

# 個人の行動履歴を利用した高精度目的地予測手法の構築に関する研究

## Study of High-Accuracy Destination Prediction System based on Personal History of Schedule Contents

学籍番号 47-096766

氏名 仲市 哲大 (Nakaichi, Tetsuta)

指導教員 柴崎 亮介 教授

### 1. 序論

#### 1.1 研究の背景

近年、GPS センサ等による多様な個人行動情報の取得を可能とする高機能モバイル機器が世間に広く浸透し、これら取得された情報、特に位置情報を用いた生活支援サービスが数多く創出されている。このような位置情報利活用の拡大傾向の中にあつて、もし現在位置情報によってこれから向かおうとしている“目的地の予測”が可能となれば、これまで以上に便利かつ実用的なサービスが提供できると考えられる。

新たなサービスを実現するには、高確率で目的地を予測できる手法が不可欠である。目的地予測はこれまで多くの研究者によって、主にGPS センサによる移動履歴を元に目的地を予測する手法が研究されてきた<sup>2)3)</sup>。しかし直近の研究においてさえ予測精度は68.2%<sup>3)</sup>と、あまり高精度とは言い難い。

この原因の一つに、GPS 測位結果のみの使用が挙げられる。GPS からは物理的な座標情報のみが得られ、座標に対応する具体的な場所(大学、駅など)を示す情報は、座標情報を基に別途付与する必要がある。人々がある場所に滞在するのは基本的に何らかの行動をそこで行うためであり、その行動の内容によって訪れる場所が決定される事

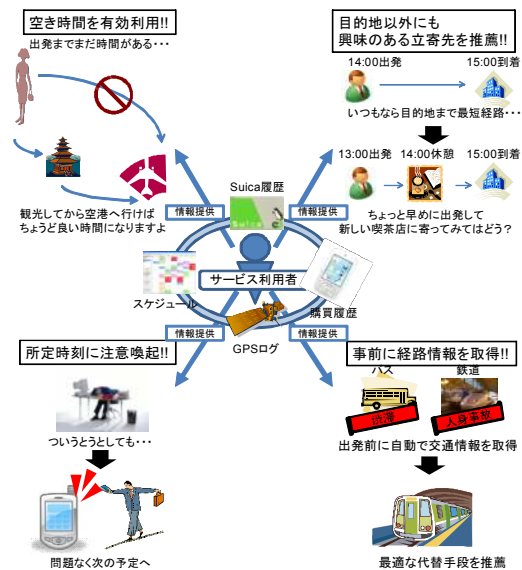


図1 目的地予測により実現するサービス例が多い。従って位置情報だけでなくユーザの行動特徴をも加味するならば、高い精度での目的地予測が可能であると考えた。

#### 1.2 研究の目的

本研究では、新たな位置情報サービスの創出に必要な、より高精度な目的地予測手法の構築を目指す。移動履歴からユーザの滞在場所を抽出する従来手法に加え、ユーザの行動特徴を表す情報としてユーザが日々つけている電子スケジュール情報を用いることで、行動の特徴を正確かつ自動的に把握し、目的地予測に利用することとした。スケジュール情報には、行動の内容(タイトル)、目的地、開始時と終了時の時間

など、個人の行動を示す情報が多く含まれている。これらの情報を基にユーザの行動の特徴、及びユーザが目的地に対して有している特徴を計算し、これに GPS データからなる移動履歴を組み合わせることで、ユーザの現在位置や時刻、そして予測される行動に最も適した目的地の推定を行う。

## 2. 目的地予測の手法

本研究で提案する目的地予測手法(以下提案手法と呼称)では、まずユーザの行動履歴から予測用データセットを作成する。これを元にユーザの現在位置・時刻及び行動の傾向に応じた最適な目的地の予測を行う。

### 2.1 使用する行動履歴データ

目的地予測の際の入力データとして、ユーザの「移動履歴」と「スケジュール」を利用する。移動履歴は GPS センサによって取得された緯度経度からなる座標情報を用いる。またスケジュール情報には iCalendar 形式のデジタルスケジュールを使用する。

### 2.2 予測用データセット作成

本研究の提案手法において取得を目指す目的地とは「ユーザが何らかの目的を持って訪問し、目的を完遂するために一定時間滞留した範囲」とし、本研究では以後これを『滞留範囲』とする。また当該目的地で実施される行動の特徴を表す情報として「ユーザがある滞留範囲において行った行動の内容」を計算し、『場所行動特徴ベクトル』とする。位置情報と行動特徴情報という性質の異なる情報は、両者が有する時間情報によって統合される。この位置情報と行動特徴情報の統合を『行動特徴つき滞留範囲』とする。またこれら場所に付随する行動の特徴とは別に、ユーザ自身の行動の

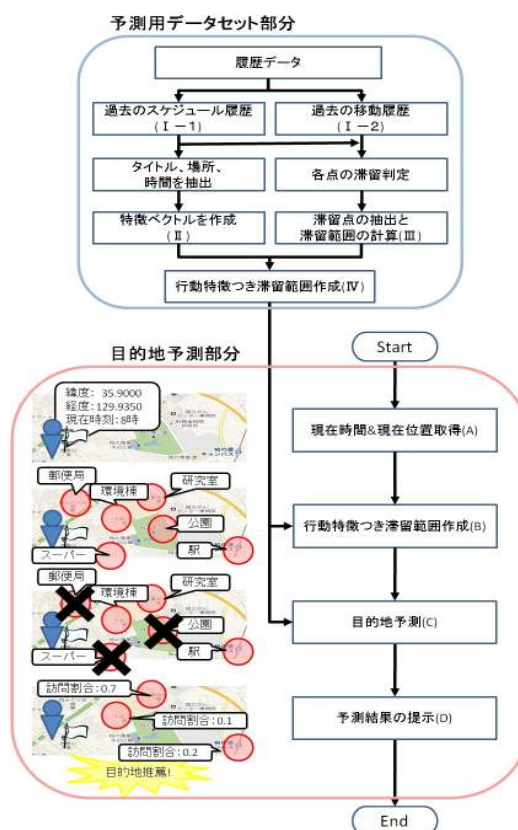


図2 提案手法の全体概要

特徴も必要となる。即ちユーザの全てのスケジュール履歴から行動の内容を取得し「ユーザがこれまで行った全ての行動の特徴」加えて「ユーザがこれまで行った時間帯毎の行動の内容」を計算して、これらをそれぞれ『個人行動特徴ベクトル』及び『時間帯別個人行動特徴ベクトル』と呼称する。

### 2.2.1 移動履歴に含まれる滞留範囲の抽出

移動履歴からユーザの滞留範囲を抽出し滞留範囲を整形するために、移動履歴一点毎に以下の手順を踏む。

- (1) 停止判定  
対象点が「移動」しているか「停止」しているかを判定。「停止」と判定された場合のみ、次の手順へと進む
- (2) 滞留判定  
対象点が単なる一時的な「停止」である

かそれとも目的を持った「滞留」であるかの判定。滞留と見なされた点は、他の滞留点と共に一定の条件下で滞留範囲を表す長方形 (MBR : Minimum Bounding Rectangle) を形成

これらの手順を全ての移動履歴に施し、ユーザが過去に訪れた目的地を座標情報として抽出する。

### 2.2.2 スケジュール内容の定量化

個人行動特徴ベクトルの生成は以下の手順に従って行う。

- (1) ユーザのスケジュールに記載されている全タイトルを形態素解析
- (2) 名詞のみを抽出し、形態素の出現頻度を集計
- (3) 情報検索手法である TFIDF 手法を用いて重要度の高い単語を選択し、重要度に応じた重み付けを実施

こうして、全形態素分だけの次元を有するベクトルを作成する。またこれとは別に、個人の行動特徴を時間帯別に計算した時間帯別個人行動特徴ベクトルも別途作成する。

また同様の手順に則って、スケジュールに記載された場所の名称から同一の場所を含むスケジュールを集積し、場所行動特徴ベクトル及び時間帯別場所行動特徴ベクトルを算出する。このベクトルにより、個々のユーザにとってある一つの場所が有する行動の特徴を推し量ることができる。場所行動特徴ベクトルには、その場所で行われたスケジュールの時間情報も共に付与する。

### 2.2.3 滞留範囲とスケジュール情報の統合

滞留範囲に付与されている時間情報と、場所行動特徴ベクトルに付与された時間情報に重複が見られる場合、この特徴ベクトルで表される行動が当該滞留範囲で実行さ

れたものであると見なし、当該滞留範囲と場所行動特徴ベクトルを統合する。

## 2.2 目的地予測の実行

完成した予測用データセットを用いてユーザが訪れようとする目的地の予測を行う。予測は以下の手順で実施される。

- ① ユーザの現在位置・時間を GPS 受信端末により取得
- ② 現在地点から一定の時間範囲  $h$  を設定し、予測データセットから  $h$  時間で物理的に到達可能な目的地のみを抽出
- ③ 滞留範囲に付与されている場所行動特徴ベクトルとユーザの個人行動特徴ベクトルの類似度を算出。これにより、「ユーザの行動の傾向と、ある場所で日頃行われている行動の傾向」がどの程度似通っているかを判断
- ④ 時間帯別場所行動特徴ベクトルと時間帯別個人行動特徴ベクトルの類似度を算出し、「目的地到着予定時間にユーザが日常的に行う行動と、同時刻にある場所で行われている行動の傾向」の類似性を判断
- ⑤ ③、④で求めた類似度を足し合わせ、その結果が最も大きい値を示した滞留範囲を、現時点で最も訪れる可能性の高い予測目的地として提示

## 3 提案手法の実証

提案手法の性能を評価するために、手法のプロトタイプを Java アプリケーションによって実装し、4名の被験者より収集した実際の移動履歴とスケジュールデータを用いて評価実験を実施した。内1名からは三ヶ月間、残り3名からは一ヶ月間にわた

る移動履歴データを収集した。これに基づいて目的地予測を実施し、実施後は予測結果と実際のユーザの行動を記録した実績値とを比較し、予測精度の算出を試みた。

#### 4 結果と考察

図3に三ヶ月分のデータによる目的地予測実施結果を示す。これを見ると、予測開始時点では52.9%であった一時間後予測の精度が、日々データセットが更新される毎に精度を増し、30日後には最高値の72.6%、最終的に予測期間終了時には72.4%の予測精度を記録した。また三時間後予測と五時間後予測に関しては、それぞれ予測開始時点での予測精度が50.0%、46.7%であったものが、予測期間終了時には64.9%、53.4%の精度を示した。また図4には別の被験者3名の行動履歴データを用いた目的地予測結果を表す。ここでも一時間後予測の最終的な予測精度は3名の結果の平均で70.3%を示している。行動の傾向が異なる複数の被験者から収集したデータにおいて恒常的に高い予測精度が表れたことで、提案手法の適応性の高さを実証できたとと言える。

#### 5 結論と今後の課題

本研究では、今後の位置情報活用社会において、不可欠な存在たり得る“目的地予測”について、数値的な位置情報をスケジュールに基づいたテキスト情報で補完し、予測に用いるというこれまでに無い視点からのアプローチにより、従来手法よりも高精度な予測手法を構築することを目指した。

提案手法を実証した結果、被験者数が十分とは言えないが、従来の目的地予測手法よりも高い精度での目的地予測が可能であ

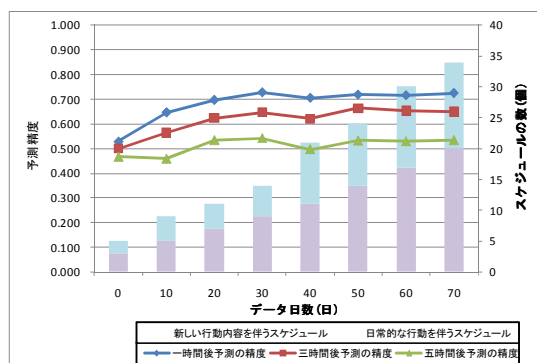


図3 経過時間に対する目的地予測精度の推移

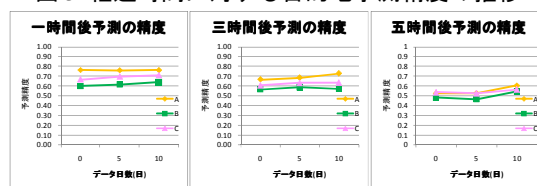


図4 3 被験者の目的地予測精度推移

ることを示した。

提案手法を発展させ、より高精度な目的地予測手法を構築するための課題として、

- ・状況別行動特徴ベクトルの作成及び予測処理への組み込み
- ・時間経過に伴う行動特徴変化の考慮
- ・特徴ベクトルへのユーザ行動内容のより正確な反映

が今後必要である。

#### 参考文献

- 1) 総務省,情報通信統計データベース: 携帯電話・PHSの加入契約者の推移, <http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/new/index.html>, 平成22年12月12日
- 2) D Ashbrook, T Starner, : Using GPS to learn significant locations and predict movement, Personal and Ubiquitous Computing Vol.7 Issue.5, pp.275-286, 2003
- 3) 西野正彬,山田智広他: 時刻情報を含む特徴滞在パターンを用いた行動予測方式の検討, 2009年電子情報通信学会総合大会 情報・システム講演論文集, 2009