

# 複数 iBeacon を利用した位置精度向上の検討

## Investigation of Positional Accuracy Improvement using Multiple iBeacon

岩見 泰周 † 鬼木 明日香 ‡ 佐藤 健哉 ‡  
Taishu Iwami Asuka Oniki Kenya Sato

### 1 はじめに

今日、ショッピングセンターといった大きな建物や地下街において、初めての訪問者がその建物内や地下での現在地を知るためには掲示板やパンフレットといった手段しかなく、現在地確認をするのに手間がかかる。

そこで、近年、iBeacon[1] という技術を用いた屋内測定手法 [2] が存在する。この技術を用いれば、建物内における自分の現在地の把握に容易になると考えられるが、位置推定の精度が環境によって変わるもので、数メートルの誤差が生まれることもあり、精度が良くないという問題点がある。本研究では iBeacon による位置推定の精度を向上させるシステムを検討する。

### 2 提案システム

#### 2.1 概要

ユーザが所有する Bluetooth Low Energy(BLE) 対応の機器を一時的にビーコン端末化させることで、ユーザ周辺のビーコン端末の個数を一時的に増やすというシステムを提案し、このシステムによる位置推定の精度の向上を検討する。この提案システムでは、設置されているビーコン端末に加えて、ビーコン端末化した他ユーザのスマートフォンも利用することで位置推定を行う。ビーコン端末化とは、スマートフォンがビーコン端末からビーコン ID を受信すると同時に、ビーコン端末のようにビーコン ID を発信する機能を持つということを意味する。

また、提案システムに加えて、設置するビーコン端末の個数を増加させた場合での位置推定の精度も検討していく。

#### 2.2 システム構成

##### ● ビーコン端末

iBeacon とは BLE と呼ばれる通信規格を用いた無線通信サービスであり、この BLE による通信機能を搭載した装置をビーコン端末と呼ぶ。ビーコン端末の電波最高到達範囲は数十メートル程で、BLE によって常時ビーコン ID を発信しているものとする。

BLE を用いることによってビーコン端末とスマートフォンとの距離を推定することができ、1メートル以内であれば Immediate、約 1~3メートルであれば Near、それ以上離れていて電波の到達範囲内であれば Far、電波の到達範囲外であれば Unknown の 4 種類の識別子がある。

##### ● スマートフォン

BLE 対応の機種を用い、常時 Bluetooth 機能を ON にしているものとする。特定のビーコン端末の発する電波範囲内への出入りや電波強度の変化によって、専用のアプリケーションが自動でプログラム処理を変更させる。

また一時的にビーコン端末化させるのはスマートフォンとビーコン端末との推定距離が Near だと推定された時であり、それ以外の場合ではビーコン ID を受信する機能のみを持つ。

##### ● サーバ

ビーコン端末化したスマートフォンの位置と ID の組み合わせを登録している。また、ビーコン端末化したスマートフォンを追加した時や削除した時などのデータベース操作や、スマートフォンから送られてくるビーコンの情報とデータベースの情報から位置情報をスマートフォンに送信する。

提案システムによるスマートフォン、アプリケーションとサーバとデータベースの処理の流れを図 1、図 2 に示す。

図 1 はスマートフォンとビーコン端末との距離が Near である時のシステムの処理を表す。図 2 はビーコン端末とスマートフォンとの距離が Near でない時のシステムの処理を表す。

#### 2.3 提案システムによる位置推定の手順

提案システムを利用した位置推定の手順を図 3 に示す。

1. スマートフォンが特定のビーコン端末の電波範囲内に入ると、アプリケーションはそのビーコン端末との推定距離を求める。ここでの特定のビーコン端末とは、設置されているビーコン端末のことを指す。
2. スマートフォンと特定のビーコン端末との推定距離が Near になった時、そのスマートフォンをビーコン端末化させると同時にサーバと通信し、位置情報をデータベースに追加する。
3. ビーコン端末化したスマートフォンと特定のビーコン端末との推定距離が Near でなくなった場合、ビーコン端末化を解除すると同時にサーバと通信し、データベースから位置情報を削除する。
4. 位置推定を行いたいユーザは、ビーコン端末化したスマートフォンからのビーコン ID も含めて、受信できた全てのビーコン ID を利用して現在地を推定する。

### 3 評価

今回は、表 1 のように距離推定する時間間隔とビーコン端末を設置する高さやビーコン端末を設置する間隔を設定した 2 パターンの実験環境において、ビーコ

† 同志社大学 理工学部 情報システムデザイン学科

‡ 同志社大学大学院 理工学研究科 情報工学専攻

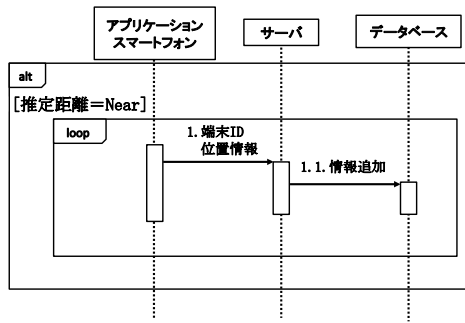


図1 情報を追加する時の提案システムの手順

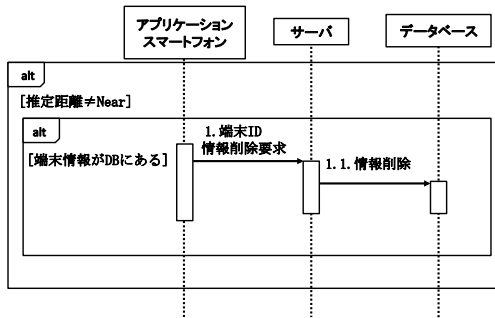


図2 情報を削除する時の提案システムの手順

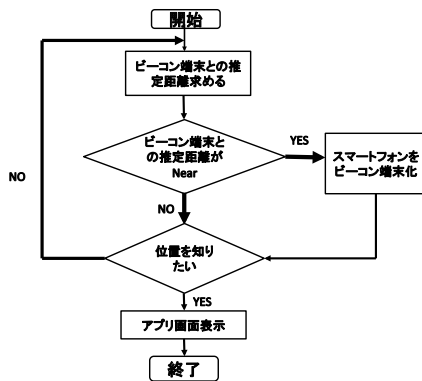


図3 提案システムによる位置測定の手順

ン端末は格子状に設置して実装を行い、評価した。2パターンの実験環境を用意したのは、設置するビーコン端末の数を変化させた時の位置推定の精度を比較するためである。また、設置ビーコンのみで位置推定を行うシステムを従来のシステムとした。

提案システムと従来のシステムそれぞれによる位置推定の大きな違いは、位置推定を行うユーザの周辺に人がいる時といない時でのユーザ周辺に存在するビーコン端末の数が変化するかしないかであり、それを表したのが表2となる。ここでの周囲に人がいるというのは、設置されているビーコン端末との推定距離がNearで、スマートフォンをビーコン端末化できる人がユーザの周囲に一人以上いるということを意味する。

表1 実験環境の設定

	実験環境1	実験環境2
距離推定する時間間隔	1秒間隔	1秒間隔
ビーコン端末の設置高さ	2メートル	2メートル
ビーコン端末の設置間隔	10メートル	4メートル

表2 ビーコン端末の数の変化

	周囲に人がいる	周囲に人がいない
従来のシステム	変化なし	変化なし
提案システム	増加する	変化なし

提案システムと従来のシステムを比較すると、周囲に人がいるという条件において提案システムの位置推定の精度が向上した。さらに、実験環境1と実験環境2のそれぞれにおける提案システムを比較した時、周囲に人がいるいないに関わらず、実験環境2での位置推定の精度の方が高くなった。

#### 4 考察

今回の提案手法の場合、周囲に人がいることでビーコン端末の数が増え、スマートフォンが受信するビーコン端末の数が増加するため位置推定の精度が向上する。また位置推定を行う環境において、ビーコン端末が多く設置されている環境で位置推定を行った方が精度が向上する。

以上のことから、人がたくさんいる場所で位置推定を行う時は提案手法が役に立つ。さらにビーコン端末は安価で手に入るため、実験環境1から実験環境2に移行する時のコストを抑えることが可能である。

#### 5 まとめ

本稿では、iBeaconを複数用いることによって位置推定の精度を向上化させるシステムの検討を行った。室内における位置推定の精度が向上することによって、GPSといった位置測定システムを利用することができない場所においての正確な現在地把握や経路案内を実現することが可能になる。

今後の課題として、ユーザの所有するBLE対応の機器をビーコン端末化させる上で、1つの機器でビーコン端末を受信できる数に上限があるため、推定距離がNearになった機器全てをビーコン端末化させるのではなく、ビーコン端末化させる条件を絞っていく必要がある。

#### 参考文献

- [1] iOS:iBeacon について,  
[http://support.apple.com/kb/HT6048?viewlocate=ja\\_JP](http://support.apple.com/kb/HT6048?viewlocate=ja_JP),  
(2015/6/20 アクセス)
- [2] BLE 屋内位置測定,  
[nttd-mse.com/solution/bluetooth-low-energy/](http://nttd-mse.com/solution/bluetooth-low-energy/),  
(2015/6/23 アクセス)