

柔軟かつ低コストな歩行ルート分析のための 分節化 GPS ビッグデータ構築プロセスの提案

佐々木 一織 有川 正俊 佐藤 諒 高橋 秋典

秋田大学 大学院理工学研究科

1. はじめに

われわれは現在、モバイルまち歩き観光ガイドアプリを通じてユーザの GPS データを収集し旅行者の興味を分析しようと試みている。GPS データは、近年のスマートデバイスの普及に伴い容易に収集できるようになったため、比較的低コストで都市レベルの観光者行動軌跡を可視化し移動パターンを可視化・分析することが可能である[1]。観光分野における GPS データマイニングの代表例として、より多くの旅行者が訪れるホットスポット(魅力的な地点)を検出する研究が取り上げられてきた[2]。一方で、魅力的な道や通りなど線的なユーザ興味箇所を発見することもまち歩き観光コンテンツの発掘や交通サービスの改善に有用であると考えられる。本研究では、これをホットルート分析として実現を目指す。

ホットスポット検出については、一般に密度マップの作成(ヒートマッピング)が用いられる。

「GPS 記録点が集中する箇所はより多くの旅行者が訪れた魅力度の高いスポットである」というシンプルな定義に従ってホットスポットが可視化される。しかしながら、旅行者の GPS 軌跡データは特定の領域へのデータ偏りが一般に存在するため、単にデータの密度を可視化するだけでは本研究の目的であるルートレベルの発見ができない(この問題について 2 節に詳述)。われわれは、セマンティックな GPS データの単純化を行うことでホットスポットとホットルートの両面から旅行者行動を可視化できるシステムを開発した。

2. 問題整理とアプローチ

軌跡データとは、GPS センサにより一定時間間隔で記録される $p = (\text{latitude}_i, \text{longitude}_i, \text{timestamp}_i)$ の集合 $T = (p_1, p_2, \dots, p_m)$ を指す。観光中におけるヒトの移動は多様であり、移動速度の変化・信号待ちなどの歩行停止・屋内施設への滞在などにより狭い領域に記録点 p が偏るケースが見られる(図 1-a)。加えて、屋内滞留時には GPS センサ精度が著しく低下することで高密度領域が無秩序に拡大してしまう現象もある(図 1-b)。GPS データによる密度マップはこのように局所に偏って強調される傾向があるため、ホットスポットはある程度適切に可視化される一方で歩行者が流動しているホットルートの存在はサンプルデータが増えるほど隠れてしまう。

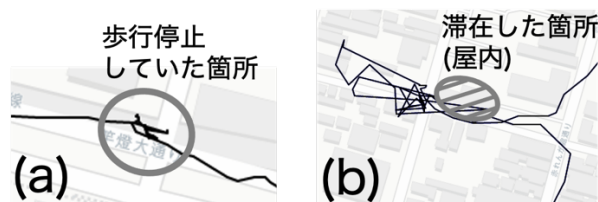


図 1: GPS 記録点の偏りと無秩序な拡大

道路ネットワーク(グラフモデル)を利用すれば、GPS データをマッチングさせて流量の大きいルートを算出することができる[3]。しかしながら、移動の自由度が高い歩行者経路を網羅的にモデル化するのはコストが高く現実的ではないケースがある。そこで本研究では、スマートフォンに標準搭載されている各種センサを用いて旅行者の状況を解析し、その情報に基づいて GPS 軌跡を分節化する(地理的な形状を保持しつつ全体を単純化する)ことで密度マップによって多くの旅行者が利用した道(ホットルート)の可視化を実現する。

Proposal of Building Articulated GPS Big Data
for Flexible and Low-Cost Walking Route Analysis

Iori Sasaki, Akita University
Masatoshi Arikawa, Akita University
Ryo Sato, Akita University
Akinori Takahashi, Akita University

3. ホットルート分析システムの提案と実装

3.1 分節化 GPS ビッグデータの構築

われわれの先行研究である GPS 移動軌跡の視覚表現を改善する分節化処理[4]をベースとする。図 2 に概説する。まず、カメラやメモ機能の使用を監視してユーザコンテンツ記録地点の情報を抽出する(図 2-a)。次に、屋内で GPS 精度が低下する性質を利用して、GPS 水平誤差値を監視し屋内滞在中の記録点群を一点のポイントに抽象化して抽出する(図 2-b)。さらに加速度値から歩行停止を検出し、その間の記録点は破棄する(図 2-c)。最後、これらに該当しない記録点群に線平滑化アルゴリズム(D.P. Algorithm)を与える(図 2-d)。

この処理はエンドユーザ側で実行され、生成された軌跡参照点 $p'_j = (\text{latitude}_j, \text{longitude}_j, \text{timestamp}_j, \text{tag}_j)$ の集合 $T' = (p'_1, p'_2, \dots, p'_n)$ がリポジトリへと送られる。なお、 tag_j には通常点:*none*・屋内滞留点:*inside*・ユーザコンテンツ記録:*ugc* といった 3 種類の状態が記述されている。

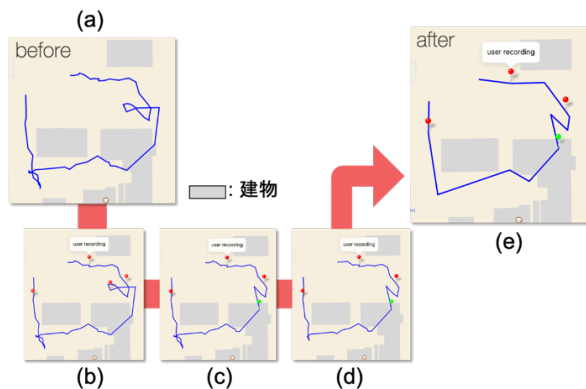


図 2: 分節化処理の手順

3.2 歩行者行動分析の実行

分節化 GPS ビッグデータからホットルート/スポットマップを作成する方法と、実際の観光データ(サンプル数 12)を収集・実行した例を示す。

3.2.1 ホットルートマップの作成

各分節化 GPS 軌跡データを線形補間し、メッシュ化(10m × 10m)された地理座標空間へマッピングする。図 3 は各メッシュのスコア値(存在するデータ点数)を全体の四分位数で区切って色分けしたものである。上位 25%のメッシュが連続的な線を描いている様子が見られるためこれに基づいてホットルートを判断できると考える。



図 3: ホットルートマップ(スコア上位 25%を表示)

3.2.2 ホットスポットマップの作成

分節化処理によって「ユーザの特徴的な行動」は *tag* として保持される。*none* 以外のタグを持つ軌跡参照点のみを用いたヒートマッピングによりホットスポットを可視化できる(図 4)。

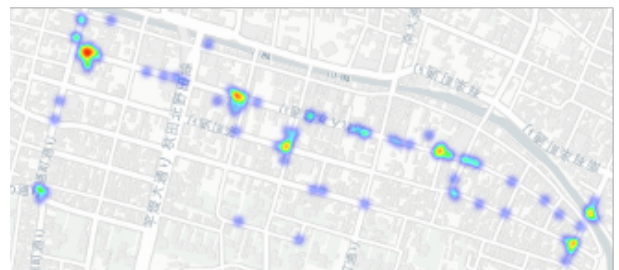


図 4: ホットスポットマップ

4. おわりに

本稿では、揺れや冗長さを含む GPS 軌跡データからホットルートを導出する方法を提案した。今後、より鮮鋭なホットルート情報提示や分節化処理による単純化度合いの妥当性の検証を通して分析システムとしての質を向上させたい。

謝辞

秋田市より観光コンテンツ提供でご協力いただきました。本研究は、JSPS 科研費 JP19H04120, JP19K20562 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] 国土交通省 観光庁, ICT を活用した訪日外国人観光動態調査に関する手引き(2017).
- [2] Liu, Y., et al., Points of interest recommendation from GPS trajectories. *Int'l Journal of Geographical Information Science* 29(6), 953–979 (2015).
- [3] Zheng, Y., Trajectory data mining: An overview. *ACM Trans. on Intelligent Systems and Technology* 6(3), 1–41 (2015).
- [4] Sasaki, I., et al., Articulated Trajectory Mapping for Reviewing Walking Tours. *ISPRS Int'l Journal of Geo-Information* 9(10), 610 (2020).