

# スマートフォンの位置情報を用いた 実践的な滞留・移動推定手法の評価

川西直<sup>†\*</sup> 長谷川晃朗<sup>†</sup> 田近亜蘭<sup>‡</sup> 古川壽亮<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>株式会社国際電気通信基礎技術研究所      <sup>‡</sup>京都大学大学院医学研究科

## 1 はじめに

筆者らが開発を進めてきたスマートフォン用のアプリケーションでは、ある時間帯にユーザがどこかに滞留していたのか、それとも移動していたのか、という情報を必要としており、スマートフォンで取得可能な位置情報のみを用いて、滞留・移動の時間帯を推定する手法の検討を進めてきた [1]。しかしながら、アプリケーションの省電力化に向けて、位置情報の取得方法を省電力な方法に変更する検討したところ、省電力な方法で取得した位置情報では、検討してきた手法による滞留・移動の時間帯の推定精度に悪影響を与えることがわかり、手法の改善を検討してきた [2]。本稿では、省電力な方法で長期間にわたって取得した位置情報の実データを用いて、既存手法で滞留・移動の時間帯を推定した場合に問題が生じることを示すとともに、[2]で検討した改善手法を具体化し、実データに対して適用することで、既存手法で生じた問題が改善することを示す。

## 2 既存手法と省電力に取得可能な位置情報の問題

筆者らは、Apple社のiPhoneで動作するアプリケーションを開発すべく、アプリケーションにおいて必要となる、位置情報からの滞留・移動の時間帯推定手法(既存手法)の検討を進めてきた [1]。既存手法の検討に際しては、iPhoneで位置情報を取得する標準的な方法を用いて取得した位置情報の実データを用いて、滞留・移動の時間帯の推定が適切に行われるかを確認してきた。iPhoneの標準的な位置情報取得方法では、一定距離以上移動する毎に位置情報が通知されるように

なっており、一定距離として100mを設定して位置情報の実データを取得した。取得した実データから、取得した時間が前後する位置情報の距離間隔は100mよりも大きくなることもあり、またトンネルや地下を移動している際にも距離間隔が大きくなることが確認された。これらを踏まえ、既存手法では、取得した時間が前後する2つの位置情報において、その間の時間の位置情報を補間する際に、2つの位置情報間の距離間隔が1000m以上離れている場合は線形補間し、1000m未満の場合は2つの位置情報のうち、前に取得した位置情報で補間する、という処理を行っていた [2]。

一方で、同手法を組み込んだアプリケーションの開発を進める中で、標準的な位置情報取得方法を用いたことによって生じる、バッテリー消費の激しさが課題となった。そこで、標準的な方法とは別に用意されている、省電力な方法への変更を検討した。省電力な方法では、位置情報が大幅に変化したと(OSが)判断した際にのみ位置情報がアプリケーションに通知されるようになっており、標準的な方法のように距離間隔を設定することはできない。省電力な方法で位置情報を取得したところ、標準的な方法で距離間隔に100mを設定して取得した結果と大きく異なり、特にWi-FiとBluetoothを両方オフにした状態では、前後して取得した位置情報の距離間隔がほとんどの場合で1000mを超えていた [2]。

省電力な方法で取得した位置情報を用いて、既存手法で滞留・移動の時間帯の推定を行うと、特にWi-FiとBluetoothを両方オフにした状態では、前後して取得した位置情報の距離間隔が1000mを超えているため、常に線形補間してしまい、常に移動しているという推定結果になる可能性がある。

この問題に対処すべく、改善手法では、既存手法のように前後する位置情報間の距離を基準に、線形補間するか否かを決めるのではなく、前後する位置情報間の距離と時間の関係から移動速度を計算し、移動速度が遅すぎる場合は、妥当な移動速度を仮定し、後に取

**An Evaluation of a Practical Method to Estimate Staying or Moving from Location Information of a Smartphone**

Nao KAWANISHI<sup>†\*</sup>, Akio HASEGAWA<sup>†</sup>, Aran TAJIKA<sup>‡</sup> and Toshiaki FURUKAWA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Advanced Telecommunications Research Institute International

<sup>‡</sup>Graduate School of Medicine, Kyoto University

\* river24@atr.jp

得した位置情報の時間から、仮定した移動速度による移動時間分遡った時間までを線形補間し、その時間から前に取得した位置情報の時間までを、前に取得した位置情報で補間することとした [2].

### 3 実データを用いた評価

改善手法の有効性を確認するために、Wi-Fi と Bluetooth をオンにした iPhone と両方ともオフにした iPhone を用意し、2 台の iPhone を長期間携帯して取得した位置情報を用いて評価を行った。

位置情報の取得には、Wi-Fi と Bluetooth をオンにした iPhone 7 Plus と、両方ともオフにした iPhone 7 を使い、2016 年 12 月 15 日から 2017 年 9 月 20 日までの 280 日間、2 台の iPhone を一緒に携帯して取得した。OS のバージョンは、2017 年 4 月 7 日までは 2 台とも 10.2、2017 年 4 月 7 日以降は 2 台とも 10.3.1 を用いた。なお、2 台ともデータ通信用の SIM カードを挿入し、データ通信可能な状態で位置情報を取得した。

改善手法において、移動速度が遅すぎると判断する基準として、歩行速度程度の 1 m/s よりも遅い 0.5 m/s を使い、仮定する妥当な移動速度として、歩行速度よりも少し速い 2 m/s を用いた。

評価方法としては、Wi-Fi と Bluetooth の両方オンにした iPhone と、両方をオフにした iPhone で、それぞれ取得した位置情報を用いて、既存手法および改善手法で滞留・移動の時間帯を推定した際に、移動と推定される時間の妥当性や、オンとオフを比較して結果が一致する割合で比べることとした。なお、今回の評価では、既存手法および改善手法ともにクラスタリング処理は行っていない。位置情報を補間する際に、線形補間した時間帯を移動時間帯、それ以外を滞留時間帯とみなした。

### 4 結果

オフにした iPhone で取得した位置情報に対して既存手法を適用した場合、全時間帯の 97.6% が移動時間帯と推定された。これは、前後する位置情報間のほとんどで、線形補間が行われてしまったことによると考えられる。位置情報を取得したユーザ（筆者）は、週 5 日勤務の内勤で、通勤時間は片道約 1 時間 20 分であるが、全時間帯の 97.6% も移動しているという結果は明らかに不適である。また、オンにして取得したデータに対して既存手法を適用した場合でも、全時間帯の 67.6% が移動時間帯と推定された。オフにした場合ほどではないが、筆者の移動時間としては不適であり、オンの

場合でも、省電力な手法で取得した位置情報は、既存手法に適していないことがわかる。

一方、改善手法を適用した場合は、オフにして取得した位置情報では 10.6% が、オンにして取得した位置情報では 10.5% が、それぞれ全時間帯に対する移動時間帯として推定された。出勤日に関しては、24 時間中、往復 2 時間 40 分が通勤で移動していることになるので、11.1% が移動時間帯となることから、ある程度妥当な結果と考えられる。また、オフの場合とオンの場合とで、移動時間帯となった時間帯がどれだけ一致しているかを確認したところ、95.5% が一致した。このことから、改善手法の方が、Wi-Fi と Bluetooth のオン・オフによる位置情報の精度・頻度の変化の影響を受けにくい手法とも言える。

### 5 まとめ

本稿では、スマートフォンで省電力に取得可能な位置情報のみを用いて、ユーザの滞留・移動を推定する手法について、実データを用いた評価結果を述べた。今後は、改善手法をアプリケーションに適用した場合の効果などについて確認する予定である。

### 謝辞

本研究成果は、国立研究開発法人情報通信研究機構 (NICT) の委託研究「ソーシャル・ビッグデータ利活用・基盤技術の研究開発」により得られたものである。

### 参考文献

- [1] 川西 直, 玉井 森彦, 長谷川 晃朗, 武内 良男, 古川 壽亮, “認知行動療法支援のためのライフログ情報を用いた活動記録表推定,” 電子情報通信学会技術研究報告, IEICE-LOIS2014-95, 2015.
- [2] 川西 直, 長谷川 晃朗, 大橋 正良, 田近 亜蘭, 古川 壽亮, “活動記録表作成支援アプリのための省電力化を考慮した滞留・移動時間帯抽出,” 電子情報通信学会技術研究報告, IEICE-LOIS2016-69, 2017.