

## 旅行行動に影響を与える要因を考慮した 観光スポット推薦のための旅行行動のモデル化

田村 和範† 笠原 秀一‡

†京都大学大学院情報学研究科

椋木 雅之‡ 美濃 導彦‡

‡京都大学学術情報メディアセンター

### 1 序論

ある観光都市内で旅行することが決まっている旅行予定者は、どの観光スポットをどのような順番で訪問するかについて計画を立てる。また、現在旅行中の旅行者は、事前に立てた旅行計画を基に、そのときの気分や状況に応じて、次に訪れるスポットを選択する。ユーザに対して適切な観光スポットを推薦するシステムがあれば、ユーザは旅行計画や訪問スポット選択をスムーズに行うことができる。本研究は、観光スポット推薦のための旅行行動のモデル化を目的とする。特に、ある観光スポットからある観光スポットへ旅行者がどれほど遷移しやすいかを表すモデルを考える。モデル化のために、対象とする観光都市を実際に訪れた旅行者の旅行履歴を用いる。過去の旅行者の旅行履歴から得られるモデルを観光スポット推薦に活用することにより、観光都市における実世界の制約に即した、妥当な推薦を行うことができる。

### 2 旅行履歴を用いた旅行行動のモデル化

過去の旅行者の旅行履歴は、写真共有サイトにアップロードされた位置情報付き写真から抽出する。位置情報付き写真には、写真の撮影位置が緯度経度として付与されており、旅行者がどこをどのような順番で訪れたかを把握することができる [1]。

旅行行動のモデル化にあたり、旅行者の訪問場所を緯度経度として捉えると扱いが難しくなる。訪問場所を、緯度経度よりも広い範囲で捉えるため、スポットという概念を導入する。スポットは、観光名所や交通拠点など、旅行者が多く訪れる場所として定義される。位置情報付き写真をスポットに対応付けることにより、旅行行動をスポット間の遷移として捉える。

スポットの集合を  $S$ 、一つのスポットを  $s \in S$  で表す。旅行行動のモデル化とは、過去の旅行者の旅行履歴と、スポット集合  $S$  が与えられたとき、現在スポッ

ト  $s_t$  にいる旅行者が次にどのスポットをどれほど訪れやすいかを記述することである。

### 3 要因を考慮した旅行行動のモデル化

#### 3.1 旅行行動に影響を与える要因の利用

従来、旅行者が次にどのスポットをどれほど訪れやすいかを記述するモデルとして、単純マルコフモデルが広く利用されている [1, 2]。単純マルコフモデルでは、次に訪れるスポットは現在のスポットのみに依存すると考える。しかし、実際の旅行行動は、現在のスポット以外にも、それまでに訪れたスポットや、時期・時間といった、様々な要因の影響を受けるはずである。そこで、旅行行動に影響を与える様々な要因を列挙し、モデルに組み込む。考えられる要因をモデルに組み込めば組み込むほど、モデルの性能が向上するわけではない。要因をモデルに組み込むことにより、学習データを細分することになり、利用可能な旅行履歴では妥当なモデルを学習できなくなってしまう場合があるからである。また、遷移元のスポットによって性能向上に役立つ要因は異なると考えられる。これらの問題に対処するため、有効な要因をスポットごとに探索し、その結果得られた要因の集合をモデルに組み込む。

#### 3.2 旅行行動モデル

モデルに組み込む候補となる要因の集合を  $\mathcal{F}$  とし、一つの要因を  $f \in \mathcal{F}$  で表す。提案法では、 $\mathcal{F}$  から要因をいくつか選んだ要因集合  $F \subset \mathcal{F}$  をモデルに組み込む。各要因は旅行者やそのときの状況に応じて何らかの具体値を持つ。例えば、「時間」という要因は、14時32分などといった具体値を持つ。要因の具体値を扱いやすくするため、一定の決まりに従って具体値を整数値の番号に対応づける。要因  $f$  の具体値に対して対応付けられる番号が何通りの値を取りうるかを、要因  $f$  の細分数と呼ぶ。また、ある旅行者に対して要因の具体値がどの番号に対応付けられたかを状態と呼び、要因  $f$  の状態を  $d_f$  で表す。さらに、要因集合  $F$  の各要素の状態をまとめたものを状態集合と呼び、 $D_F$  で表す。

要因集合  $F$ 、状態集合  $D_F$  のとき、スポット  $s_t$  にいる旅行者がスポット  $s_{t+1}$  へ遷移する確率を  $P(s_{t+1} | s_t, D_F)$

Modeling tourist activity for tourism spot recommendation considering various factors

†Kazunori TAMURA ‡Hidekazu KASAHARA ‡Masayuki MUKUNOKI ‡Michihiko MINOH

†Graduate School of Informatics, Kyoto University

‡Academic Center for Computing and Media Studies, Kyoto University

と表す．ベイズの定理より，

$$P(s_{t+1} | s_t, D_F) = \frac{P(s_t)P(s_{t+1} | s_t)P(D_F | s_t, s_{t+1})}{P(s_t, D_F)} \quad (1)$$

である．各要因の状態  $d_f \in D_F$  の独立性を仮定すると，

$$P(D_F | s_t, s_{t+1}) = \prod_{d_f \in D_F} P(d_f | s_t, s_{t+1}) \quad (2)$$

となる．

### 3.3 旅行行動に影響を与える要因

旅行行動は，旅行者がどこを訪れたか（訪問スポット），そのときの状況はどのようなものであるか（コンテキスト）によって構成される．そこで，訪問スポットとコンテキストによって旅行行動に影響を与える要因を分類し，モデルに組み込む候補とする．また，各要因に対して，細分数が異なるものをいくつか用意する．

**訪問スポット** 訪問スポットは，旅行者を訪れたスポットの情報である．直前のスポットを一定の方法で変換して利用する．変換の方法として，スポットを k-means 法でクラスタリングすることによっておおまかな地域で捉えるもの，現在のスポットから直前のスポットへの方向で捉えるもの，現在のスポットから直前のスポットへの距離で捉えるものの3種類を用意する．

**コンテキスト** コンテキストは，スポットの魅力を変化させる旅行時の状況である．時期，時間，降水量の3種類を利用する．降水量は，旅行が行われた日付から，過去の気象データを用いて取得する．

### 3.4 有効な要因の探索

3.1 節で述べた通り，次に訪れるスポットを予測する精度が最も大きくなる要因集合をスポットごとに探索する．モデルに組み込む要因の選び方を全て試すと，組み合わせが膨大となり現実的な時間で探索が終了しない．そこで，まず，要因をいくつかのブロックに分ける．ブロックごとに，要因の選び方を全て試し，予測精度が大きくなる要因の候補集合を求める．さらに，各ブロックで求められた要因の候補集合に含まれる要因のみを対象にして，同様の探索を行う．この探索で予測精度が最も大きかった要因集合をモデルに組み込む．

## 4 実験

Flickr API を用いて，2004年1月から2014年3月までに京都市で撮影された位置情報付き写真 436,031 枚を収集した．また，京都市における主要観光地 30 箇所を手動でスポットとして定義した．

本実験では，旅行者が次に訪れるスポットを正しく予測できた割合を表す予測精度により，提案モデルを評価する．提案モデルでは，旅行者は， $P(s_{t+1} | s_t, D_F)$  が最も大きくなるスポット  $s_{t+1}$  に遷移すると予測する．予測精度は Leave-one-out 交差検定により算出する．比較手法として，要因を考慮しない単純マルコフモデルを用意する．実験結果を表 1 に示す．

表 1: 各手法を用いた際の予測精度

手法	予測精度 (%)
提案モデル	38.3
単純マルコフモデル	27.9

実験結果から，提案モデルは，様々な要因をモデルに組み込むことで，単純マルコフモデルよりも予測精度を向上させていることが分かる．

現在，提案モデルを用いた旅行計画支援システムを開発中である（図 1）．このシステムでは，提案モデルを基に旅行ルートのコアを算出し，コアの大きい旅行ルートをユーザに提示する．



図 1: 提案モデルを用いた旅行計画支援システム

## 5 結論

本論文では，旅行行動に影響を与える様々な要因をモデルに組み込むことで，予測精度の高い旅行行動モデルを構築する手法を提案した．今後，提案モデルを用いた旅行計画支援システムを開発し，その有効性の評価を行う予定である．

## 参考文献

- [1] Takeshi Kurashima, Tomoharu Iwata, Go Irie, and Ko Fujimura. Travel route recommendation using geotagged photos. *Knowledge and information systems*, Vol. 37, No. 1, pp. 37–60, 2013.
- [2] Yan-Tao Zheng, Yiqun Li, Zheng-Jun Zha, and Tat-Seng Chua. Mining travel patterns from gps-tagged photos. *Proceedings of the 17th international conference on Advances in multimedia modeling*, Vol. 1, pp. 262–272, 2011.