

クラウドソース型時刻表を元にした 列車オブジェクトシミュレーションの開発

関本義秀*、樫山武浩*、金杉洋**

*東京大学生産技術研究所、**東京大学地球観測データ統合連携研究機構

1. はじめに

携帯電話をはじめとした個人の携帯するウェアラブル機器の一般化に伴い、機器に付随する GPS 測位や WiFi 測位などの位置取得機能を利用し、人々の移動を継続的に捉えることで、防災・減災、渋滞・混在の緩和、感染症のシミュレーションなど、様々な社会課題解決の検討が進められている。一方で、GPS 測位などで直接的に観測可能な位置情報（移動情報）は時間連続な位置情報のみであり、移動に際しての交通手段や乗換駅などの交通手段の切り替わり地点の情報は含まれていない。そのため、基本的な位置情報から交通手段を推定するには、道路・鉄道の地理的形狀（ジオメトリ）、駅間の接続関係（トポロジ）、鉄道やバスの運行情報などの細かな交通インフラの情報が不可欠である。

特に国内都市部の主要公共交通である鉄道については、GPS 測位の困難な地下区間の移動の把握、災害時の利用状況の推定、感染症への感染リスクの推計などを行う上で、個別列車単位での利用状況・運行状況が把握できることが効果的であるが、効率的に利用可能なデータは必ずしも十分に整備されていない。

そこで本研究課題では、地下鉄を含めた東京都心部の 30 路線を対象に、駅 Locky のサービス利用者からの登録で集められた駅別時刻表情報から列車別時刻表情報を再構築し、さらに駅位置・路線形状と組み合わせることで、個別列車単位の運行をシミュレーションした。

2. 方法

2.1. 駅別時刻表データから列車別時刻表データへの再構築

本研究課題で使用する駅別時刻表データは、時刻表サービスの駅 Locky⁽¹⁾にサービス利用者から登録された時刻表情報を採用する。同サービスは、各駅における時刻表情報をサービス利用者から登録する形式を採用し、2009 年のサービス開始から全国の駅別時刻表の情報を収集している。本研究課題での利用時点でのサービスの公開情報によれば、駅別時刻表の登録駅数は全国 10,883 駅中 9,988 駅（約 91%）をカバーする高い網羅率を有しており、列車別時刻表を再構築するにあたり、任意路線内における駅の時刻表が欠損する可能性は低く抑えられる。他方で、利用者からの登録を受ける形式上、誤入力や誤植などに起因する不具合がデータに含まれる可能性がある。

駅 Locky における時刻表データは NextTrain 形式⁽²⁾のテキストデータで記録されており、各駅における列車の行き先や終着駅を含めた種別情報と合わせて、発時刻が記録されている（図 1）。この時刻表データを路線別に抽出し、路線内の駅順に整理した上で時刻情報・列車種別情報から同一列車かどうかを判定することで列車別時刻表として再構築する。路線別に処理を行う必要があるため、他路線からの乗り入れ（例：JR 常磐線と東京メトロ千代田線など）については、本研究課題では対象外とした。



図 1. (左) 駅 Locky, (右) NextTrain 形式 (JR 東海中央本線高蔵寺駅 名古屋方面時刻表)

一方、終点駅となる代々木上原駅については、駅別時刻表に終点駅の発時刻が記載されないため、変換に際して対象データが存在せず、常時非停車駅扱いとなってしまふ。そのため、同路線の逆方向（上り）路線のデータから発駅（代々木上原駅）を含む区間の所要時間を抽出し、終点までの所要時間として割り当てるなどの対処を今後検討する必要がある。

以上のような部分的な不備は残されているが、他路線との乗り入れや優等列車などを除いた標準的な単一路線区間においては、概ね列車別時刻表の再構築ができています。

3.2. 路線形状の補間と移動の再現

前節で再構築した列車別時刻表 30 路線のうち、東京メトロの副都心線を除いた 7 路線とつくばエクスプレスの計 8 路線について、平日の上下線 5,558 本の列車に駅位置の付与・駅間路線の補間を行い、各路線の運行状況を分単位で再現した。その中で、始発後間もない午前 6 時過ぎの状況と、通勤時にあたる午前 9 時頃の状況を図 3 に示した。配色は路線の別を、個々の点が列車をそれぞれ示している。図から明らかであるが、始発直後に比べ通勤時間帯に列車が密に並んでいる状況が分かる。実際の通勤時には、先行列車への接近により時間調節されることがあるため、今回再現されている状況は概ね実態に沿う結果となっている。

一方で、駅別時刻表に基づいて列車別時刻表の発着時刻を再構築しているため、駅における停車時間は分単位の分解能が限界となる。その結果、実態として十数秒である各駅での停車時間までを完全に再現することはできておらず、データ上は各駅の到着時刻と発車時刻が同じとなることが多く発生している。単純に秒単位で運行を再現し、駅での停車時間を恣意的に十数秒差し込むことは可能であるが、結果的にデータサイズが肥大化し、データを利用する際の障害となることが懸念されるため、停車時間については運行再現度合いとデータサイズのバランスを勘案し検討する必要がある。

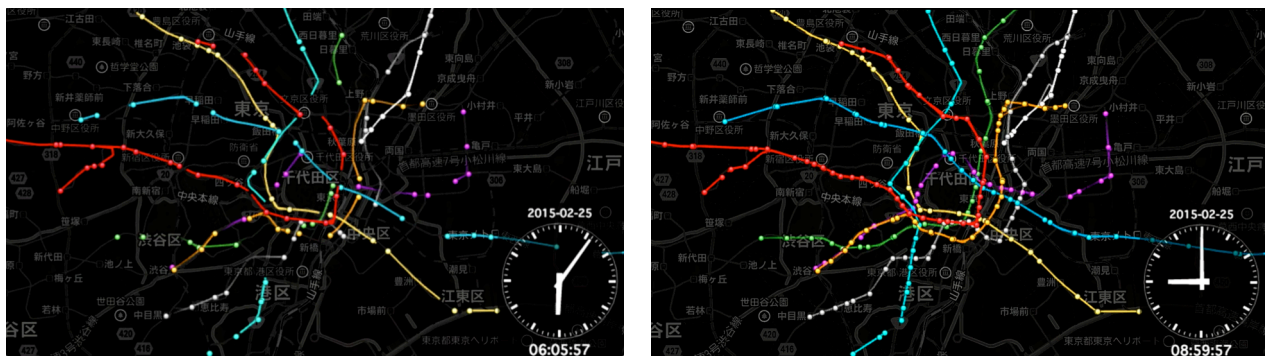


図 3. 東京メトロ（副都心線を除く）とつくばエクスプレスの再現結果

（左）平日始発直後、（右）平日通勤時

5. まとめ

本研究課題においては、人の移動における交通手段などの属性推定を目指し、国内都市部の主要交通手段である鉄道について、個別列車単位での利用状況・運行状況を把握するための列車オブジェクトデータの作成を行った。具体的には、クラウドソース型（利用者参加型）の駅別時刻表データから、各路線の列車別時刻表を再構築し、駅位置及び駅間路線形状を追加で対応付けることで個別の列車オブジェクトデータを構築した。特に、東京都市圏の主要 30 路線の平休日・上下線の 130 パターン、32,470 本の列車オブジェクトの作成を試みた結果、部分的な不具合が残るものの、乗り入れや優等列車などを除いた単一路線区間においては、概ね列車オブジェクトの再構築ができています。

他方、データの再構築の過程での不具合として、本来は停車駅であるものが非停車駅に設定されることがある。これは、元データとして利用した駅別時刻表が一般利用者からの登録によるものであることから、入力誤差・地域差などが残存する可能性があり、今後、元データについても内容の検証が必要である。また、駅別時刻表に基づいているため終点駅の時刻表がなく、結果として列車別時刻表で終点駅が非停車駅となっている。これは同区間逆方向での所要時間を埋めるなどの対応が追加が必要となる。さらに、今回対象外とした他者他路線間での乗り入れ接続についても追加した上で、全国分の列車オブジェクトの再構築を目指す。

加えて、作成した列車オブジェクトデータの利活用の効率化のため、列車オブジェクトデータで標準的なデータ形式を採用することも不可欠である。最近では、時刻表、ルート情報、駅・バス停の位置情報、などを複合的に扱う公共交通運行データ形式として GTFS (General/Google Transit Feed Specification) ⁽⁵⁾ が採用され始めており、同形式への変換についても今後の検討課題である。

6. 謝辞

本研究は中部大学問題複合体を対象とするデジタルアース共同利用・共同研究 IDEAS201405 の助成を受けたものです。

参考文献

1. 駅.Locky、<http://eki.locky.jp/site/top> (最終アクセス 2015.02.25)
2. NextTrain 形式、<http://office.toyolab.com/nexttrain/> (最終アクセス 2015.02.25)
3. 国土数値情報 鉄道データ、http://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-N02-v2_2.html (最終アクセス 2015.02.25)
4. 金杉洋, 関本義秀, 樫山武浩、「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」、第 22 回地理情報システム学会学術研究発表大会論文集、2013.10
5. GTFS、<https://developers.google.com/transit/gtfs> (最終アクセス 2015.02.25)