

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 2 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700240

研究課題名(和文)「情報銀行」による個人活動の情報統合と予測に関する研究

研究課題名(英文) Study on Personal Activity Estimation Based on Aggregated Personal Information with Information Bank

研究代表者

金杉 洋(Kanasugi, Hiroshi)

東京大学・地球観測データ統合連携研究機構・特任研究員

研究者番号：00526907

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円、(間接経費) 990,000円

研究成果の概要(和文)：各種サービスの高度化や新規創出には、個人の行動に関わる様々な情報の収集や利活用が不可欠であり、近年のスマートフォンをはじめとした携帯端末の普及によって、その実現と利活用が期待されている。本研究では、利用者個人毎の活動情報を横断的に収集し、保護しながら利活用する仕組みとして「情報銀行」の仕組みを実験的に作成し、実際に収集した移動軌跡等をもとに個人の行動予測手法の開発と検証を行った。

研究成果の概要(英文)：In order to enhance personalized services and establish novel services, aggregating personal activity information related to individual activities is necessary. And widely spreading mobile devices including a smart phone has been expected to facilitate individual data aggregation. Therefore, we developed "Information Bank" as a platform to aggregate comprehensive personal activity information and to utilize them with considerations to privacy concerns, and evaluated an availability of aggregated data through the experiment of estimating personal activity.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学・図書館情報学・人文社会情報学

キーワード：行動推定 個人データ 情報銀行 情報資源の構築・管理

1. 研究開始当初の背景

オンラインサービスやスマートフォンの普及に伴って、購買履歴（決済履歴）や位置情報（移動軌跡）などの動的に生成される個人の活動情報が容易に取得可能になり、様々なサービスの新規創出や高度化に利用されるとともに、今後も更に個人の活動情報の取得と利活用の機会が増大するものと予想される。しかし、個別のサービスで取得される個人の活動情報は利用者の活動全体から見ると非常に断片的なものであり、災害対応や医療・健康といった分野横断的に個人の活動情報を必要とする分野においては十分とは言えず、利用者個人毎に最適化されたサービスの実現には至っていない。

こうした状況に対し、情報を産み出す利用者本人が個人の活動履歴情報を統合できる唯一の主体であることに着目し、利用者の管理の下で活動情報を集約し利活用する仕組みとして『情報銀行』を提案している。情報銀行では、利用者の断片的な活動情報を、利用者本人によって『個人口座』に集約・統合し、網羅性の高い情報資産を実現する。さらに、利用者本人の承認の下で、民間や公共サービスへ提供（投資）することで、サービスの高付加価値化や新規サービスの創出を促す社会的なシステム・地域の情報基盤の実現を目指している。個人の活動情報を集約・利活用を広く取り扱う社会システムを検討している例は稀であり、具体的に機能するエコシステムの実証検討が必要である。

2. 研究の目的

本研究では、『情報銀行』の基本的な仕組み(図1)を試験的に開発・利用することで、以下の3点を目的に実施する。

(1) 実際に個人の活動情報を蓄積する実証実験を通じて、

(2) 蓄積した個人活動情報から各種サービスの基盤情報となる個人の行動予測手法を開発するとともに、

(3) 実験からのフィードバックをもとに、試作した情報銀行のシステム改善を行う。

具体的には、スマートフォンアプリを利用して定期的に位置情報（移動履歴）を取得するとともに、スケジュール情報を情報銀行の個人口座に履歴を蓄積し、その履歴データから個人の行動を予測する手法の開発と予測結果の評価を行う。

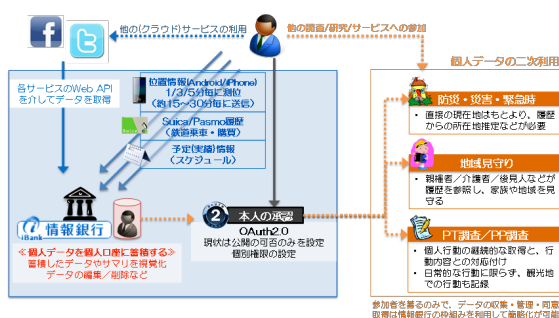


図1 情報銀行システム概念図

3. 研究の方法

実際に試作した情報銀行の仕組みを用いて、数名～十数名の被験者から個人活動履歴を収集する予備実験を行い、収集した活動履歴情報から行動予測モデルの開発を行う。また、予備実験で得られた被験者からのフィードバックをもとに情報銀行の機能の追加や改善を行う。

(1) 個人履歴情報にもとづく行動予測モデルの開発

位置情報（移動軌跡）を中心とした個人の履歴情報をもとに、利用者本人の行動を事前に数時間程度の範囲で推定する行動予測モデルを開発する。特に、移動経路、移動目的地（滞在地）、を主な推定の対象とする。位置情報は利用者の負担が少なく簡便に取得可能な方法として、スマートフォン(Android及びiPhone)アプリを利用する。また、具体的な活動内容を示す情報として、オンラインカレンダーの情報を集約し、行動結果を表す実績情報として利用する。

集積された位置履歴情報は、日常的な移動経路や立ち寄り先（自宅や勤務先など）が多くを占めるため、速度変化や時空間的な密度をもとにクラスタリングレグループ化することで立ち寄り先（滞在地点）を推定する。さらに、活動内容に応じた場所の推定を行うため、スケジュール情報に含まれる活動内容の単語情報を、当該活動時間帯に合致する滞在地点の特徴情報として割り当てる事で、滞在地点に対して定量的な特徴付けを行い行動推定のパラメータとして追加する(図2)。

一方で、滞在地点に含まれなかった位置情報は移動中の点として移動経路の推定に利用する。候補となる移動経路を得る方法には、道路・鉄道の双方を含めた単純な最短経路以外にも確率的に複数件を生成し、実際に記録された移動軌跡に対して過去の履歴と照らし合わせて、より尤もらしい経路を得る。

(2) 情報銀行のシステム改善

行動予測モデル開発・評価の過程で行う実験と合わせて、前述のスマートフォンアプリをはじめ、活動履歴情報（移動軌跡・スケジュール）を視覚化するインタフェース、蓄積した活動履歴情報の二次利用の承認フローなど、『情報銀行』のシステム全般について

・立ち寄り先の抽出と行動内容の対応付け



・現在位置及び時刻から目的地を予測



図2 目的地推定の概要

同時にフィードバックを得る事で、システムの改善と更新を行う。特に活動履歴情報の二次利用の承認フローにおいては、OAuth 等をはじめとした標準的なクラウドデータの利用承認プロトコルを採用する。

4. 研究成果

(1) 移動軌跡の自動取得アプリ

継続的な移動軌跡の取得のため、Android スマートフォンのGPS 測位機能を利用したアプリとして iBankLogger を開発した。本アプリでは、被験者の位置情報を一定間隔（5 分をデフォルトとして 1 分、3 分、5 分から選択可能）で取得し、スマートフォン端末に一時的に保存した履歴をおよそ 15 分毎に情報銀行の個人口座に送信する。スマートフォンでは GPS 測位のほか、Wi-Fi を利用した測位が利用可能であるが、Wi-Fi 測位を利用した場合に時折含まれる過大な測位誤差の回避が困難であったことから、GPS 測位のみを利用している。また、日常的に位置情報を取得するため、バックグラウンドで常時稼働するが、GPS 機能はバッテリー消費が著しく、通常の携帯電話機能の利用が制限されることや、充電機会の確保など、被験者の負担が大きくなる。そのため、測位間隔の初期値 5 分とするほか、測位の実行に合わせて GPS 測位機能の ON/OFF を自動的に切り替える実装を加え、消費電力を極力抑えるよう配慮することで、少なくとも途中充電なしに終日計測できるよう改善した。図 3 にアプリの画面を示した。ボタンなどの最低限のものを配置したシンプルな構成としており、情報銀行アカウントとの対応付けを行った後は、記録開始と終了のボタンを押下するのみの構成である。

(2) 行動予測モデル

時空間的に GPS 測位点の密度の高いエリアを滞在地点として抽出することで、地域・個人毎に多少のパラメータ調整が必要であるが、比較的高精度に滞在地点が推定可能となった。またそれに加えて、滞在地点間の移動経路についても、鉄道経路の他、道路経路については最短経路探索以外の候補を確率的に複数生成する手法 (Dial 法) を導入することで、実際に記録された移動軌跡に対してより尤もらしい経路が選ばれる結果となった (図 4)。

また、活動内容に応じた場所の推定を行うため、スケジュール情報に含まれる活動内容の単語情報を、当該活動時間帯に合致する滞在地点の特徴情報として割り当てる事で、滞在地点に対して定量的な特徴付けを行い行動推定のパラメータとした。

以上のように改善を加えた行動推定モデルを実際に記録された履歴情報に適用し、1 / 3 / 5 時間後の行動内容をそれぞれ推定し、推定精度の検証を行った。結果として、約 2 ヶ月分の活動記録に対し履歴情報が増えるに連れて推定精度が向上し、約 1 ヶ月程度

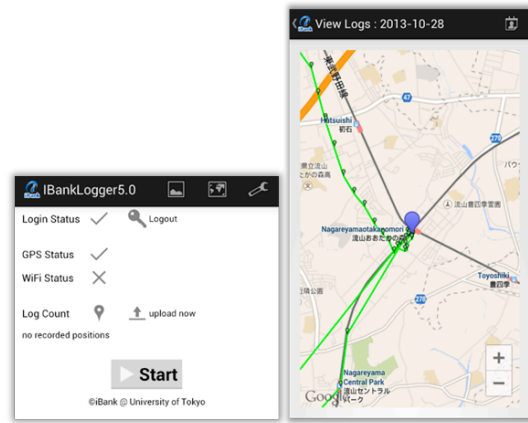


図3 iBankLogger画面構成(左)メイン画面、(右)履歴確認画面

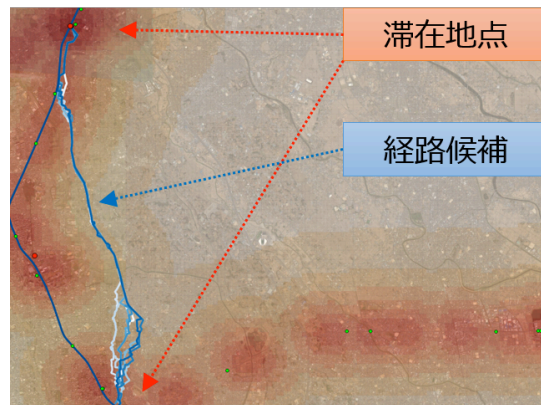


図4 滞在地・経路推定

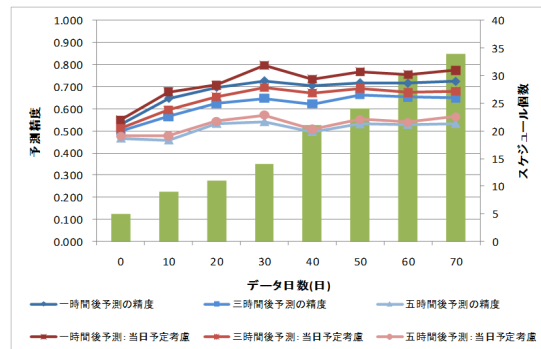


図5 移動目的地の推定結果

の履歴情報で推定精度が概ね一定となる事が確認された (図 5)。

(3) 今後の展望：社会的受容性の評価

情報銀行の仕組みは実現の見込まれるサービスと合わせて、その受容性・利便性、懸念事項や不安要素についても合わせて検討し、社会的な理解を得ながら推進することが不可欠である。今後は行動推定結果に対する一般へのアンケートや、関連する民間企業等へのヒアリングを通じて、社会的に受容される仕組みとして検討を進めていきたい。

5. 主な発表論文等
[雑誌論文] (計 0 件)
特になし

〔学会発表〕（計 10 件）

- ① 黒川茂莉, 石塚宏紀, 渡邊孝文, 村松茂樹, 小野智弘, 金杉洋, 関本義秀, 柴崎亮介, 携帯電話通信時に得られる位置情報履歴を用いた滞在地の滞在目的の推定, 信学技報, vol.113, no.398, MoNA2013-62, pp.79-84, 2014.01.23, ホテル奥道後
- ② 金杉洋, 関本義秀, 榎山武浩, 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, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.22, 2013.10.26, 慶應大学
- ③ 西村隆宏, 秋山祐樹, 金杉洋, Teerayut Horanont, 柴崎亮介, 関本義秀, 携帯電話のGPSログデータを用いた人々の行動パターンの分類, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.22, 2013.10.26, 慶應大学
- ④ 戸井田亮祐, 関本義秀, 金杉洋, 榎山武浩, 柴崎亮介, データ同化手法を用いた集計データによる都市圏レベルの人の流動推定, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.22, 2013.10.26, 慶應大学
- ⑤ 若生凌, 関本義秀, 金杉洋, 柴崎亮介, GPSデータを用いた東日本大震災時の帰宅経路の選択に関する行動分析, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.22, 2013.10.26, 慶應大学
- ⑥ Kanasugi. H, Sekimoto. Y, Kurokawa. M, Watanabe. T, Muramatsu. S, Shibasaki. R, Personal Route Estimation Based on Spatiotemporal Similarity Using Cellular Network Data, IGU Kyoto Regional Conference, 2013.08.06, Kyoto, Japan
- ⑦ Kurokawa. M, Watanabe. T, Muramatsu. S, Kanasugi. H, Sekimoto. Y, Shibasaki. R, Extracting People's Stays from Cellular Network Data, NetMob2013, 2013.05.02, Cambridge, USA
- ⑧ Kanasugi. H, Sekimoto. Y, Kurokawa. M, Watanabe. T, Muramatsu. S, Shibasaki. R, Spatiotemporal Route Estimation Consistent with Human Mobility Using Cellular Network Data, Proceedings of PerMoby2013, 査読有り, pp.267-272, 2013.03.18, San Diego, USA
- ⑨ 金杉洋, 関本義秀, 黒川茂莉, 渡邊孝文, 村松茂樹, 柴崎亮介, 携帯電話基地局通信履歴に基づく人の移動行動の推定可能性に関する研究, 地理情報システム学会講演論文集, Vol.21, 2012.10.13, 広島修道大学
- ⑩ 金杉洋, 黒川茂莉, 村松茂樹, 関本義秀, 携帯電話基地局通信情報の行動分析への適用可能性把握, 第32回交通工学研究発表会, 査読有り, pp.309-315, 2012.09.19, 東洋大学

〔図書〕（計0件）

特になし

〔産業財産権〕

○出願状況（計0件）

○取得状況（計0件）

〔その他〕

情報銀行実験サイト：

<https://ibank.csis.u-tokyo.ac.jp/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

金杉 洋 (KANASUGI Hiroshi)

東京大学・地球観測データ統融合連携研究

機構・特任研究員

研究者番号：00526907

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし