

階層型評価構造に基づく観光スポット推薦システムの構築と 長期実証実験

杉浦孔明¹, 岩橋直人², 芳賀麻誉美³, 堀智織¹

¹ 独立行政法人 情報通信研究機構, ² 京都大学, ³ 一橋大学
komei.sugiura@nict.go.jp

概要: 京都などの有名観光地を訪れる場合, 多くの旅行者はガイドブック, ウェブサイト, 口コミなどから情報を収集し訪れるスポットを決めるが, 観光スポットをリストアップし, 好みに合致するかを調べるためには時間と労力が必要である. そこで, 数々の観光スポット推薦システムがこれまで提案されてきたが, 気分などの主観的な基準での推薦は困難であるという問題があった. 本研究では, 評価グリッド法と数千人規模のウェブアンケートを用いた評価要因の解析手法と, 階層的な評価構造とナীবベイズモデルを用いた観光スポット推薦手法を提案する. 本手法を実装したスマートフォンアプリを用いて1年間の実証実験を行った結果について報告する.

Keywords: recommendation system, evaluation grid method, naive Bayes, smartphone app

1. はじめに

京都やパリ, ローマに代表される観光地を訪れる場合, ガイドブック, ウェブサイト, 口コミなどから情報を収集し, 訪れるスポットを決める旅行者は多い. しかしながら, これらの都市には多くの観光スポットが存在するため, 好みに合致するスポットを探し出す作業に必要な労力は大きい. また, 現状の検索技術では, 「庭園がきれいでも有名でないスポット」のような検索を行うことは難しい. 一方, 観光産業は世界的に大きな経済部門であり, 観光における推薦・意思決定技術は社会的ニーズが大きい[4].

このような問題背景から, 観光分野における推薦システムが広く研究されてきた(例えば[1,3]). [1]では, ユーザの属性や同伴者情報などに基づきトリノの観光スポットの推薦を行う. 推薦システムの手法および応用については[4,9]が詳しい. 最近では, Google Nowなどモバイル端末上でユーザの位置や状況に依存した観光スポット推薦が可能になっている.

このように数々の観光スポット推薦システムがこれまで提案されているが, 気分などの主観的な基準での推薦は困難であるという問題があった. 一方, 観光以外の分野では, 気分や状況に依存した推薦手法が提案されている(例えば[8,11]). [8]では, 映画推薦ドメインにおいて, グルーピング評価グリッド法を用いて評価要因を抽出し, ページアンネットワークを用いた推薦システムを構築している. 一方, 我々は京都観光ドメインにおいて, ユーザに観光スポットを推薦する音声対話システムを構築してきた[7,10].

このような問題背景から, 我々は観光スポットを推薦するスマートフォンアプリ「京のおすすめ」[5]を構築した. 「京のおすすめ」は2011年10月28日に公開さ

れ, 2012年12月31日までに約20,000回ダウンロードされている. 本論文では, 本システムを構築するために行った京都観光における評価要因の解析, および解析結果を利用した推薦手法について述べる. 本研究は[8]と関連するが, 京都観光ドメインにおける評価構造を抽出したこと, 定形自由記述アンケートを元に評価要因を抽出する点が異なる.

提案手法の独自性は, 以下の2点である.

1. 旅行者が観光において重視する項目について, 評価グリッド法[11]と定形自由記述アンケートを組み合わせて評価要因を解析した.
2. 解析の結果得られたモデルを用いてスマートフォン上の推薦アプリを構築し, 1年以上の長期実証実験を行った.

2. 観光スポット推薦タスク

2.1 タスクの定義

本研究の目的は, ライトユーザに対しスマートフォン上で観光スポットの推薦を行うことである. 推薦の対象地域を京都とした. これは, 観光スポットが多く, 推薦のニーズが大きいと考えられるためである. 本研究で扱う観光スポット推薦タスクに求められる仕様を以下のように定義する.

- ユーザは観光立案段階でシステムを用いる. 多くの旅行者は自宅などで事前に情報を調査する. つまり, 観光立案時に京都滞在中のユーザは少数派であると考えることが合理的である. 今後, Google Nowのような現在位置に依存した観光スポット推薦が一般的になれば観光立案をその場で行うユーザが増える可能性はあるが, 現時点で大部分のユーザに対応するために, ユーザの現在位置に依存し

ない手法を用いることとする。

- ユーザの行動履歴を使用しない
 ユーザが訪れた観光スポットの履歴が利用できれば、単純な協調フィルタリングにより推薦が可能である。しかしながら、そのような履歴を収集することのコストは大きい。プライバシー上の懸念がある。以上より、ユーザの行動履歴を用いず、継続的にシステムを使用しないユーザに対しても推薦可能にする。
- 複雑な入力を必要としない
 スマートフォンを想定する場合、入力数が多いアプリはユーザの離脱が起こりやすい [2]。プロフィールの登録など複雑な入力を行わなくても推薦可能とする。

2.2 システムの概要

このような背景から、我々は京都の観光スポット推薦システム「京のおすすめ」[5]を開発した。「京のおすすめ」のユーザインタフェースを Fig. 1 に示す。ユーザは、気分（癒されたい、リフレッシュしたいなど）、体験したいこと、味わいたい雰囲気、観光スポットの特徴、に関連した項目をタッチパネルで選択することにより、観光スポットの推薦を手軽に受けることができる。前述した仕様を検討し、ユーザからシステムへの入力はチェックリストの選択・非選択であることとした。システムはユーザに観光スポットのリストをテキストや画像で提示する。推薦対象の観光スポット数は150である。

3. 京都観光における評価要因の解析

どのような評価要因を基準に観光スポットが選択されているのかを調べるため、京都観光における評価表現を収集した。本稿では「庭園がある」「リラックスできる」など、観光スポットが評価される要素を評価要因と呼ぶ。評価要因と評価表現の違いは、評価表現が言語表現であるのに対し、評価要因は同義とみなされる評価表現群の代表（クラスラベル）であることであ



Fig.1 「京のおすすめ」の動作画面 左：初期画面．中：項目選択画面．右：スポット基本情報画面

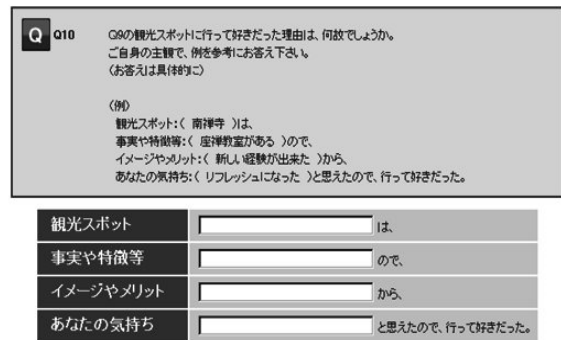


Fig.2 自由記述アンケートの例

る。手法の詳細については [7] を参照されたい。

3.1 評価表現の収集

本研究では、評価表現の収集のために、評価グリッド法（深層心理面接手法のひとつ）と定形自由記述アンケートを組み合わせた手法を用いる [7]。Table 1 に収集の概要を示す。評価グリッド法における面接では、ラダーアップ（「X に行ってどんな気持ちになりたいですか？」など）、ラダーダウン（「具体的に X のどんなことが良いのですか？」など）の 2 種類の質問を繰り返して評価表現を収集する。被験者は近畿在住者とし、性別・年代（20～69 歳の 5 水準）・観光経験（4 水準）に偏りがないよう 24 名を選出した。

このような評価グリッド法の面接のデメリットは評価表現の網羅性である。これは、面接に必要な時間的コストが高く、被験者数が限られるためである。そこで、多数の被験者の意見から評価表現を収集するため、ブラウザ上で動作するアンケートシステム（Fig. 2）を構築し、1000 名の被験者から定形自由記述アンケートを収集した。

全被験者の結果を統合し、評価グリッド法において一般的な構造になるように、評価要因を「気分」「体験」「雰囲気」「スポットの特徴」の 4 カテゴリに分類した。以上の手続きにより、「世界遺産」「あまり人に知られていない」など 137 の評価要因を得た。

Table 1 評価表現収集の概要

	評価グリッド法	定形自由記述
調査形態	面接	ウェブアンケート
調査次期	2008 年 11-12 月	2008 年 11 月
被験者数	24 人	1000 人
評価表現数	4392	2925

3.2 評価構造の構築

前述のようにして得た評価要因を推薦に利用するために、各要因を観光スポットの属性と考え、属性値を条件付き確率と定義する。条件付き確率値を推定する

ために、Table 2 に示すアンケート調査を行った。被験者は近畿在住者で、20～69歳の男女とした。実験で扱う観光スポットとして、京都周辺の寺社仏閣やエリアから150箇所を手で選択した。ウェブアンケートでは無効回答の頻出が予想されたため¹、1度で全てのスポットを対象とせず分割して調査を行った。

アンケートは以下のようにして行った。まず、被験者に対して「行ったことがあり、好ましい」観光スポットを入力させた。次に、被験者が好むスポットについて、137の評価要因に関する質問を7段階（1：全く当てはまらない～7：非常によく当てはまる）で回答させた。以下に質問項目の例を示す。

国宝級や特徴的な仏像がある
建造物や内装が凝っていたり特徴的である
神社・仏閣である

本アンケートでは、同じ被験者が複数の観光スポットを回答することを許容した。Table 2 より、第1回の有効回答数は10,299であることがわかる。被験者が選択した観光スポットの頻度から、観光スポットが選択される事前確率を求めることができる。また、7段階の回答を2値化し、観光スポットに対する評価要因の条件付き確率を求めた。少数の回答から条件付き確率が計算されることを避けるため、1スポットにつき最低30以上の回答が集まるようにした。

4. 観光スポット推薦システムの構築

4.1 推薦手法

本研究では、推薦タスクを、評価要因が与えられたうえでの最尤の観光スポットを出力する問題とみなす。これは、ナンプベイズモデルによるクラス分類と同様の考え方である。前述した評価要因を観光スポットが有する属性と定義し、条件付き確率を属性値とする。

いま、ユーザが m 個の評価要因 $\{x_j; j = 1, \dots, m\}$ を入力したものとす。ここで、 j は評価要因のインデックスではないことに注意しなくてはならない。ベイズの

Table 2 アンケートの概要。有効回答を行った被験者のみを示す。

	第1回	第2回
調査形態	ウェブアンケート	ウェブアンケート
調査次期	2009年12月	2010年5月
被験者数	2444人	2111人
延べ回答数	10299	7284
観光スポット数	100	50

¹無効回答（全てに「7」と回答する、など）と判定されたものは全体の19.8%であった。

定理により、スポット y_i の事後確率は以下で表される。

$$P(y_i|x_1, \dots, x_m) = \frac{P(x_1, \dots, x_m|y_i)P(y_i)}{\sum_{i=1}^N P(x_1, \dots, x_m|y_i)P(y_i)} \quad (1)$$

ただし、 N はスポット数を表す。条件付き独立（ナンプベイズモデル）の仮定を置くと、

$$P(y_i|x_1, \dots, x_m) \approx \frac{\prod_{j=1}^m P(x_j|y_i)P(y_i)}{\sum_{i=1}^N \prod_{j=1}^m P(x_j|y_i)P(y_i)} \quad (2)$$

さらに、事前確率への重みパラメータ $\alpha \in [0, 1]$ を導入する。

$$P(y_i|x_1, \dots, x_m) \approx \frac{\prod_{j=1}^m P(x_j|y_i)\{P(y_i)\}^\alpha}{\sum_{i=1}^N \prod_{j=1}^m P(x_j|y_i)\{P(y_i)\}^\alpha} \quad (3)$$

$\alpha = 1$ のときは通常のナンプベイズモデルと等しいが、有名スポットが多く推薦されることになり、実用上は適当ではない²。 $\alpha = 0$ とすると、スポットによっては過適応の場合がある。以降の実験では、 $\alpha = 0.1$ とした。

前節で説明した方法により、事前確率 $P(y_i)$ は「行ったことがあり、好ましい」観光スポットの頻度として得られる。また、条件付き確率 $P(y_i|x_j)$ は、7段階のアンケートを2値化することで得られる。例えば、「金閣寺」を選択した被験者のうち「気軽に観光できる」という評価要因を当てはまるとした割合が100人中60人であれば、条件付き確率は0.6となる。

4.2 観光スポット推薦アプリ「京のおすすめ」

これまでに述べた評価構造と推薦手法を、iPhoneアプリ「京のおすすめ」[5]として実装した。Fig. 1左図に、システムの初期画面を示す。ユーザは「気分」「体験」「雰囲気」「スポットの特徴」の4つのカテゴリのいずれかを選択する。次に、Fig. 1中図においてカテゴリ内の評価要因を選択する。式(3)を用いて各観光スポットのスコアが計算され、画面下部にランキングが表示される。各スポットを選択すると、さらに基本情報を閲覧することができる。

スマートフォンアプリの機能設計は、ネットワーク切断を前提とすることが重要である[2]。例えば、主要機能をサーバ上で実装すると、移動中などでネットワーク接続が切断された場合にアプリから使用できない。「京のおすすめ」では、ネットワーク接続の有無に関わらず、推薦機能を使用できるようにしている。一方、ネットワーク接続時に第三者のサービスと連携することもユーザの利便性の観点から重要である。したがって、ネットワーク接続の有無をユーザが気にする必要がないよう、以下のような機能構成とした。

²公的機関がサービスを行う場合、推薦結果が有名スポットに過度に偏らないようにするニーズがある。

- 通常機能
推薦機能，基本情報表示，観光スポット画像（基本画像）
- ネットワーク接続時の追加機能
投票機能，観光スポット画像（追加画像），第三者のサービスとの連携（Google マップ，YouTube，Wikipedia，検索）

5. 実証実験

我々が構築した iPhone アプリ「京のおすすめ」は，2011年10月28日に公開された．2012年12月31日までのダウンロード数は約20,000であった．Fig. 3に2011年11月から2012年11月までのユニークユーザ数の推移を示す．図で灰色で示した部分は，サーバメンテナンスによる10日以上長期ドロップアウト（欠損データ）である．ドロップアウト期間を除く日数は305日であり，1日あたりの平均ユニークユーザ数は149人であった．公開直後はネットニュースやブログなどに取り上げられたことからユーザ数が増加したと考えられる．

ユーザが選択した評価要因の割合を Table 3 に示す．表は使用頻度の多い評価要因を1位から10位まで示したものである．スペースの都合上，「スポットの特徴」を「特徴」と略した．表より，「気分」の評価要因は上位10位までに5個あるが，「雰囲気」の評価要因は上位10位に1つもないことがわかる．ただし，表に示した割合はユーザインタフェースに依存することが自明であるので，カテゴリごとの選ばれやすさを正確に分析するには，配置をランダムに変更するなどの工夫が必要である．

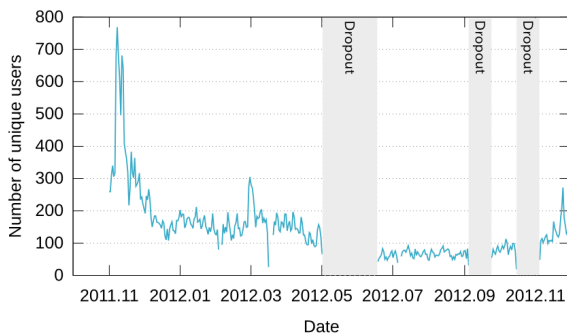


Fig.3 ユニークユーザ数．サーバメンテナンスによる長期ドロップアウトが存在する．

6. おわりに

有名観光地を訪れる場合，多くの観光スポットから好みに合致する観光スポットを検索する労力は大きい．本稿では，京都観光ドメインにおいて観光スポットの評価要因を解析し，解析結果を利用した推薦手法を提

Table 3 使用された評価要因の割合

評価要因	カテゴリ	使用割合 [%]
リラックスできる	気分	2.79
落ち着ける	気分	2.65
穏やかな気持ち	気分	2.19
世界遺産や国宝など	特徴	2.12
お寺や神社	特徴	2.04
ほっとする	気分	2.04
縁結びや学問の神様など	特徴	1.93
外でご飯を食べられる	体験	1.82
写真撮影に良い	体験	1.74
ちょっと気持ちが引き締まる	気分	1.68

案した．公共機関による観光スポット推薦サービスでは公平性が重視されるため，少数の専門家による推薦と比べて，多数の被験者から得たデータに基づく推薦に利点がある．実際に，本研究で構築した推薦システムは京都市観光局のウェブサイト「京都観光 Navi」[6]に導入されており，ウェブブラウザ上で試用可能である．

参考文献

- [1] Ardissono, L., Goy, A., Petrone, G., Segnan, M. and Torasso, P.: Intrigue: Personalized Recommendation Of Tourist Attractions For Desktop And Handset Devices, *Applied Artificial Intelligence*, Vol. 17, No. 8-9, pp. 687-714 (2003).
- [2] Clark, J.: *Tapworthy: Designing Great iPhone Apps*, O'Reilly Media (2010).
- [3] García-Crespo, A., Chamizo, J., Rivera, I., Mencke, M., Colomo-Palacios, R. and Gómez-Berbís, J. M.: SPETA: Social Pervasive e-Tourism Advisor, *Telematics and Informatics*, Vol. 26, No. 3, pp. 306-315 (2009).
- [4] Jannach, D., Zanker, M., Felfernig, A. and Friedrich, G.: *Recommender Systems: An Introduction*, Cambridge University Press (2010).
- [5] 京のおすすめ: <http://mastar.jp/kyonoosusume/>.
- [6] 京都観光 Navi: <http://kanko.city.kyoto.lg.jp/>.
- [7] 三林紀子, 芳賀麻誉美, 岩橋直人: 京都観光案内対話システムのための選好評価構造の抽出: グルーピング評価グリッド法と自由記述法による抽出要因の差異とその融合, 日本行動計量学会大会発表論文抄録集, pp. 90-91 (2009).
- [8] 小野智弘, 本村陽一, 麻生英樹: 嗜好の個人差と状況依存性を考慮した映画推薦方式の検討, 情報処理学会研究報告, No. 111, pp. 79-84 (2005).
- [9] 神高敏弘: 推薦システムのアルゴリズム (1), 人工知能学会誌, Vol. 22, No. 6, pp. 826-837 (2007).
- [10] 柏岡秀紀, 翠輝久, 水上悦雄, 杉浦孔明, 岩橋直人, 堀智織: 観光案内への音声対話システムの活用, 情報処理学会デジタルプラクティス, Vol. 3, No. 4, pp. 254-261 (2012).
- [11] 芳賀麻誉美, 小野智弘, 本村陽一: グルーピング評価グリッド法の開発と応用可能性の検討, 日本行動計量学会大会発表論文抄録集 33, pp. 130-131 (2005).