

# カーネル密度推定のデータ導出後の活用システム

藤井 彩子, 高山 毅  
尾道市立大学経済情報学部

## 1. はじめに

観光行動を分析する有効な方法の一つに、GPS ロガーによる移動動向の調査がある。そこで観測された一定時間ごとの測位データは、カーネル密度推定によって、地図上に密度の大小として表現される[1][2]。しかし、その後の活用方法の議論は、充分になされたとは言えない。

本稿では、有効な活用案として以下の三つを提案する：i)人数は少ないが滞留時間が長い「穴場ルート」を、リピーター用として導出する機能、ii)月/季節/天候/旅行者構成等、条件を組み合わせ行動分析できる機能、iii)多くの人を通る頻出ルートを表示する機能、である。提案手法の有効性は、評価実験を通じて示される。

## 2. 先行研究

文献[1]では、GPS で得た観光行動データ(以下、「GPS ログ」)の分析手法として、経過時間に着目した GIS を用いたカーネル密度推定が行われている。分析結果より、人気観光スポット以外の場所でも滞留が起きていることが確認されたが、その場所についての分析は、充分とは言えない。

文献[2]では、GIS を用いて GPS ログデータから速度データを算出し、3次元可視化することで、滞留場所や時間帯などの情報を抽出する分析手法が提案されている。しかし、天候や時期による観光客の行動の変化を分析していないため、実用面で充分とは言えない。

また、従来研究はいずれも、観光者や観光事業者を支援するシステムとして、分析結果を十分に活かしているとは言えない。

## 3. 提案手法

### 3.1 頻出ルートと穴場ルートの導出

カーネル密度推定から得られた結果より、密度が相対的に高いスポットは滞留が起きている可能性が少なくない。GPS ログが観光者から得られることを考えれば、滞留が多めのスポット(以下、「頻出スポット」)間を結ぶルートは、頻出ルートになりやすい。そこで本稿では頻出スポット間を結ぶルートを頻出ルートとみなすことにする。

また一般に、景色を見物する等の観光者の歩行

速度は、通勤や通学等での通常の人間よりも、遅くなることが知られている。そこで本稿では、頻出スポットほどではないが滞留が起きており、歩行速度が遅くなっているスポット(以下、「穴場スポット」)を通るルートを穴場ルートとみなす。

### 3.2 月/季節/曜日等の条件指定による分析

GPS ログの離散データを日付単位で分け、ユーザの希望条件に基づいて検索して活用する仕組みを構築する。先行研究では、得られた GPS ログを包括的に分析するのが支配的である。本稿では図1のように、指定した条件に見合う GPS ログのみを検索し、QGIS[3]を用いてカーネル密度推定を行う。そして、得られた密度データを指定した観光条件に沿って表示する。

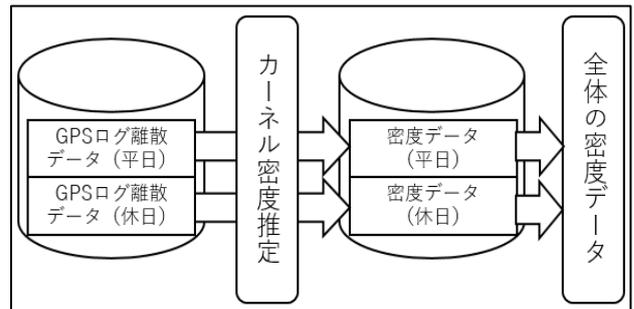


図1 本稿でのカーネル密度推定の活用方式。

## 4. 試作システム

密度データは、5段階の色レベル(赤・橙・黄・緑・青)で表現しており、赤くなるほど密度が高く表現されている。そこで、赤で表示されているスポットを頻出スポット、橙や黄で表示されているスポットを穴場スポットとみなす。

今回は、新潟県新潟市、山口県萩市、島根県松江江市を具体例として、試作システムを開発した。以下は、システムの主な操作手順である。

Step1: ユーザは、観光地を選択する。観光地は駅名や地区名などから選ぶ。

Step2: 月や季節、曜日、時間帯等、観光条件を指定する。

Step3: 頻出ルート、穴場ルート中から、表示したい分析結果を選択する。

Step4: 指定した条件で頻出ルート(図2)、穴場ルート(図3)等が表示される。

## 5. 評価実験

以下の三つのシステムを相対評価する。

### ●システム I 提案システム

Utilization system after data derivation of kernel density estimation

Ayako Fujii, Tsuyoshi Takayama

Faculty of Economics, Management, and Information Science, Onomichi City University

- **システムⅡ** 提案システムより、頻出ルートまたは穴場ルートと、条件選択機能を除いたシステム
- **システムⅢ** CT-Planner Ver5.9[5]



図2 指定した条件での頻出ルート表示画面。



図3 指定した条件での穴場ルート表示画面。

### 5.1 方法

多人数のGPSログデータを取得することは現実的に困難なため、実データに近づけた仮のデータを作成する。各県発表の月別観光者入込数を、バスの本数を参考にして時間毎(朝・昼・夕・夜)と曜日毎(平日・休日)に振り分ける。上記のデータか

らカシミール3D[4]を用いて、GPSログデータを作成する。

新潟駅、東萩駅、松江駅を日帰り旅行することを想定し、4択の選択肢から回答する以下の3つの課題を依頼する。

- **課題1.** 頻出ルートとして該当するルートを選択する
  - **課題2.** 穴場ルートとして該当するルートを選択する
  - **課題3.** 滞留が起きているスポット(頻出スポット)を選択する
- また三つの課題終了後、被験者に以下二項目の五段階定性的評価を依頼する。
- **評価1.** 課題達成のための各システムの使いやすさの評価
  - **評価2.** 旅行計画にどの程度参考になるかの評価

### 5.2 結果

課題は提案システムでの相対的多少を正解と仮定した(表1)。

課題1から課題3のすべてで、システムⅠ(提案システム)が最も有効との結果が得られた。

定性的評価は、紙幅の都合により詳細なデータは省くが、システムⅠが最良との結果が得られた。

表1 課題ごとの平均正解率。

システム/課題	1	2	3
I	60.0%	100.0%	97.1%
II	20.0%	80.0%	-12.5%
III	50.0%	40.0%	16.6%

### 6. 結論と今後の展望

本稿では、カーネル密度推定のデータ導出後の活用システムを提案した。評価実験の結果、提案システムは有効との結果が得られた。今後の展望として、i)被験者人数やデータ量の拡充、ii)システムのユーザビリティの向上、等が挙げられる。

#### 参考文献

- [1] 奥野祐介, 深田秀実ほか: GISを用いたカーネル密度推定による観光歩行動分析手法の提案と実践からの知見, 情報処理学会デジタルプラクティス, Vol.3, No.4, pp.297-304, 2012.
- [2] 深田秀実ほか: 観光歩行動データに対するGISを用いた3次元可視化手法の提案, 観光情報学会誌, Vol.8, No.1, pp.51-66, 2012.
- [3] QGIS: <https://qgis.org/ja/site/>
- [4] カシミール3D: <http://www.kashmir3d.com/>
- [5] 街歩きプラン作成支援ツール CT-Planner Ver5.9: <http://ctplanner.jp/ctp5/>