

# スマートフォンを用いた屋内位置情報が把握可能なアプリケーションの開発

藤野慶汰<sup>†</sup> 田中康一郎<sup>†</sup>  
九州産業大学 情報科学部 情報科学科<sup>†</sup>

## 1 はじめに

現在、屋内マップアプリの開発が盛んに行われている。その主な理由は、多くの人が使っているスマートフォンにビーコン機能が搭載されたためである。従来の屋内マップアプリは、ビーコンを屋内に多数配置し位置情報を把握している。しかし、スマートフォンには加速度センサやジャイロセンサ、気圧センサなども搭載されており、歩行状態や方向、高さを推定することができる。本稿では、スマートフォンのセンサ類を利用することで最小限のビーコン設置数で位置情報が把握可能なアプリケーションの開発の結果を報告する。

## 2 屋内マップアプリ

屋内位置情報を取得には、超広帯域無線通信 (UWB: Ultra Wide Band) , Wi-Fi, iBeacon などの無線通信技術や加速度、ジャイロ、気圧などのセンサ類を用いた歩行者自律航法 (PDR: Pedestrian Dead Reckoning) が利用される [1]。特に iBeacon は発信機が安価であり、スマートフォンで容易に受信できることから注目が集まっている。iBeacon とは、Bluetooth Low Energy (BLE) を利用した技術であり、スマートフォンで UUID, Major, Minor と呼ばれる識別子や電波受信強度 (RSSI: Received Signal Strength Indication) などを受信することができる。

今回、図 1 のような本学キャンパスの屋内マップアプリの開発にあたり、iBeacon と PDR による屋内位置情報の推定方法の検討した。開発の目的は、現在地から教室までの誘導である。なお、詳細については割愛するが、他の機能として図 1 右のような画像認識技術を利用した教室の利用状況を把握可能な機能も実装した。



図 1: 現在作成中のキャンパス館内マップアプリ

## 3 事前測定

### 3.1 iBeacon の性能評価

図 2 に iBeacon の性能評価結果を示す。ビーコンを設置し、設置地点から 50m までの距離を等速で移動しながら iPhone 6s を用いて受信電波強度を取得した。測定結果からビーコンを設置したところから約 6m 付近までは徐々に受信電波強度が弱くなっていくが、それ以後では電波強度が不安定となる。ビーコンの受信電波強度は近距離では距離が推定できるが、遠距離になると距離の推定を行うことができないことがわかった。

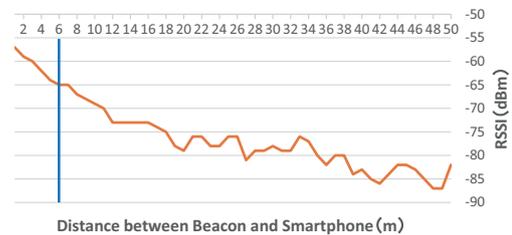


図 2: 距離における受信電波強度の変化

### 3.2 加速度センサの性能評価

ビーコンは近距離でしか距離の推定することができないため、それを補完するために加速度センサを用いることを検討した。加速度センサでは人の歩行状態を把握することができる [2][3]。加速度センサで歩行状態を把握できるか評価した。評価方法としてスマートフォンを保持したまま歩行し、そのときの 3 軸方向の重力加速度とユーザによって掛けられた加速度 (以下、ユーザ加速度) を 0.1 秒ごとに取得する。

その評価結果が図 3 と図 4 である。図 3 に重力加速度、図 4 にユーザ加速度の測定結果を示す。重力加速度の絶対値の値が大きいくほどユーザ加速度の振れ幅も大きくなる。振れ幅の一番大きい Z 軸のユーザ加速度はピーク時を数えてみると 23 回存在する。20m 歩行した時の実際の歩数が 23 歩であり、重力加速度の値が一番大きい軸のユーザ加速度のピーク時を数えることによって歩数をカウントできることが確認できた。

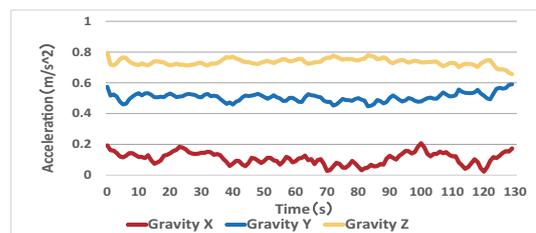


図 3: 0.1 秒ごとに取得した重力加速度

Development of Indoor Map Applications to Reduce the Number of Beacons for Smartphones

<sup>†</sup>keita FUJINO and koichiro TANAKA  
Kyushu Sangyo University, Fukuoka, Japan

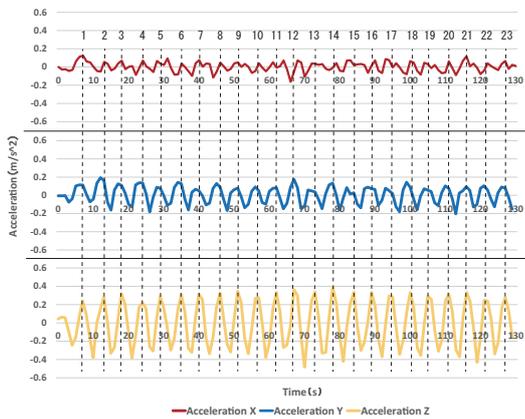


図 4: 0.1 秒ごとに取得したユーザ加速度

### 3.3 歩数計の性能評価

加速度センサで歩数のカウントはすることができるが、歩数だけでは位置を推定することができない。位置を推定するためには歩幅も取得しなければならないため、あらかじめ歩数計を利用して取得することを検討した。歩数計は iPhone 6 から搭載された歩数や距離などを取得できる機能である。この機能を用いて、歩数と距離を取得し歩幅を求める。歩行した時の実際の歩幅と歩数計によって得られた歩数と距離から求めた歩幅を比較する。

その評価結果が表 1 である。100m の距離を 3 人に歩行してもらい、歩数計によって得られた歩幅と実際の歩幅、そのときの誤差を示している。歩数計の歩幅より実際の歩幅のほうが大きくなっているが、誤差は約 10% 以内になっている。実際に屋内で利用した場合には 100m 以上の廊下はなく、現在地から目的の教室までの誘導には問題ないことが確認できた。

表 1: 100m 歩行時の測定結果

| 歩数計の歩幅 | 実際の歩幅  | 誤差    |
|--------|--------|-------|
| 0.84 m | 0.93 m | 9.7 % |
| 0.66 m | 0.70 m | 5.8 % |
| 0.62 m | 0.68 m | 8.9 % |

### 4 システム構成

今回、システムの開発を行う上で設置するビーコンは最小限に抑えることを目的とする。従来であれば、図 5 左のように屋内全てにビーコンを設置するが、本アプリケーションは図 5 右のように出入口付近のみに設置する。これによりビーコン設置数を最小限にすることができる。しかし、3.1 で述べたようにビーコンでは近距離でしか位置情報を推定することができないため、それをスマートフォンに搭載されているセンサ類を利用して補完する。利用す

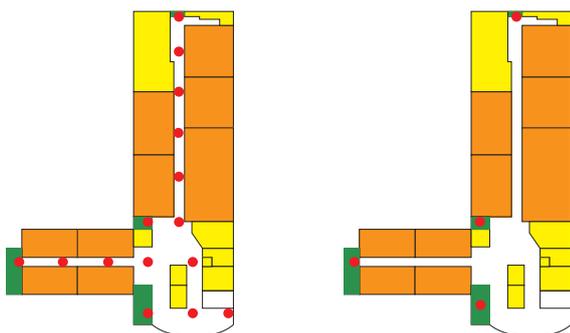


図 5: 10m 毎に設置した場合と出入口に設置した場合

るセンサ類は 3.2 で述べた加速度センサと 3.3 で述べた歩数計、それに加えてジャイロセンサとする。屋内では加速度センサで歩数をカウント、ジャイロセンサで歩行の向きを取得する。歩幅に関してはあらかじめ屋外にいる間に歩数計を利用して歩幅を取得する。屋外と屋内の切り替えはビーコンを利用する。なお、磁気センサでも向きを取得することができるが、実際に評価を行って期待した結果が得られなかったため今回は使用しないこととする。

### 5 アプリケーションの評価

#### 5.1 評価方法

ある出入口から歩行を開始し、別の出入口まで歩行する。そのときのアプリ上に表示されている現在地と実際の現在地との誤差を評価する。

#### 5.2 評価結果

歩行したときのアプリ上に表示されている結果が図 6 である。実際のアプリでは現在地は点で表示しているが、今回は評価するために歩行記録を表示させている。評価には出入口のドアからドアまでの 3 パターンのルートを実際に歩行した。図 6 左は誤差がほぼなく、期待通りに動作した。図 6 中央はドアの手前で止まり、図 6 右はドアを少し超えて止まった。しかし、現在地との誤差は 1,2m 程度であり、これは現在地から目的の教室までの経路案内には支障がない程度の誤差であることから、実用可能であることが確認できた。

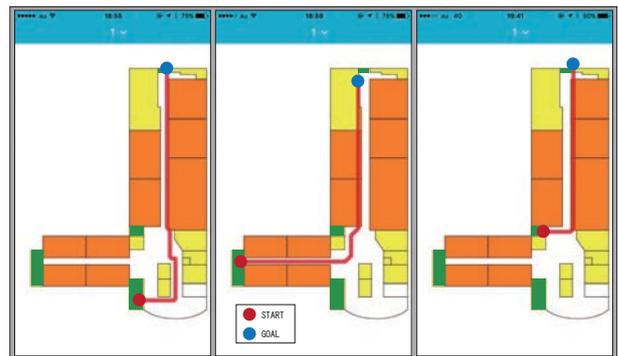


図 6: アプリケーションの評価結果

### 6 まとめ

今回、屋内マップアプリの開発とその評価を行った。位置情報の推定方法としてセンサ類を用いて、ビーコンの設置個数を最小限とした。加速度センサを利用することで歩数を取得することができた。また、屋外にいる間にあらかじめ歩数計を用いてを取得し、屋内でその歩幅を利用して現在地を把握することができる。今後は気圧センサなどを用いて複数フロアに対応できるように検討していく。

#### 参考文献

- [1] 五百蔵重典, 鈴木孝幸, 田中博: スマートフォン内蔵センサーを用いた複数フロアデッドレコニング, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2014 論文集, pp. 723-735 (2014).
- [2] 村田雄哉, 梶克彦, 廣井慧, 河口信夫: 歩行者自立測位における行動センシング知識の利用, マルチメディア, 分散協調とモバイルシンポジウム 2014 論文集, pp. 1614-1619 (2014).
- [3] 大竹久美子, 蒔苗耕司: 自律型測位を用いた歩行者経路案内システムの構築, 地理情報システム学会講演論文集, pp. 419-422 (2004).