

GPS ログデータと鉄道ネットワークを用いた東京都市圏における 鉄道利用状況の推計

Estimation of Railway Passenger Volume in Tokyo Metropolis
Using Mobile Phone GPS Data and Railway Network Data

学籍番号 47-156726
氏 名 池澤 俊 (Ikezawa, Shun)
指導教員 柴崎 亮介 教授

1. はじめに

鉄道利用者数を把握することは都市計画における交通状況把握、短期的なイベントによる鉄道需要の推定、災害や事故発生時の影響評価や被害推計といった社会的なニーズがある。民間業者が公共交通を運用している日本では Suica や Pasmo といった各種交通系電子マネーの普及により、鉄道利用者の乗降駅の情報を得ることが可能になった。しかし、異なる事業者間を跨る乗換など、途中の利用路線までを把握することは困難である。途中の経路や利用路線を知る手立てとして、パーソントリップ調査のようなアンケート調査がある。しかし、これは継続的に実施することは難しく、利用路線まで細かく回答することは回答者の負担が大きくなってしまう。

一方、近年ではスマートフォン等の携帯電話に搭載されている GPS 機能から収集出来る GPS データを用いて、広域かつ継続的に大量の人々の移動状況を把握することも可能になりつつある(関本ほか(2011))。また、このように GPS 機能は自動的にデータを取得することが可能であるため、利用者の負担も小さく、継続的な調査が可能となる。ただし、地下鉄のような GPS が機能し

ない場所では移動軌跡を取得することは難しい。

本研究では、携帯電話の GPS 機能から取得・蓄積をした GPS データを用いた鉄道利用実態把握のための手法を提案する。本研究において提案する手法では GPS データの誤差・欠損区間をマップマッチング及び経路探索を行うことで補間を行うため、まず既存の鉄道データを組み合わせることで現状のサービスに近い形かつマップマッチング及び経路探索が可能な鉄道ネットワークデータを作成する。そして、GPS 観測困難な地下鉄区間も含めた鉄道のネットワークデータを用いて途中区間を推計し時間連続な位置データとすることで鉄道利用者の利用実態把握を行う。さらに、推計結果から各駅における乗降人数及び各路線の利用人数の集計を行うことで異なる鉄道事業者を跨いだ複数路線について横断的な利用状況把握の可能性を検討する。

2. 鉄道利用路線の推定手法

2. 1 手法の概要

生の GPS データにはユーザーID, 時刻, 座標のみしか属性が含まれていないため、まずは各観測点が滞在中・移動中に観測さ

れたものなのか、また、利用していた交通手段の推定を行う。

本研究における手法では、まずは大野らの手法を用いることで GPS データに対して滞在・移動と交通手段の推定を行う。そして交通手段が「鉄道」と推定されたトリップを抽出して用いた。

ここまでの処理で鉄道を用いているユーザーを抽出したため、次は実際に使用したであろう鉄道路線、駅を推定する。本研究では原らが提案した「スパースマップマッチング」と呼ばれる手法を用いて実際に利用した鉄道路線と駅の推定を行った。そして、利用した鉄道路線と駅の推定が完了したデータを鉄道利用者の移動データとした。

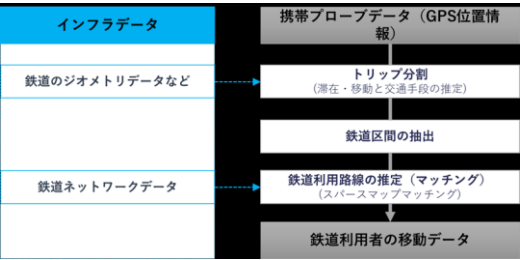


図 1 手法の概要図

2. 2 鉄道利用路線の推定手法

元のスパースマップマッチングでは GPS 観測点のマッチング先を最近隣のノードとしていたが、本研究で使用するデータでは駅がノードとなり解像度が低くなるため、最近隣のリンク上に近傍点を取り、その近傍点をリンク補間点として探索を行うことで推定誤差を抑制する。(図 2 参照)本研究では、GPS のログデータを大野らの手法によりトリップ分割したデータを入力し、マッチングを行い、マッチング後に経路探索を行い、途中区間の補間を行った。

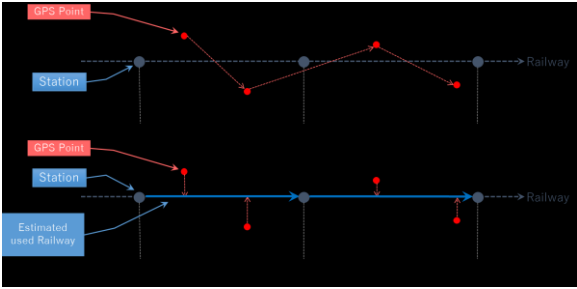


図 2 鉄道利用路線の推定イメージ

次に駅間リンクにマッチングした位置でリンクを区切り、マッチング位置での時刻を GPS 観測時刻として各区間の速度を算出し、各駅における発着時刻を算出した。そのため、列車の停車時間は考慮していない。そして、乗降時刻は推定した区間の平均速度から算出した。さらに、各ユーザーのトリップについて各ノード（駅）での通過時間及び使用路線の情報を記録したものを集計用データとして作成した。

3. 使用したデータセット

3. 1 鉄道ネットワークデータ

本研究における鉄道利用路線の推定手法では、マップマッチング及び経路探索を行うため、幾何情報及び位相情報を持った鉄道ネットワークデータが必要となる。しかし、このようなネットワークデータは容易に手に入らないため、無料で手に入るデータを組み合わせて新たなネットワークデータを作成した。作成に用いたデータは国土数値情報の鉄道データと駅データ.jp が提供している駅データの 2 つも用いた。国土数値情報の鉄道データは幾何情報を持っているが、位相情報は持っていない。逆に駅データ.jp の駅データは路線の幾何情報はないが位相情報は持っている。本研究ではこれらを組み合わせて新たな鉄道ネットワ

ークデータを作成した。(図 4 参照)

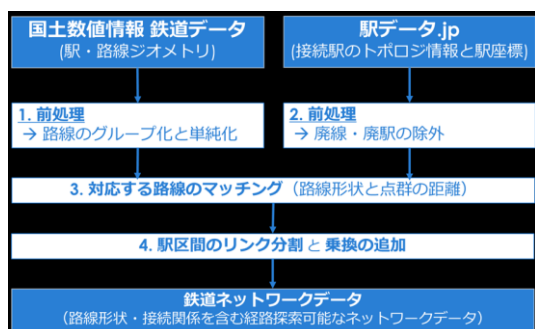


図 4 鉄道ネットワークデータ作成フロー

3. 2 GPS データ

「混雑統計®」(株式会社ゼンリンデータコム) は、株式会社 NTT ドコモが提供する「ドコモ地図ナビ」において、利用者の承諾を得て最短 5 分間隔で取得・蓄積された位置情報データを集計し、人々の流動パターンを定量化・可視化した統計データである。なお、「混雑統計®」で用いられるデータは、株式会社ゼンリンデータコムの依頼により株式会社 NTT ドコモにて個人が特定されないよう総体的かつ統計的に加工したものであり、性別・年齢等の属性は含まれない。さらに同データから大野らの手法により移動手段の推定値を与え、交通モードが「鉄道」と推定されたものを抽出して用いた。なお混雑統計®に対する同処理は株式会社ゼンリンデータコムが行った。これ以降の混雑統計®に関するデータの総体的処理も、株式会社ゼンリンデータコムが行った。このデータのうち、本研究では、2013 年 7 月 22 日から 2013 年 7 月 28 日の期間で関東圏を通過するものを利用した。ユーザー数は 1 日約 70000 ユーザーである。

4. 結果及び考察

4. 1 駅別乗降客数の比較

本研究の手法を用いて算出した推定値を乗車駅、乗換駅、降車駅において集計を行い、国土数値情報の駅別乗降客数データとの比較を行った。(図 5 参照)

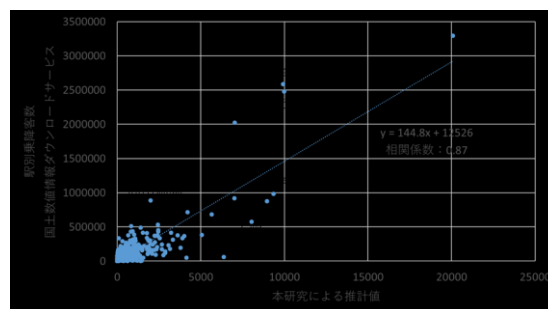


図 5 国土数値情報との比較結果

相関係数の値より、全体的には非常に強い相関があることがわかる。しかし、多くの駅が一カ所に固まっているためこれら抽出する。推計値が 250 人以下の駅が全体の約 8 割を閉めているため、推計値が 250 人以下の駅を抽出した。抽出を行った結果をマッピングした結果を図 6 に示す。

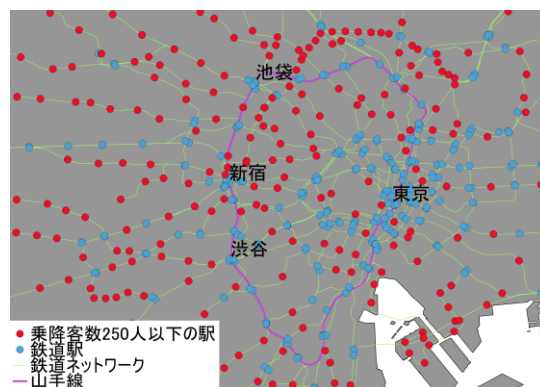


図 6 抽出結果

図 6 より、推計値が 250 人以下の駅は非常に多いにも関わらず都心には推計値が 250 人以下の駅はそこまで多くないことがわかる。すなわち、今回用いた GPS データでは都心の駅においてユーザーの移動経路が被りやすいことがわかった。

4. 2 駅間移動人員数の比較

駅別乗降客数の比較より、この GPS データは都心においてユーザーの経路が被りやすいと考えられるため、駅間移動人員数の比較は JR 山手線のみで行った。(図 6 参照) 比較データは 2010 年の大都市交通センサスの線別駅間移動人員数のデータを用いた。

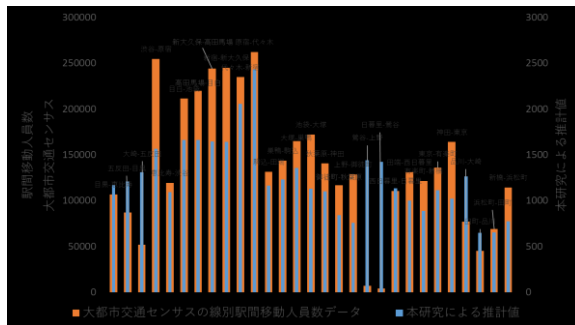


図 6 山手線における駅間移動人員比較 1

図 6 より鶯谷駅—上野駅間、日暮里—鶯谷間の大都市交通センサスの推計値が非常に小さいことがわかる。これらの駅間のデータを取り除いて再度分析を行った。(図 7 参照)

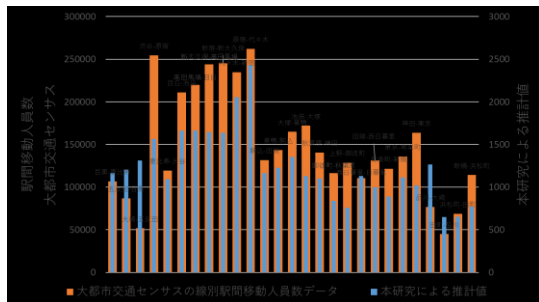


図 7 山手線における駅間移動人員比較 2

図 7 より、相関係数の値が高いため、これらのデータには強い相関があるとわかった。

5. 結論及び今後の展望

今回用いた GPS データは発着地に非常に偏りのあるデータであったが、多くのユーザーは通勤・通学時に都心へ出るため、多くのユーザーの移動経路が重なる。集計値としての比較はある程度値が集まっていなると良い結果は出ない本研究における集計値の比較では都心のデータ同士の比較が向いていた。また、駅別乗降客数及び駅間移動人員数の比較より、どちらも相関係数が高くなることがわかり、GPS データの規模がさらに大きくなることでさらに相関係数が高くなることも期待できる。

以上より、現段階でも GPS データを用いた鉄道利用状況の把握は有効であると考ええる。また、今後は鉄道ネットワークデータのさらなる改修と経路探索について深く掘り下げていくことでさらなる推定精度の向上を目指していく。特に複数路線が並行して運行されている区間における推定が実態に沿わない場合があるため、この部分について今後検討が必要である。

6. 参考文献

- ・大野 夏海 (2013) , 携帯電話による大規模・長期間の GPS データを用いた, 東京都市圏における交通モードの推定およびモビリティの分析, 東京大学, 新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻, 修士論文
- ・国土数値情報ダウンロードサービス
- ・大都市交通センサス, 鉄道利用者に関する推計 (第 7 章)
- ・原, 桑原 (2013), スパースなデータに対するマップマッチング手法と頻度変更型測位に関する研究, 第 33 回交通工学研究会論文集, pp. 415-418