

BLE Beacon を用いた移動推定方式

Presumption Method of User Movement Using BLE Beacon

佐藤 辰哉

宮木 洋

新津 善弘

B-7

Tatsuya Sato

Yo Miyaki

Yoshihiro Niitsu

芝浦工業大学システム理工学部

College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

1. はじめに

現在、屋外における位置情報の検出には GPS が利用されており、高精度に位置情報を取得することが可能である。一方で屋内における位置情報取得の技術は未だ確立されていない。

屋内における人の位置推定を実現するために、BLE(Bluetooth Low Energy)Beacon(以下 Beacon)が注目されている。Beacon は小型、省電力という特徴があり、位置推定だけでなく Beacon が設置されている物や周りの混雑状況等に応じた適切な情報配信等に幅広く利用することができる。本稿では屋内空間と屋外空間の入退室の判定と人の移動経路やある地点での滞在時間の推定を行う手法を提案し、その有効性を評価する。

2. 従来手法とその問題点

Bluetooth タグを用いた移動軌跡集合の比較、分類に関する研究 [1]がある。この研究では Bluetooth タグを移動者に携帯させ、固定された受信機でタグの ID を受信し、移動軌跡を推定しているが移動者がその情報を利用することができない。またスマートフォンを設置することはコストや消費電力の面で問題がある。

3. 研究内容

3.1 目的

人の位置情報や移動軌跡を用いたサービスを効率的に提供するために、屋内外における人の移動推定を低コスト、省電力で実現する方式を明らかにする。

3.2 アプローチ

設置した Beacon から取得する UUID と RSSI(受信電波強度)を用いて、屋内における人の流れについて移動軌跡や滞在時間を推定する。また屋内外の判別を行うため、同ビーコンを用いて入退室判定を行う。屋外の移動軌跡や滞在時間については、GPS を用いて推定可能だが、既に多くの研究があり、本稿の対象外とする。

3.3 想定環境

スーパーやイベント会場での利用を想定する。サービス提供者は任意の場所に Beacon を設置し、ユーザは Beacon 受信用のアプリをインストールしたスマートフォンを持ち、自由に移動する。対象空間内にはスマートフォンの Bluetooth は ON になっているものとする。

3.4 サービスイメージ

サービス提供者はユーザの移動情報を参照し商品の配置の変更やイベントのタイムテーブル作成に利用する。また、アプリの利用を促進するためユーザに Beacon による店舗情報やクーポンの配信を行う。

ユーザはサービス提供者から情報配信を受けると同時に、屋外位置情報と組み合わせ、ライフログとしてアプリを利用する。

4. 提案方式

提案方式は、屋内位置情報の取得法と屋内移動推定法から構成される。

4.1 位置情報の取得

位置情報取得の手順を以下に示す。

- STEP1. ユーザが Beacon に接近した際、UUID を取得する。
STEP2. データベースにアクセスし、UUID に対応する位置情報を取得する。

なお Beacon に対応する位置情報はサービス提供者があらかじめ設定しておく。

4.2 移動推定手順

- STEP1. ユーザが空間内を移動し、RSSI が閾値以上の Beacon があればその UUID を取得する。
STEP2. UUID を基に位置情報を取得する。また RSSI を利用してその Beacon 付近に滞在していた時間を判定する。
STEP3. 退室後取得したデータから移動推定を行う。

4.3 方式案

ユーザの現在位置が屋内か屋外かを判別するための入退室について 2 つの方式案を提案する。

4.4 方式案 1

方式案 1 では入退室判定専用の Beacon を入り口付近に設置する。アプリは現在の状態(入室または退室)を保存しており、ユーザが入り口を通るときの Beacon の RSSI が閾値を超えていれば現在の状態を更新する。

4.5 方式案 2

方式案 2 では屋内移動推定用に設置された Beacon を利用し、その RSSI から入退室を以下のように判定する。

- 入室判定: RSSI が閾値以上である Beacon の数により判定。
退室判定: 利用する全ての Beacon の RSSI が閾値以下である状態が一定時間続いた場合に退室と判定。

5. 評価

5.1 評価実験

入退室判定に関して Beacon と作成した Android アプリを用いて評価実験を行った。被験者はスマートフォンを手に持ち入退室を 50 回繰り返し、正しく判定できたかを記録する。

屋内移動推定の実験では被験者(1 名)があらかじめ決めておいたシナリオ通りに移動し、アプリの表示を比較する。被験者は、図 3 のように教室内に配置した Beacon に対し、アルファベット順に接近し、それぞれ 30 秒間滞在する。アプリには接近した Beacon の種類とその付近に滞在していた時間を表示する。

5.2 評価項目

入退室判定については、以下の式で評価し、屋内移動推定については、移動シナリオとの整合性を評価する。

$$\text{入退室判定正解率}[\%] = \frac{\text{正しく判定を行った回数}}{\text{実験回数}}$$

5.3 実験結果

実験結果について図 1 と表 1 に示す。

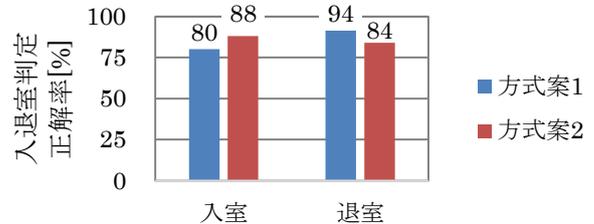


図 1 入退室判定正解率

表 1 移動推定結果

移動順	Beacon	滞在時間[s]	移動順	Beacon	滞在時間
1	A	29	7	F	32
2	B	26	8	G	2
3	C	12	9	G	4
4	C	17	10	G	4
5	D	28	11	G	14
6	E	18	12	H	31

6. 考察

図 1 より入室判定正解率は方式案 2 の方が高く、退室判定正解率は方式案 1 の方が高いことがわかる。各正解率はいずれも 80% を超えており、各方式の有効性は高いと言える。

方式案 1 では判定に使用する Beacon とユーザとの距離が近いこと、また Beacon の使用数が少ないことから、誤判定されにくく高い正解率を得られたと考えられる。しかし方式案 1 は現在の状態を基に入室か退室かを判定するため、一度誤判定があるとその後正しい判定ができなくなる。

一方、方式案 2 では判定が遅いために誤判定となったものがある。また現在の状態と無関係に判定を行うため一度誤判定が起こってもその後の判定に影響を及ぼさない。これらのことから実験条件次第では方式案 2 の正解率をさらに上げることも可能である。

以上のことから実環境での利用を考慮すると方式案 2 に優位性がある。

次に屋内移動推定の精度を検証する。同じ Beacon に連続して接近している部分があるが、これを 1 度の接近とみなすと接近した Beacon の順番はシナリオ通りに表示されていることが分かる。また滞在時間に関しても E を除けばほぼシナリオ通りに推定された。

7. まとめ

本稿では屋内移動推定と入退室判定に関し、Beacon を用いる方式を提案し、作成した Android アプリによる実験を行い、その有効性を示した。

今後は入退室判定と屋内移動推定に関してより実環境に近い環境で実験を重ね、精度を高めることが必要である。

参考文献

- [1] 渡邊優太, 太田昌克, 宮崎敏明 “イベント空間における移動軌跡収集とその解析,” 情報処理学会第 76 回全国大会, 5V-8(2014)