

東京 23 区内の鉄道における遅延を考慮した最短経路探索方法

Calculating Method for the Shortest Path Problem with Considering Delay on the Railway in 23 Wards of Tokyo

1741009 石川 諒一

Ryoichi ISHIKAWA

指導教員 秋葉 知昭

In this study, I explore the shortest path with consideration of a delay on the railway. A railway system in Tokyo area can be expressed network model. Therefore, I proposed algorithm for obtaining shortest path problem by using Dijkstra's algorithm.

1. 緒言

交通機関の利用者が鉄道を含む公共交通を利用するにあたり、インターネット上の経路検索サービスは、もはや交通インフラの一部と言えるほど普及している[1]。このような経路検索サービスでは、表示される結果は列車が時刻表通りに運転されていることが前提である。しかし、東京圏の鉄道では、列車の遅延を証明する遅延証明書が1か月（平日20日）当たり平均11.7日（平成30年度、朝の通勤時間帯のみ）発行されており[2]、列車の遅延が常態化している。そこで、本研究では鉄道路線というネットワークの最短経路を探索するために、最短経路問題の解法の1つであるダイクストラ法を使用し、列車の遅延をコスト化したものと組み合わせることで列車の遅延を考慮した経路比較を行う。これにより、複数経路の存在する2駅間において列車の遅延しにくい経路を導くことを目指す。

2. 東京 23 区内の鉄道の定義と遅延の現状

2.1 東京 23 区内の鉄道の定義

本研究では、東京圏の都市鉄道[3]として、国土交通省鉄道局総務課発行の資料[2]において対象とされている45路線のうち、東京23区内の駅およびそれらの駅間を、東京23区内の鉄道と定義する。

2.2 東京 23 区内の鉄道における遅延の現状

東京23区を含む東京圏の鉄道は、混雑による乗降時間の増大やラッシュ時間帯における高頻度の列車運行等に伴い、短時間の遅延が慢性的に発生している。さらに、異常気象や機器故障、線路立ち入り等による長時間にわたる遅延も広範囲にわたって発生しており、発生回数も増加している[3]。

3. 最短経路問題とダイクストラ法[4]

最短経路問題を解く方法としてはベルマン-フォード法、ダイクストラ法、ワーシャル-フロイド法などが挙げられる。ダイクストラ法は、各節点への最短経路を始点の周辺から1つずつ確定し徐々に範囲を広げていき、最終的にはすべての節点への最短経路を求めるというものである。エッジ数を m 、ノード数を n としたときの計算量は、優先度付きキューを使う場合 $O((m+n)\log n)$ となる。

4. 列車の遅延を考慮した最短経路探索方法

本研究では、乗換を含めた移動経路を予め指定し、指定した経路内の各路線内においてダイクストラ法によって最短経路を探索し、それらを結合することで最短経路を導く。最短経路の探索において列車の遅延を考慮する必要があるが、本研究では路線ごとに列車の平均遅延時間を求め、その路線を利用する度に遅延コストとして上乗せし、全体の所要時間に遅延コストを上乗せすることで列車の遅延を考慮する。全体の所要時間に遅延コストを上乗せしたものを、本研究では移動コストとする。なお、乗換時間は1回あたり4.3分とする[5]。

5. 実験および考察

本研究では、ジョルダン株式会社が提供する経路検索サービス「乗換案内」より、さまざまな2駅間における移動経路候補を2020年12月25日午前8時に出発駅を出発する条件で収集し、作成したプログラムに入力して比較を行った。

実験 1

飯田橋から品川までの経路候補の計算結果は表1のようになった。また、各経路の所要時間と遅延コストの散布図は図1のようになった。

表1 飯田橋→品川

	経路 1	経路 2	経路 3	経路 4	経路 5	経路 6
所要時間	26.6	26.3	28.3	27.6	31.6	31.3
遅延コスト	24.9	23.3	28.5	44.9	44.5	28.5
移動コスト	51.5	49.6	56.8	72.5	76.1	59.8
乗換回数	2	1	1	2	2	1

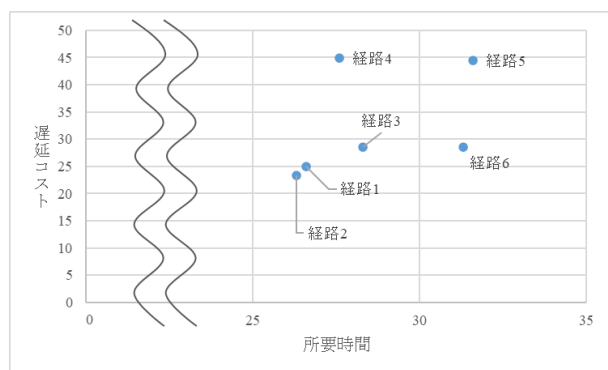


図1 飯田橋→品川

この結果、所要時間、遅延コスト、移動コストの全てにおいて最も小さい経路は経路 2 となった。これは、経路 2 と同じ乗換回数である経路 3 および経路 6 の方が経路 2 と比べて所要時間が長く、かつ遅延コストも大きいためであると考えられる。

実験 2

新宿から門前仲町までの経路候補の計算結果は表 2 のようになった。また、各経路の所要時間と遅延コストの散布図は図 2 のようになった。

表2 新宿→門前仲町

	経路 1	経路 2	経路 3	経路 4	経路 5	経路 6
所要時間	22.3	28.6	28	24.3	31.3	31.6
遅延コスト	16.3	31.0	2.5	8.0	18.3	26.5
移動コスト	38.6	59.6	30.5	32.3	49.6	58.1
乗換回数	1	2	0	1	1	2

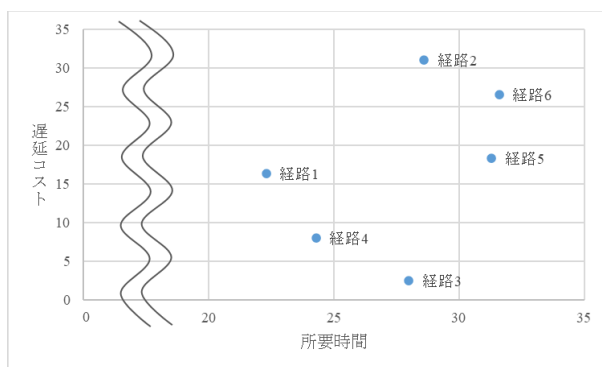


図2 新宿→門前仲町

この結果、移動コストが最も小さい経路は経路 3 となった。これは、乗換回数が他の経路と比べて少ないことによる遅延コストの低下に加え、大江戸線の遅延コストが他の路線と比べて極端に小さかったこと理由であると考えられる。

6. 結 言

本研究では、各路線に固有の遅延コストを与えて移動経路で使用した路線の遅延コストを所要時間に上乘せることで移動コストを算出し、経路の比較を行った。結果としては、所要時間の最も短い経路が移動コストも最小になることが多かった。これは、経路中の路線の遅延コストの差が小さい場合が多かったことが理由であると考えられる。今後の展開としては、同一 2 駅間における全ての経路パターンにおいて移動コストを算出できていない問題がある。そのため、必ずしも実験結果が同一 2 駅間において移動コストが最小であるとは限らない。全ての経路パターンを算出するためにはアルゴリズムの改良が必要になるが、より正確な答えが求められると考えられる。

文 献

- [1] 太田恒平: 経路検索ビッグデータが明かす鉄道利用の実態, オペレーションズ・リサーチ誌 vol.60 No.10(2015)
- [2] 国土交通省鉄道局総務課: 東京圏の鉄道路線の遅延「見える化」(平成 30 年度)(2020 年 2 月 10 日)
- [3] 国土交通省交通政策審議会: 東京圏における今後の都市鉄道のあり方について(答申)(2016 年 4 月 20 日)
- [4] 江幡俊介: 主要道路に右左折を考慮した最短経路の解法-千葉県の場合-, 千葉工業大学社会システム科学部経営情報科学科 2019 年度 卒業研究(2020)
- [5] 東洋経済オンライン: 「乗り換えで歩く距離」が長い駅ランキング(2017 年 5 月 17 日) (<https://toyokeizai.net/articles/-/172050>) (2020 年 12 月閲覧)