

## BLE ビーコンを利用した博物館ガイドシステムの開発

平澤泰文<sup>†</sup> 松川節<sup>†</sup> 何一偉<sup>‡</sup> 小南昌信<sup>‡</sup>大谷大学文学部人文情報学科<sup>†</sup> 大阪電気通信大学情報通信工学部通信工学科<sup>‡</sup>

## 1. はじめに

近年の通信技術の発展に伴い、観光施設や博物館において位置情報を利用した様々なサービスが提供されている。このようなサービスを可能にする屋内測位技術は多様化しており、電波、音波、可視光、カメラ画像、歩行者自律航法など多くの方式がある。これらの中に超低消費電力無線通信技術 Bluetooth Low Energy (BLE) を使った位置と近接の検出技術が、オフラインとオンラインの体験を融合する Online 2 Offline (O2O) の要として注目されている。O2O では統計的な利用者の検出や動きの取得が可能であり、“人”を目的地に誘導するツールの一つとしてビーコンを利用したシステムが実運用され始めている。電波を出すビーコンをスマートフォンと組み合わせることで、従来の地図アプリやナビゲーションなどの位置情報サービスを拡張が可能である。

そこで本研究では、博物館の利用者を経路誘導することが可能なビーコンシステムを提案する。具体的なシステムの利用場面としては、大谷大学博物館[1]で定期的で開催される真宗・仏教文化財の展示会を対象に、興味関心を引く展示をするために、駅からキャンパスまでの経路案内や展示室内の順路誘導や、展示品のガイドを検討した。また利用者の入館チケットとして入館履歴や位置情報のチェックをしたり、スタンプラリーのようなイベントの実施をしたり、興味を引くサービスの提供も可能である。実証実験用には、展示室内で目の前にある展示品の案内表示と展示室マップによる経路誘導を行う展示鑑賞支援用 iOS アプリの製作を行った。屋外・屋内でビーコンシステムの運用を行い、利用者を誘導して展示鑑賞支援を実施した。博物館での利用者の活動を変化させる手段として本システムの有用性を評価した結果について報告する。

## 2. BLE ビーコン利用博物館ガイドシステム概要

ビーコンには Apple 社 iBeacon と米 Google 社 Eddystone の 2 種類の規格が普及しているが、大谷大学人文情報学科では ICT 教育の一環として、iPad が配布されていることを考慮して株式会社アブリックス製と株式会社プレイブリッジ製の iBeacon を採用した (図 1 参照)。



図 1. iBeacon デバイス

このデバイスは、BLE 信号を一定間隔で発信するだけの小型省電力の無線機で、スマートフォンやタブレットと組み合わせることでピンポイントの位置情報を得ることができる。図 2 に示すようにビーコンを屋内に設置すると、電波の届く範囲であるビーコン領域ができ、デバイスが領域内に入るとビーコンの識別信号 (ID) が検出される (位置検出)。この ID 以外に電波の受信信号強度 (RSSI : Received Signal Strength Indicator) から、Far (数十 m)、Near (1~2m 程度)、Immediate (20cm 程度) の距離状態が識別できる (近接検出)。



図 2. iBeacon の概要

## 3. 近接ビーコンの距離特性評価

製作したアプリでは、ビーコン領域ではなく、近接ビーコンと利用者端末の距離に応じてガイドなどの処理が実行されるようにプログラミングされている。そこで図 3 に示すような博物館のギャラリーで実験を行い、ビーコンの距離特性を評価した。その結果、3m30cm で近接度の“Far”と“Near”が切り替わり、2m地点やビーコンの直上付近でも“Far”と判別された。

Development of Museum Guidance System Using BLE Beacon

<sup>†</sup>Department of Humane Informatics, Faculty of Letters, Otani University<sup>‡</sup>Department of Telecommunications and Computer Networks, Faculty of Information and Communication Engineering, Osaka Electro-Communication University



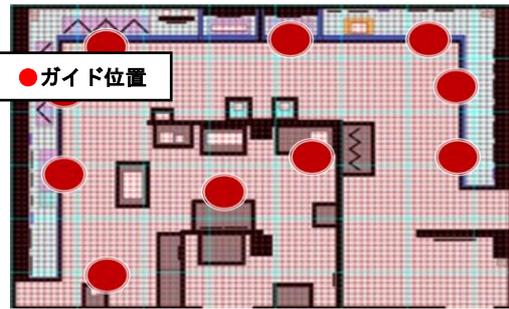
図3. 距離特性評価

信号強度は理想的な条件下では距離の2乗に反比例するが、電波の反射・干渉や人体による吸収などによっても大きく変化するため、近接検出での距離は理論式からの推定値に過ぎない。実験では、天井や床など周囲の環境で反射や吸収が起これ、フェーディング現象が生じてRSSIが大きく変化したため、距離にばらつきが出た。

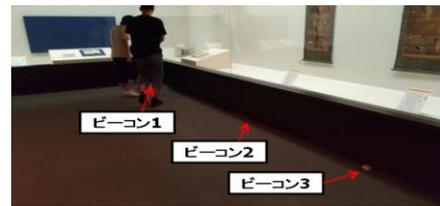
#### 4. 博物館ガイドシステム評価実験

距離特性の結果を踏まえて、ビーコンを展示室内（図4(a)参照）に配置して評価実験を実施した。利用者のiPad端末にはビーコンのBLE信号を受信するとマップ上に現在位置が表示され、ビーコンからの距離50cmで音声再生や画像表示などのイベントが発生するように設定した。図4(b)に示すように展示品キャプション近傍の床にビーコン1～3を並べ、ビーコン4・5はディスプレイケースの上に設置した。iPadを持って展示室内を移動したところ、ビーコン1のRSSIが絶えず大きく、ビーコン2,3との区別ができなかった。ビーコン1はコーナーにあるため、背後のスチール製の壁がアンテナの反射板の役割を果たして、RSSIの値が大きく検出された。RSSIのばらつきは±3dB程度で推定距離にすると4割程度の誤差が出たので、各ビーコンの間隔は1m以上離して設置したが、移動速度が速いとビーコンの判別が間に合わなかった。また、ビーコンの間に多数の利用者などの障害物があると、検出されなかったり不安定になったりしたが、ビーコン4・5のように天井近くに設置したものは障害物があっても比較的安定した測位が可能であった。

システムの評価実験後、2017年10月に大谷大学博物館で開催の『東本願寺と徳川幕府』特別展で実証実験を実施した。学生5名でユーザビリティ評価をして、博物館の展示鑑賞支援としては良いという結果が得られた。この特別展の実証実験で示唆されたビーコンの設置と運用法をフィードバックして、今後のアプリ開発や活用例に繋げることを目指す。



(a) 展示室平面図



(b) 展示室内評価実験

図4. 博物館ガイドシステム評価実験

#### 5. まとめ

測位精度向上のためには、ビーコンの配置や、端末本体の送信出力や放射パターンなどの調整など、利用法を限定した本システムの設計が必要であることを確認した。RSSIを安定させる円偏波アンテナの設計やBLEの扱い方など多くの改善の余地がある。

また運用面では、利用者を誘導するO2Oのサービス提供が可能な本システムの有用性を確認した。臨機応変にコンテンツを制作して、スタンプラリーのようなイベントの開催や利用者の動線の解析など様々な工夫が必要となる。今後は利用者の端末に外部から物理的に働きかけるような活用方法の検討を行う予定である。

#### 参考文献

- [1] 大谷大学博物館：  
[http://www.otani.ac.jp/kyo\\_kikan/museum](http://www.otani.ac.jp/kyo_kikan/museum)
- [2] 平澤泰文, 松川節, 川田隆雄, 小南昌信 (2012) iPad 博物館ガイドシステムの構築と評価, 日本教育工学会論文誌, 36:89-92