

バーチャルジオフェンスの自動設置のための 位置情報クラスタリングの実装と検証

鴫田 星斗 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

近年、現在位置に応じて適切な情報をプッシュサービスで提供する位置情報サービスは、ジオフェンス(GF: Geofence)[1]の枠組みを基本としている。ジオフェンスとは、空間における領域の境界であり、境界にユーザが入り出した時にイベントを生成し、イベント毎にプッシュサービスを提供する。ジオフェンスの設置方法は、目的地として設定する地理地点(POI: Point of Interest)や特定の地理領域(ROI: Region of Interest)に対して、その領域を内包する外接円として円型ジオフェンスを設置するのが一般的である。しかしながら、ジオフェンスには設置対象のROIの大きさにより、イベントの誤発生・未発生が懸念されるなどの課題がある。

従来のジオフェンスの課題を解決するため、我々の先行研究として、POIを中心にした限定的な設置方法ではなく、地図上のどこにでも設置できるバーチャルジオフェンス(VGF: Virtual Geofence)の提案および実装を行ない[2](図1(B))、従来のジオフェンスでのイベント生成に関する課題を解決した。また、VGFの最適な設置位置を推定するために、GPSの移動軌跡データに着目し、ユーザが滞留する地点を視覚的に判別することで、VGFの設置位置の推定を検討した。しかしながら、地図の縮尺や実験環境によっては移動軌跡にずれが生じてしまい、VGFの設置位置を正しく推定できないという課題がある。そこで、散らばった複数の軌跡に対して一定の法則でクラスタリングを施すことによってずれを解消できるのではないかと仮定し実験を行った。

本研究では、VGFの設置位置の推定の最適化を目的として、いくつかの方法でクラスタリングしたGPSの移動軌跡データを比較検証し、クラスタリングを加えて推定された設置位置の正当性を評価する。

2. ジオフェンスの定義

従来のジオフェンスの設置例を図1(A)、VGFの設置例を図1(B)に示す。

VGFは、POIまたはROIの中心をジオフェンスの中心にする必要は無く、地図上の任意の場所に設置

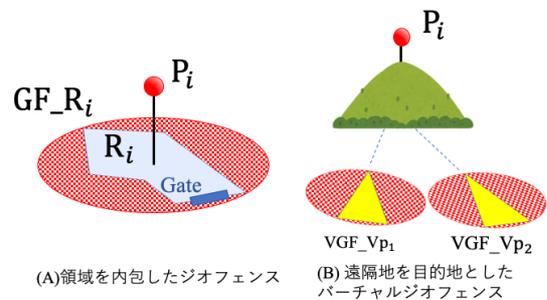


図1: バーチャルジオフェンスの概要図

することができる。また、一ヶ所のPOIやROIに対して複数のVGFを設置することができる。そのため、ViewPoint(VP)に対してVGFによる複数のアプローチを実現することが可能である。

3. 実験方法及び内容

3.1 ヒートマップによる移動軌跡の可視化の実験

GPSによる移動軌跡データをヒートマップに変換して可視化し、そのヒートマップを基にVGFの設置位置を自動的に判別する。この手法の処理の流れを図2に示す。

まず、歩行中のユーザの位置情報を取得し、取得したデータからGPSの座標や現在の時刻などの軌跡データを収集してデータファイルを作成する。複数のユーザの軌跡データを収集したのち、データファイルを読み込み、軌跡データから座標部分を抽出する。次に、抽出した座標をグローバル座標からグラフィックス座標に変換し、変換した値を用いてヒートマップを作成する。最後に、作成したヒートマップからユーザが滞留していた地点(ホットスポット)を算出し、VGFを適切な位置に設置する。

図3にGPSの移動軌跡データを用いて作成したヒートマップの例を示す。このヒートマップでは、秋田大学手形キャンパスでの散策を考えて、被験者が歩行しその移動軌跡をリアルタイムに可視化したものである。ヒートマップは二次元配列によってグラフィックスの区画を管理しており、軌跡の点が描画されると対応する場所の値が加算される。加算された値に応じて、対応する地点の色分けが行われる。

自動設置位置の妥当性を評価するために、意図的にヒートマップに軌跡の密度が高い地点(ホットスポット)を作り出す実験を行った。本実験では歩行

Implementation and validation of location clustering
for automatically installation of virtual geofences

Hoshito Tokita, Masatoshi Arikawa, Ryo Sato and
Akinori Takahashi, Akita University

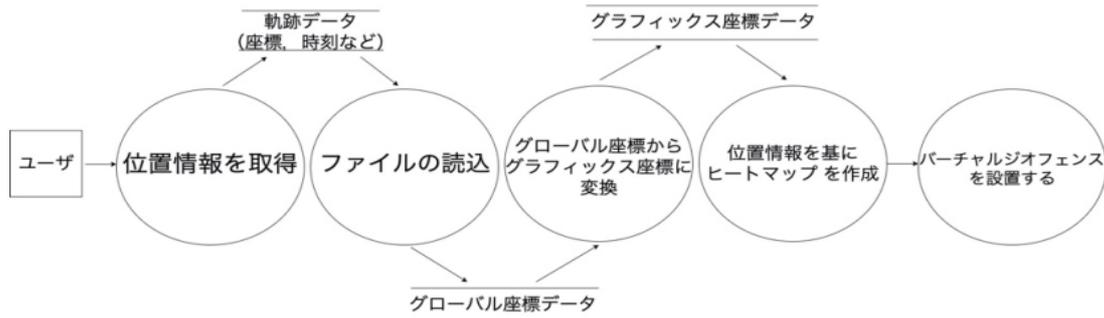


図 2: ヒートマップ作成のデータフロー図

者に特定の地点である程度時間の掛かる課題を設ける。例を挙げると、図 3 の地点付近の現在使用されていないポストを観光スポットとして見立てて、スポットがよく見える場所から写真を撮影することで滞在時間が長くなり、任意でホットスポットを作成することができる。

本実験の結果として、ヒートマップによる移動軌跡の可視化を行い、概ね適切な位置を推定することができた。しかし、図 3 で作成したヒートマップでは、画像右側の歩行した軌跡について、並木道や建物の隣接する場所などの環境に起因する GPS の揺らぎから不自然に歪んでいることが確認できる。この揺らぎにより、適切なヒートマップが作成できず VGF の正当な位置推定が困難な場所がいくつか存在することが課題となっている。



図 3: GPS 移動軌跡から作成したヒートマップの例

3.2 位置情報のクラスタリング

3.1 節で示した問題を解決するために、我々は位置情報のクラスタリングを行うことで、GPS の揺らぎなどを抑え、適切な VGF の自動設置が行えると考える。図 4 に位置情報のクラスタリングの概略を示す。GPS の揺らぎなどによって生じたある程度の位置情報の散らばりについて、その 2 点間の距離を基準として一定の範囲内であれば

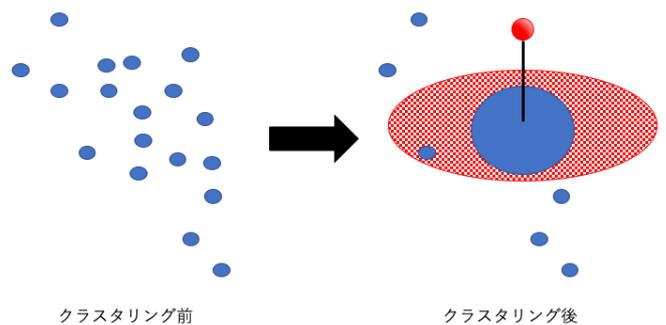


図 4: 位置情報のクラスタリングの概略図

2 つの点をクラスタとみなす。この処理を歩行データに施すことによって、ある程度まとまった移動軌跡が生成され、より正確な VGF の位置推定が可能になると仮定して実験を行う。

4. おわりに

本研究では、ヒートマップによるバーチャルジオフェンス(VGF)の設置位置の算出およびその導出位置の正当性について、位置情報のクラスタリングの実装と実験を通して、その実用性の確認を行った。今後は、実際の観光用ガイドスアプリケーションとしての作成や、そのアプリケーションから生み出される複数ユーザの GPS の軌跡データから構成されるビッグデータから自動的に VGF の位置と半径を導出・調整を行う枠組みの研究へと展開したい。

謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP19H04120, JP17H00839, JP16H01830, JP19K20562 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] S. Statler, "Geofencing: Everything You Need to Know", In: Beacon Technologies. Apress, Berkeley, CA, 307-316 (2016).
- [2] 有川正俊, 司 若辰, 鵜田星斗, 高橋秋典. 「バーチャル・ジオフェンスの実装・実験とログ分析による改善」. 情報処理学会第 81 回全国大会 (2019).