

令和元年6月20日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03119

研究課題名(和文) 携帯通信履歴のタイプに応じた安全・オープンな人流再現手法の体系化

研究課題名(英文) Systemization of reconstruction method for secure and open people flow depending on types of CDRs data

研究代表者

関本 義秀 (Sekimoto, Yoshihide)

東京大学・生産技術研究所・准教授

研究者番号：60356087

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：近年、携帯電話等を活用した人々の流動に関する高精度なデータがあるものの、これらは高価なものであり、広く使うのは一般的に難しい。そこで、本研究では人流データ利用の裾野を広げるために、入手可能なオープンな統計情報等をもとに、人々が使いやすい人流に関するオープンデータを作成する事を目的とした。具体的には、オープンに入手可能な国土数値情報のパーソントリップ調査結果等の人の流動に関するオープンデータを用いて、広く公開可能な人の流れデータの作成(Open PFLOW)を行った。そして、交通センサ調査データや市販されている携帯GPSを集計したデータと比較し、高い精度で人の流動再現できていることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、携帯電話等を活用した人々の流動に関する高精度なデータがあるものの、これらは高価なものであり、広く使うのは一般的に難しかった。しかし、Open PFLOWデータセットにより、無償で色々な人が使えることによって、広く人の流動データを使ってもらうことが可能である。

研究成果の概要(英文)：Understanding people flow at a citywide level is critical for urban planning and commercial development. However, high cost and severe privacy policy constraints still complicate utilization of these data in practice. There is no dataset that anyone can freely access, use, modify, and share for any purpose. To tackle this problem, we propose a novel dataset creation approach (called Open PFLOW) that continuously reports the spatiotemporal positions of all individual's in urban areas based on open data. With fully consideration of the privacy protection, each entity in our dataset does not match the actual movement of any real person, so that the dataset can be totally open to public as part of data infrastructure. We evaluate the accuracy of the dataset by comparing it with commercial datasets and traffic census indicates that it has a high correlation with mesh population and link-based traffic volume.

研究分野：空間情報

キーワード：人流データ パーソントリップデータ オープンデータ

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

近年、携帯電話等を活用した人々の流動に関する高精度なデータがあるものの、これらは高価なものであり、広く使うのは一般的に難しい。

2. 研究の目的

そこで、本研究では人流データ利用の裾野を広げるために、入手可能なオープンな統計情報等をもとに、人々が使いやすい人流に関するオープンデータを作成する事を目的とした。具体的には、オープンに入手可能なパーソントリップ調査結果(例えば、国土数値情報)等の人の流動に関わるオープンデータを用いて、広く公開可能な人の流れデータ(以降、Open PFLOW と呼ぶ)の作成を行った。そして、交通センサ調査データや市販されている携帯 GPS を集計したデータ(例えば、混雑統計)と比較し、高い精度で人の流動再現できていることを確認した。

3. 研究の方法

本研究で提案する Open PFLOW の作成手順を図 1 に示す。また、各処理プロセスについて、以下で説明する。

・初期人口分布の生成

Open PFLOW は、平日の平均的な 1 日の人の流れを再現する。多くの人々が自宅にいる状態(今回は午前 3 時)を初期状態と考え、これを国勢調査の人口メッシュデータから再現した。詳細には、図 2 に示すように、各メッシュにおいて、人口数分のエージェントを作成し、それをメッシュ内の道路ネットワークノードに配分して、初期エージェント群を作成した。

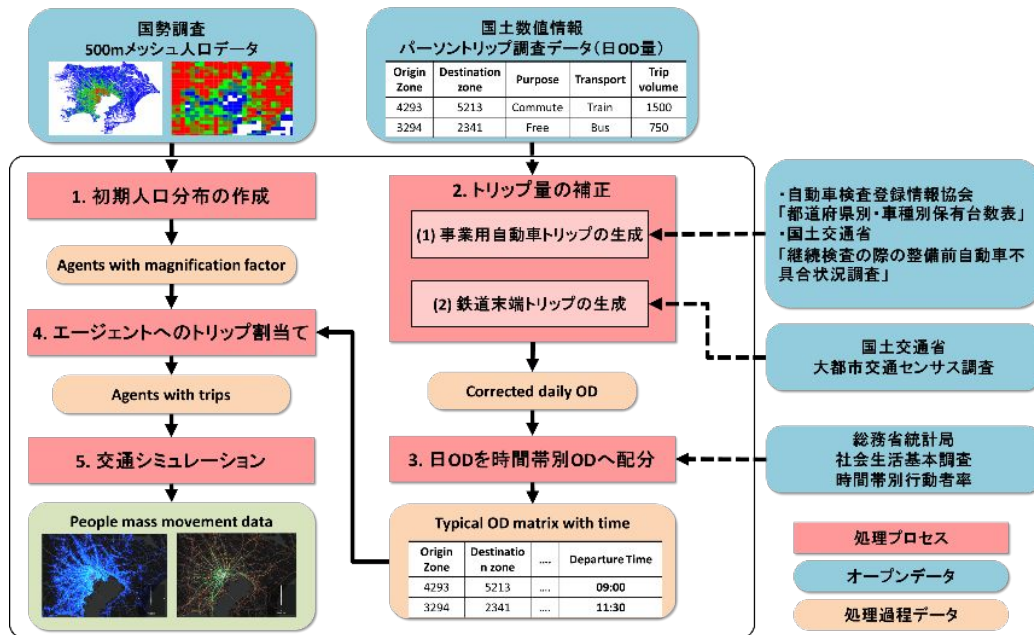


図 1 Open PFLOW の作成手順

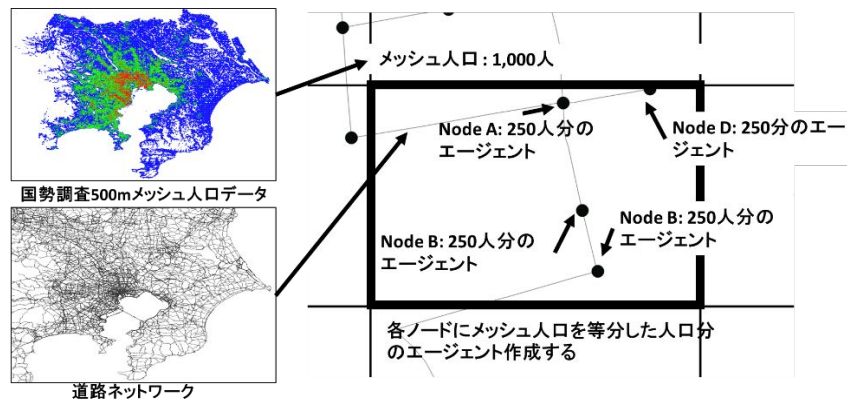


図 2 メッシュ内での配分手順

・トリップ量の補正

エージェントの一日の移動については、国土交通省が公開するパーソントリップ調査データ「交通流動量 パーソントリップ OD 量データ」をベースデータとして使用した。ただし、本データは、「自家用車法人使用や事業車の移動トリップ」、「鉄道移動の末端トリップ」が含まれておらず、そのままでは正確な人の流れを再現できない。そこで、不足するトリップについて、他の調査データを参考とすることで、トリップ量の補正を行った。

「自家用車法人使用や事業車の移動トリップ」については、「貨物・旅客地域流動調査」から取得できる都道府県間の貨物輸送量を OD パターンとし、自動車検査登録情報協会の「都道府県別・車種別保有台数表」、国土交通省の「継続検査の際の整備前自動車不具合状況調査」と「今後の有料道路のあり方研究会資料」のデータを組み合わせることで、各 OD 量の推定することで作成した。

「鉄道移動の末端トリップ」については、最寄り駅までの距離に応じて、大都市交通センサス調査をもとに作成した交通モードの分担率（図 3）をもとに、末端トリップを作成した。

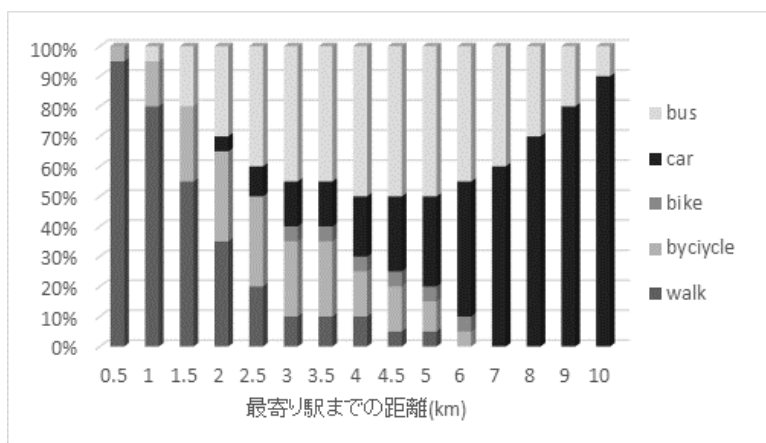


図 3 鉄道末端トリップの交通モード

・日 OD を時間帯別 OD へ配分

前ステップでのトリップデータは、日集計された OD 量データである。そこで、時々刻々とした人の移動を再現するために、総務省統計局の「社会生活基本調査」の結果をもとに、トリップ目的別の時間配分割合（図 4）を定義し、日 OD を時間帯別 OD に変換した。

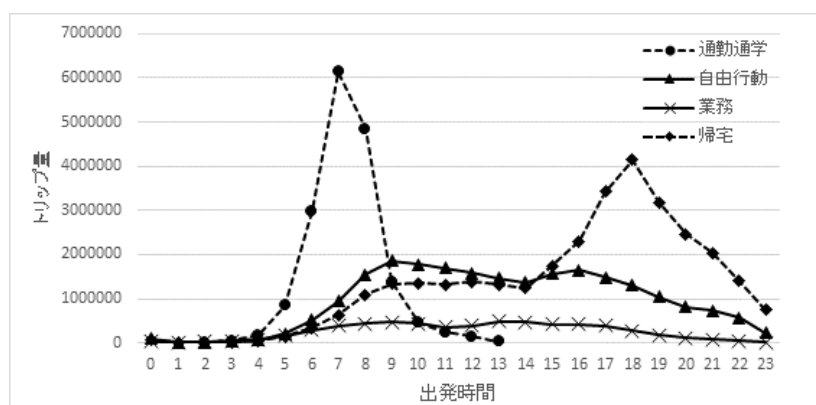


図 4 時間帯別トリップ配分量

・エージェントへのトリップ割り当て

時間帯別に配分したトリップを初期エージェント群に割り当てることで、一日に人の流れを再現する。各エージェントは、初期位置（自宅）から行動を開始し、最終的には初期位置に戻るような OD チェーンを作成することが望ましいが、OD 位置や OD 時間を考慮すると難しい課題である。

本研究では、通勤通学トリップと帰宅トリップの 2 つのトリップチェーンで行動するエージェント群を先に作成し、残りのエージェント群に対しては、ランダムにトリップを割り当てて移動させることにした。前者は、出勤・通学後、しばらくそこに滞在したのち、自宅に帰るといった単純な移動を行うエージェント群となる。後者についてな、ランダムにトリップが割り当てられるため、必ずしも初期位置（自宅）に戻らないような移動を行う。なお、研究の最終

ゴールとしては、全てのエージェントが自宅に帰る移動を再現するようにしたい。

・交通シミュレーション

トリップを割り当てたエージェントについては、交通シミュレータを用いることで、トリップ(OD)から時々刻々と変換する座標データ(移動データ)への変換を行った。徒歩、自転車、鉄道での移動については、それぞれのネットワーク上を最短経路で自由速度移動することとしたが、自動車については待ち行列パターンを採用して渋滞を考慮したルート選択と移動を推定した。

Open PLOW が再現した人の流れの可視化結果を図 5 と図 6 に示す。前者は各時間における人口の分布状態を示し、後者は交通モード別の人の流動を示す。なお、オレンジは自動車、グリーンは鉄道での人口流動を示す。

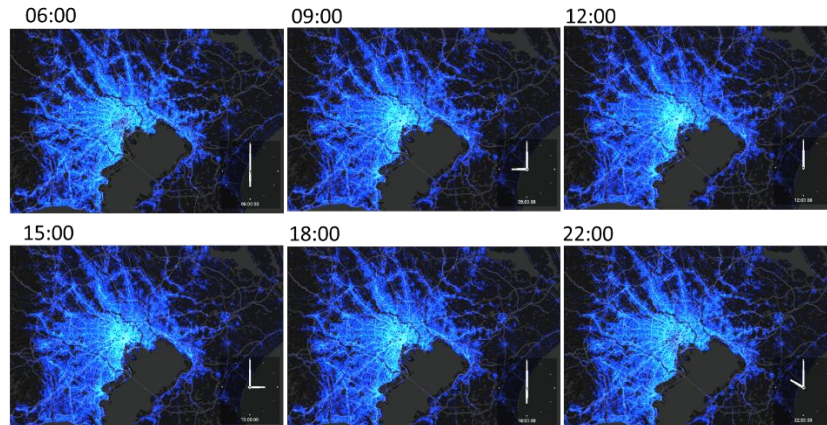


図 5 OpenPFLOW の可視化(人口分布)

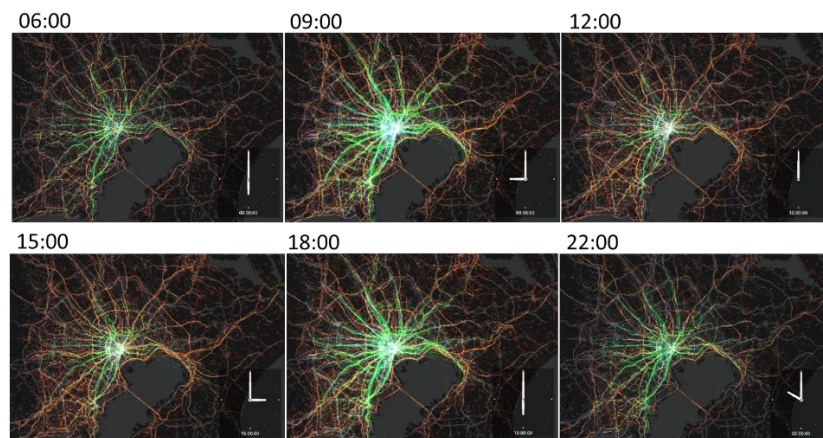


図 6 OpenPFLOW の可視化(人口流動)

Open PLOW で再現した人の流れデータについて、リンク交通量、メッシュ人口と交通モード別人口の 3 つの項目の精度を評価した。

リンク交通量については、交通センサス調査との比較を行った。その結果を、図 7 に示す。図 7(左)は、リンクごとの 12 時間交通量の比較結果であり、Open PLOW が交通センサスに対して、高い相関を示すことがわかる。図 7(右)は、時間帯別の交通量変化を示した結果であり、時間変化にともなう交通量の増減についても、Open PLOW と交通センサスの結果が近い傾向を示すことがわかる。

メッシュ人口については、商用データであるゼンリンデータ(以降、ZDC データ)から集計した時間帯別の 500m メッシュ人口との比較を行った。その結果を図 8 に示す。なお、基準として、一般公開されていないパーソントリップ調査データ(以降、非公開 PT)から推定した結果と ZDC データとの比較も行った。

その結果、RMSE については、Open PLOW のほうが非公開 PT からの推定結果より ZDC データとの差が小さいことがわかった。相関係数についても、非公開 PT からの推定結果と同等の精度があることを確認した。

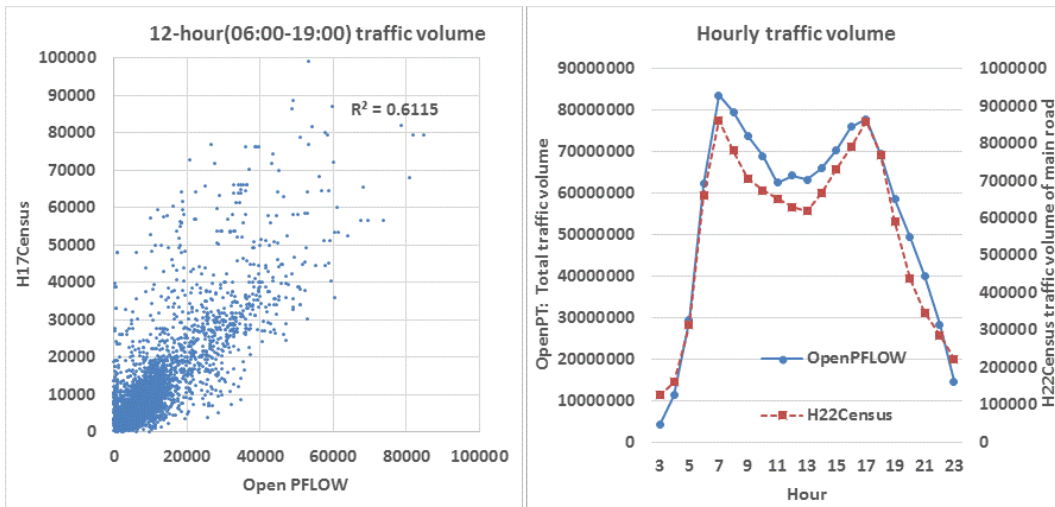


図7 リンク交通量の比較結果

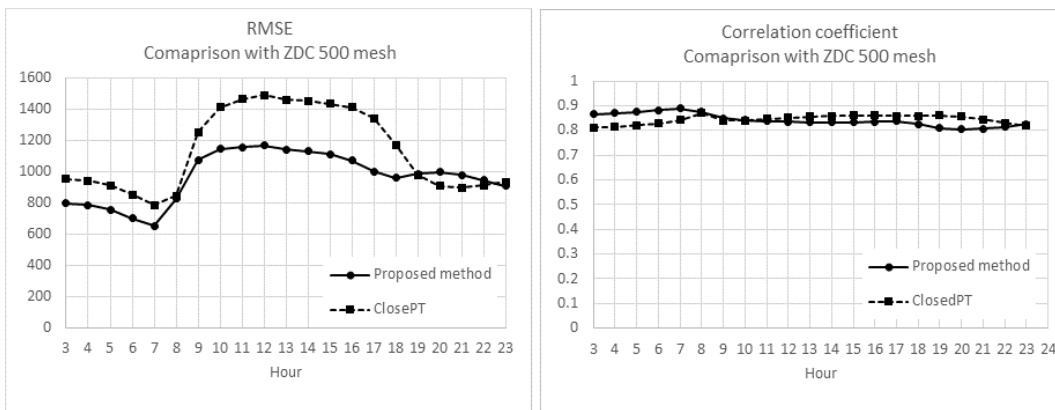


図8 500mメッシュ人口の比較結果

交通モード別人口については、非公開PTとの比較を行った。その結果を図9に示す。徒歩、鉄道、自転車移動については、移動人口と時間帯別増減の両観点において、高い一致率を示せていることを確認した。自動車移動については、時間帯別増減についての相関はあるが、移動人口については大きな違いが見られる。Open PFLOWは、非公開PTの調査結果に対して、事業用自動車分の補正を行っており、それが相当数分のトリップ量があることから、このような大きな違いとなっている。事実、Open PFLOWの結果については、リンク交通量の比較で高い相関を示していることから、このような違いが発生することが自然な傾向であるといえる。

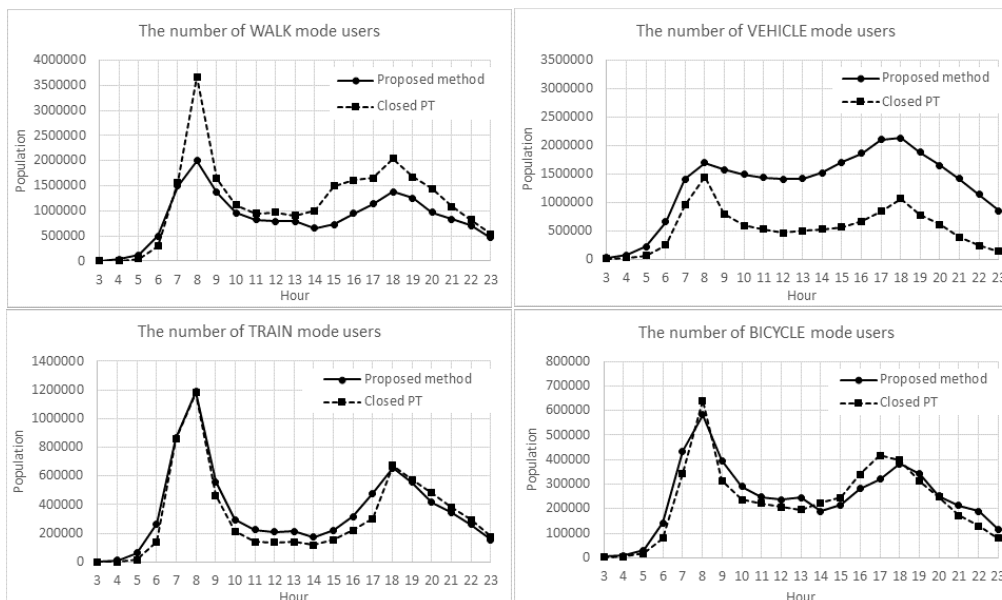


図9 交通モード別人口の比較

4. 研究成果

本研究で提案した Open PFLOW により、オープンな統計データ群を用いることにより、実データにかなり近い形でオープンデータとしての人流を構築することができた。

5. 主な発表論文等

Takehiro Kashiyama, Yanbo Pang, and Yoshihide Sekimoto, Open PFLOW: Creation and evaluation of an open dataset for typical people mass movement in urban areas, Transportation Research Part C., Elsevier, Vol. 85, pp.249-267, December 2017.

Yanbo Pang, Kota Tsubouchi, Takahiro Yabe, Yoshihide Sekimoto, Replicating Urban Dynamics by Generating Human-like Agents from Smartphone GPS Data (Poster paper), The 26th International Conference on Advances in Geographic Information Systems (ACM SIGSPATIAL 2018), November 2018. Seattle, Washington, USA.

〔雑誌論文〕(計1件)

〔学会発表〕(計1件)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等：<http://pflow.csis.u-tokyo.ac.jp>

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：金杉洋

ローマ字氏名：Kanasugi Hiroshi

所属研究機関名：東京大学

部局名：空間情報科学研究センター

職名：特任研究員

研究者番号(8桁)：00526907

研究分担者氏名：瀬戸寿一

ローマ字氏名：Seto Toshikazu

所属研究機関名：東京大学

部局名：空間情報科学研究センター

職名：特任講師

研究者番号(8桁)：80454502

(2)研究協力者

研究協力者氏名：なし

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。