

都市空間の場所スケールを考慮した指向性ジオフェンスの提案と評価

武田 里音 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

レストランや名所などのPOI (Point of Interest, 対象地物)に対して, その指定有効領域であるジオフェンス(Geofence)[1]を利用し, GPS と組み合わせることで, 自位置がジオフェンスに入るとイベントを発生させ, 自動的にPUSHサービスを提供する枠組みの利用は近年一般的となった. われわれは, ジオフェンスを応用し, 観光地でのまちあるきを想定してPOIに近づいた際にその場所に関する音声ガイドを再生するアプリを試作した. しかし, POIが密集する場所ではジオフェンスが互いに重なり合い, どのPOIに関する音声ガイドを再生すべきかの判定が困難となる問題が顕在化した. この問題の一解決手法として, スマートフォンなどのデバイスをPOIに「向ける」「そらす」といった自然な方向操作からPOIに対するユーザの興味を解釈し, ジオフェンスの円領域を伸縮させる**指向性ジオフェンス Flexible Geofence** (以下, FGF)を提案し, 検証を行った [2]. 都市空間を考慮すると, POIの位置関係や密集度合は場所によって異なるため, 本稿では様々な場所スケール (建物の大きさ, 建物間距離など) に適した指向性ジオフェンスの有効角度を求める汎用手法を提案する.

2. 基本的事項

ジオフェンスを用いた音声ガイドの再生/停止を判断するアルゴリズムは以下のとおりである.

- (1) POI_x を中心とする FGF の半径である $geofenceR$ の値を**興味判定アルゴリズム**により設定する.
- (2) 現在地の経緯度を GPS センサから取得し, POI_x の経緯度との距離 $distance$ を算出する.
- (3) 図 1 で $distance \leq geofenceR$ の場合は POI_x の音声ガイドを「再生」する. 図 2 のように $distance > geofenceR$ の場合は「停止」する.
- (4) (2)へ戻る.

$distance$ の値は次式の x_1 に現在地の経度, x_2 に POI_x の経度, y_1 に現在地の緯度, y_2 に POI_x の緯度を代入し得られる.

$$distance = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

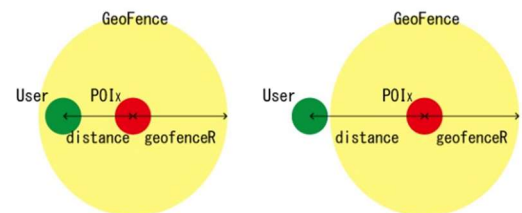
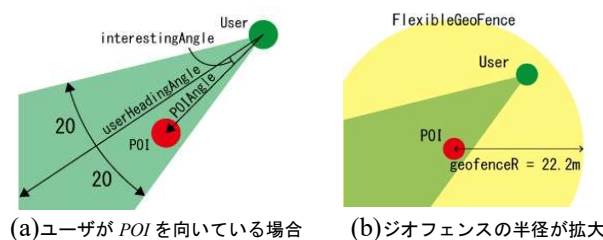


図 1 音声ガイドを「再生」 図 2 音声ガイドを「停止」

興味判定アルゴリズムは, ユーザの有効角度内にPOIが存在するかを調べることでユーザの興味を解釈し, $geofenceR$ の値を変更する. アルゴリズムの詳細は以下のとおりである.

- (1) POI_x を中心とした FGF の半径である $geofenceR$ の値を 5.5m に設定.
- (2) 現在地の経緯度を GPS センサから取得し, POI_x の経緯度に対する方位角 $POI\text{Angle}$ を算出.
- (3) 方位センサから取得したデバイスの方位角 $user\text{HeadingAngle}$ と $POI\text{Angle}$ の差分である興味角 $interesting\text{Angle}$ を計算.
- (4) 図 3 の $-20^\circ \leq interesting\text{Angle} \leq 20^\circ$ のとき, FGF の半径 $geofenceR$ を 22.2m に設定.
- (5) 図 4 に示すように, ③以外の場合は $geofenceR$ の値を 5.5m に戻す.
- (6) (2)へ戻る.

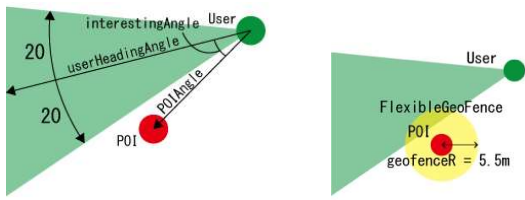
実証実験に使用するアプリは Google 社の Pixel 3a 上で動作する Android アプリとして作成し, **FGFApp** (Flexible Geofence Application) と呼ぶ.



(a)ユーザが POI を向いている場合 (b)ジオフェンスの半径が拡大
図 3 FGF (Flexible Geofence) が拡大されるイメージ

Proposal and evaluation of directional geofences with consideration for place scales in urban spaces

Takeda Rion, Arikawa Masatoshi, Sato Ryo, and Takahashi Akinori†, Akita University



(a)ユーザがPOIを向いていない場合 (b)ジオフェンスの半径はデフォルト値
 図4 FGF (Flexible Geofence) が縮小されるイメージ

3. 実証実験

3.1 実験内容

実証実験は秋田大学構内で行った。FGFAppには図5で示すように、5つの建物に対し黄色いピンの位置に音声ガイドを紐づけたPOI及びFGFを登録した。近接するPOIの間隔はそれぞれ20~40mほどである。実験ではデバイスを所持した状態で青い円の箇所から矢印方向に歩行した際の音声ガイドの再生状況を記録した。



図5 実験におけるPOIの位置関係



図6 地点(1)



図7 地点(2)

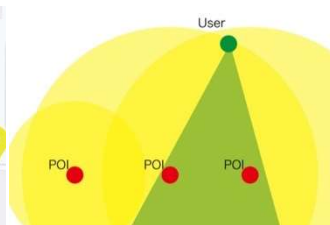


図8 方位の重複時の挙動

3.2 実験結果と考察

図6の地点では1または2の建物の方向へ、図7の地点では3または4の建物の方向へデバイスを向けることでその建物に対応した音声ガイドが再生された。これはデバイスの状態が興味判定アルゴリズムの(4)に該当し、FGFが拡張されたことが原因と考えられる。アプリの使用感としては「デバイスの方角を変える」というシンプルな操作によって、適切な音声ガイドをユーザが意図したタイミングで再生できるため使いやすかったと感じた。しかし、実験ではそれぞれのPOIの方角が重複しないような環境だったため、このような理想的である挙動をとったともいえる。すなわち、商店街など

POI同士の間隔が狭い、または隣接しているような場所スケールにおいて、POIの方角が重複することでジオフェンスと同様に互いに範囲が重なり合い(図8)、どちらの対象地物に関する音声ガイドを再生するかの判定が困難になると考えられる。

4. 動的有効角度マッチングの提案

本実験の考察を踏まえ、POI同士の間隔が狭い場合には有効角度を小さく、広い場合には有効角度を大きく設定すると興味判定が行いやすいことがわかった。すなわち有効角度は場所スケールに応じた適切な値が存在する。そこで、アプリの利用を通して適切な有効角度を動的に導出する手法である動的有効角度マッチングを提案する。本手法では、FGFApp内の興味判定アルゴリズム(4)における±20°の有効角度を可変値であるFlexibleAngleに置き換える。FlexibleAngleの初期値は±45°とする。図8のようにアプリの使用時、POIの方角が重複し、伸縮したジオフェンス同士が重なった範囲内に入った場合は、自位置から近いPOIの音声ガイドを再生した後FlexibleAngleの値を1°幅を狭める。この場合、音声の再生後からFlexibleAngleの値は±44°になる。まちあるきの過程でこの操作が繰り返されることでやがてFlexibleAngleが収束し、適切な有効角度としてFlexibleAngleを導出できる。求められた有効角度はその場所スケールの密集度合を示す指標として重要である。

5. おわりに

本研究で提案した動的有効角度マッチングでは、適切な有効角度が導出されるまではアルゴリズムが最適化されていない状態でまちあるきをさせてしまうという懸念点がある。今後は、より手数の少ない導出手法について考察していきたい。また、本稿では動的に有効角度を導出する手法について論じたが、求められた有効角度はその場所スケールの密集度合いを示すパラメータとして利用が可能であると考えられる。

謝辞

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] Deva, B., Geofencing 2.0: taking location-based notifications to the next level (2014) ACM UbiComp '14, pp. 921-932.
 [2] 武田里音, 有川正俊, 高橋秋典, 佐藤諒, 2021. ユーザの場所関心に適応した有効領域可変型ジオフェンスの提案と実証, 情処第83回全国大会.