

# 観光向けアプリケーションを想定した 適応的ジオフェンス制御

板崎輝<sup>†1</sup> 渡邊悠太<sup>†1</sup> 宇式一雅<sup>†1</sup> 藤井彰<sup>†1</sup> 三宅正史<sup>†2</sup>

**概要:** 近年、自治体主導で DMO を組織するなど、着地型観光への取り組みが活発になってきている。その DMO では、観光客の観光動線全体を把握し、それに基づいてより良いサービスを提供したいというニーズが強くなっている。それを受けて筆者らは、スマートフォン向けのアプリケーションを観光客に提供し、それを用いてサービスを提供すると共に、サービス向上のために動線把握を行う仕組みを提案している。動線把握の手法は、スマートフォンの OS 毎にいくつか存在するが、消費電力や精度を鑑み、本提案ではジオフェンスを採用することとした。ただし、ジオフェンスの数は OS 毎に制限が存在し、多数の地点を定義したい観光分野の要求にマッチしていないという課題がある。そこで我々は、まず十分な数のジオフェンスを定義しておき、その中から観光客の現在地周辺のジオフェンスを適応的に選択する機構を開発した。また、スポーツイベントにて、その機構の現場評価を行ったので、これを報告する。

**キーワード:** 領域観測, ジオフェンス, 動線把握, 観光, アプリケーション

## Adaptive geofence control for tourism applications

AKIRA ITASAKI<sup>†1</sup> YUTA WATANABE<sup>†1</sup> KAZUMASA USHIKI<sup>†1</sup>  
AKIRA FUJII<sup>†1</sup> MASASHI MIYAKE<sup>†2</sup>

**Abstract:** In recent years, many sightseeing spots are actively engaged in landing-type tourism. For example, municipalities led and organized DMO. DMO wants to grasp the whole flow line of tourists, analyze it, and provide better service.

In response to this, the authors have proposed a mechanism to create tourist applications for smartphones, provide services using the applications, and grasp flow lines for improving services.

The OS of the smartphone provides some means of position identification. In light of the power consumption and accuracy, we adopted geofence in this proposal.

However, Apple and Google are limiting the number of the geofences. Since DMOs want to register many points, there is a problem that they do not match the requirements. Therefore, we first defined a sufficient number of geofences, and developed a mechanism to adaptively select the geofences around the present location of tourists from among them. We also created an application using that mechanism and demonstrated it at a sports event, so we will report this

**Keywords:** Region Monitoring, geofence, flow line, sightseeing, application

## 1. はじめに

近年、着地型観光への取り組みが活発になってきている。2015 年から登録が開始された日本版 DMO (Destination Management/Marketing Organization) は急速に登録数を伸ばし、2017 年 11 月 28 日時点で 133 件の候補法人が登録されている[1]。日本版 DMO とは、多様な関係者と協同しながら、明確なコンセプトに基づいた観光地域づくりを実現するための戦略を策定するとともに、戦略を着実に実施するための調整機能を備えた法人を指す。日本版 DMO が設立された背景の一つに、これまでの観光地域づくりではデータ収集・分析が不十分だった点が挙げられる[2]。

そのため、DMO は個々の観光客の動線など、様々なマーケティングデータを収集し、それを元に戦略策定や観光

商品の造成を行い、その結果をピンポイントで観光客に届け、そこからフィードバックを取得するというサイクルを回したいと望んでいる[3]。そういった要望に答えるべく、我々は、TPO に応じた観光情報提供と観光客の動線把握を可能にするモバイルアプリケーション (以下アプリ) 向けのサービスとして、プレイスサービス[4]を開発、提供している。

### 1.1 提案システム

我々が提供するプレイスサービスのシステム構成を図 1 に示す。

プレイスサービスは、クラウドサービスとスマートフォンにインストールする基本アプリから構成され、クラウドサービスはコンテンツ DB とその配信機能を持ち、基本アプリは、位置や時刻等の TPO に応じてクラウドからコンテンツを受信し、ユーザーに提示することができる。このサービスを活用したアプリにより、観光客にピンポイントで情報を届けることが出来る。また、アプリの利用ログを蓄積、

<sup>†1</sup> 株式会社富士通研究所  
FUJITSU LABORATORIES LTD.

<sup>†2</sup> 富士通株式会社  
FUJITSU LIMITED

分析することで動線把握が可能となる。

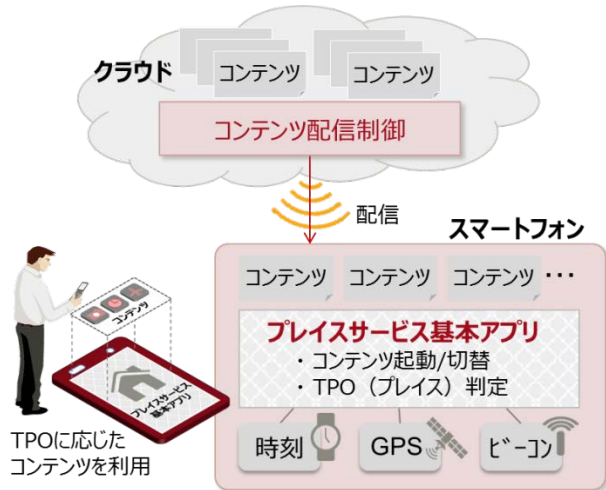


図 1 プレイサービスのシステム構成

長時間の旅行動線を把握するためには、バックグラウンドで継続的に測位すると同時に、消費電力を一定以下に抑えるという、2つの要件を満たす必要がある。そこで、OS が提供するジオフェンス（領域観測）を活用することとした。しかし、ジオフェンスとして設定できる領域の数には OS が定めた上限が存在するため、多数の地点を定義したい観光分野の要求に対応できないという課題がある。本論では、この課題を解決するアルゴリズムを提案すると共に、ジオフェンスを動線取得に活用するための条件について報告する。

## 2. 先行研究

本研究で対象とする位置情報の継続的な取得については、多数の先行研究が存在する。

人工衛星を活用した測位については、安田らの研究がある[5]。本報告では、GPS の測位原理や測位手法、精度、その応用について概観されている。また、GLONASS, GALILEO といった他の衛星についても言及されている。

GPS ロガーを活用した観光客の行動ログ取得については、長尾らによる研究[6]がある。本研究では、周遊型観光行動情報（行動ログ）の抽出、分析を行っているが、レンタカーに組み込まれた GPS ロガーを利用しているため、TPO に応じた観光情報提供には別の機構が必要となる。

携帯端末の GPS 機能を活用した研究としては、SNS にアップロードされた写真のジオタグを用いて、パーソナライズされた旅行推薦を行う山崎らの研究[7]等がある。この研究の手法では、写真を撮影して SNS にアップロードした場所の情報しか取得できないため、動線把握という観点からは十分なデータが取得できない。

ジオフェンスについては篠原らによるアプリの開発例[8]があるが、本研究では測位精度や行動ログの取得には言

及されていない。

## 3. ジオフェンスの適応的な選択制御

### 3.1 選択方式の実装

動線把握を実現するためには、ユーザーが端末を使用していない時や、他のアプリを利用している時も継続的に測位する必要がある。そのため、バックグラウンドでの動作が不可欠である。そこで、バックグラウンドでの処理が可能な手法を調査、実装し、評価した。

#### (1) ジオフェンスの制約

ジオフェンスとは、スマートフォン向け OS (Android, iOS) によって提供される機能の名称である。ある地点（緯度、経度）と半径を指定すると、デバイスがその円の円周を横切ったとき（以下、円に入った時をチェックイン、円から出た時をチェックアウトと呼ぶ）に OS がアプリに通知するというものである。スマートフォンの主要 OS (Android, iOS) が提供する測位手段を表 1 に示す。

OS	名称	back ground 動作	back ground 電力	精度	備考
Android	FLP / Location Manager	△	-	○	backgroundだと1時間に数回のみ動作
	<b>Geofencing</b>	●	○	○	
	others (Gnss Measurement 等)	△	-	○	backgroundだと1時間に数回のみ動作
iOS	標準位置情報サービス	○	△	○	
	<b>領域観測</b>	○	○	○	
	大幅変更位置情報サービス	○	○	△	

表 1 各 OS が提供する測位手段

表 1 で示したように、各 OS は様々な測位手段を提示している。Android の場合、8.0 以降でジオフェンス以外の測位手段を用いた場合、バックグラウンドでは 1 時間に数回しか位置情報を取得できないという制約がある[9]。iOS の場合、このような制約は現時点では存在しないが、一般に測位精度と消費電力はトレードオフの関係があるため、極力消費電力の少ない手段で測位することが求められる[10]。このため、Android では Geofencing、iOS では領域観測を用いることとする（以下、どちらもジオフェンスと表記）。ジオフェンスを用いる場合、OS 毎に設定可能なフェンス数に上限がある。iOS の場合、1 アプリに対して 20 個、Android の場合は 1 アプリに対して 100 個以下しか設定できない。一方、観光用途を想定した場合、例えばとやま観光ナビ[11]を例にとると、9 カテゴリ 5 地域に分け、546 の観光スポットが登録されている。この情報をもとに、観光客の TPO に応じてきめ細かく情報を提示しようとする、20 や 100 というフェンス数では賅いきれなくなるため、何らかの手法で OS に渡すフェンス数を絞り込むことが必要となる。

## (2) 選択アルゴリズム

そこで本研究では、適応的にジオフェンスを動作させることとした。具体的には、現在地を中心とした制御用フェンスというジオフェンスを設定し、端末がそのフェンスの外に出たときに、既存の制御用フェンスを破棄し、新たに端末の現在地を中心とした制御用フェンスを作成するという挙動とした。また、それとは別に、観光スポットの周辺等に必要個数だけフェンス（経路フェンスと呼称）を作成し、制御用フェンスを再度作成するタイミングで、端末付近にある  $n$  個の経路フェンスを選択し、OS に渡すこととした。ここで、 $n$  は iOS の場合、フェンス数の上限値である 20 個から制御フェンス 1 個を引いて、最大 19 個まで設定できる。端末付近にある  $n$  個のフェンスを選択するアルゴリズムを図 2 に示す。

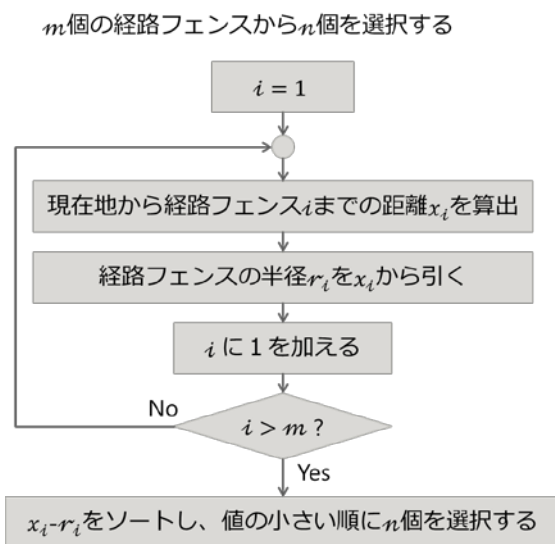


図 2 フェンスの選択アルゴリズム

ここで、 $x_i - r_i < 0$  となる場合が想定されるが、このとき端末は経路フェンスの内側にあるため、端末が外にある他の経路フェンスより優先的に選択される挙動となる。

以下、本論文では断りが無い場合、iOS についての実験結果を示す。ジオフェンスは OS によって挙動が異なるため、OS 毎に実験する必要があるが、フェンス数の制約が厳しい iOS を先行して実験することとした。

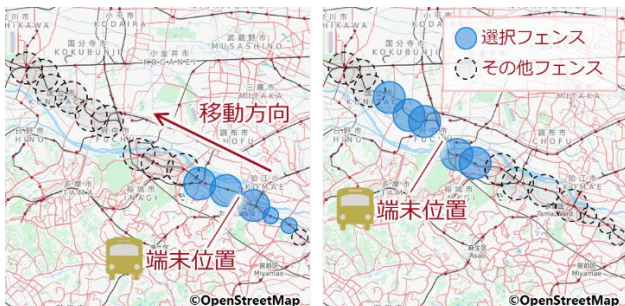


図 3 適応的なフェンスの選択例

図 3 に、神奈川県川崎市周辺で実験した際の、端末の所在地とその時に選択された経路フェンスについて図示する。本論文中で示す地図は全て OpenStreetMap[12]を使用した。本実験においては、JR 南武線の各駅に経路フェンスを設置し（点線の円で図示）、筆者は本アルゴリズムを実装したアプリを試作し、それをインストールした端末を持って電車で移動した。その際、GPS ロガーアプリ[13]をインストールした端末も持参し、そのログを検証に使用した。本実験では、イベント生成位置の妥当性と、近傍フェンス選択率の 2 点について確認した。イベント生成位置の妥当性とは、OS から通知されたチェックイン・チェックアウトのイベントと、測位結果が整合しているかの検証であり、近傍フェンス選択率とは、制御フェンス生成時に選択アルゴリズムが正しく動作し、OS に正しくフェンスを渡しているかの検証を指す（図 2 では実線の円で図示）。結果は以下の通り。

- イベント生成位置の妥当性 | 98.0%
- 近傍フェンス選択率 | 100%

イベント生成位置が妥当ではなかったデータ (2%) については、端末が一旦フェンス内に入り、その後フェンスを出た後で、OS からチェックインイベントが通知されていた。ただし、OS がチェックイン判定に利用した座標は取得できないため、OS からの通知を受けた後、アプリ側で再度測位を行い、座標を取得している。その時間差や測位精度によって誤判定が起こっていると考えられる。近傍フェンス選択率については 100% となり、アルゴリズムが正しく動作していることが検証できた。

## (3) 消費電力調査

次に、横浜ベイエリアにおいてレンタサイクルを使って移動しながら挙動を確認し、消費電力の調査を行った。実験エリア、および移動ルートを図 4 に示す。

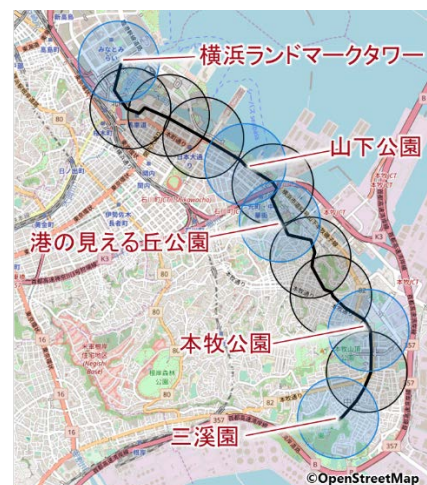


図 4 実験での移動ルートと設定したフェンス

移動ルートは、横浜ランドマークタワーから三溪園までの往復 12.6km のルートとした。途中、山下公園、港の見える丘公園、本牧公園の3か所の観光スポットを通過する。本コースを観光旅行のルートに見立て、各観光スポットでは往路・復路とも2分間程度立ち止まることとした。なお、観光スポットから次の観光スポットまでの間は画面を消灯させた。この実験で得られた消費電力のうち、試作アプリにより消費された電力を図5に示す(FJI/USK/ITS#はiPhone端末の識別子)。なお、本実験とは別に、試作アプリを起動せずにスマートフォンの電力を測定する予備実験を行い、電力値を差し引くことで試作アプリ単体の電力値を算出している。

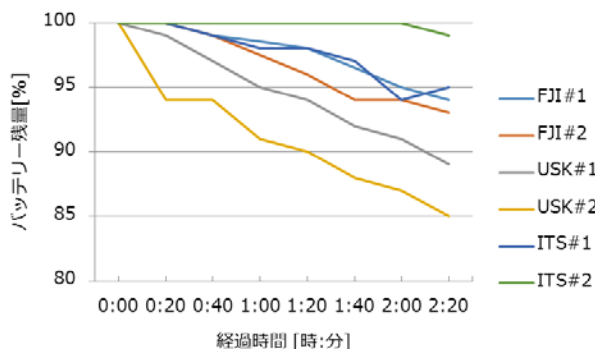


図5 バッテリー残量の変化の様子

図5に示す通り、試作アプリを2時間20分動作させたときのバッテリー消費量は、平均で7.5%である。

この結果を実際の旅行に当てはめてみると、10時間活動した時のバッテリー消費量は平均32%となる。そのため、本アプリを終日バックグラウンドで使用したとしても、バッテリーは十分足りると考えられる。

ただし、バッテリー消費量は1-15%と個体差が大きく出た。機種やバッテリーの劣化具合等により、バッテリー消費量は大きく変動する事が分かったため、定期的なチェックを行い消費が想定値より進んだ場合はアラームを出すなどの配慮が必要となる。

### 3.2 スポーツイベントでの現場評価

長野県飯山市にて、SEA TO SUMMIT というスポーツイベントが開催された[14]。本イベントは、人力のみ(カヌー、バイク、トレッキング)で海から山頂まで進む中で、自然の循環に思いを巡らせ、かけがえのない自然について考えようという環境スポーツイベントである。本イベントにおいて、主催者および一部の参加者(モニター参加者)に協力いただき、適応的ジオフェンスを活用したアプリの現場評価を行った。

#### (1) 評価概要

現場評価では、適応的なフェンスの選択およびチェックインログの取得が正しく行われているかを検証した。イベントのコースおよび作成した経路フェンスを図6に示す。



図6 大会コースとフェンス配置

モニター参加者には端末を貸し出し、それを持ってイベントに参加して頂いた。貸し出した端末には、予め適応的ジオフェンスを活用したアプリをインストールしておいた。以下、そのログの分析結果を述べる。

#### (2) フェンス動作結果

コース上に計74個のフェンスを配置し、このうちどのくらいのフェンスにチェックインしたかを調査した。配置したフェンスの内訳は、カヤック区間24個、バイク区間40個、トレッキング区間10個である。モニター参加者に貸し出した端末それぞれで、フェンスにチェックインできた割合(CI率)を割り出した。これを図7に示す。

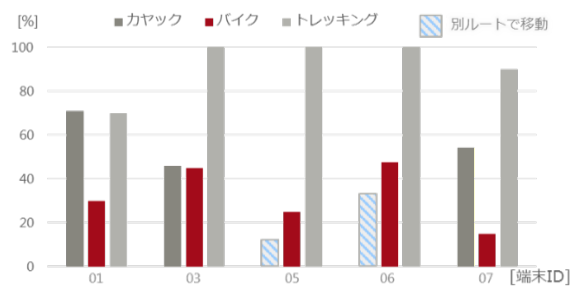


図7 端末、アクティビティごとのCI率

一部の端末はイベント開始時点でモニター参加者に渡せなかったため、端末を車で運搬し、バイクのスタート地点で渡した。カヤックのルートとは異なるルートをより速い移動速度で運搬したため、参考値としてストライプで示した。

このデータは、以下の解析からは除いている。  
 フェンスへの CI 率は、平均 44% となった。2 回のうち 1 回以上ログを取得できないため、非常に悪い結果と言える。上記の結果と、フェンス内滞在時間の関係を図 8 に示す。滞在時間は端末毎に異なるが、ここではイベント主催者が出しているアクティビティごとの所要時間から算出した。図 8 の通り、フェンス内滞在時間と CI 率には正の相関が見られる。本件については 3.3 節で追加調査を行っているため、そこで合わせて分析する。

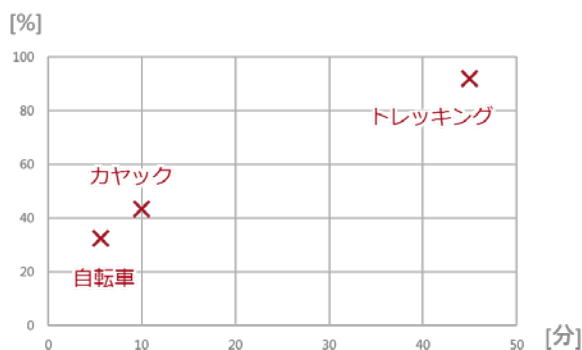


図 8 CI 率とフェンス内滞在時間の関係

### (3) 選択アルゴリズムの評価

3.1 節 (2) で示した、フェンスの選択アルゴリズムが正しく動いているか否かを、Geolib ライブラリ[15]を用いて現在位置（制御用フェンスの中心点）からサービス用フェンスの境界までの距離を計算することで確認した。結果を表 2 に示す。

端末ID	フェンス選択回数	選択フェンス正答率
01	19	100%
03	21	100%
05	15	100%
06	18	100%
07	15	100%

表 2 フェンス選択アルゴリズムの正答率

表 2 では、いずれの端末でも、アルゴリズムが正しく動作し、端末付近のフェンスを 100% 選択していることを確認した。ただ、フェンス選択回数にはばらつきが見られる。3.1(2)で示した通り、フェンス選択は制御フェンス生成時に行われ、制御フェンスは、アプリ起動時に現在地を中心に設定され、その後は端末が制御フェンスから出たら、再度端末周囲に新たなフェンスを生成するという挙動をする。本実験では、制御フェンスの半径を 500m としているため、理論的には全 37.5km にわたり 500m 毎に生成され、計 74 回フェンスの選択が行われることが期待される。だが、表 2 によると、その 2-3 割程度しか生成されていない。言い換えると、端末がフェンスの外に出たから、実際に OS が

本アプリを呼び出し、再度制御用フェンスを生成するまでの間に平均 2km 程度移動していることになる。この間 OS からイベントは通知されておらず、経路フェンスにもチェックイン出来ていない。CI 率が伸びない理由は、このように物理的に端末がフェンスを横切ったときも、何らかの理由で OS からチェックイン・チェックアウトイベントが通知されないためである。この問題についても、3.3 節で詳しく述べる。

### (4) Wi-Fi ON/OFF の影響について

前述した通り、スタート時にモニター参加者に渡せなかった端末があるため、評価条件を統一する目的で、カヤック区間に対する評価を除外して、バイクおよびトレッキング区間での評価を行った。各端末のフェンスへの CI 率、および Wi-Fi ON, OFF でそれぞれ平均値を取ったグラフを図 9 に示す。

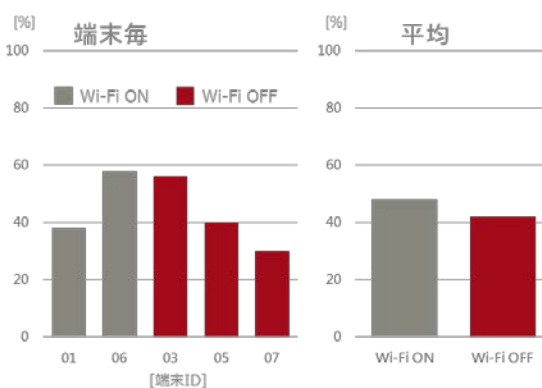


図 9 Wi-Fi ON/OFF による CI 率の違い

Wi-Fi の ON/OFF と CI 率の相関は特に見られなかった。Google と Apple は、Wi-Fi アクセスポイント（以下 AP）の SSID や MAC アドレスを収集して、実際の位置情報と紐付けたうえで位置情報サーバに蓄積している。スマートフォンは周辺のアクセスポイントの情報を収集し、それらを位置情報サーバに送り、推定される位置情報を返してもらうことで端末の位置を把握することができる。このように、各 OS は GPS だけでなく、Wi-Fi や BT、携帯基地局の情報なども組み合わせて測位を行っている[16][17]。このうち、一般に GPS モジュールが最も電力を消費するとされている。そのため、各 OS は省電力の観点から主に GPS 以外の手法を活用して測位を行うと予想していた。今回のケースでは、基地局を利用する測位は位置精度が悪く、BT は屋外にはデバイスがあまり存在しないため、主に Wi-Fi が活用されると想定していた。一方、Wi-Fi OFF の場合、GPS モジュールを利用することになるが、その分測位頻度を下げることで電力への影響を減らすと予測していた。だが、今回の実験では Wi-Fi ON/OFF による CI 率への影響は見られなかった。この点については、都市部での実験結果と合わせて次節で詳しく述べる。

### 3.3 改良に向けた追加評価

飯山での評価の結果、チェックイン、チェックアウトが起きてすぐには通知されず、そのため CI 率が悪いという課題と、Wi-Fi ON の時と OFF 時で差分が見えないという課題が残った。また、フェンス内滞在時間と CI 率には正の相関があることが分かった。

本システムは、観光客の動線把握を目的としている。そのため、徒歩 (4km/h) と自転車 (15km/h) それぞれの速度で端末が移動する際、CI 率が 80%以上となるパラメータを探索し、追加評価を実施した。

#### (1) アプリの起動タイミング調査

神奈川県川崎市に 21 個の経路フェンス (半径 500m) を設置し、自転車で経路上を移動する実験を行った。その際、チェックイン又はチェックアウトが起きてから、次に起こるまでの時間間隔 (測位間隔) を測定した。測定結果を図 10 に示す。

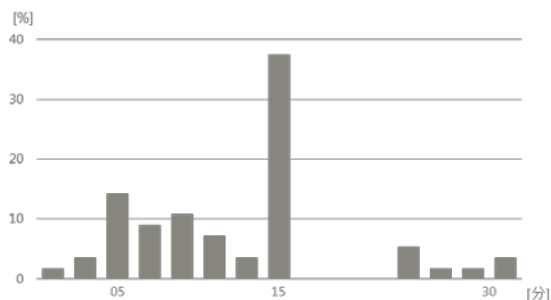


図 10 測位間隔

図 10 によると、全体の 38% が 15 分 ± 1 分に集中していた。また、全体の 88% が 16 分以下に分布している。このことから、16 分以上フェンスに留まると CI 率が 80% を超えると推定する事が出来る。ただ、このグラフからは、大半の測位が時間以外の何らかの契機で行われていることも読み取れる。以下、移動速度と CI 率の関係を調査した。

#### (2) 移動速度と CI 率

徒歩と自転車それぞれ、16 分程度という滞在時間を考慮し、以下 3 種類のフェンス配置で実験を行った。

- 半径 2km 隣接配置：自転車(15km/h)15 分程度で通過
- 半径 500m 隣接配置：徒歩(4km/h)15 分程度で通過
- 半径 500m 離散配置：半径 500m のフェンスを 4km 間隔で設置

このフェンス配置の位置関係を図 11 に示す。また、実際に徒歩や自転車で移動し、フェンスインの位置を通過してから何 m 移動したら、アプリでチェックインが起きるか (遅延距離と定義) を 3 種類のフェンス配置それぞれで測定した。その結果を図 12-14 に示す。

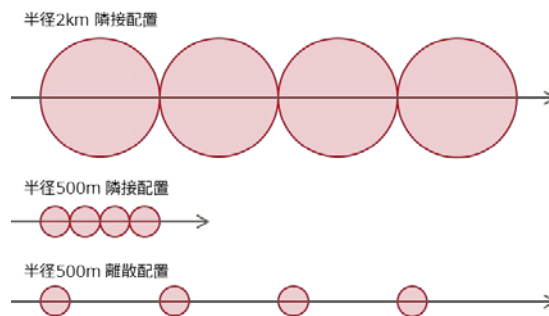


図 11 各配置の位置関係 (模式図)

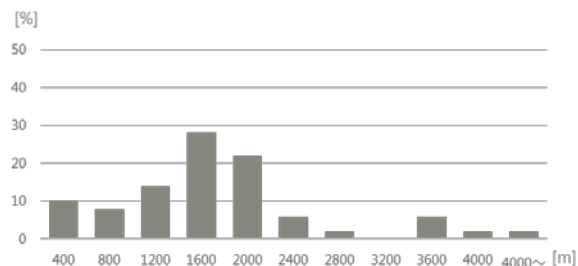


図 12 半径 2km のフェンスでの遅延距離 (自転車, 隣接配置)

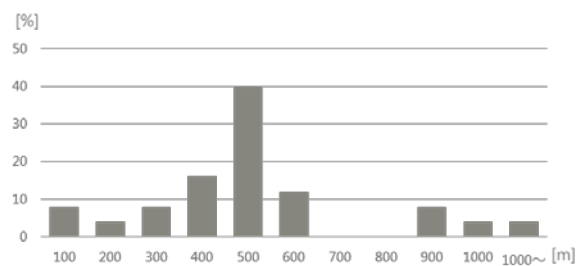


図 13 半径 500m のフェンスでの遅延距離 (徒歩, 隣接配置)

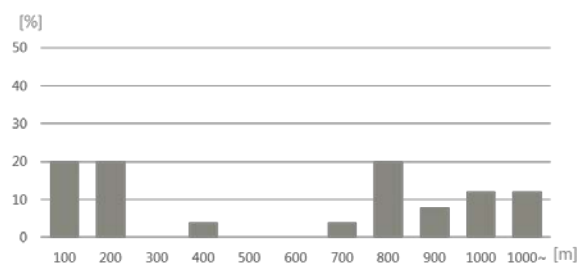


図 14 半径 500m のフェンスでの遅延距離 (徒歩, 離散配置)

図 12-14 を比較すると、フェンスイン直後の検出率が最も高いのはフェンスを離散的に配置した図 14 の結果であり、フェンスを隣接配置した図 12, 13 はフェンス中央付近でのチェックインが多い。ただ、図 12, 13 の自転車と徒歩を比較すると、かなり似通った傾向が見られるが、自転車の方が全体的にチェックインのタイミングが早い。

これらの結果から、チェックインは即座に検出できるのではなく、ある程度時間 (距離) の遅れがあること、また、フェンス間の距離が離れば CI 率が向上することが分かった。

### (3) Wi-Fi と CI 率との相関調査

最後に、この3種類の実験での Wi-Fi ON/OFF による CI 率の変化を調査した。結果を図 15 に示す。

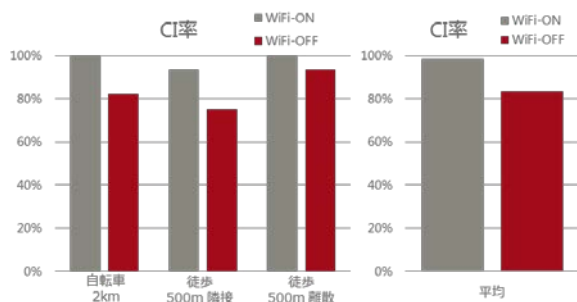


図 15 都市部における Wi-Fi ON/OFF による CI 率の違い

図 15 に示す通り、今回の実験では Wi-Fi ON と OFF とでは明確に挙動が異なり、CI 率を平均すると、明らかに ON の方が良い (Wi-Fi ON : 98%, 同 OFF : 83%)。特に 4km 間隔でフェンスを設置した場合 (自転車 2km, 徒歩 500m 離散), Wi-Fi ON だと 100% の確率でチェックインしている事が確認できた。この結果を先の飯山の実験等と総合すると、以下のように解釈できる。

Wi-Fi を利用した測位は省電力で動作可能なため、OS は GPS よりも高い頻度で Wi-Fi による測位を行う。その結果、Wi-Fi ON の方がチェックインイベントを検出する確率が高くなる。ただし、これには Wi-Fi による測位の精度が高いことが前提となる。

都市部では一般に AP 数も多く、位置情報と AP の紐付け情報も多く収集されているため、この前提に適合し、高い精度で位置情報を推定する事が出来る。

一方、SEA TO SUMMIT が行われた飯山市の河川や山間部など、AP が少ない環境では、位置情報と AP の紐付けがなされていない、周囲に AP が存在しない等の理由で、十分に Wi-Fi 測位が成立しないと考えられる。その場合、GPS 単独での低頻度の測位となり、CI 率が Wi-Fi OFF と変わらない結果となる。

### (4) 考察

一連の追加評価によって、ジオフェンスの検知には様々なパラメータが影響することが分かった。まず、図 10 で示した通り、15 分間隔のポーリング処理が行われている。一方、図 13, 14 から、フェンスサイズと移動速度が同じでも、フェンスの設置間隔が異なると得られる結果が異なることが分かった。これはポーリングや GPS 測位だけでは説明がつかないため、GPS 以外の測位手法を多用していると推測される。具体的には、Wi-Fi ON の時は Wi-Fi を、OFF の時は基地局を活用していると推測される。だとすると、Wi-Fi AP だけでなく基地局の密度も低い地域では、自転車と徒歩の CI 率はさらに近づくことが予想される。

## 4. おわりに

### (1) まとめ

iOS の領域観測を用いて、適応的にフェンスを制御し、観光地での現場実証を行った。制御アルゴリズムは 100% の精度で動作している事を確認し、また、消費電力を測定し、利用シーンを考慮すると 1 日利用して 32% 程度と、問題無いレベルに抑えられている事を確認した。OS の挙動調査によって、チェックイン・チェックアウトのイベントは即座には起こらない事が分かった。都市部での追加評価により、80% 以上の検出率を確保するには、Wi-Fi OFF の場合、フェンス内に 15 分程度留まる事を想定したフェンスサイズにし、さらに隣接するフェンス (の中心) との距離を 4km 以上離すことが必要だと分かった。この値は、Wi-Fi ON の場合には改善し、都市部で実験した範囲では CI 率が 100% となる事が確認できている。ただし、Wi-Fi の精度は地域に依存するため、Wi-Fi OFF の状況でも動作するようパラメータを決めることが重要である。

### (2) 今後の課題

Android のジオフェンス評価は喫緊の課題である。Google と Apple とでは提供する機能やパラメータに差があるため、同様の検証を行い、どちらの OS でも CI 率を確保できるよう検証する必要がある。また、地域によってログ検出の精度が異なることが分かったため、いくつかモデル地域を選出し、そこで実証する必要がある。Wi-Fi AP と基地局密度がパラメータなので、キャリアの提供するエリアマップを参照して選出を始めているが、Wi-Fi AP 密度は現地で測定するまで分からない。追加評価を受けて、飯山市での再評価を行うことも目指しているが、雪の影響で春まで待つ必要がある。このように、デバッグに時間と体力が必要なのも課題と言える。テストユーザーを募るなど対策を考えたい。

また、今回の結果を踏まえ、アプリに搭載することも今後の重点課題である。アプリが普及すれば十分なデータが集まると期待されるため、早期にリリースし、十分なデータを元に安定的に行動ログを取得できるようパラメータの調整を行っていききたい。

**謝辞** 本実証実験を行うにあたり、飯山市経済部広域観光推進室、一般社団法人信州いいやま観光局 (広域観光部門) にご支援頂いた。謹んで感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] “日本版DMO候補法人登録一覧(平成29年11月28日現在)”  
<http://www.mlit.go.jp/common/001212054.pdf>, (参照 2017-12-20).
- [2] “日本版 DMO とは?” <https://support.office.com/ja-jp/>, (参照 2017-12-20).
- [3] “観光地域づくりにおけるDMOの役割”.  
[http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou\\_chousa/bac knumber/2015pdf/20151201052.pdf](http://www.sangiin.go.jp/japanese/annai/chousa/rippou_chousa/bac knumber/2015pdf/20151201052.pdf), (参照 2017-12-20).
- [4] “ローカルな場での端末・機器間の情報交換サービスを迅速に構築できる基盤技術を開発”.  
<http://pr.fujitsu.com/jp/news/2014/04/15.html>, (参照 2017-12-22).
- [5] 安田明夫. GPS 技術の展望. 電子情報通信学会論文誌 B. 2001. Vol. 84, no. 12, pp.2082-2091.
- [6] 長尾光悦. GPS ログからの周遊型観光行動情報の抽出. 信学技報. 2005. IEICE Technical Report AI2005-11(2005-08).
- [7] 山崎俊彦. 季節・時刻を考慮した大規模位置履歴からの都市内旅行予測・推薦. 電子情報通信学会論文誌 D. 2014. Vol. J97-D, no. 9, pp. 437-1444.
- [8] 篠原雅貴. 災害時に適応した行動を可能にするジオフェンスチェックラリアプリケーションの開発. 情報処理学会第78回全国大会. 2016. pp. 4-999-1000.
- [9] “バックグラウンド位置情報の制限”.  
<https://developer.android.com/about/versions/oreo/background-location-limits.html?hl=ja>, (参照 2017-12-20)
- [10] “位置情報とマッププログラミングガイド”.  
[https://developer.apple.com/jp/documentation/UserExperience/Conceptual/LocationAwarenessPG/CoreLocation/CoreLocation.html#//apple\\_ref/doc/uid/TP40009497-CH2-SW1](https://developer.apple.com/jp/documentation/UserExperience/Conceptual/LocationAwarenessPG/CoreLocation/CoreLocation.html#//apple_ref/doc/uid/TP40009497-CH2-SW1), (参照 2017-12-20)
- [11] “とやま観光ナビ”. <http://www.info-toyama.com/>, (参照 2017-12-20)
- [12] “OpenStreetMap”.  
<https://www.openstreetmap.org/#map=13/40.8649/119.7829>, (参照 2017-12-22)
- [13] “GPS ロガーアプリ : ZweiteGPS”. SENSYUSYA.  
<https://itunes.apple.com/jp/app/zweitegps/id635080232?mt=8>, (参照 2017-12-20)
- [14] “千曲川・高社山 SEA TO SUMMIT 2017”.  
<http://www.seatosummit.jp/menu117/contents557>, (参照 2017-12-20)
- [15] “Geolib ライブラリ”. <https://github.com/manuelbieh/Geolib>, (参照 2017-12-20)
- [16] “iOS8 以降のプライバシーと位置情報サービスについて”.  
<https://support.apple.com/ja-jp/HT203033>, (参照 2017-12-20)
- [17] “Google Play サービス 8.3 の新機能”.  
<https://developers-jp.googleblog.com/2015/12/google-play-83.html>, (参照 2017-12-22)