

鳥取県立むきばんだ史跡公園向け景観再現システムにおける Beacon を用いた位置検出

鷲見 知洋* 河野 清尊*

* 米子工業高等専門学校

Position detection using the Beacon in the Scene Reproduction System for the Tottori prefectural Mukiband Ruins Historical Park

Tomohiro SUMI* and Kiyotaka KOHNO*
*National Institute of Technology, Yonago College

Abstract: We develop the Scene Reproduction System for the Tottori prefectural Mukiband Ruins Historical Park. In this system, we use Beacon for position sensing. In this paper, we show the results of the experiments about the relation between RSSI and the distance of a single Beacon and position sensing method in the territory surrounded plural Beacon.

1. 緒言

鳥取県立むきばんだ史跡公園(以下、「史跡公園」)向けアプリケーションとして、景観再現システム(以下、「本システム」)の開発を行っている¹⁾。

本システムでは、遺跡の位置および遺跡周辺でのタブレット端末の位置の検出に Beacon を用いることを検討している。そこで、単一 Beacon 発信機の受信電波強度(RSSI)と距離との関係を実験から求めるとともに、その結果を用いて複数 Beacon 発信機で囲まれた領域内での位置検出方法の実証実験を行った。

2. 本システムの概要

史跡公園を訪れる見学者および史跡公園のボランティアガイドが使うことを想定し、次の2つの機能を実装したプロトタイプシステムを開発に取り組んでいる。

(1) 景観再現機能

史跡公園の主要な遺跡について、過去の発掘時の写真や資料および文字・画像・動画・3DCG等により、当時の景観を AR を用いて再現する。

(2) ガイド支援機能

AR 機能を用いて、史跡公園内パンフレット内の画像を認識して、その位置に動画などを表示することにより、パンフレットの充実化を図る(スマートパンフレット)。

また、史跡公園の地図を表示し、現在位置や順路、景観再現が行える箇所を表示するとともに、主要な遺跡の説明を視聴できるようにする(スマートマップ)。

3. Beacon を用いた位置検出

景観再現機能の実現にあたっては、Beacon を用いた遺跡および遺跡周辺でのタブレット端末の位置検出を行う。

そのため、Beacon に関して以下の実験を行った。

3.1 実験の目的

単一 Beacon 発信機の受信電波強度と距離との関係を求める。また、複数 Beacon 発信機で囲まれた領域内での位置検出の実証実験を行い、その結果をもとにより精度を向上させた位置検出方法を検討する。

3.2 単一 Beacon 発信機による受信電波強度と距離との関係

Beacon からの受信電波強度 α [dBm] は、Seide's model と呼ばれる無線の伝播特性を表すモデルにより(1)式のように示すことができる²⁾。

$$\alpha_i = \alpha_0 - 10 \cdot n \cdot \log_{10} \frac{r_1}{r_0} [\text{dBm}] \quad (1)$$

α_i [dBm] は r_i [m] で計測される受信電波強度、 α_0 [dBm] は参考距離 r_0 [m] において観測できる受信電波強度、 n は物理環境の障害などにより設定するパラメータである。ここで LaMarca の経験則から $n=2.5$ 、 $r_0=1$ [m]、 $\alpha_0=-32$ [dBm] と設定し、 r_i について解くと(1)式は以下の(2)式で表すことができる。

$$r = 10^{-\frac{32+\alpha_i}{2.5}} [\text{m}] \quad (2)$$

(2)式における距離と受信電波強度の関係を Fig.1 に示す。

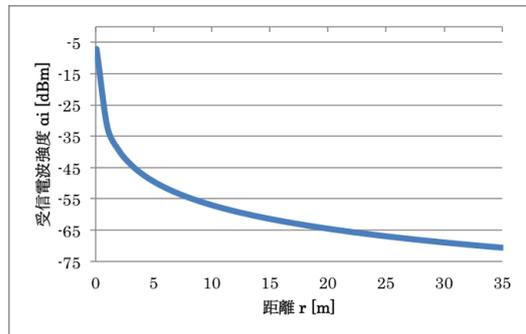


Fig.1 Relation between the distance and RSSI

3.3 複数 Beacon 発信機で囲まれた領域内での位置検出方法

位置検出の方法として Triangulation 方式の一方である Lateration 方式を採用する。また、Centroid 方式を用いて位置検出の精度の向上を図った³⁾。

- Triangulation 方式
位置が既知である基準点(Beacon)からの相対的な位置関係を用いて推定
- Lateration 方式
複数箇所の基準点からの距離を用いて対象物の位置を推定
- Centroid 方式
受信電波強度から計算した相対距離を重みとして重心を計算

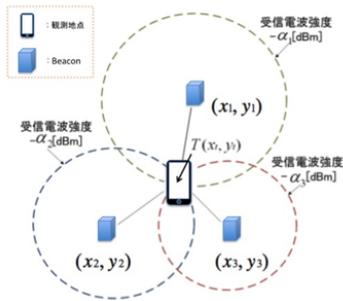


Fig.2 Triangulation system

Fig.2より端末が位置 $T(x_t, y_t)$ において Beacon1, ..., Beacon n から受信電波強度 $\alpha_1, \dots, \alpha_n$ の電波を観測したとする (n は端末が位置 T で観測した Beacon の数) この時 Centroid 方式では既知である Beacon の位置 $(x_1, y_1) \sim (x_n, y_n)$ を用いて端末の位置 T を次の式により求める .

$$T(x_t, y_t) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right) [m] \quad (3)$$

さらに, この (3) 式に対して受信電波強度の重みを付けて計算を行うことでより精度の高い値を算出する . (2) 式を重みとして (3) 式を拡張することで, 受信電波強度を考慮した距離が算出される .

$$T(x_t, y_t) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{r_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i}}, \frac{\sum_{i=1}^n \frac{y_i}{r_i}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i}} \right) [m] \quad (4)$$

4. 実験結果

4.1 単一 Beacon 発信機による受信電波強度と距離との関係の測定実験

Beacon 発信機は正面が真上を向くように地上に配置し, タブレット端末の高さは地上から 100[cm] の高さで地上に垂直になるように固定した . 測定位置は Beacon 発信機から直線状に 0[m] ~ 15[m] まで 1[m] おきとして 10 秒間測定を行った . 実験場所は体育館内とした . 実験結果を Fig.3 に示す .

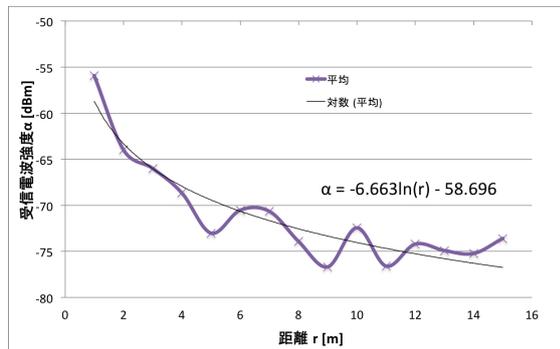


Fig.3 Experimental result 1

Fig.3 の測定結果より, 受信電波強度を α [dBm], 距離を r [m] とすると以下の式に近似することができる .

$$r = e^{-\frac{\alpha + 58.696}{6.663}} [m] \quad (5)$$

4.2 複数 Beacon 発信機で囲まれた領域内での位置検出方法の実証実験

Beacon 発信機の配置位置と受信電波強度の測定位置の関係を Fig.4 に示す .

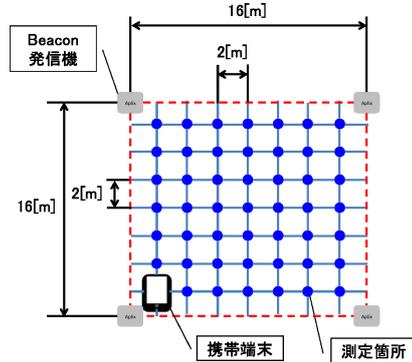


Fig.4 Arrangement position and measurement position

測定位置は一辺が 16[m] の正方形内とし, 2[m] ごとに 10 秒間測定を行った . また Beacon 発信機およびタブレット端末の実験条件は単一 Beacon と同様にした .

最も外側の測定位置に対する位置検出の実験結果を Fig.5 に示す .

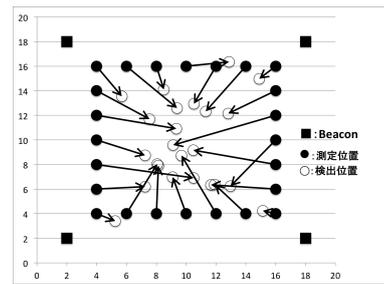


Fig.5 Experimental result 2

Fig.5 より, 測定位置と検出位置の間には平均 2.5[m] の誤差が生じていることが分かる . よって, 検出をする際に用いる (4) 式の, 重みの部分を最適化が必要がある .

5. 結言

Beacon を用いた位置検出の実証実験を行った . 今後の課題として以下のことが挙げられる .

- ① (4) 式の重みの最適化
- ② GPS と Beacon を併用した位置検出方法の検討
- ③ プロトタイプシステムの完成

参考文献

- 1) 鷲見知洋, 河野清尊, “ 鳥取県立むきばんだ史跡公園における AR 機能を用いた景観再現システムの開発 ”, 第 23 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, 福山, Nov.29, 2014, pp.124 ~ 125.
- 2) <http://tsujimotter.hatenablog.com/entry/2013/12/22/122217>
- 3) <http://www.slideshare.net/masatohiro1/ibeacon-40593132>