

## 移動履歴に基づく行動ナビゲーションの ソーシャルキャピタルサービスへの適用と利用特性評価

熊丸 恵太<sup>†</sup> 竹内 亨<sup>†</sup> 寺西 裕一<sup>†</sup> 春本 要<sup>††</sup>  
横畑 夕貴<sup>\*</sup> 武本 充治<sup>\*\*</sup> 下條 真司<sup>◇</sup> 西尾 章治郎<sup>†</sup>

<sup>†</sup> 大阪大学大学院情報科学研究科 <sup>††</sup> 大阪大学大学院工学研究科 <sup>\*</sup> NTTコミュニケーションズ株式会社  
<sup>\*\*</sup> 日本電信電話株式会社 NTT ネットワークサービスシステム研究所 <sup>◇</sup> 情報通信研究機構

### 概要

ユビキタス環境では、ユーザの現在地に基づくロケーションウェアサービスが目立っている。ロケーションウェアサービスにおいて、ユーザが次に行うべき行動を推測し提示する行動ナビゲーションが期待されるが、現在の行動ナビゲーション技術では、事前に様々な情報を入力する必要があるため負担が大きい。そこで我々の研究グループではGPSなどの位置探知デバイスから得られるユーザの移動履歴を利用することで、ユーザのプロファイル情報など特別な入力が必要としない行動ナビゲーション手法を提案してきた。本稿では、我々の提案手法を青森市で実施した実証実験ソーシャルキャピタルサービスに適用した結果から、ユーザの嗜好によってサービスの利用特性に違いがあることを示した。これにより移動履歴のみを用いて、ユーザの属性に応じたナビゲーションを行うことが可能であると期待される。

キーワード：ユビキタス環境，移動履歴，協調フィルタリング，行動ナビゲーション

## Evaluation of Utilization Characteristics of A Social Capital Service for Ubiquitous Activity Navigation based on Users' Action Histories

Keita Kumamaru<sup>†</sup>, Susumu Takeuchi<sup>†</sup>, Yuuichi Teranishi<sup>†</sup>, Kaname Harumoto<sup>††</sup>,  
Yuki Yokohata<sup>\*</sup>, Michiharu Takemoto<sup>\*\*</sup>, Shinji Shimojo<sup>◇</sup>, and Nishio Shojiro<sup>†</sup>.

<sup>†</sup> Graduate School of Information Science and Technology, Osaka University

<sup>††</sup> Graduate School of Engineering, Osaka University

<sup>\*</sup> NTT Communications Corporation

<sup>\*\*</sup> NTT Network Service Systems Laboratories, NTT Corporation

<sup>◇</sup> National Institute of Information and Communications Technology

### Abstract

In ubiquitous environment, activity navigation service that recommends a user's next activity based on the user's current location is considered remarkable. However, current activity navigation techniques force the users to input their personal preferences to the services for obtaining recommendations. Therefore, we have proposed an activity navigation method that does not require preferences of the users by utilizing the users' action histories, which can be obtained through the devices such as GPS. In this paper, by performing an experiment in the Social Capital Service in Aomori City, the correlation between the utilization characteristics of the service and the users' context and tastes is revealed. Accordingly, an activity navigation service is considered to be realized only by utilizing the users' action histories.

**key words** : Ubiquitous Environment, Action History, Collaborative Filtering, Action Navigation

### 1 はじめに

ユビキタス技術の発展により、場所や時間を問わず情報をやり取りできる環境が整いつつある。環境中に埋め込まれた空間センサやユーザの持つ携帯端

末などから、ユーザの振る舞いや移動など、ユーザに関する様々な状況をコンピュータに蓄積することが可能となっており、これらの情報をもとにユーザの状況を考慮して最適な情報を提供するロケーショ

ンウェアサービスが注目されている。ロケーションウェアサービスにおいて、ユーザが次に行うべき行動を推測し、提案する行動ナビゲーションは重要なアプリケーションになると考えられる。

しかしながら、有効なナビゲーションを行うためにはユーザの状況や嗜好情報が必要となるが、現在の行動ナビゲーション技術では、こうした情報を得るためにユーザのプロファイルや興味など様々な情報を入力しなければならないため、入力コストなどの負担が大きい。そこで我々の研究グループでは、GPSなどの位置探知デバイスから自動的に得られるユーザの移動履歴を利用することで、ユーザのプロファイルなど特別な入力が必要としない行動ナビゲーション手法を提案してきた。

本稿では、我々の研究グループが提案する行動ナビゲーション手法を青森市で実施した実証実験に適用した結果から、ユーザの状況や嗜好によるサービス利用特性の違いを評価し、移動履歴のみからであってもユーザの属性に応じたナビゲーションが可能であることを示す。

## 2 行動ナビゲーションでの移動履歴の利用

### 2.1 移動履歴による状況や嗜好の抽出

行動ナビゲーションでは、ユーザの状況や嗜好を抽出することで、ユーザの潜在的な興味を喚起するような場所の推薦が実現されることが期待されている。このような行動ナビゲーションで抽出すべきユーザの嗜好は、動的な状況(モード)と静的な嗜好に分類できると考える。前者は、周囲の環境やユーザの精神状態によって変化するものであり、例えば既に訪れたことがある場所とそうでない場所では必要となるコンテンツが異なると考えられる。一方で、後者は趣味や興味など一生を通じて緩やかに変化するものであり、例えば歴史的な場所に興味があるなど、どの場所を訪れても必要となるコンテンツが容易には変化しないと考えられる。

行動ナビゲーション手法に関してこれまで多くの研究 [1][2] がなされてきたが、現在の手法では事前にこれらのユーザのプロファイルや趣味、興味といった情報を入力する必要がある、入力コストの負担が大きいという問題がある。また、静的な嗜好と異なり、動的な状況はユーザが無意識のうちに行う潜在的な行動のため、事前の入力が困難という問題も存在する。

そこで、我々の研究グループではGPSなどの位置探知デバイスによって自動的にユーザの情報を取得する方法に着目した。GPSなどを用いることでユーザの入力コストを削減するほか、移動履歴を蓄積することでユーザの潜在的な状況や嗜好を抽出できると考えた。また、移動の軌跡にユーザの目的や興味を反映されることに注目し、ユーザ間の移動履歴を協

調フィルタリングで比較することで、移動パターンの類似したユーザが訪れた場所をナビゲーションする [3] ことを考えた。これによりユーザの静的な嗜好を反映した場所の推薦を行えると期待できる。

### 2.2 移動履歴に基づく行動ナビゲーション

我々の研究グループが提案した手法は次の4ステップから構成される。

1. 移動履歴の蓄積
2. 行動範囲(スポット)と滞在時間の抽出
3. 協調フィルタリングによる類似ユーザの算出
4. 推薦スポットの選定

ステップ2では、時間ごとの連続した移動履歴から、ある一定時間以上滞在した場所を行動範囲(スポット)として抽出する。

ステップ3では、協調フィルタリング [4] を用いて全ユーザ間の類似度を算出する。協調フィルタリングにおいて、ユーザ  $K$ ,  $L$  のコンテンツ  $i$  における類似度  $R_{K,L}$  は、ユーザ  $K$ ,  $L$  のコンテンツごとの評価値ベクトルの内積として下式で表わされる。下式において、ユーザが訪れたスポットをコンテンツとし、そのスポットでの滞在時間をコンテンツに対する評価値とみなして計算することで、評価値ベクトルの内積がユーザの類似度として求まる。

$$R_{K,L} = \frac{\vec{K} \cdot \vec{L}}{|\vec{K}| \cdot |\vec{L}|} = \frac{\sum_i (K_i \cdot L_i)^2}{\sqrt{\sum_i (K_i)^2} \cdot \sqrt{\sum_i (L_i)^2}} \quad (1)$$

ステップ4では、ナビゲーションを受けるユーザと最も類似度の高いユーザが訪れたスポットのなかから、適切なコンテンツを選択し推薦する。

## 3 実証実験

2章で述べた行動ナビゲーションを移動履歴のみから実現することができるのかどうかを示すため、ユーザの状況や嗜好によってサービスの利用特性がどのように異なるのか実験結果に基づいて評価した。

### 3.1 実験内容

移動履歴に基づく行動ナビゲーション手法を UAA プロジェクトメンバーである NTT が青森市青森駅周辺の商店街にて進めていたソーシャルキャピタルサービス「和和(にここ)」 [5] に組み込み、2008年2月1日~2月29日の一か月にわたり実証実験を行った。ソーシャルキャピタルサービスとは、ユビキタス技術を活用し、地域に住む人々の協調行動を支援することで、地域社会を活性化させることを目的とした情報サービスである。実験では組み込んだ行動ナビ

ゲーションを使用し、アクセスしてきたユーザに対して現在地周辺のお勧め情報を提供した。ユーザは、GPS機能を搭載した携帯電話、もしくは街中に設置されている位置情報と関連づけられたQRコードを読み取ることで、サービス側に現在地を通知する。このとき、推薦情報の選出は、ユーザがサービスにアクセスした場所と時間の履歴から、2章で述べた方法によって最も類似度の近いユーザを算出し、そのユーザがアクセスした場所に基づいて行った。

### 3.2 ユーザの住所とアクセス傾向

ユーザの居住地の違いによって、行動ナビゲーションを利用する際のユーザの動的な状況が異なると考えられる。そこで、ユーザの住んでいる場所を市内と県外に分類し、それぞれの地域ごとにユーザのサービスへのアクセス回数とアクセスを行った場所について、その特徴を分析する。下図は県内のユーザと県外のユーザのアクセス回数である。

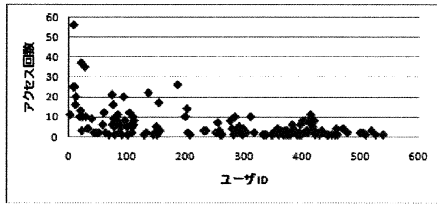


図 1: 県内ユーザのアクセス回数

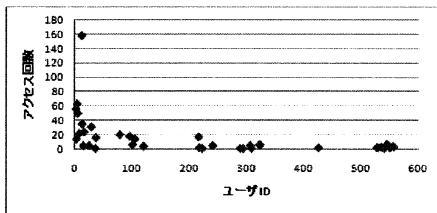


図 2: 県外ユーザのアクセス回数

ユーザ全体の平均アクセス箇所数は 7.8 箇所、県内のユーザは 5.9 箇所、県外のユーザは 16.2 箇所となり、t検定によりその差は有意であった ( $p < 0.05$ )。次に、ユーザの住んでいる地域とアクセスを行った場所の関連性について述べる。ある 2つの集合に関して、集合の要素がどの程度一致しているか、すなわち、それら 2つの集合間の近さを示す指標に、次式で表わされる L2-Norm[6]がある。

$$L2(\vec{b}, \vec{r}) = \frac{\vec{b} \cdot \vec{r}}{\|\vec{b}\|_2 \cdot \|\vec{r}\|_2} \quad (2)$$

L2-Norm はベクトル  $\vec{b}$  とベクトル  $\vec{r}$  のコサイン距離を意味し、 $\vec{b}$ 、 $\vec{r}$  を次のように置き換えることで、集

合間の近さを表現することができる。

$$L2(B, R) = \frac{|B \cap R|}{\sqrt{|B| \cdot |R|}} \quad (3)$$

$|B|$ 、 $|R|$  は集合に含まれる要素の数を表す。L2-Norm によって、それぞれの地域ごとに、そこに住むユーザがアクセスした場所について、その共通性を求めた。表 1 に結果を示す。値が大きいほど、同じ場所でサービスにアクセスした割合が高いことを意味している。

表 1: ユーザの住所とアクセス場所の共通性

県外 - 郊外	0.144263	市街地 - 郊外	0.220488
県外 - 市街地	0.112883	市街地 - 市外	0.154604
県外 - 市外	0.151733	郊外 - 市外	0.213922

表 1 より、県外に住むユーザと県内に住むユーザについてアクセスしたコンテンツの共通性を見た場合、その値は県内に住むユーザ同士について、アクセスしたコンテンツの共通性を求めたものより低いことがわかる。

以上から、県外に住むユーザと県内に住むユーザとで、サービスへのアクセス回数やアクセスを行う場所に違いがあり、これらの違いを検出することで移動履歴のみからユーザの状況が把握できると期待される。

### 3.3 移動履歴の類似度とユーザプロフィール

ユーザの嗜好や興味といった静的な嗜好の違いによって、ユーザの行動に違いがあると考えられる。このような特徴を検出することができれば、ユーザの嗜好状況を事前に集めることなく、どのようなコンテンツを推薦するべきかを判断できると考えられる。そこで、ユーザに興味のある事柄を選択して入力してもらい、ユーザが明示的に示したプロフィールと移動履歴に関連性が見られるかを評価した。なお、プロフィールの項目は「まちづくり」、「商店街」といった日常生活に関するもののほか、「和食・すし」、「カフェ・スイーツ」などの飲食関連のもの、また「温泉」や「自然景勝地」といった観光に関するものがある。図 3 は日常生活や飲食関連の項目について、図 4 は観光やレジャー関連の項目について、県内に住むユーザと県外に住むユーザに分けて、各項目ごとに 2.2 節で示した類似度の平均を興味のあるユーザ間と興味のないユーザ間で求めたものである。

図から、県内に住むユーザは、興味の有無に関わらず平均類似度が高い値を示している。対して県外に住むユーザでは、興味のあるユーザ間の方が、興味のないユーザ間よりも多くの項目で高い類似度をとることが分かる。特に「民芸・美術・みやげ」や「史跡・歴史・資料館・文学」、「レジャー施設・カルチャー」などその地域に深く関わる事柄について、類似度に

