

列車運行実績データに基づいた遅延予測

Delay prediction based on train operation data

高橋司¹, 福田卓海¹, 高橋聖¹, 中村英夫¹Tsukasa Takahashi¹, Takumi Fukuda¹, Sei Takahashi¹, Hideo Nakamura¹

Due to the increase in train utilization, train delays have become a problem. In particular, a chronic delay occurs in the commuting rush zone on weekdays, and there is a problem that trains cannot be changed smoothly. The purpose of this study is to reduce delay by analyzing delay characteristics from train running data and predicting delay.

列車利用率の増加により、列車の遅延発生が問題となっている。特に、平日の通勤ラッシュ帯では慢性的な遅延が発生しており、定時運航率の低下につながるため、先行研究では遅延が発生しにくい走行方法が提案されている^[1]。本研究では、列車の走行実績データより遅延の特性を分析し、遅延の予測を行うことによる遅延の緩和を目的とする。

列車遅延の規則性を分析する上で駅発生遅延を、到着遅延と出発遅延の差分とし、駅における列車単位の遅延増加量と定義した。また遅延緩和を目的とした間隔調整により、駅で発生する遅延時間を正確に把握できないため、走行状況に応じて駅発生遅延の調整を行った。

本研究では遅延の予測を行うため、以下の2種類の検討を行った。

① 相関分析による分析

② ランダムフォレストを用いた予測モデルの構築
相関分析による検討では、到着間隔と駅発生遅延の相関を検討した。この組み合わせは、到着間隔が広がる

ほど駅構内及び列車内が混雑することで、乗降時間が増え遅延が拡大するとされる知見に基づいて行ったが、明確な相関は確認できなかった。一方、到着遅延と出発遅延では相関が確認できた。この組み合わせでは時系列順に確認すると、線形性が見られた。また、停車駅を重ねるごとに線形性が顕著に見られ、後続列車への遅延伝搬の影響が強くなっていることがわかる。その他に、相関分析を総当りで行ったが、規則性が見られる組み合わせは前述した組み合わせ以外で見つからず、単純な規則性ではないことが確認された。

ランダムフォレストを用いた予測モデルの構築では、相関分析では困難である複雑な規則性を見つけられることが期待できるほか、解釈性が高いため構築した学習モデルから遅延の規則性を分析することができる。今回の検討では駅発生遅延を目的変数とし、到着遅延、走行時間、到着間隔、駅間走行時間を説明変数とした。また、駅ごとに駅発生遅延の傾向が異なっていたため、駅ごとに予測モデルを構築した。予測結果を Figure1 に示す。実績値と予測値に大きな差が見られ、全体的に予測値が実測値を上回る特徴が見られる。精度を向上するには、説明変数の個数を増やすことで解決可能であると考えられる。また、遅延発生原因が運転士の運転方法によるものという研究結果が出ているため、学習データの選別も必要である^[2]。

相関分析では遅延の規則性を見つけることができなかったが、ランダムフォレストを採用することにより遅延の予測を行うことができた。しかし、現時点では予測誤差が大きくシミュレーションで満足できる精度を実現できていない。今後はパラメータチューニングや重要度分析を行い、精度の高い遅延予測を行いたい。

参考文献

[1] 増間義樹:「決定木をもちいた列車遅延原因の分析」, 平成27年電気学会産業応用部門大会講演論文集, Vol.5, No.27, pp.227-230, 2015

[2] 富井規雄:「運行実績データに基づく列車の遅延対策」, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム2017論文集, Vol.2017, No.1, pp.925-926, 2017

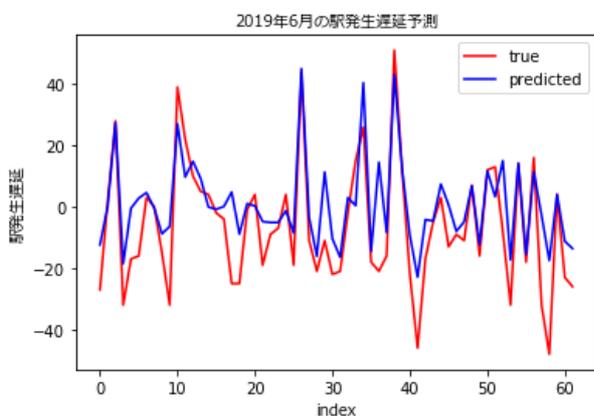


Figure1. Station generation delay prediction results