

近距離無線通信を用いた 科学系博物館における天文教育システムの提案

工藤 智祥† 小原 直輝 浦田 真由 遠藤 守 安田 孝美 毛利 勝廣‡ 浜谷 卓美§

†名古屋大学情報科学研究科 ‡名古屋市科学館学芸課天文係 §凸版印刷(株)情報コミュニケーション事業本部

1. はじめに

博物館においてBluetoothなどの近距離無線通信技術を用いて来館者のモバイル端末に情報を通知するガイドシステムは近年増えつつある。これらのシステムの多くは（展示物付近に設置される）ビーコン同士がある程度遠く¹はなれているか、規則的に並んでいるような環境に最適化されている²。しかし科学系博物館では室内に展示物が不規則に配置される場合も多く、そのような展示環境におけるビーコン同士での近接検知に適した位置推定アルゴリズムは定着していない。

本研究は、そのような条件下での解決法の提案を目的としている。上記環境条件に合致する名古屋市科学館天文フロアを本研究での実験フィールドとし、展示室内のガイドアプリ（以下モバイルガイド）にBluetooth連携機能を追加することを念頭に、ユーザーの端末から最も近い展示物をリアルタイムに通知する方法を検討する。

2. 名古屋市科学館モバイルガイド

名古屋市科学館の天文館5階展示室には、同館プラネタリウムの月ごとのテーマが室内の展示物の解説とどのような関係にあるのかを示すモバイルガイドが存在する。来館者はこれを展示室内で用いることでプラネタリウムで受けた解説と展示の解説をリンクさせることができ、それによって学習効果を高めることができることを目的としている。現状のモバイルガイドには解説動画の表示とその投稿・更新機能が存在し、学芸員が継続的に運用できる仕組みは構築されている[2][3]。

しかしこのシステムにはインタフェースおよびインタラクションの部分に下記に示す問題がある。展示室内で歩きながら用いるというユースケースが想定されているにもかかわらず、目の前の展示物が何かという検索性が欠けている。展示物の解説は一覧形式で並んでいるのみであり、フロア地図上での自分の現在地を示したり、地図をタップして解説に辿り着くといった導線がない。また画面の操作よりも展示物による学習

に集中して欲しいという学芸員の期待からすれば、来館者が画面をタップしなくともプッシュ通知によって自動的に最も近い展示物の情報を通知する機能が必要である。本研究では上記要求を満たすため、これまで開発を進めてきたモバイルガイドにBluetoothビーコンとの連携機能を追加する。来館者が展示物に接近すると解説がポップアップされる仕組みを構築することで、ユーザーのタップを待つ受動的な解説システムから能動的に来館者を導くシステムに進化させることになる。

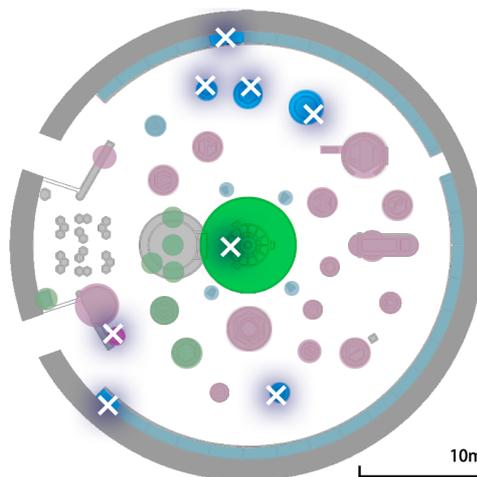


図1: 展示室のフロアマップ（内径35m. 各円は展示物を表し、x印のある展示物にビーコンを設置）³

しかしながら名古屋市科学館の天文展示室では展示物が密集して配置されており（図1）、ビーコンの電波干渉が起りやすく、従来の単純な検知システムを導入するのみでは一般の来館者が使用するための十分な精度が達成されない。以下、この問題を解決するための新たな位置推定アルゴリズムを提案すると共に、それを用いた基礎実験とその結果について述べる。

3. 近接推定アルゴリズム

ビーコンからの通知形式を「ビーコンID」と「RSSI値⁴」の2-tupleとし、この通知情報をリストL: List[id:String, rssi:Int]に格納する。このときLに適用可能な以下の関数を用意する。

1. 最も回数の多かったビーコンIDを含む要素を抽出

Proposing an Astronomical Education System in Science Museum Using Short-Range Communication
† Chiaki KUDO, Naoki KOHARA, Mayu URATA, Mamoru ENDO, Takami YASUDA : Graduate School of Nagoya Univ.
‡ Katsuhiro MOURI : Nagoya Science Museum
†† Takumi HAMATANI: Toppan Printing Co.,LTD.

する (mostFrequent関数) .

2. 最もRSSIの平均値が高いビーコンIDを含む要素を抽出する (highestAverage関数) .
3. 最も高いRSSI値を記録したビーコンIDを含む要素を抽出する (strongest関数) .

これらの関数を1~3.の順序で用いてLの要素をフィルタリングし、一つに絞られた時点でそのビーコンIDに対応する展示物からポップアップを表示させる (autoPopUp関数, 図2参照) .



図2: アプリ画面. 展示物からフキダシが出現し, 右下のアイコンから解説動画を見ることができる.

博物館における来館者からの展示物の位置推定ではユーザの近隣の展示物候補がわかればよいので, リストLにはRSSI値が-75以上のもののみ (一部検知困難な対象は-78以上) を格納することとした. 実験ではこのautoPopUp関数を実装したAndroidアプリケーションを使用した. 実装言語にはコレクションを扱うメソッドの充実度と強力さからJavaではなくScala⁵を用いた.

4. 実験と考察・今後の展望

予備実験として, 来館者のいない科学館閉館後に, 1秒間に10件のビーコンを探索する条件で動作確認を行った. その結果, 距離が5m程度の展示物同士を数秒で識別する程度の精度を得ることを確認した. 次に, 通常の開館時において下記の実証実験を行った.

4種類の端末 (Nexus7, Nexus10, Galaxy S3, LG G2) を用い, 4人の学生に使用感をアンケートで尋ねた. アンケートによれば通知の即時性 (近づいてすぐにポップアップが出たか) については良好な評価を得たが, 通知の正確性 (実際に目の前のものから来ていたか) については評価が下がる結果となった (図3) . ヒアリングの結果, 本来遠くにあるはずの展示物の位置にポップアップが出てしまうケースがあった. その理由としてリストに入れるRSSI値の閾値を一部-78に下げたことが原因ではないかと考えられる. 展示物ご

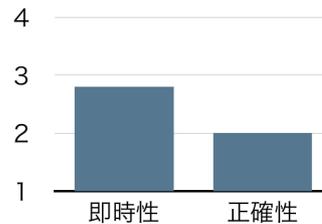


図3: 実験アンケートの結果 (4段階評価)

との閾値の最適化は今後の課題である.

今回はユーザが近づいた時にポップアップする機能のみの実装であったため, 離れた時にポップアップを外す機能がなかった. それゆえどの展示からも距離があるにも関わらずポップアップが出続けたままになるという問題もあった. これらの問題への対応も今後の課題である.

謝辞

本研究の一部はJSPS科研費25280131, 24800030の助成を受けたものです.

脚注

- ¹ Bluetoothの電波の届く範囲は通常 (干渉や回折などのない状況下で) 10m程度である.
- ² 展示施設をフィールドにはしていないが, Bluetoothの近接検知の研究としては[1]がある.
- ³ 展示物の色は各展示のカテゴリを表す. 青は「宇宙のひろがり」, 緑は「プラネタリウムの歴史」, ピンクは「天文学のあゆみ」に関する展示である.
- ⁴ Received Signal Strength Indication: 電波強度の基本単位. 距離rメートルにおけるRSSI(r)は, $RSSI(1) - 10k * \log_{10}r$ で求められる (kは伝達性能を表す係数) . 値が大きいほど強い電波である. しばしば負の値をとる.
- ⁵ Java仮想マシン上で動かすことのできる関数型プログラミング言語の一つ.

参考文献

- [1]: 納谷太, 野間春生, 大村廉, 小暮潔『Bluetoothのデバイス検出機構を用いた近接位置計測法』情報処理学会研究報告(2005)
- [2]: 高木英輔, 浦田真由, 毛利勝廣ほか『学芸員による継続的な更新が可能なミュージアムモバイルガイドシステムの提案』, 情報文化学会 (2012)
- [3]: 小原直輝, 高木英輔, 浦田真由, 毛利勝廣, 安田孝美『科学系博物館における学芸員のための展示解説支援システムの開発』, 日本社会情報学会中部支部研究会 (2013)