

Bluetooth Low Energy を用いた屋内における簡易位置情報探索システムの構築

宮川祐太* 瀬川典久* 矢澤正人**

概要 近年 Bluetooth Low Energy (BLE) による位置推定を利用したサービスが盛んに行われつつある。しかし、一般にこの技術は基地局の設置場所や設置コストの問題で留まっているという問題がある。本研究では、従来のような複数の基地局によるピンポイントな計測手法ではなく、少数の基地局で、空間単位での識別が可能か検証するためのシステム・デバイスの開発を行った。

1 はじめに

近年 Bluetooth Low Energy (BLE) を利用した室内位置推定が可能になってきている。これは、端末が放射する電波強度を計測することで距離情報を取得することが可能であり、この距離情報を活用することで位置情報を大まかに推定することが可能になっている[1, 2, 3]。この技術を使って、さまざまな物体位置計測が行われており、主要な製品もさまざま発表されている[4]。

また、BLE によって取得された位置情報を用いて屋内での移動経路を補完する研究もおこなわれている[5]。

本稿では、この BLE 技術を広い屋内空間で必要最小限の基地局で動作させ位置情報を推定する簡易位置情報探索システムの構築を行う。ただし、従来のようなピンポイントの位置推定ではなく、ある時刻において特定の空間に存在するかを推定するシステムである。

これによって、個人の大まかな移動経路の計測を、少数の基地局によって実現することができる。

ここで、本システムの課題は以下の通りである。

(1) 基地局の設置

工場などのあらかじめ基地局が設置できる環境であれば、好きな位置に基地局を置き、容易に位置情報を割り出すことが可能であるが、本システムは、既存の建物に設置することを考えているため、設置する場所に制限があることを想定している。

(2) 最小限の基地局情報での位置推定

一般的に、3 基地局とターゲットの電波強度が求め

られれば、位置推定は可能である。しかし、基地局の設置にはコストがかかる。そのため、今回は基地局の設置の数に限りがあることを想定し、限られた情報から位置推定を行い、必要な情報を提示する。

(3) 低コストでの実現

iBeacon 製品を始め、タグ、基地局共に価格は下がってきたが、大量の情報を扱うのには、使用する端末の数が増えるためコストが高くなる。そこで、本システムでは、安価でかつ基地局に流用が可能な Raspberry Pi3, Edison を用いて実装を行う。

以下の章では、環境の構築、およびサーバでの位置推定について述べる

2 簡易位置情報探索システム

2.1 全般的な構成

システムの全体的なフローを図1に示す。BLE タグは一定間隔で自身の情報を周囲に発信する。発信された電波は、近くにある基地局（受信機）によって受信される。受け取った情報から BLE タグの UUID と受信した電波の強さを抽出し、受信した基地局のデバイス ID と受信した時刻を管理用 DB に保存する。保存したデータをもとに、ある時間どの BLE タグがどこにいたのか利用者に提示する。

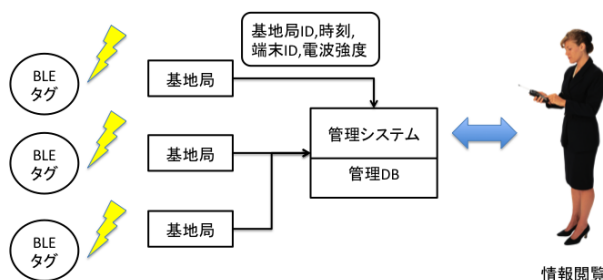


図1：システム全体の流れ

Copyright is held by the author(s).

* 京都産業大学

** (株)数理設計研究所

2.2 基地局

表 1 : 基地局の環境

デバイス	Edison
OS	Linux(Debian)
プログラム環境	Python

本システムでは基地局として用いるデバイスとして Intel より出されている Edison¹ を使用した。Edison を採用した理由は、本体が小型で低電力だけではなく、本体のみで Wifi および BLE を取り扱うことが可能だからである。Edison の OS は、環境構築の容易さを考慮し、標準で搭載されている OS ではなく Debian 系の Linux を使用した。Raspberry Pi3 での構築も想定しているため、プログラム環境には Python を使用した。また、Python 上で BLE を使用するために外部ライブラリ pybluez² を使用した。

2.3 利用できる BLE タグ

BLE タグに関しては、どこのメーカー製でも問題なく動作する。それは、BLE タグと通信するのではなく、BLE タグが発信する UUID と電波強度を基地局が受取り、処理しているため、BLE タグのメーカーによる差異がないからである。

本システムでは、Applix 社の MyBeacon³ を利用した。

2.4 タグの捕捉

上記の環境で動作するプログラムの開発を行い、実際にタグの捕捉を行えるかを実行し検証した。その結果を図 2 に示す。図 2 の実データの文字列は基地局が BLE タグの電波を受信したときの情報を表しており、左から基地局のホスト名、BLE の UUID、電波強度、受信時刻を表している。これにより、基地局が受け取っている電波強度が、BLE タグの距離に応じて変化していることが確認できた。

```
(実データ) ["edison2","c0:1c:4d:43:3d:fd",
             -46,"2016-10-11 09:27:18"]
["edison2","c0:1c:4d:43:3d:fd",
             -95,"2016-10-11 09:27:59"]

(データ内容) ["基地局のホスト名","BLEのUUID",
               "電波強度","受信時刻"]
```

図 2 : BLE タグの情報の出力結果とデータ内容 (実データ上 : 基地局から近い場合。実データ下 : 基地局から遠い場合。)

2.5 位置情報の検索手法

提案したアルゴリズムの流れは以下に示す。

[ステップ 1] 選択

位置情報を知りたい BLE タグを選択。

[ステップ 2] データの抽出

対象の BLE タグの検索時から過去 10 秒の受信データを、全ての基地局を対象に管理データベースから抽出。

[ステップ 3] 平均値の計算

ステップ 2 で取得したデータから、基地局ごとに電波強度の平均値を計算。

[ステップ 4] 評価

得られた基地局ごとの平均値の一番大きいものを、この 10 秒間での位置情報とする。

3 まとめと今後の展望

本研究では、BLE タグと基地局を用いた簡易位置情報探索システムを提案した。基地局には Edison 上に環境を構築することで安価での基地局の製作のコストの削減を可能にした。また、位置情報の推定手法を考案した。今後は、より広い空間でのデータ収集を行い、少数の基地局による位置推定が可能かを検討していく。

参考文献

- [1] 宗森純, 上坂大輔, タイミンチー, 吉野孝
吉野孝:位置情報を用いた汎用双方向カガイドシステム xExplorer の開発と適用, 情報処理学会論文誌 47(1), 28-40, 2006-01-15
- [2] 木嶋啓, 渡辺裕, 藤井雅弘 :Bluetooth の受信強度を用いた位置推定システムにおける補正による推定精度改善に関する一検討情報処理学会第 73 回全国大会, 3W-2
- [3] 佐藤智美, 小宮山哲, 下田雅彦, 劉渤江, 横田一正: Bluetooth の電波強度を用いた位置推定方式の検討, 第 3 回データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム (DEIM 2011), B9-4(2011)
- [4] Koozyt BLE ビーコン発信機と BLE 屋内測位ソリューション, <http://www.koozyt.com/service/kbeacon> (2016/10 月現在)
- [5] 浅原彰規, 佐藤暁子, 丸山貴志子 : 混合自己回帰隠れマルコフモデルによる歩行者行き先予測, 情報処理学会論文誌 53(1), 342-351, 2012-01-15

¹ <http://edison-lab.jp/>

² <https://github.com/karulis/pybluez>

³ <http://www.aplix.co.jp/product/mybeacon/mb004ac/>