

人々の流動再現へ向けたオープンな鉄道インフラデータの構築

金杉洋・関本義秀・樫山武浩

Development of Open Railway Dataset towards People Flow Reconstruction

Hiroshi KANASUGU, Yoshihide SEKIMOTO and Takehiro KASHIYAMA

Abstract: Continuous position information about large amount of people has been attracting a variety of services and researches. Especially, in recent years, embedding GPS functionality in a mobile phone and telecommunication histories of mobile phones are ordinarily used for obtaining people trajectories, however, these positioning techniques generally include positioning errors and missing parts due to system restrictions. Therefore, in order to organize more effective people trajectory data, it is necessary to conduct data correction and interpolation in referring to infrastructure data of roads and railways. In this paper, we attempt to develop railway dataset including both geometry and topology information based on existing railway GIS data. In particular, the railway dataset is organized so as to be open data and be available format to route search with pgRouting.

Keywords: 鉄道インフラデータ (Railway Infrastructure data), 位相情報 (Topology data), 人の流れ (People Flow), pgRouting, オープンデータ (Open Data)

1. はじめに

従来から、都市計画や交通、防災、マーケティング分析など、様々な分野において時々刻々と変化する人々の流動や分布を、継続的かつ詳細に把握することが必要とされている。特に近年では、携帯電話の GPS 機能 (Horanont, 2013) や携帯電話基地局の通信記録 (Kanasugi, 2013) などが、人々の流動を継続的かつ広範囲に観測する上で有効な手段として注目されている。しかし、これらの手法は継続的な観測が可能な一方で、必ずしも誤差や欠損なく計測できるわけではなく、より効果的な移動データとして整理する際には、誤差の補正や欠損区間の推定・補間が不可欠である。例えば、観測された位置情報を、マップマッチン

グなどを通じて近傍の道路上や施設位置に校正する、或いは、観測データの欠損した区間を、前後の位置情報や推定された滞留点を起終点とした経路探索から移動経路を推定するなど、様々な手法が提案・利用されている。

こうした移動データの補正・補間においては、インフラデータとして道路や鉄道の位置や形状を表す幾何情報だけでなく、道路や駅間の接続関係を表す位相情報が必要となるため、幾何情報と位相情報の双方を含んだデータの整備が求められる。道路のインフラデータについては、DRM (Digital Road Map) や OSM (Open Street Map) でデータの整備が進められている一方で、鉄道のインフラデータについては、国土数値情報や OSM で幾何情報が整備されているが、鉄道駅間の接続関係は経路探索等で利用する上で必ずしも有効な位相情報として整備されていない。

そこで本論文では、鉄道インフラデータを対象に、幾何情報を含んだ既存の GIS データから駅間の接続関係と路線形状を抽出し、幾何情報と位相情報の双方を含んだインフラデータを生成する。具体的なデータソースとして、国土数値情報の鉄道データ（路線形状・駅位置）を利用し、オープンに利用可能な鉄道インフラデータとして整備する。特に、作成する鉄道データはオープンソースの経路探索エンジンである pgRouting で利用可能な形式とし、実際に作成した鉄道データを用いて経路探索を試行し、その結果を検証する。

2. 既存の鉄道データセット

鉄道の路線形状や駅位置を含んだ既存のデータセットを表 1 に示した。国内の詳細な道路インフラデータとして整備されている DRM には、鉄道位置データとして鉄道路線の幾何形状が、施設情報として駅位置情報が含まれているが、駅間接続関係などの位相情報は含まれていない。元々道路インフラデータとしての利用を目的としているため鉄道データは、参照情報としての利用に留まったものと推測される。国土数値情報では鉄道データとして、年単位の鉄道路線の形状と路線上における駅の位置情報が利用可能となっている。DRM と比較すると、運営会社や路線名称などの詳細な属性情報を含んでいるが、同様に位相情報が含まれていない。一方で、鉄道駅に関するデータを配布している駅データ.jp では、駅に関する細かな属性情報に加え、乗換駅などの接続関係の情

報を提供しているが、鉄道路線に関する幾何情報が含まれておらず、本研究の目的としている鉄道データとしては十分ではない。表に示した各種鉄道データを相互に組み合わせることも可能であるが、路線名称や駅名称で対応付けを行う必要があり、名称の不一致や重複の精査が効率的なデータ利用の障害となる。

3. 鉄道データセットの作成手法

3.1 データソースの概要

国土数値情報の鉄道データ（平成 23 年度）の路線形状（ライン）と駅（ライン）のデータをもとに、各駅をノード、各駅間の接続関係をリンクとした位相情報と、各駅間の路線形状（ライン）を幾何情報として保有するデータセットを作成する。この鉄道データでは、路線名称等の属性情報が付随している他、路線形状と駅の両方がラインで表現されており、路線形状の一部として駅が完全に重なることから、路線毎のグループ化や路線と駅の位置比較が容易な構造になっている。

3.2 データセット作成手順

処理に際して、予め鉄道データの shape データを PostgreSQL に投入し、PostGIS のジオメトリ処理関数や pgRouting の関数を利用しながら、pgRouting で経路探索が可能な形式として整理する。データセット作成では、鉄道路線ごとに路線と駅をまとめ、鉄道路線が ST_LineMerge 関数でひとつのラインにまとめられるかどうか（路線内に分岐が存在するか）で、手法を分けて処理する。

まず同一路線がひとつにまとめられる場合、対象路線のライン上を端から辿りながら、同路線内で位置の重なる駅を順次当てはめることで、駅間の接続関係と路線形状を抽出する。

一方で、同一路線をひとつにまとめられない場合、路線が分岐している箇所が存在する。分岐先に駅が存在することもあるため、分岐している箇所を安易に省くことはできない。そこで、路線内での駅の組み合わせから隣接する駅を探索する。

表 1 既存の鉄道インフラデータ

	幾何情報	位相情報
DRM (有償)	路線形状 駅位置	×
国土数値情報 鉄道データ (無償)	路線形状 駅位置	×
駅データ.jp (無償, 一部有償)	駅位置	接続駅

具体的には、まず、ST_LineMerge 関数でまとめられた路線形状（マルチライン）を構成する各ポイントをノード、ポイント間をリンクと見なすことで、路線内で仮想的な位相構造を構成する。その上で、当該路線内の駅の組み合わせについて総当たりで最短経路探索し、得られた最短経路の路線上に他の駅が重ならない場合に隣接駅として抽出する。その際、図 1 に例示した分岐部分では、実際には路線として接続関係のない新利府駅と陸前山王駅とが隣接区間として過剰に抽出されてしまう。そこで、鉄道路線が鋭角に曲がるものは無効と見なし、抽出された駅間の路線形状に鋭角の箇所が存在する場合は例外として除外する。また、分岐点に同一駅が存在する場合（図 2）もあるため、駅区間探索時に同一名称の駅が駅区間上に存在するものは例外として扱うものとする。

最終的に抽出された駅間の路線形状に対し、pgRouting に付属する assign_vertex_id 関数を用いて、500 m の誤差範囲で路線両端に位置する各駅のノード番号 (source, target) を付与する。また、経路探索で必要となるリンクコスト (cost) には、駅間の路線延長を設定する。

4. 作成結果と検証

4.1 鉄道データセット作成結果

国土数値情報の鉄道データに含まれる 589 路線について、前項の手順で鉄道データセットを作成した結果を図 3 に示した。同一路線がひとつのラインにまとめられものは 447 路線（青）であり、ひとつにまとめられなかった 142 路線（緑）には、路線途中に分岐が存在するものの、分岐先に駅が存在するのは 80 路線であり、残りの 62 路線には待避線などが該当している。

分岐を含む 142 路線に対して前述の方法で駅間の接続関係を抽出したところ、一部の例外区間を除いた全路線の駅間の接続関係と路線形状が抽出された。例外となる区間について精査すると、以下の 2 つの原因が確認された。ひとつは、同一

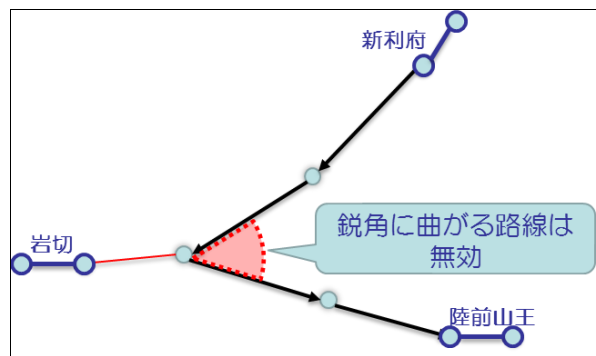


図 1 例外：鋭角に曲がる駅間路線

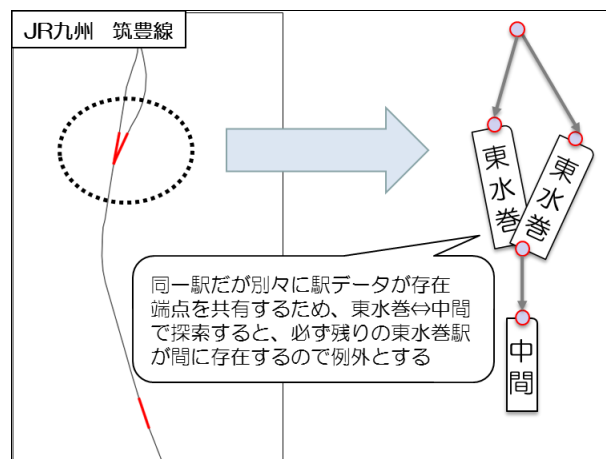


図 2 例外：同一駅が分岐点を共有

路線に対するおける路線名称が複数存在したために、路線がひとつにまとめられず、路線区間の欠損の原因となっていた。こちらは路線名称を揃えるよう修正することで対処した。もう一方の原因は、データソースとして利用した国土数値情報の鉄道データにおいて、路線形状の一部が突出する異常箇所（図 4）があり、例外としていた鋭角路線区間に該当し除外されていた。こちらは当該箇所の形状を修正することで同区間を抽出している。

以上の処理を通じて作成した鉄道インフラデータでは、元の鉄道データに含まれる 22,120 件のラインデータから、リンク数 9,757 件、ノード数 10,338 件にラインの数を圧縮している。この結果は、元の鉄道データから直接 pgRouting 用のデータを作成するのと比較すると半数以上のリンク数の圧縮となり、pgRouting を利用して経路探索する際の処理時間の効率化にも寄与する。

4.2 検証：経路探索

作成した鉄道インフラデータをもとに、pgRouting を利用して柏駅から郡山駅（福島県）までの経路探索をした結果を図 5 に示した。ここでは距離最短での経路探索を行っているため、通常ではあまり想定されない不自然な経路が選択されている¹。より実態に近い鉄道経路探索を行うには、時刻表・運賃・乗換回数などを経路探索に考慮していく必要がある。

5. まとめと課題

本論文では、鉄道インフラデータを対象に、幾何情報を含んだ国土数値情報の鉄道データから、駅間の接続関係と路線形状を抽出し、幾何情報と位相情報の両方を含んだインフラデータを生成した。特に、作成するデータは pgRouting 上で利用可能な形式とし、オープンに利用可能な鉄道インフラデータとした。実際に作成したデータをもとに、簡易的に距離最短の経路探索を行い、探索結果が得られることを確認した。

今後はより実態に近い鉄道経路探索を実現するため、時刻表・運賃・乗換回数などを考慮していく必要がある。

参考文献

- Horanont, T., Witayangkurn, A. and Shibasaki, R., 2013, The Challenge of Geospatial Big Data Analysis, The Open Source Geospatial Research and Education Symposium, vol.2
- Kanasugi, H, Sekimoto, Y, Kurokawa, M, Watanabe, T, Muramatsu, S and Shibasaki, R., 2013, Spatiotemporal Route Estimation Consistent with Human Mobility Using Cellular Network Data, Proceedings of PerMoby2013, 267-272
- Open Street Map : <http://osm.jp/> （最終アクセス 2013 年 8 月 27 日）

¹ Yahoo 経路情報では「柏駅⇒（JR 常磐線）⇒上野駅⇒（東北新幹線）⇒郡山駅」となる

国土数値情報 鉄道データ：

<http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N02.html> （最終アクセス 2013 年 8 月 27 日）

駅データ.jp : <http://www.ekidata.jp/> （最終アクセス 2013 年 8 月 27 日）



図 3 同一路線を単一ラインとした結果

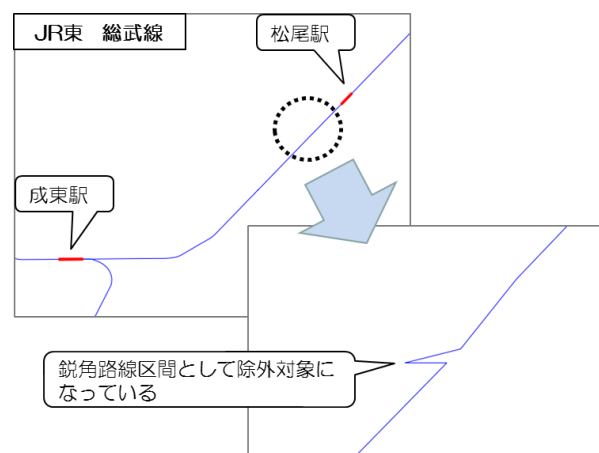


図 4 路線形状の異常箇所



図 5 距離最短探索結果：柏駅⇒郡山駅