

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 30 年 6 月 8 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2015～2017

課題番号：15K12453

研究課題名(和文) 携帯電話GPSより得られる人流ビッグデータの各人属性推定による人間活動統計の実現

研究課題名(英文) Development of dynamic human activity analysis by estimation of people attributes on person flow big data collected by mobile phone GPS data

研究代表者

秋山 祐樹 (Akiyama, Yuki)

東京大学・空間情報科学研究センター・助教

研究者番号：60600054

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究ではまず携帯電話のGPSデータから得られる大量の人々の移動履歴のビッグデータの基礎的処理方法(ユーザごとの滞留点抽出、自宅勤務地推定等)の開発を行った。また各ユーザの質的属性(ライフスタイル)を、既存の各種統計・空間データを組み合わせることにより推定する手法を開発した。さらに同手法を全国の大規模GPSデータに適用し、全ユーザの質的属性を明らかにした。最後に全ユーザの属性を時空間的に集計化することで、時々刻々と変化する空間的な人口とその分布・移動状況、併せて人々の属性を追跡できる新しいダイナミック(時系列)な人口統計である「人間活動統計」のデザインを提案し、その試作版の開発を実現した。

研究成果の概要(英文)：This study first examined and developed the basic processing method, in other words extraction of stay points, homes and work places of each user, of the large amount of people flow big data (mass GPS data) obtained by mobile phone GPS data. Second, we developed the method to estimate the qualitative attributes (lifestyles) of each user by combining various existing statistical and spatial data. Third, we applied this method to nationwide mass GPS data and estimated the qualitative attributes of all users. Finally, by aggregating the attributes of all users spatio-temporally, we proposed the design of the Human Activity Statistics which is a new dynamic demographics that can track the spatio-temporal changing of population distribution and people's attributes from moment to moment, and realized the development of its trial version.

研究分野：空間情報科学

キーワード：ビッグデータ GPS 携帯電話 人口統計 ジオデモグラフィックス 時空間分析 クラスタリング

1. 研究開始当初の背景

近年、GPS 機能付き携帯電話の普及や位置情報を伴う SNS 等のインターネット上の情報の増加等より、地理空間情報の活用シーンが拡大している。こうした背景を受け、近年では従来の統計・データを更に空間的・時間的に補完し、高性能化・高精細化出来る可能性がある大規模な時空間データ（いわゆる「ビッグデータ」）特に時空間情報付きのビッグデータを「マイクロジオデータ」と呼ぶ。）への需要が高まりつつある。

そしてそうしたマイクロジオデータの中でも近年特に注目されているのが、GPS 機能付き携帯電話から個人情報を秘匿化して収集される大量の GPS 測位情報（以下「大規模 GPS データ」）である。これまで流動・滞留する人々の数や、ある特定の施設・地域への来訪者数の把握は、現地調査やアンケート調査で行われるのが一般的であった。これらの手法によって収集した情報は比較的信頼性が高く、調査者が意図した情報を収集出来る。しかし調査に多大な労力と時間を要するため、同様の調査を広域に渡り高頻度を実施することは困難であった。一方、GPS データはユーザの偏りや測位誤差を含んでおり従来の調査結果の信頼性に優ることは難しいが、極めて広域の膨大な人々の移動を継続的に把握出来ることは従来の調査手法では成し得ないことであった。研究開始当初の時点では、こうした両者の強みを活かし、弱みを補完したダイナミックな人口統計の実現は、学術的にも大きな挑戦であった。

また従来の GPS データを用いた研究では、GPS データから得られる流動人口や停滞人口といった、人々の「量的」な情報の推定・把握が中心であったが、人々の年齢や性別、所得といった「質的」な情報の推定・把握を行った例は皆無であった。

なお本報告書作成の時点でも、本研究で実現を目指したダイナミックな人口統計はまだほとんど実現されておらず、本研究が本報告書作成時点においても挑戦的かつ萌芽性の高い研究であるといえる。

2. 研究の目的

本研究の目的はまず大規模 GPS データの基礎的処理方法を検討・確立するとともに、各人の質的属性を、既存の各種統計・空間データを組み合わせることにより推定する手法を開発するである。また同手法を全国の大規模 GPS データに適用し、統計化することで、時々刻々と変化する空間的な人口とその分布・移動状況、併せて人々の属性を追跡できる新しいダイナミック（時系列）な人口統計である「人間活動統計」の実現を目指す。

3. 研究の方法

本研究は以下の流れで実施した。

3.1 大規模 GPS データのユーザごとの滞留点抽出技術の開発

まず GPS データから滞留点を抽出する必要がある。GPS データそのものは携帯電話の GPS 測位情報（各人の ID と測位時間・経度緯度のみ保有）に過ぎず、そこから各人の自宅、勤務地、訪問地を推定しなければ、各人の属性を明らかにすることは出来ない。そこで既存の手法[1]も参考にしながら、空間的・時間的に近接状態にある測位点同士を結合し、滞留点を抽出する手法を開発した（図1）。

3.2 大規模 GPS データのユーザごとの自宅・勤務地の推定技術の開発

続いて滞留点のうち空間的に分布する頻度の高い地域を既存の手法[2][3]も参考にしながら抽出することで、各人の自宅・勤務地を推定し、GPS データで得られる全てのユーザの滞留点と自宅・勤務地の推定を行った（図2）。

また同手法で得られた自宅と勤務地の信頼性の検証を実施した。これは国勢調査から得られる町丁目・地域メッシュ単位の居住者数や、経済センサスから得られる町丁目・地域メッシュ単位の従業者数と比較を行うことで実施した。その結果、国勢調査から得られる定住人口と GPS データから得られる自宅数、また経済センサスから得られる従業者数と GPS データから得られる勤務地数、それぞれにおいて強い正の相関が見られることが確認された。すなわち本研究の手法によって大規模 GPS データのユーザごとに自宅と勤務地の推定が可能になった。

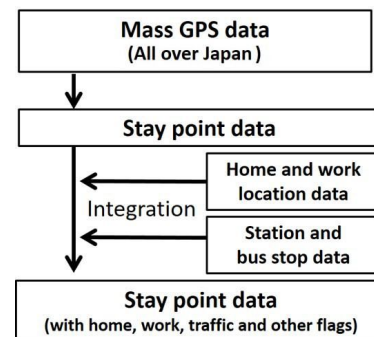


図1 本研究における大規模 GPS データ処理の流れ

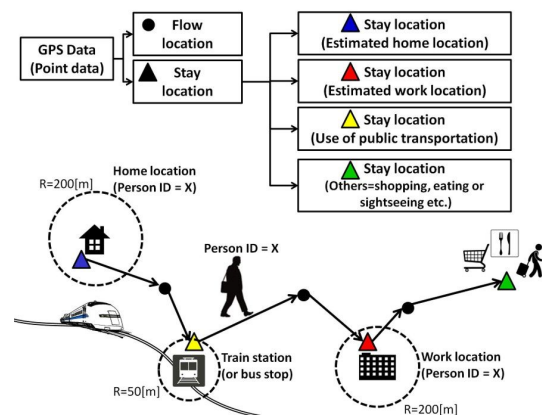


図2 大規模 GPS データのユーザごとの滞留点の推定

3.3 各ユーザの拡大係数の推定技術の開発

次に国勢調査から得られる地域メッシュ単位の居住者数と、同地域に分布するGPSデータの推定自宅位置の数の比較から、各ユーザの拡大係数を推定し、GPSデータから得られる各人に実数を推定するための拡大係数を与える技術を開発した。

3.4 各ユーザへの属性付与

自宅位置と既存統計から得られるその地域の属性から、各ユーザに属性を付与した。既存のジオデモグラフィックスを用いることで、居住地の属性(高級住宅街・単身学生中心・過疎地域等)を得ることが出来る。そこでジオデモグラフィックス(Chomonic 3.0: 株式会社ゼンリンジオインテリジェンスより提供)を用いて、日本全国の町丁目ごとの居住者の属性(ライフスタイル、富裕度等)に基づいて36種類に分類を明らかにし、各ユーザの推定自宅位置に基づき各ユーザの属性を明らかにした(図3)。

3.5 人間活動統計の試作

最後に以上の結果に基づき、人間活動統計実現に向けた検討と人間活動統計の試作を行った。まず各人の属性付き大規模GPSデータを空間的・時間的に集計(1kmメッシュ四方×1時間毎×365日分)した時空間メッシュを構築し、ある時間帯にある地域に分布する人々の情報を、属性ごとにその割合を把握できるデータベースを開発した。そして時空間メッシュをメッシュごとの人口と36属性ごとの人口構成比に基づいてクラスタリングすることで(Elbow Methodによるクラスタ数決定とk-means++法によるクラスタリング)人間活動統計の試作が実現した。

4. 研究成果

以上により世界的にも類を見ないダイナミックに変動する新しい人口統計である人間活動統計の試作とそのデザインを提案することが出来た。なお本研究期間中には間に合わなかったが、人間活動統計で得られた結果の信頼性の検証方法や、より最適なクラスタリングの方法の検討も進めている。また以上の検討が完了次第、同成果の論文化も進めていく予定である。

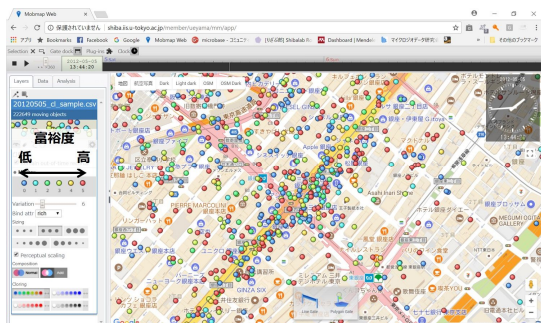


図3 各ユーザの富裕度の推定結果

<引用文献>

- [1] 加美伸治、池田聡、馬場輝幸、吉川隆士、森川博之、ランダム空間分割による位置情報データからの滞留点検出アルゴリズムの検討、電子情報通信学会技術研究報告 USN コビキタス・センサネットワーク、111(386)、2012、61-66
- [2] Horanont HORANONT. A Study on Urban Mobility and Dynamic Population Estimation by Using Aggregate Mobile Phone Sources、Department of civil engineering, The University of Tokyo、PhD. Thesis、2010
- [3] Yu ZHENG. Trajectory Data Mining: An Overview、ACM Trans. On Intelligent Systems and Technology、6(3)、2015、Article 1
<https://www.microsoft.com/en-us/research/publication/trajectory-data-mining-an-overview/>

5. 主な発表論文等

(雑誌論文)(計4件)

秋山 祐樹、マイクロジオデータを用いた日本全国の商業集積地域の分布把握、E-journal GEO、査読有、13巻、1号、2018、109-126

https://www.jstage.jst.go.jp/article/ejgeo/13/1/13_109/_article/-char/ja
小川 芳樹、秋山 祐樹、金杉 洋、柴崎 亮介、ジオビッグデータを用いた多様なシナリオに基づく南海トラフ地震津波の人的被害推定 - 高知市周辺を対象として -、E-journal GEO、査読有、13巻、1号、2018、140-155

https://www.jstage.jst.go.jp/article/ejgeo/13/1/13_140/_article/-char/ja
秋山 祐樹、ビッグデータで描く地域の現在と未来の姿、地域開発、査読有、620巻、2017、17-21

Yuki AKIYAMA, Satoshi UEYAMA, Ryosuke SHIBASAKI, Ryutaro ADACHI. Event Detection Using Mobile Phone Mass GPS Data and Their Reliability Verification by DMSP/OLS Night light Image、ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences、査読有、III-2、2016、pp.77-84、

<https://www.isprs-ann-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/III-2/7/2016/>

(学会発表)(計6件)

山本 洋平、秋山 祐樹、篠原 豪太、柴崎 亮介、事業所情報を含む大規模企業間取引データと大規模人流データを用いた地域間資本流動の推定、第26回地理情報システム学会講演論文集、査読無、2017、

C-6-1

Yohei YAMAMOTO, Yuki AKIYAMA, Ryosuke SHIBASAKI. Is There Quality in Transaction? -The Method of Evaluation and Practice of Using Actual Inter-Enterprise Transaction Big Data-, ASIA GIS 2017、査読無、2017、S4.3-2

Jihoon SONG, Yuki AKIYAMA, Ryosuke SHIBASAKI, Ryutaro ADACHI. Bringing More People to Parks: Open Space Environment and Visitation Patterns in Tokyo, ACSP 56th Annual Conference、査読有、2016、#163

藤原 直哉、桜町 律、秋山 祐樹、藤嶋 翔太、金田 穂高、柴崎 亮介、人流ネットワークのクラスタリングによる圏域検出と感染症拡大モデル、電子情報通信学会技術研究報告、査読無、116 巻、180 号、2016、21-26

Yuki AKIYAMA, Ryosuke SHIBASAKI. Transition Analysis of Regional Characteristics Using Building Geo Big Data and National Census Data Throughout Japan -Focusing on Compact City, Re-urbanization and Suburban Sprawl-, Proceedings of CUPUM 2015、査読有、2015、#295

Satoshi UEYAMA, Yuki AKIYAMA, Ryosuke SHIBASAKI. Integrated Visual Exploration Tool for Fusion of Mass Movement Data and Static Data、Proceedings of CUPUM 2015、査読有、2015、#271

〔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〕

研究代表者ウェブサイト

<http://akiyama-lab.jp/yuki/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

秋山 祐樹 (AKIYAMA, Yuki)

東京大学・空間情報科学研究センター・助教

研究者番号：60600054

(2) 研究協力者

〔本研究成果の応用研究展開の為の協力者〕

小川 芳樹 (OGAWA, Yoshiki)

東京大学・生産技術研究所・特任研究員

藤原 直哉 (FUJIWARA, Naoya)

東京大学・空間情報科学研究センター・助

教(当時)

藤嶋 翔太 (FUJISHIMA, Syota)

東京大学・空間情報科学研究センター・講師(当時)

上山 智士 (UEYAMA, Satoshi)

東京大学・空間情報科学研究センター・特任研究員

金杉 洋 (KANASUGI, Hiroshi)

東京大学・空間情報科学研究センター・特任研究員

桜町 律 (SAKURAMACHI, Ritsu)

東京大学大学院・新領域創成科学研究科・社会文化環境学専攻・修士2年(当時)

山本 洋平 (YAMAMOTO, Yohei)

東京大学大学院・新領域創成科学研究科・社会文化環境学専攻・修士2年(当時)

篠原 豪太 (SHINOHARA, Gota)

東京大学大学院・新領域創成科学研究科・社会文化環境学専攻・修士1年(当時)

柴崎 亮介 (Ryosuke, SHIBASAKI)

東京大学・空間情報科学研究センター・教授

足立 龍太郎 (ADACHI, Ryutaro)

株式会社ゼンリンデータコム・WebGis 事業部(当時)

金田 穂高 (KANEDA, Hodaka)

株式会社ゼンリンデータコム・WebGis 事業部

〔海外の研究協力者〕

SONG Jihoon

Doctoral Candidate, Master of Architecture in Urban Design, Graduate School of Design, Harvard University