L-2

列車の離散的な運行実績を用いた後続列車の運行予測に関する基礎検討

Basic study on Subsequent train service prediction using the discrete train service performance

○谷聡一郎[1]，松村太陽[2]，小野隆[2]

Soichiro Tani[1], Taiyo Matsumura[2] , Takashi Ono[2]

Abstract: We estimated next train operation schedule by getting departure time each minute at each station from train operation results. As a result, we got high performance estimated results that error rate of the time on the station 18 is 3.5% at morning, 0.9% at noon.

１．はじめに

近年，ラッシュ時を中心に踏切が長時間遮断したままの状態，いわゆる「開かずの踏切」が社会問題となっている[1][2]．本研究では，これまでに踏切事故を防止するため，列車の詳細な情報を基に列車が踏切を通過する時刻を予測し，利用者に情報を提供することを目的としてきた[3]．一方で，公共データの活用を促進するためのオープンデータ化が国により推進されており，リアルタイムな列車情報の公開が試行されている．しかしオープンデータは一般に，犯罪防止の観点から情報の精度は低いものとなっている．このような状況に鑑み，本稿は，離散的な運行実績を基に後続列車の運行予測を行った場合の予測精度について基礎検討を行った．

２．データの取得ならびに運行実績から得られる情報

Figure 1. は，今回検討を行ったある路線 H の線形の一部である．この区間は国土交通省により主要区間の混雑率として統計が取られており[4]，駅数は 18 駅，上りと下りの複線区間で，列車種別は各駅停車のみである．検討時間は混雑時の 7 時 50 分～8 時 50 分と，閑散時の 14 時 30 分～15 時 30 分とした．

Table 1. は，1 分ごとに得られる運行実績に含まれる情報である．過去の検討では，列車の加速度や進路はリアルタイムに，位置は約 300 m 毎に得られるものとして検討してきた．しかし今回は運行実績が 1 分毎に更新され，位置は駅名を含めた駅と駅間のみが分かる．まず運行実績を確認したところ，列車の出発時刻，到着時刻，停車時間を抽出できないだけでなく，駅間の走行時間が 1 分を下回る場合は運行実績にその記録が含まれないことがあった．そこで列車の出発時刻は，列車の位置が当駅から当駅・次駅間或いは当駅から次駅に遷移した時刻とし，当駅を出発してから次駅を出発する迄の時間(以降，発発時間と称す)を検討することとした．

Table 1. Main information of the train data.

Train number	6 digits
Train direction	Up line / Down line
Train position	Station / Between stations
Sampling time	1 min.

3. 予測方法の検討

現在までに走行した各列車のある駅の出発時刻と次駅までの発発時間が得られれば，その後出発する列車がどのように走行するかを予測できる．そこでまず，出発時刻と発発時間の関係を確認した．

Figure 2. は，7 時 50 分～8 時 10 分に駅 1 を出発し，かつ駅 2 を出発した各列車の発発時間である．運行実績は 1 分ごとに得られるため誤差が分単位で現れているがばらつきは少ない．そこで，8 時 11 分以降に駅 1 を出発する列車の発発時間は，駅 1 を 7 時 50 分～8 時 10 分までに出発した各列車の発発時間の平均値とした．この他の駅も同様とした．予測は，最初の 20 分間の各列車の運行実績を基に駅毎の出発時刻と発発時間を求め，21 分目以降に駅 1 を出発する列車に対し行った．

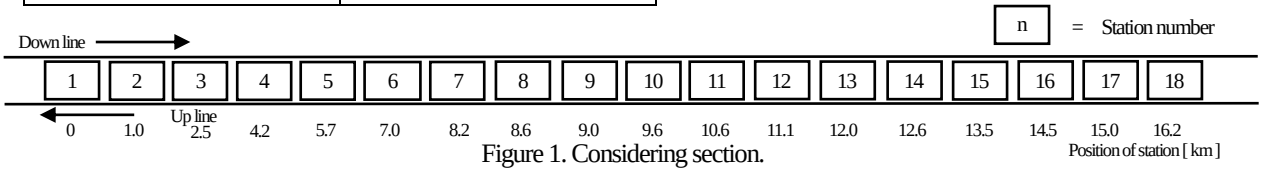


Figure 1. Considering section.

１：日大理工・院(前)・電気　２：日大理工・教員・電気

４．予測結果

Figure 3. は隣接する駅間毎の発発時間の予測値の誤差で「予測結果－実際の発発時間」で算出しており，(a)は混雑時である 8 時 11 分に駅 1 を出発した列車，(b)は閑散時である 14 時 51 分に駅 1 を出発した列車の結果である．最大誤差は混雑時で 1 分，閑散時で 1 分 30 秒であった。

Figure 4. は，8 時 11 分に駅 1 を出発した列車の運行実績と各駅の出発時刻の予測値である．列車が駅 18 を出発した時刻の運行実績と後続列車の予測値の誤差率は3.5％となり，高い予測精度であることがわかった．同様に 14 時 51 分に駅 1 を出発した列車の予測値の誤差率を求めると，混雑時よりも低い 0.9 ％となった．これは列車が駅 18 に到着する時刻の遅延は，ダイヤと比較し閑散時が約 1 分であったのに対し，混雑時は約 4 分であったためと考えられる．各駅におけるダイヤ上での発発時間は 1～3 分程度である中，Figure 3. とともに比較すると，サンプリングタイム 1 分でのデータの取得では駅間毎での誤差率が大きくなるものの，列車が走行していくという連続的な事象として考えると誤差率のばらつきによる影響は少ないことが分かる．

５．おわりに

離散的な運行実績から得られる情報と，続行列車の運行予測の方法を検討した結果，列車が 17 駅先の駅を出発する時刻を予測したときの誤差率が混雑時において 3.5％，閑散時においては混雑時よりも低い0.9％となった．これらより，1 分毎に得られる離散的な運行実績を基に運行予測を行ったとしても，高い予測精度を得られる見込みを得られた．

６．参考文献

[1] 国土交通省道路局：踏切交通実態総点検，2012

[2] 全国連続立体交差事業促進協議会：緊急対策踏切リスト（1960 箇所），連立協資料，pp. 1-7，2007

[3] T.Tanoue, T.Matsumura, K.Koizumi, T.Nakajima and T.Ono, The SICE Annual Conference 2013, TuBT11.3, pp. 2309-2310, 2013

[4] 国土交通省：東京圏における主要区間の混雑率，2014

[5] 谷聡一郎・松村太陽・小野隆：「列車の運行シミュレータを用いた踏切到達時間の予測に関する検討」，平成 27 年度日本大学理工学部学術講演会，p. 29

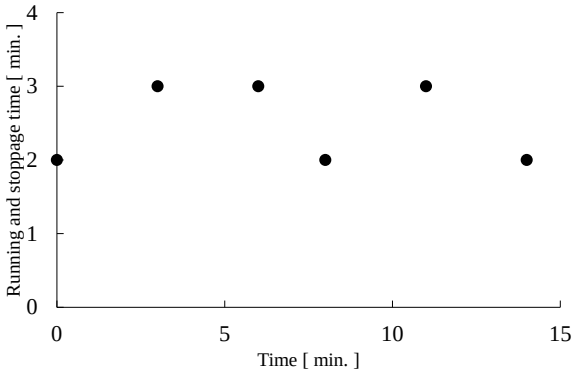
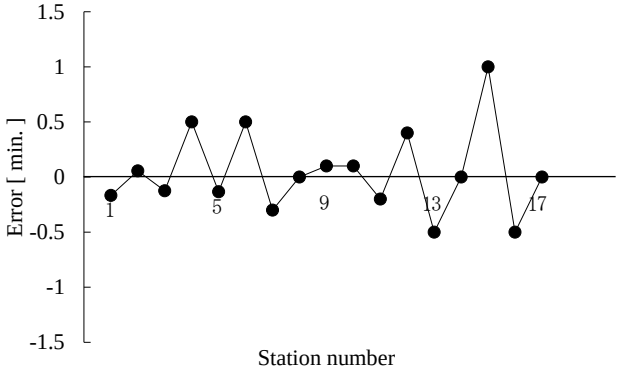
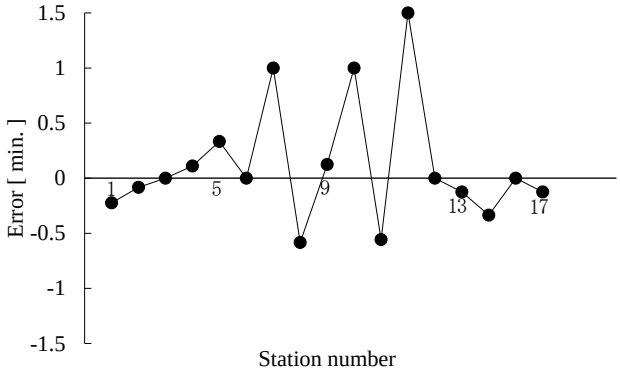


Figure 2. Running time and stoppage time at station 1.



(a) Departed station 1 at 8:11.



(b) Departed station 1 at 14:51.

Figure 3. Result of error rate.

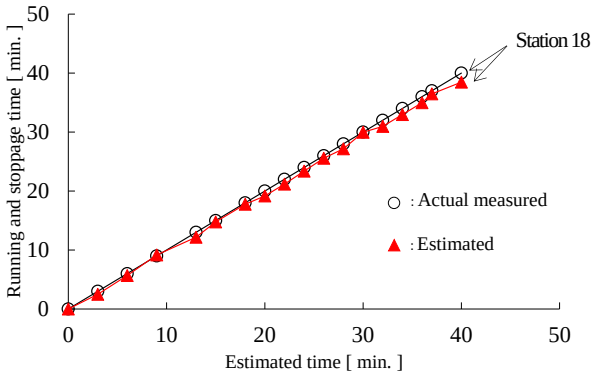


Figure 4. Result of estimated operation.