

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

嶋田 星斗[†] 有川 正俊[‡] 司 若辰[§] 田山 稜大[†] 高橋 秋典[‡]

[†]秋田大学理工学部 [‡]秋田大学大学院理工学研究科 [§]東京大学空間情報科学研究センター

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、地理境界領域で定義され、その中に「入ったり」、「出たり」した場合にイベントが生成され、そのイベントにしたがってプッシュサービスが実現されている。ジオフェンスの形は、円型のものほとんどである。具体的には、名所や目的地などの地理地点(POI: Point of Interest)からの一定の半径で定義される円領域として定義される円型ジオフェンス(図1(A))が一般的である。公園やキャンパスなどある程度の広い面積がある地理領域(ROI: Region of Interest)も、円型ジオフェンスでサービスが実現されているものが多いが、任意の形状を1つの円で表現した場合、必要以上に大きくなり過ぎたり、あるいは小さ過ぎてカバーできない範囲ができたりするという問題がある(図1(B),(C))。任意の図形は任意の形状としてジオフェンスの領域を設定する方法もあるが、実装が複雑になったり、準備するデータが複雑になったり、いろいろなものとの空間関係を判定する計算コストも大きくなり、広い利用応用範囲では用いられないのが一般的である。

円型ジオフェンスも一般には、POIの中心点をジオフェンスの中心点として用いることが一般的であり、壁、ビル、木などが障害物となり、見えない範囲でも、ジオフェンス内と解釈され、プッシュサービスが不適切な位置で提供されるという問題も生じる。また、Gateをまたいだ場合に、イベントを発生させる空間トリガーも考えられるが、これも判定条件が複雑になり、ジオフェンスを設定する当事者にとって負担となる。

上記の問題を解決するために、われわれは、もっとも単純で、実用的である円型ジオフェンスを拡張した、バーチャル円型ジオフェンス(Virtual Circular Geofence)を提案し、この新しいジオフェンスの語彙がシンプルかつ表現力が高いことを実装と実験を通して確認を行う。

2. ジオフェンスの定義

図1(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点型ジオフェンスである[1]。図1(B)の R_i は、 i 番目の面領域を意味する。たとえば、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。ジオフェンスは、円型だけではなく、多角形にして、例えば敷地の形状をそのまま表現する多角形型ジオフェンスとしても定義できる。しかし、キャンパス中の建物などもすべて多角形型ジオフェンスで表現すると計算処理のコストが大きくなる問題が生じる。図1(C)は、ROIをその代表点であるPOIの円型ジオフェンスとして表現した例を示している。

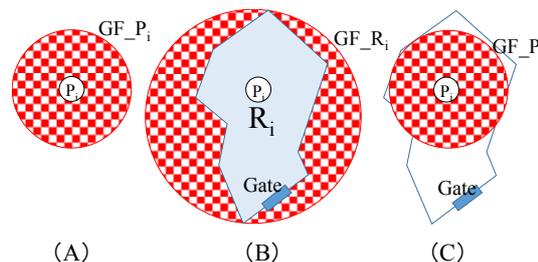


図1: ジオフェンス(GF)の定義(1)

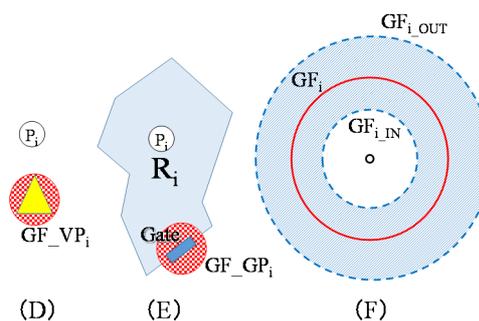


図2: ジオフェンス(GF)の定義(2)

図2(D)の黄色い三角形の領域は、POIを観るのに適した場所(View Point)を意味しており、 GF_VP_i はView Pointを中心にした円型ジオフェンスを意味する。これは、POIに対する円型ジオフェンスであるが、POIの中心点と円型ジオフェンスの中心点が一致しない例である。図2(E)は、面領域オブジェクトの出入り口を表現する Gate

Implementation and Test of Virtual Geofencing and Its Improvement Using Log Analysis

[†]HOSHITO TOKITA, Akita University
[‡]MASATOSHI ARIKAWA, Akita University
[§]RUOCHEN SI, the University of Tokyo
[†]RYODAI TAYAMA, Akita University
[‡]AKINORI TAKAHASHI, Akita University

(Point)に対して円型ジオフェンス GF_GP_i を設定した例である。キャンパスに入って来たときに、WELCOME のメッセージをプッシュする場合などに利用できる。図 2(F) は、ジオフェンス (GF_i) に入る場合と出る場合で、範囲を変える例である。たとえば、GPS には位置情報の揺らぎが生じ、ジオフェンスの出入りのイベントの ON/OFF の発振現象が不用意に起きる。この不安定な状況を回避するためにバッファを設ける必要がある。

3. バーチャル円型ジオフェンスの定義と応用

図 3 は、バーチャル円型ジオフェンス (VCGF: Virtual Circular Geofence) の例である。VCGF を使うと、それを指す POI や ROI の代表点としての POI の中心点を共有する必要はなく、また複数の円領域で表現が可能である。そのために、ROI のような任意の領域を複数の円領域で近似表現したり (図 3(C')), POI のビューポイントや説明地点ごとに複数の VCGF を設定することが自然な形態で実現できる (図 3(D'))。また、Gate を表現する空間トリガーは、2つの VCGF (out と in) を設定し、(out→in)か (in→out)か、ROI への check-in と check-out の管理を容易に実現可能である (図 3(E'))。

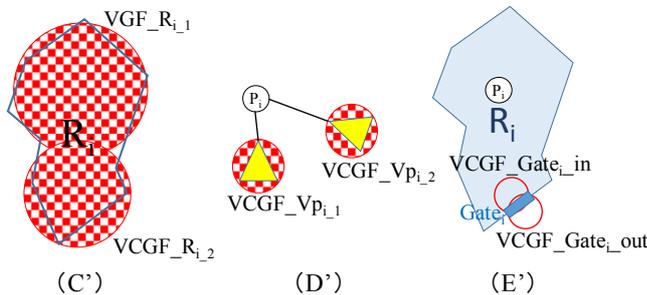


図 3: バーチャル円型ジオフェンス (VCGF) の定義

4. 実装および実証実験

秋田大学手形キャンパスの GPS 連動オーディオツアーの実装を考へて、キャンパス内の POI を巡る利用者実験を行い、GPS 軌跡により、どの地点で止まって、POI の情報を鑑賞するかに関する実験を行った。この実験結果が図 4 の鑑賞場所を表すヒートマップであり、このヒートマップをもとに、ホットスポットを算出し、バーチャル円型ジオフェンスの設置の位置と半径をデザインした。

本研究で提案したバーチャル円型ジオフェンス (VCGF) の機構を、iOS 上で Flex を用いて実現した。その実装結果である iPhone アプリの画面の例が図 5 である。このアプリを使って、利用者実験を行い、VCGF の位置と半径の設置の評価を定性的に行った。

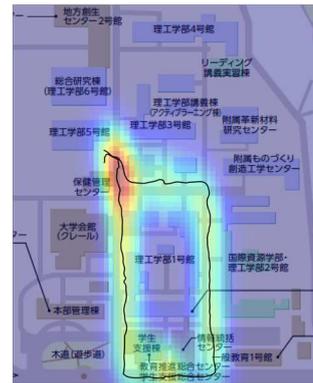


図 4: 円型ジオフェンスの設置の位置と半径を求めるために GPS 軌跡から算出されたユーザ滞在場所密度図



図 5: 円型ジオフェンスの実験用 iPhone アプリの画面

5. おわりに

本研究では、バーチャル円型ジオフェンス (VCGF) の提案およびその意義について議論し、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 VCGF 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。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 JP15H02791, JP17H00839, JP26240049, JP16H01830 の助成を受けたものです。GPS 軌跡データの可視化では、佐藤 蓮さんに支援いただきました。

参考文献

[1] S. Statler, "Geofencing: Everything You Need to Know", In: Beacon Technologies. Apress, Berkeley, CA, 307-316 (2016).