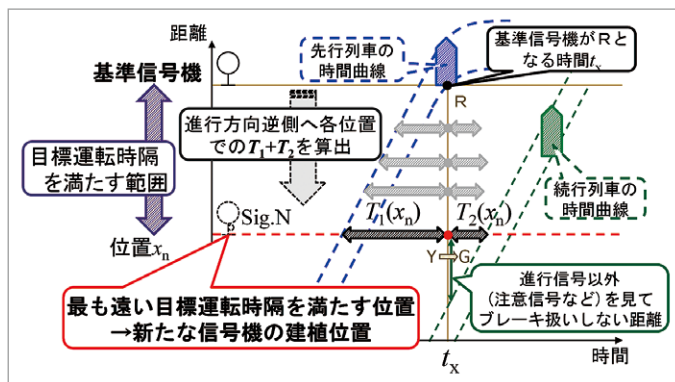


図 信号機位置探索の概要

道路交通流の阻害低減のための踏切群制御手法

厚田和也 中川伸吾 熊澤一将

都市部のラッシュ時間帯では、踏切遮断による道路交通流の利便性低下が問題となっています。対策として、踏切の警報時間を短縮する方法がいくつか提案されていますが、道路交通への効果や影響を考慮した踏切制御には課題がありました。そこで、一定範囲の複数踏切の道路交通流を考慮して、道路交通流を改善すべき状況にある踏切を推定し、その踏切の警報時間の短縮により道路交通流の阻害低減を図る「踏切・列車群制御手法」を構築しました（図）。さらに、この手法の効果を評価するため、踏切と列車の動作を模擬するシミュレータと、踏切道内と周辺の道路交通流を模擬するシミュレータを構築しました。これ

らのシミュレータを連携させて、ある都市圏線区のラッシュ時間帯を対象にケーススタディを行った結果、構築した手法の適用による警報時間の短縮、踏切手前で滞留する自動車の台数の減少を確認し、道路交通流の阻害を低減する効果があることを示しました。

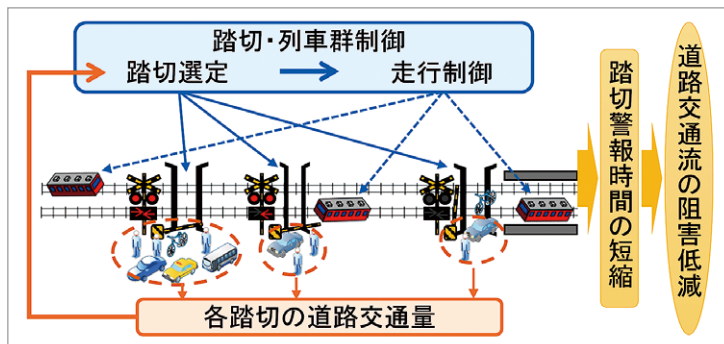


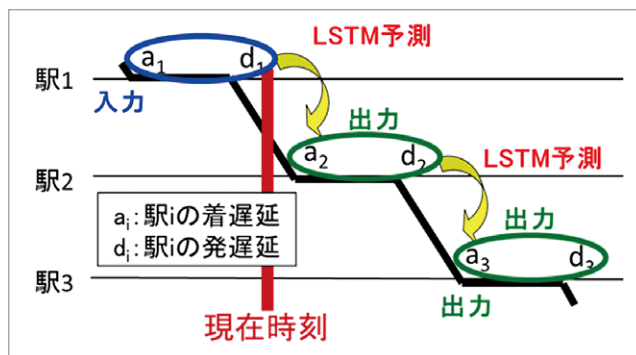
図 踏切・列車群制御手法の概要

深層学習を用いた列車遅延予測手法

辰井大祐 中挾晃介 國松武俊 坂口隆 田中峻一

大都市圏の通勤路線において、小規模遅延発生時に数十分先までの遅延を予測することは、列車運行を管理する指令員の業務の支援の面から重要です。これまでも遅延を予測する研究は行われてきましたが、数分程度の遅延が発生した時においても、遅延を予測する手法は精度が十分で無い、多くのパラメータを調整する必要がある等の課題がありました。そこで、本研究では、深層学習のモデルの一つであるLong Short Term Memory (LSTM) を用いて遅延を予測する手法を構築しました。具体的には、LSTMを快速や普通列車といった列車種別毎に構築したうえで、当該列車の直近の駅での着・発遅延を入力し、現在時刻以降

の各駅での着・発遅延を逐次予測する手法です。本記事では、構築した手法の概要とともに、大都市圏の通勤路線の朝ラッシュ時間帯の列車を対象に遅延の予測精度を検証した結果を報告します。



局所的短時間強雨の被害回避のための列車停止・旅客避難支援システムの開発

奥田大樹 鈴木崇正 深澤紀子

本研究では、発生直前まで予測が困難な局所的短時間強雨（いわゆるゲリラ豪雨）に伴う突発的な浸水等の発生が予測された際に、運行中の各列車が被災する可能性を最小化する列車の停止位置と、万が一の場合を考慮した旅客避難経路を迅速に算出するシステムを開発しました。本システムでは、まず、浸水等の発生予測箇所の分布と運行中の各列車の在線位置に基づき、浸水等による被害が発生する可能性が最小となる停止位置を算出します。そして、浸水等の発生予測箇所付近で停止する列車については、停止位置から沿線の安全な避難場所への避難経路も併せて算出します（図）。本システムは、局所的短時間強雨に伴う突発的なハザードの発生が予測された際に、安全確保に向けた

輸送指令の意思決定に資する情報を、迅速かつ分かりやすく提供することが可能です。



図 列車停止位置・旅客避難経路の算出

実績ダイヤを用いた運転整理における指令手配のノウハウ抽出手法

田中峻一 坂口隆 加藤怜 瀧本友晴

列車ダイヤが乱れた際には、回復を図るための運転整理が実施されます。国内外で運転整理の支援に関する研究が行われていますが、指令員のノウハウや線区ごとの事情の反映が難しいという課題がありました。そこで、日々蓄積される運行実績にそのようなノウハウが詰まっていることに着目し、それらを「ルール」として抽出する手法を検討してきました。

本研究では、重複したルールの出現や膨大な計算時間などの課題を解決するために、ルール探索の手順を改良し、実用的な規模での抽出を可能としました。また、環境の変化等によりルールも変化すると考えられるため、ルールの候補にステータスを持たせ、日々運行実績が蓄積されていく中でステータスを変化させることによってルールを更新する手法を

構築しました（図）。本稿では、開発した手法の概要と、都市圏の線区の運行実績データで行った試行結果を報告します。

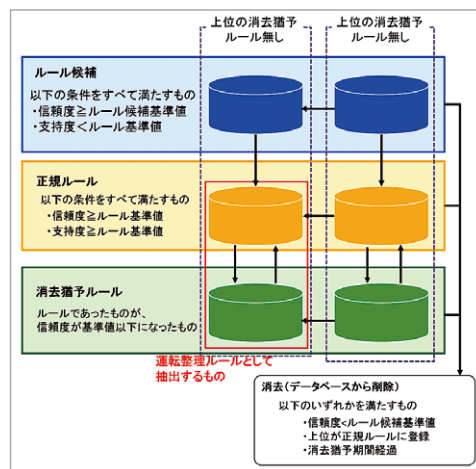


図 ルール更新におけるステータス変化

列車遅延時における運転取扱者支援のための 駅構内入換計画の変更手法

加藤 怜 田中 峻一 坂口 隆

駅の信号制御は指令室から一括で制御する方式が一般的となっていますが、構内配線や進路構成が複雑な駅では、現在も駅で制御を行う場合があります。このような駅では、列車遅延時に運転取扱者が必要に応じて駅構内入換計画を変更する必要があります。しかし、構内配線、進路の支障に加えて、車両運用や駅作業を考慮しなければならないため、高い技量と豊富な知識が必要で、運転取扱者を支援する手法の必要性が高まっています。

そこで、列車遅延時における運転取扱者の支援を目的として、駅構内入換計画の変更手法を開発しました。本手法は、指令室からの本線の運転整理情報を入力とし、構内入換の予測ダイヤおよび事前に準備する変更パターンを活用

することで、変更方法を迅速に計算します。実用規模の構内入換計画を対象に検証したところ、1秒未満での提案が可能であり、また準備したパターンが提案内容に反映されることを確認しました(図)。

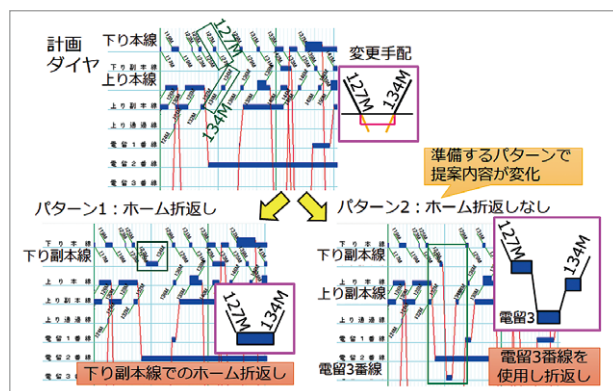


図 パターンによる変更内容の変化

お客様の声などのテキストデータの総合的な 分析手法

鵜飼 正人 小川 知行 横内 俊秀 影山 椋 中挟 晃介 遠藤 広晴

年間千数百件寄せられる「お客様の声」については、人手と時間をかけてサービス向上に活用していますが、さらなる活用を目指して分析を自動化・詳細化する手法を検討しました。作業の省力化に資するものとして、自然言語処理技術を用いてお客様の声を「冷房不足」などのカテゴリ別に分類するニューラルネットワークモデルを開発しました。新規のテキストを評価した結果、90%以上の正解率で分類できることを確認しました。

さらに車両不具合原因の特定を迅速化するなどの業務改善をめざして、お客様の声から車両を特定するアルゴリズムや、車両情報記録装置のデータや外気温などの気象データといった多様なデータを組み合わせて活用するツールを開発しました。例えば本ツールにより「冷房不足」の声が

発生した当該車両を特定し、車両モニタデータと突き合わせることでお客様が不満と感じる温熱指標を把握するといった分析が可能です。お客様の声と車両モニタデータの対応をダイヤ図形式で表示した様子を図に示します。

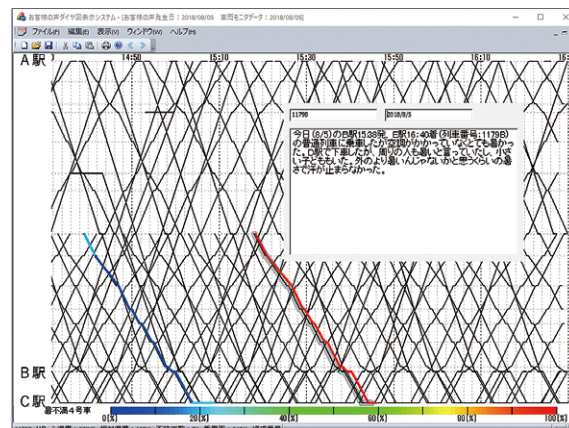


図 お客様の声と車両モニタデータの対応事例