

# ヒートマップから算出するバーチャル・ジオフェンスの位置推定とその評価

嶋田 星斗<sup>†</sup> 藤田 隆宏<sup>‡</sup> 有川 正俊<sup>†</sup> 高橋 秋典<sup>†</sup>

<sup>†</sup>秋田大学大学院理工学研究科 <sup>‡</sup>秋田大学理工学

## 1. はじめに

GPS を使い、ユーザの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(Geofence) [1]の機構を利用している。ジオフェンスとは、空間における境界領域と定義され、その境界に入ったり出たりした時にイベントが生成され、各イベントに沿ったプッシュサービスを提供するものである。ジオフェンスは、多角形領域のものも存在するが、基本的には計算や設置のコストを鑑みて円型領域のものである場合が多い。具体的には、目的地として設定する地理地点(POI: Point of Interest)から可変の半径の円領域として定義されることが多い。使用方法として、キャンパスや公園などの特定の地理領域(ROI: Region of Interest)に対して、その領域を内接するように円型ジオフェンスを設置するのが一般的である。しかし、円型ジオフェンスの問題点として、設置する対象領域が大きければ大きいほどジオフェンスと領域の間に余白ができ、正常なイベントが行われないことや、また小さいほど余白が少なくなり、対象物に極端に近づかないとイベントが行われないなどが挙げられる。そこで、我々の先行研究として、POI を中心にするという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)を提案、実装した[2](図1)。

バーチャル・ジオフェンスの実装によって、従来のジオフェンスと比較してよりユーザビリティの高い位置情報サービスを提供できるようになった。しかし、そのバーチャル・ジオフェンスをどのような基準で設置した方が良いのかという問題点が浮かび上がってくる。ユーザにとっての利用しやすいジオフェンスの位置には個人差があるため、適切な設置位置・範囲を導くためには多数の利用データを解析し、統計的にジオフェンスを設定する必要がある。

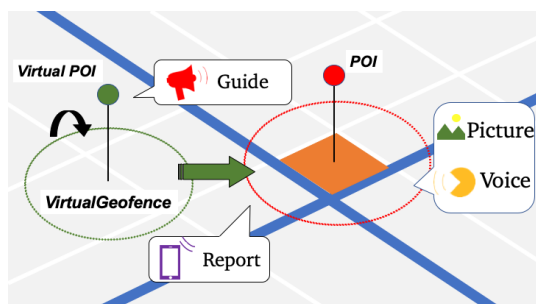


図 1: バーチャル・ジオフェンスの概要図

本研究では、バーチャル・ジオフェンスの設置位置の原理の体系化を目的として、GPS の軌跡データを解析し、ヒートマップ により可視化をすることによってバーチャル・ジオフェンスの設置領域を推定し、その導出位置の正当性を評価する。

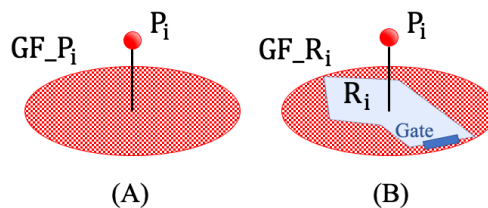


図 2: ジオフェンス(GF)の例

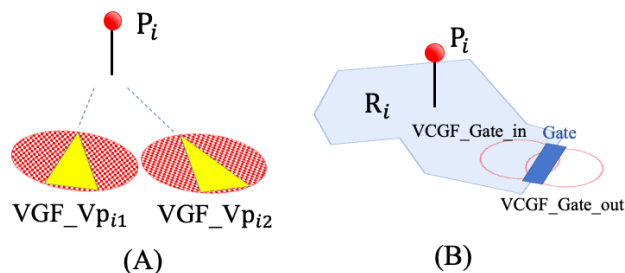


図 3: バーチャル・ジオフェンス(VGF)の例

## 2. ジオフェンスの定義

図 2 (A)の  $P_i$  は、 $i$  番目の POI(Point of Interest)であり、 $GF\_P_i$  は、 $d$  メートル以内の円領域を表すジオフェンスである[1]。図 2 (B)の  $R_i$  は、 $i$  番目の面領域を意味する。例えば、秋田大学キャンパスは、その敷地を面領域オブジェクト(ROI: Region of Interest)として表現する場合もあれば、本部の建物を代表点として点オブジェクト(POI)で表現する場合もある。 $GF\_R_i$  は、 $R_i$  を内包する最小の円型ジオフェンスである。

## 3. バーチャル・ジオフェンスの定義と応用

図 3 は、バーチャル・ジオフェンス (VGF: Virtual Geofence)の例である。VGF は、POI や ROI の中心点に必ず設置する必要は無く、地図上の任意の場所に設置することができる。また、一ヶ所の POI や ROI に対して複数の VGF を利用して表現することができる。そのため、ViewPoint に対して VGF による複数のアプローチを実現することや、ユーザにストレスがかからないような自然な形で表現をすることが可能である(図 3A)。

Gate を表現する空間トリガーは、2 つの VGF(out と in)を設定し、(out→in)か(in→out)かで、ROI への check-in, check-out の管理を容易に実現できる (図 3B).

#### 4. 実装および実証実験

秋田大学手形キャンパスでの利用を考えて、キャンパス内を利用者が歩行し、その GPS の軌跡データをリアルタイムでヒートマップによる可視化をする実験を行った。このヒートマップをもとに、VGF の設置位置を自動的に判別し設置するようにした。

VGF を iPhone アプリで実装した際の画面の例が図 4 である。このアプリを使って、バーチャル・ジオフェンスの導出位置の正当性を確認する。

図 5 は、ヒートマップ による位置情報の可視化を目的として作成したアプリケーションの画像である。歩行実験者の位置情報をリアルタイムに可視化し、ヒートマップを作成している。このヒートマップ が最大点に達した際に、VGF を設置するようにした。

図 6 は、図 5 に示したアプリケーションのデータフローを表している。まず、利用者が歩行する際に座標データを記録する。記録した座標データはグラフィックス座標に変換されて、マップ上に軌跡として表示される。二次元配列によってグラフィックスの区画を管理し、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。値範囲に応じて配色しホットスポットを求め、対応する VGF をマップ上に設置するという流れになっている。

#### 5. 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・範囲の算出およびその導出領域の正当性について議論し、実装と実験を通して、その実用性の確認を行った。今後は、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と考えている。



図 4: バーチャル・ジオフェンスを設置したアプリ画面例



図 5: ヒートマップ 解析の実験用 iPhone アプリの画面例

#### 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, 鴫田星斗, 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」, 情処第 81 回全国大会 (2019).

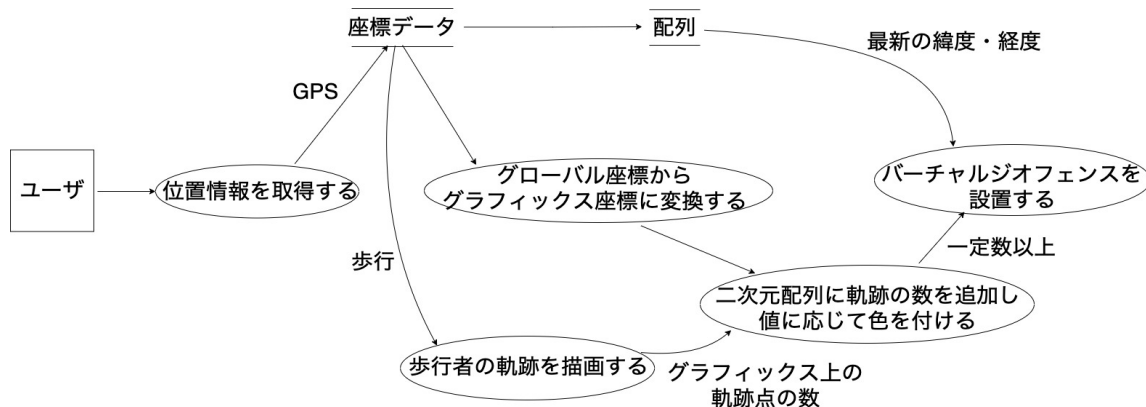


図 6: 実験用アプリケーションのデータフロー図概略