

## デジタルイラストマップを用いた散策行動の類型化 —京都嵐山地区を対象として—

杉本 慧祐<sup>†</sup> 松下 光範<sup>†</sup> 高橋 徹<sup>††</sup> 徳丸 晴天<sup>†</sup>  
<sup>†</sup> 関西大学 <sup>††</sup>(株) Stroly

### 1 はじめに

近年、観光地では来訪者の増加に伴い、混雑の緩和や散策行動の支援を目的として、スマートフォンで利用可能なデジタル地図が導入されている。デジタル地図の活用が進む一方で、そのデザインや機能などの設計が実空間における観光客の散策行動をどう変化させたのかを評価し、持続的な改善につなげる手法は十分に確立されていない。

このような評価が難しい要因の一つに、観光客の目的や興味関心が多岐にわたり、行動パターンが多様である点が挙げられる。そのため、訪問率や滞在時間といったマクロな指標で評価するだけでは、利用態様の異なりによる差が判別し難くなり、改善につながる知見が得られにくい。高橋らは、デジタル地図の利用ログに基づいて利用者の類型化を行い、デジタル地図の利用がもたらす分散効果を検証した [1]。この研究では、スポット情報の閲覧などの操作ログに基づいて利用者の類型化を行っているが、実空間上の移動パターンとの紐づけはしていないため、利用者の散策行動とデジタル地図が提供する情報との対応関係を分析することが難しい。そこで本研究では、デジタル地図利用者の GPS ログデータに対し軌跡の形状類似度に着目して類型化することで、利用者の散策行動を解釈可能にする手法を提案する。

### 2 提案手法

提案手法では、GPS ログデータを用いて観光客の散策行動を類型化するために、(1) ノイズ除去とマップマッチングによる軌跡化、(2) 軌跡間の形状類似度の算出、(3) 形状類似度に基づくクラスタリングの3段階で類型化を行う。まず、収集した GPS ログデータに対して、スパイクノイズの除去やトリップ分割などの前処理を行う。GPS 測位には都市部や屋内環境、端末起動直後の不安定性などに起因して外れ点や欠損が混入し、点群をそのまま用いると実際には通行不可能な

場所を通過したような軌跡が推定される恐れがある。このようなノイズはマップマッチング結果や後段の類似度計算を歪めるため、閾値に基づくフィルタリングとセグメント品質の選別を行った上でマップマッチングを適用し、点列情報を道路ネットワーク上の移動を表す軌跡データへと変換する。マップマッチングでは、OpenStreetMap<sup>1</sup>から取得した歩行道路ネットワークに対して最近傍スナップを行い、道路ネットワーク上の軌跡として整形した。次に、LCSS (Longest Common Subsequence) [2] を用いて軌跡間の類似度行列を算出する。軌跡データは経路長の違いや局所的ノイズ、不規則な移動・滞在を含むため、それらに頑健な LCSS は軌跡の比較に適している。最後に、多次元データ間の結びつきを捉えるのに適しているスペクトラルクラスタリングを用いて主要な行動パターンを分類する。この処理を行うにあたり、分類精度の向上を目的とした前処理として、算出された類似度行列に密度準拠クラスタリング手法である DBSCAN [3] を用いることで、特異な経路データを外れ値として事前に除去した。本手法は、GPS ログデータに基づく分類を行うため、デジタル地図利用の有無に依存せず適用可能である。

### 3 実データによる検証

提案手法の有用性を検証するため、本稿では京都市嵐山エリアを対象に、スタンプラリー機能を備えたデジタル地図の利用者と非利用者の行動を比較する事例分析を行った。両者の GPS ログデータに提案手法を適用し、得られた行動類型ごとに利用者の割合およびスタンプラリー実施率を比較することで、スタンプラリー機能の利用状況と行動タイプの対応関係を定量的に把握する。デジタル地図利用者のデータセットには、同エリアで提供された Stroly 社のデジタルイラストマップ<sup>2</sup>の利用ログデータを用いた。非利用者のデータセットには、GeoTechnologies 社<sup>3</sup>が提供する人流データを用いた。このデータは、同社が運営するアプリケーション「トリマ」を通じて収集された GPS 位置情報ログである。提案手法をノイズ除去後の全データ (Stroly 利用者 259 件、人流データ 319 件、計 578

Clustering Strolling Behavior with Digital Illustrated Maps - A Case Study in the Kyoto Arashiyama Area -

<sup>†</sup> Keisuke SUGIMOTO

<sup>†</sup> Mitsunori MATSUSHITA

<sup>††</sup> Toru TAKAHASHI

<sup>†</sup> Harutaka TOKUMARU

Faculty of Informatics, Kansai University (†)

Stroly Inc. (††)

<sup>1</sup> <https://www.openstreetmap.org/> (2026年1月9日確認)。

<sup>2</sup> <https://saga-arashiyama.stroly.com/> (2026年1月9日確認)。

<sup>3</sup> <https://geot.jp/> (2026年1月9日確認)。

表 1: 各クラスタのデータ構成と CI 率・平均経路距離

	$N_S$	$N_T$	CI 率	平均経路距離 [m]
0	1	43	0.0%	3934.2
1	20	38	5.0%	3026.2
2	40	8	0.0%	2639.6
3	42	10	47.6%	3904.7
4	12	50	8.3%	3930.7
5	20	68	10.0%	3022.6
6	37	0	48.6%	3340.3
7	23	49	0.0%	3066.1
8	37	16	2.7%	2910.1
9	27	37	0.0%	4169.9

件)に適用して行動軌跡の類型化を行った。クラスタ数の妥当性評価には、距離行列に基づくクラスタリング結果を評価する指標である Silhouette 係数を用いた。分類クラスタ数  $k$  の決定には、探索範囲を 5 から 15 に設定し、この範囲内で Silhouette 係数が最大となる  $k = 10$  を採用した。その結果、10 個の主要な行動クラスタ (Cluster 0~9) に分類された。各クラスタに含まれるデータセット別のデータ件数 (Stroly 利用者:  $N_S$ , 人流データ:  $N_T$ ), Stroly 利用者におけるスタンプラリー機能のチェックイン (CI) 実施率, および道路ネットワーク上での平均経路距離を表 1 に示す。各クラスタについて軌跡分布を地図上に可視化したところ、クラスタ間で到達エリアおよび行動範囲の差が確認された。例えば図 1 に示す Cluster 6 では、図の北西側 (左上方向) エリアまで到達する移動が主に確認されたため、本研究では「北西部散策型」と呼ぶ。また、本クラスタは今回の分類結果では地図利用者のみで構成され、CI 率も 48.6% と最も高かった。一方、図 2 に示す Cluster 2 は、嵐山下部の駅や商店街があるエリア周辺を中心に短距離の散策に留まる傾向が確認されたため、本研究では「駅周辺滞留型」と呼ぶ。本クラスタは地図利用者が 83.3% を占める一方で、CI 率は 0.0% であり、平均経路距離も相対的に短く駅周辺に留まる傾向を定量的に補足する結果となった。以上より、地図利用者であっても行動類型は一様ではなく、類型ごとに空間的な行動範囲と地図機能の利用状況に差がみられることを確認した。この結果は、軌跡データに基づく類型化が、マクロな指標のみでは捉えにくい散策行動と地図利用状況の関係を把握可能にし、行動変容の評価に有用であることを示唆する。

また、経路に基づく類型化により、得られたクラスタごとの経路の遷移確率を推定してマルコフモデルを構築することで、散策行動のシミュレーションを行えることも確認した。このことは、提案手法による類型化結果を基盤として、遷移確率に基づくモデル化手法へ接続可能であることを示している。

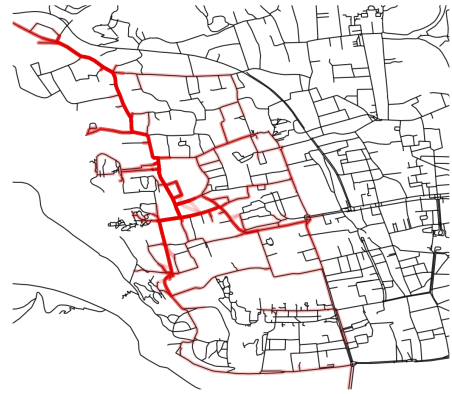


図 1: Cluster 6 の軌跡分布

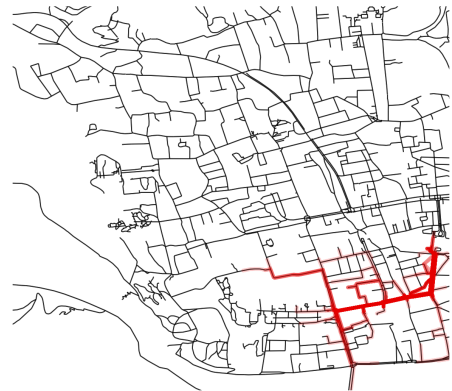


図 2: Cluster 2 の軌跡分布

#### 4 おわりに

本研究では、GPS 軌跡の形状類似度に基づく行動類型化手法を提案し、散策行動の類型とその解釈可能性を確認した。さらに、類型別に地図利用者の割合およびスタンプラリー機能のチェックイン実施率を比較することで、地図機能の利用と行動タイプの対応関係を定量的に評価できることを示した。今後は、他観光地への適用を通じて提案手法の汎用性を確かめていく。

#### 参考文献

- [1] 高橋徹, 上田洋, 上野桃香, 橋元優周, 青木桃子, 久保圭祐, 池谷薫, 相場令: デジタルイラストマップを用いた観光客の分散化, 人工知能学会全国大会論文集, No. 2M4-OS-37a-03 (2025).
- [2] Vlachos, M., Kollios, G. and Gunopulos, D.: Discovering similar multidimensional trajectories, *Proc. 18th International Conference on Data Engineering*, pp. 673–684 (2002).
- [3] Ester, M., Kriegel, H.-P., Sander, J. and Xu, X.: A density-based algorithm for discovering clusters in large spatial databases with noise, *Proc. 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, p. 226–231 (1996).