

地域回遊促進に向けたユーザ行動モデル

User Behavior Model for Promoting Rambling Activity on Local Cities

加藤翔子^{1*} 小林えり¹ 湯瀬裕昭¹ 大久保誠也¹
武藤伸明¹ 斉藤和巳¹ 池田哲夫¹

¹ 静岡県立大学 経営情報イノベーション研究科

¹ Graduate School of Management and Information of Innovation, University of Shizuoka

Abstract: In this paper, we focus on rambling activity, for example, visiting tourist spots or barhopping on shopping districts, and propose a user behavior model for predicting rambling activity. Moreover we evaluate availability of the model. Specifically, we adopt Lévy flights as basic probability model, and extend the model by introducing 2 parameters depending on distance between spots and popularity of spots. In our experiments using data from ‘The 6th Shizuoka Omachi Bar,’ which is a barhopping event, we demonstrate suitability of the user behavior model for predicting rambling activity with comparing results of simulations varied distance and popularity parameters.

1 はじめに

富士山の世界遺産登録や2020年の東京オリンピック開催決定などにより、日本を訪れる外国人観光客の今後の増加が予想され、観光客の地方への誘致などに向けて、さらなる施策の充実が急務の課題となっている。また、2013年には「オープンデータ憲章¹」が合意され、静岡県では都道府県初となる「ふじのくにオープンデータカタログ²」が開設されるなど、政府や地方自治体によるオープンデータの利用やさらなる充実も急務の課題と言える。

こうした背景を踏まえた本研究の目的は、観光スポット巡りや、街の食べ歩きなどをする回遊者に焦点を絞り、人の行動パターンに関する基本確率モデルを採用し、回遊者の将来行動を適切な精度で予測可能にする動的ユーザ行動モデルを確立、および、その有効性の実証評価である。具体的には、Lévy flightsと呼ばれる乱歩モデルなどを土台にした基本行動モデル[1][2]を採用し、より精緻に観測データが説明できるように、例えば、preferential returnと呼ぶ仕組みを導入したモデル[3]のように、拡張した行動モデルを構築して実証的に評価する。

本研究の特色の一つは統計的機械学習アプローチの採用である。すなわち、上述したSongらのような既存

研究では、モデルの解析的性質からパラメータ推定するアプローチを採用するが、本研究では、将来的には観測データによる最尤推定を土台にして、EM(Expectation-Maximization)アルゴリズム[4]などを利用しパラメータを推定するので、ある程度まで複数の多様なパラメータをモデルに導入可能になる。ここで、モデル妥当性の基本評価尺度として、回遊者の将来行動予測性能を採用し、優れたモデルを探求する。さらに、確率モデルの混合分布によるクラスタリングにより、基本行動モデルの観点での回遊者群の類型化も試みる。このように拡張したモデルを利用すれば、類型化された回遊者の行動ニーズに即して、有用かつ便利な情報推薦の実現とともに、観光コース作成支援や観光サービスの高度化への貢献も大いに期待できる。

このような研究への第一歩として、本稿では、スポット間の距離と人気度に依存したパラメータを導入することで、回遊行動に向け拡張したモデル(拡張回遊行動モデル)を構築する。また、構築した拡張回遊行動モデルについて、距離パラメータと人気度パラメータを変化させたシミュレーション結果の比較を行い、モデルの妥当性についても示す。

関連研究としては、協調フィルタリングなどに代表される汎用的な情報推薦技術[5]とともに、オリエンテーリング問題と呼ばれ、離散最適化問題として定式化される観光コース作成支援技術[6]や、国内でのサービス工学の視点からの観光情報学研究[7]などが挙げられる。しかし、これらの既存研究において、回遊者の基本特性を反映させた行動モデルに関する視点は見ら

*連絡先：静岡県立大学 経営情報イノベーション研究科
〒422-8526 静岡県静岡市駿河区谷田 52-1 経営情報棟 4306 室
E-mail: j13103@u-shizuoka-ken.ac.jp

¹http://www.mofa.go.jp/mofaj/gaiko/page23_000044.html

²<http://open-data.pref.shizuoka.jp/>

れないため、本モデリング研究により、回遊者の将来行動予測など妥当な精度で実現できれば、応用サービスの質レベルの向上とともに、本研究で確立するモデル解析により、回遊行動の基本原理に関する新たな知見の獲得も期待できる。

2 モデル

本節では、回遊者の行動モデルについて説明する。

観光スポット集合を $S = s, t, u, \dots$ 、スポット s から t への移動に必要な距離を $d(s, t)$ とする。回遊者が s を訪れた後に t を訪れる確率は、Lévy flights のような行動プロセスに従うとすれば、次式で定義できる。

$$p_0(t|s; x_0) = \frac{d(s, t)^{-x_0}}{\sum_{u \in S} d(s, u)^{-x_0}}. \quad (1)$$

ここで、 x_0 は指数係数に対応する非負パラメータである。また、各スポット t に対し、人気度 $f(t)$ のような属性が与えられれば、 t を訪れる確率は、例えば、次式のように定義できる。

$$p_1(s; x_1) = \frac{f(s)^{x_1}}{\sum_{u \in S} f(u)^{x_1}}. \quad (2)$$

同様に、人気度など含む N 属性の各属性 n に対し、パラメータ x_n で確率 $p_n(t; x_n)$ を適切に定義すれば、パラメータ群を $X = (x_0, \dots, x_N)$ として規定した次式のモデルが得られる。

$$p(t|s; X) = p_0(t|s; x_0) \frac{\prod_{n=1}^N p_n(t; x_n)}{\sum_{u \in S} p_0(u|s; x_0) \prod_{n=1}^N p_n(u; x_n)}. \quad (3)$$

本研究では、このように構成される多様な行動モデルの性質を系統的に調査分析するが、本稿の範囲では、距離に関するパラメータ x_0 と人気度に関するパラメータ x_1 からなるモデルを考え、仮想の回遊者を作成する。

3 評価実験

実験に用いたデータセットとモデルの評価について述べる。

3.1 データセット

本稿では、2014年5月31日に開催された地域イベント「第6回静岡おまちバル³」の店舗データをデータ

³<http://omachibar.com/>

セットとした。このイベントは、5枚綴りのチケットを購入することで、参加店舗を飲み歩き・食べ歩きできるという企画である。参加店舗のうち、飲食以外のサービスを提供している店舗や、現在ではメニューを確認できない店舗を除いた80スポットを実験対象とした。2節における距離 $d(s, t)$ と人気度 $f(t)$ については、各スポットの位置情報と近隣道路網から距離を求め、各スポットでの使用チケット枚数を人気度とした。

3.2 実験結果

以下では、2節で説明した確率 p_0 と p_1 で構成したモデルを用いて、シミュレーション実験と被験者実験を行う。なお、パラメータ x_0 と x_1 の値は0あるいは w をとるとし、すなわち、パラメータの値の組み合わせから、4つのモデルで回遊者を作成すると考え、それぞれ以下のように呼ぶ。

- 1:ランダム移動型 $x_0 = x_1 = 0$
- 2:距離重視型 $x_0 = w, x_1 = 0$
- 3:人気重視型 $x_0 = 0, x_1 = w$
- 4:距離・人気重視型 $x_0 = x_1 = w$

図1から図4には、先述した4パターンのモデルについて、未訪問の5または10スポットを訪れるとして回遊者の生成を1000回行い、合計店舗間距離の平均や合計チケット枚数の平均とパラメータ値の相関プロットを示す。横軸は w の値、縦軸は店舗間距離またはチケット枚数の平均であり、実線はランダム移動型、破線は距離重視型、点線は人気重視型、鎖線は距離・人気重視型による結果である。

図1と図3より、 x_0 を大きくすることで移動距離の短い店舗を優先的に選択する回遊者が作成されることが示唆される。同様に、図2と図4より、 x_1 を大きくすることでチケット枚数の多い店舗を優先的に選択する回遊者が作成されることが示唆される。また、いずれの図においても、距離・人気重視型は距離の短い店舗やチケット枚数の多い店舗を優先的に選択することがわかり、他のパターンに比べ妥当な選択をしていると考えられる。

図5から図8には、 $w = 2$ における、10スポットを訪れるとして生成した回遊者の行動軌跡(スポット系列)の例を示す。各図の横軸は経度、縦軸は緯度であり、各スポットの位置を点で表している。また、チケット売上枚数が平均以上なら丸で囲み、生成された回遊者の行動軌跡を直線で繋いでいる。

これらの結果より、 $x_0 = 0$ で距離を考慮しない図5や図7だと比較的離れたスポットにも、 $x_1 = 0$ で人気を考慮しない図5や図6だとチケット売上枚数が比較

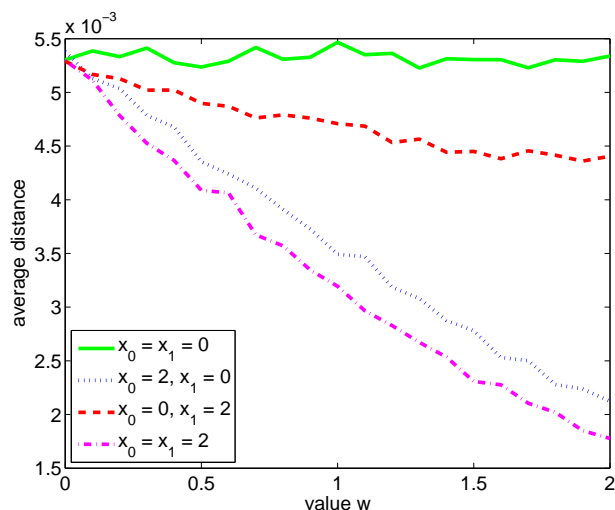


図 1: 5 スポットでの距離とパラメータの相関

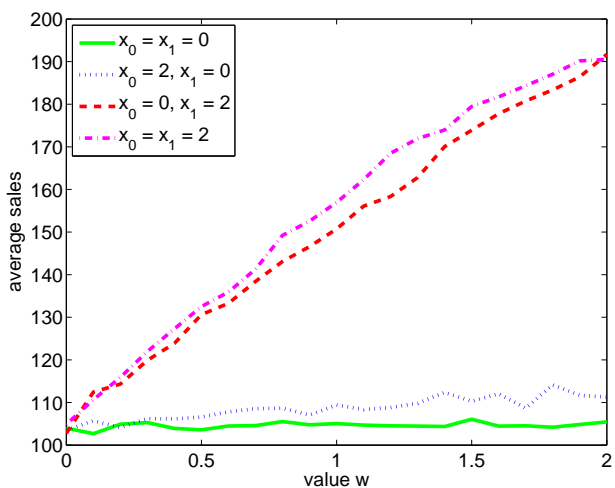


図 2: 5 スポットでのチケット枚数とパラメータの相関

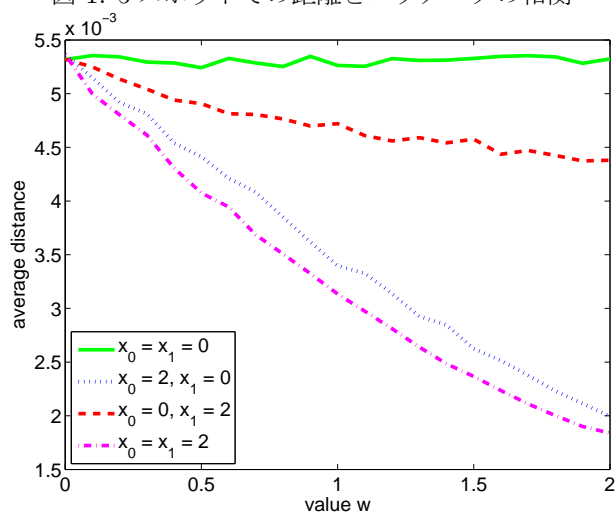


図 3: 10 スポットでの距離とパラメータの相関

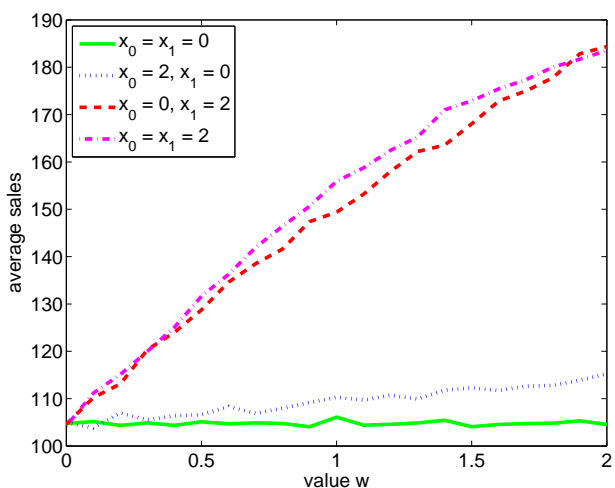


図 4: 10 スポットでのチケット枚数とパラメータの相関

的少ないスポットにも頻繁に訪れる傾向が見て取れる。一方、 $x_0 = x_1 = 2$ で距離人気重視型の図 8 だと比較的妥当な行動履歴となり、このような簡単なシミュレーションでも、距離と人気の両者を考慮した拡張回遊行動モデルの有用性が示唆される。

4 おわりに

観光スポット巡りや、街の食べ歩きなどをする回遊者に着目し、将来行動を妥当な精度で予測可能にする拡張回遊行動モデルを確立し、その有効性の実証評価を行った。基本確率モデルには Lévy flights を採用し、スポット間の距離と人気度に依存したパラメータを新たに導入することで、回遊行動に向け拡張したモデルを構築した。

「第 6 回静岡おまちバル」のデータセットを用いた評価実験では、距離パラメータと人気度パラメータの双方を取り入れることで、移動距離が短く、かつ、人気の高い店舗を選択するモデルとなり、いずれかのパラメータを取り入れないモデルや Lévy flights のみに基づくモデルに比べ、妥当な選択をすることが明らかになった。

今後の課題としては、被験者実験によるモデルの評価や、バー、イタリアン、フレンチといったスポットのジャンルと人気度の相関関係を考慮したパラメータの追加などを予定している。

謝辞

本研究は、総務省 SCOPE(No.142306004)、ふじのくに地域・大学コンソーシアム学術研究、および、科

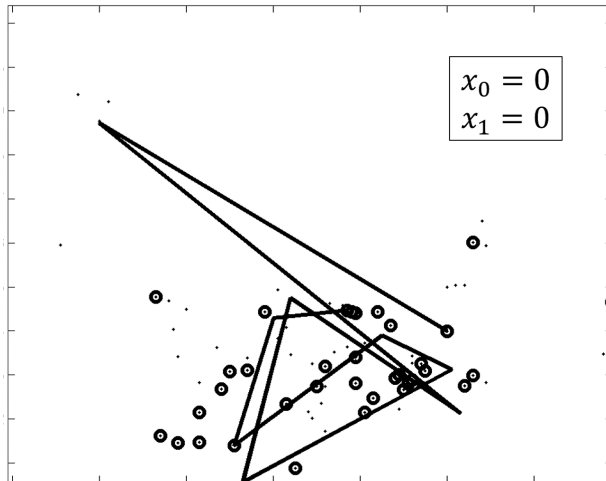


図 5: ランダム移動型

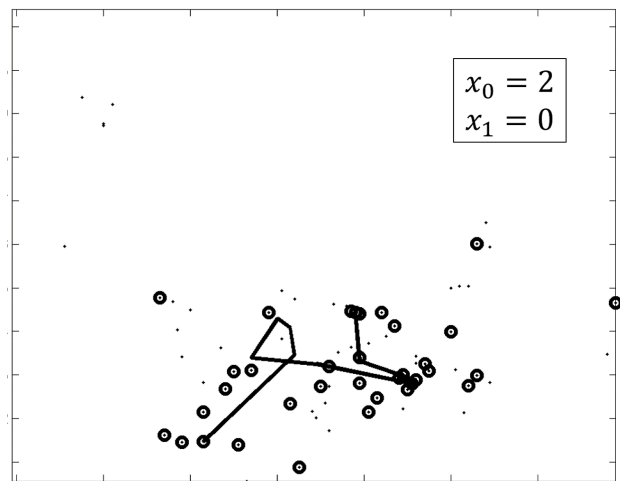


図 6: 距離重視型

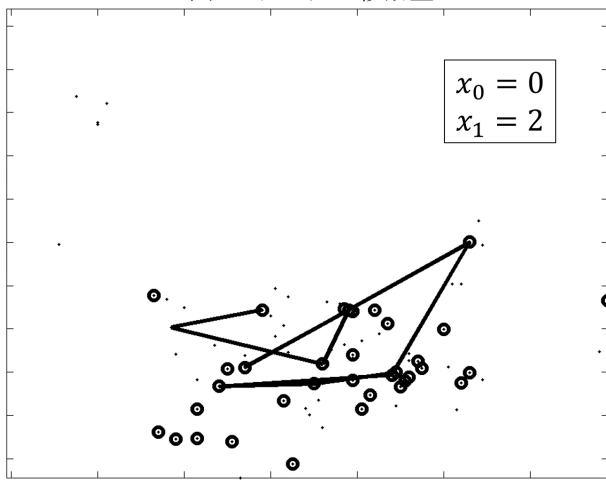


図 7: 人気重視型

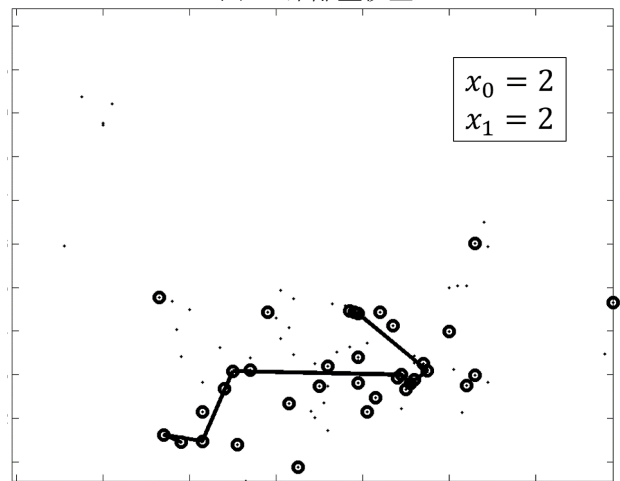


図 8: 距離・人気重視型

研費 (C)(No.23500312) の支援を受けた。

参考文献

- [1] Brockmann, D., Hufnagel, L., and Geisel, T.: The scaling laws of human travel, *Nature* 439. 7075, pp. 462–465 (2006)
- [2] Baronchelli, A., Radicchi, F.: Lévy flights in human behavior and cognition, *Chaos, Solitons & Fractals* 56, pp. 101–105 (2013)
- [3] Song, C., Koren, T., Wang, P., Barabasi, A-L.: Modelling the scaling properties of human mobility, *Nature Physics* 6. 10, pp. 818–823 (2010)
- [4] Dempster, A. P., Laird, N. M., Rubin, D. B.: Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm, *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, pp.1–38 (1977)
- [5] Kantor, P.B., Rokach, L., Ricci, F., Shapira, B.: *Recommender systems handbook*, Springer (2011)
- [6] Vansteenwegen, P., Souffriau, W., Oudheusden, D.V.: The orienteering problem: A survey, *European Journal of Operational Research* 209, pp. 1–10 (2011)
- [7] 原辰徳: サービス工学と観光情報: 旅行者を起点とした観光サービスのデザインを目指して (特集: システム情報技術と観光の接点), システム/制御/情報: システム制御情報学会誌 57. 8, pp. 323–328 (2013)