

地理位置情報履歴と発言コンテキスト解析による行動予測手法の提案

山田 和貴[†] 齊藤 裕樹[†]

GPS機能を備えた携帯端末等による位置取得技術の普及により、人々が訪れる場所同士を結ぶ行動履歴を解析する研究が活発に行われている。経路情報を蓄積することによって得られる行動履歴は、人々の興味と移動との関係を解析する手段として注目が集まっている。一方、Twitterを始めとするマイクロブログサービスは、テキストとともにGPSセンサによる地理位置情報を付与し、公開することが可能なサービスとして注目されている。本論文では、蓄積された人々の行動履歴を元に利用者の行動とコンテキストを解析し、将来の利用者の行動を予測する手法の提案と、その情報提示を行うリコメンダシステムの提案を行う。

Inference User Behavior based on Location Trajectory and its Context

Kazuki Yamada[†] and Hiroki Saito[†]

The advance of GPS-enabled portable devices such as PDAs and smart phones facilitates people to record their location histories. Location trajectories imply human behaviors and preferences related for their interests. On the other hand, micro-blog services such as Twitter and Google Buzz enable us to publish text messages (e.g. Tweets) and location-tag (e.g. Geo-tags) to subscriber. This paper proposes a schema for inference user behavior by analyzing its location trajectories and its context. And we design a location recommendation system by mining multiple users' location trajectories.

1. はじめに

GPS機能を備えた携帯端末等による位置取得技術の普及により、人々が訪れる場所同士を結ぶ行動履歴を解析する研究が活発に行われている[1, 2]。経路情報を蓄積することによって得られる行動履歴の解析は、人々の興味と移動との関係を抽出する手段として注目が集まっている。一方、TwitterやGoogle Buzzを始めとするマイクロ

ログサービスは、テキストとともにGPSセンサによる地理位置情報を付与し公開することが可能なサービスとして注目されている。

本論文では、マイクロブログサービスで発信されるメッセージとGeoタグから、メッセージと行動の関係を確率モデルで表現し、過去の人々の行動履歴から利用者の未来の行動をベイズ推定によって予測する手法を提案する。また、提案手法を用いて、位置情報サービスと連携し情報提示を行うシステムの設計について述べる。

2. マイクロブログサービスを用いた行動予測

Twitterをはじめとするマイクロブログサービスは、短いテキストを発信するサービスであり、その場の状況に関するメッセージを即座に発信できる特徴がある。特に、スマートフォン等の携帯端末上で用いられることで、即時性と臨場感の高い情報発信が可能である。また、メッセージを発信する際にGeoタグと呼ばれる位置情報を付加し、実世界と直接リンクした情報を扱うことも可能である。このように、人がセンサとなって即座に情報発信することにより、人々の日常活動や目標指向の行動を知ることが可能になり、新たな価値のある情報を作り出せる枠組みが期待されている[3]。

本研究では、まず蓄積されたメッセージとGeoタグからなる行動履歴を用いて、利用者のコンテキストを分析し行動を推定する手法を検討する。提案手法は、人々の発信するメッセージと行動には一定の関係があるとの仮定に基づき、条件付確率による定式化を行い、ベイズ推定を用いた行動予測を行うものである。

次に、推定の結果から、利用者に対する適切な情報提示を行うリコメンダシステムの設計を行う。図1に提案システムのシステムモデルを示す。システムでは、過去の人々のメッセージ、Geoタグおよび行動の一連のデータを蓄積し、利用者の行動とこれまで発信したメッセージから未来の行動の推定を行う。システムは、位置情報サービスを用いて、推定された移動先に関する利便性の高い情報を取得し利用者に提示する。

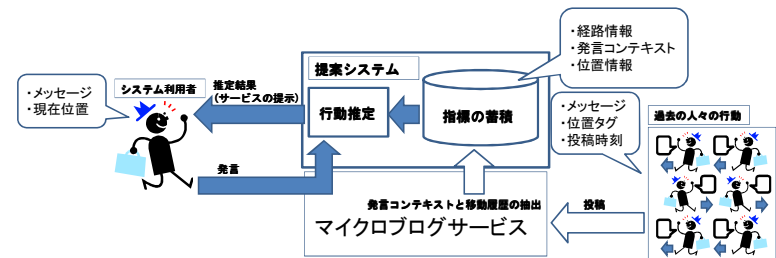


図1 システムモデル

[†]東京電機大学未来科学部情報メディア学科
Department of Information Systems and Multimedia Design, Tokyo Denki University

3. 発言コンテキストと移動履歴による行動推定手法

3.1 前提となる指標の定義

本節では、行動推定に用いる指標の定義を行う。提案する行動推定手法では、図 2 のようにマイクロブログ上のメッセージと Geo タグおよび、2 地点間の移動を指標として用いる。

位置 L 利用者は GPS 機能を備えた携帯端末を持ち、マイクロブログへのメッセージ送信とともに「現在地の座標 - タイムスタンプ」のペア $(location_k, time_k)$ を記録する。位置 L はシステム上で以下のように集約される。

$$L = \{ (location_k, time_k) \mid k \in U \}$$

発言コンテキスト T 利用者の発信したメッセージは、単語ごとに分解し重み付けし、ベクトル空間上に表す。この情報とタイムスタンプのペア $(message_k, time_k)$ を記録する。発言コンテキスト T は以下のように集約される。

$$T = \{ (message_k, time_k) \mid k \in U \}$$

移動 H 利用者のある位置から別の位置への移動は、移動元の位置 L_k と移動先の位置 L_{k+1} のペアによって表す。

以上の情報の蓄積により、移動の起こる割合 $P(H_k)$ と発言コンテキストが現れる割合 $P(T_k)$ を得ることができる。次に、行動と発言の関係について、移動が発言の根拠であると仮定し条件付確率で表すと、移動を行った場合のうち、ある発言コンテキストを有する割合は $P(T_k | H_k)$ となる。

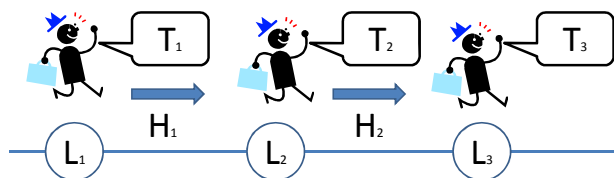


図 2 行動推定に用いるメッセージ、位置、移動の各指標

3.2 ベイズ推定による行動推定

提案する行動推定手法は、前節の条件付確率モデルで表現された事前確率から、ベイズ推定により未来の行動予想の指標である事後確率を求めるものである。ここで、過去蓄積された情報として、移動の起こった割合 $P(H_k)$ 、発言コンテキストが現れた割合 $P(T_i)$ 、移動を前提とした発言の割合 $P(T_k | H_k)$ が与えられたとき、利用者の発言 T_i がなされた後に移動 H_i が起こる確率 $P(H_i | T_i)$ を求める式を以下に示す。

$$P(H_i | T_i) = \frac{P(H_k) P(T_k | H_k)}{P(T_k)}$$

上式の確率を空間上のすべての 2 地点の移動 $H_{i \rightarrow j} (i, j \in W)$ について求め、2 地点間

の移動確率を表す状態遷移行列 $M_{i,j}$ を得る。状態遷移行列 M より、位置情報の列で表現される利用者が任意の行動をとる確率は次式で求められる。

$$P(L_0, L_1, L_2, \dots, L_n | T_i) = M_{L_0, L_1} \cdot M_{L_1, L_2} \cdot \dots \cdot M_{L_{n-1}, L_n}$$

3.3 推奨経路抽出アルゴリズム

前節の予測手法で得られた状態遷移行列から、利用者に対して推奨される経路を求めるアルゴリズムを図 3 に示す。このアルゴリズムでは、状態遷移行列と利用者の現在地から次に進む可能性の高い経路を求めるものである。これにより、利用者がこれから移動する先に関する適切な情報提示を行うことが可能である。アルゴリズムでは、利用者の現在地 L を始点として最も確率の高い移動先を、状態遷移行列 M から反復的に選択する。

```

Algorithm 1 Inferring Route Recommendation


---


Input:  $M$ : state transition matrix,  $L$ : location,  $n$ : #of hops
Output:  $H = \langle H_1, H_2, H_3, \dots, H_n \rangle$ : Route Sequence
1:  $current \leftarrow L$ 
2: for  $i=0$  to  $n$  do
3:   for each  $loc \in M_{current}$  do
4:     if  $\langle current, loc \rangle$  exists in  $H$  then continue
5:      $next = \text{maximum index of } M_{current, loc}$ 
6:   done
7:   if  $next$  is empty then return  $H$ 
8:    $add \langle current, next \rangle$  to  $H$ 
9:    $current \leftarrow next$ 
10: done
11: return  $H$ 


---



```

図 3 経路抽出アルゴリズム

4. おわりに

本論文では、マイクロブログサービスから利用者のコンテキストを取得し、地理位置情報と組み合わせることで利用者の行動を予測する情報提示システムを提案した。今後はアルゴリズムの有効性の検証や指標の取得、蓄積の具体的方法を検討する。

参考文献

- 1) Zheng, Y., Xie, X., and Ma W.: GeoLife: A Collaborative Social Networking Service among User, location and trajectory, IEEE Data Eng. Bulletin. 33(2), pp.32-39 (2010).
- 2) 平井 浩将, 森 傑: 経路探索における GPS ナビゲーションツールの利用とアクション生起との関係, 日本都市計画学会 都市計画論文集 No. 42-3, pp.541-546 (2007).
- 3) 田中 淳史, 田島 敬史: twitter のツイートに関する分類手法の提案, 日本データベース学会 他 第 2 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム, A5-4 (2010).