

鳥取県環境学術研究等振興事業費補助金研究実績報告書（環境部門）

研究期間（ 2年目/ 3年間）

研究者 又は 研究代表者	氏名	(ふりがな) こうの きよたか 河野 清尊
	所属研究機関 部局・職	米子工業高等専門学校 電子制御工学科・教授 電話番号 0859-24-5136 電子メール kohno@yonago-k.ac.jp
研究課題名	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	
研究結果	<p>(1) 史跡公園におけるBeaconの実証実験 ⇒ 【研究成果】 [1][2]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・屋外および屋内において、Beaconの受信電波強度と距離との関係を求める実験を行った。 ・屋外および屋内（遺構展示館）において、複数Beaconで囲まれた領域内での位置検出実験を行い、考案した位置検出方法の有効性を確認した。 <p>(2) プロトタイプシステムの開発 ⇒ 【研究成果】 [1][2] , 【次年度研究計画】 (1)(3)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・景観再現機能およびガイド支援機能の開発を行った。 ・2016年3月24日、史跡公園においてデモを行い、次年度の開発目標と内容を明らかにした。 ・2015年12月18日に奈良文化財研究所で開催された平成27年度遺跡整備・活用研究集会「デジタルコンテンツを用いた遺跡の活用」に出席し情報を収集した。 <p>(3) Pepperを用いた館内ガイド機能の開発 ⇒ 【研究成果】 [3][4], 【次年度研究計画】 (2)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・Pepperを導入し、受付案内プログラムの開発を行った。 ・遺構展示館向けの案内プログラムを開発して、2016年3月24日に史跡公園においてデモを行い、次年度の開発目標と内容を明らかにした。 	
研究成果	<p>学会等で以下の通り発表を行った。（添付資料[1]～[4]）</p> <p>[1] 鷲見知洋, 河野清尊, “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”, 第24回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, pp. 198-199, 2015年11月.</p> <p>[2] 鷲見知洋, “鳥取県立むきばんだ史跡公園におけるARとBeaconを用いた景観再現システムの開発”, 平成27年度米子高専専攻科特別研究論文集, pp. 29-36, 2016年3月.</p> <p>[3] 清水航, 河野清尊他, “Pepperを用いた受付・案内ロボットにおける画像認識による人への対応”, 第24回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, pp. 148-149, 2015年11月.</p> <p>[4] 住田はるか, 清水航, “Pepperを用いた受付・案内ロボット[1]・[2]”, 平成27年度米子高専電子制御工学科卒業研究発表会概要集, 2016年2月.</p>	
次年度研究計画	<p>(1) プロトタイプシステムの開発と評価・改善</p> <ol style="list-style-type: none"> ①AR（拡張現実）のみならずVR（仮想現実）を用いることにより、景観再現の精度向上を図る。 ②専用ソフトを用いて堅穴式住居等の3DCGを作成することにより、景観再現の機能向上を図る。 ③9月に開催される史跡公園のイベントでプロトタイプシステムを来場者等に使用してもらい、アンケート調査等で評価を行うことにより、プロトタイプシステムの改善を図る。 <p>(2) Pepperを用いた館内ガイドシステムの評価・改善</p> <ol style="list-style-type: none"> ①遺構展示館向けの案内プログラムを改良して、GWおよび9月のイベントで来場者等に使用してもらい、アンケート調査等で評価を行うことにより、案内プログラムの改善を図る。 <p>(3) リアルな景観再現コンテンツの制作</p> <ol style="list-style-type: none"> ①弥生時代の人物、生活および村の風景等、リアルな再現コンテンツを3DCGで作成し、スマートグラスのような新たなデバイスにAR/VRで表示することにより、景観創造を実現する。 	
報告責任者	所属・職 氏名	総務課企画・社会連携係 木下 裕子 電話番号 0859-24-5007 電子メール kikaku@yonago-k.ac.jp

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。

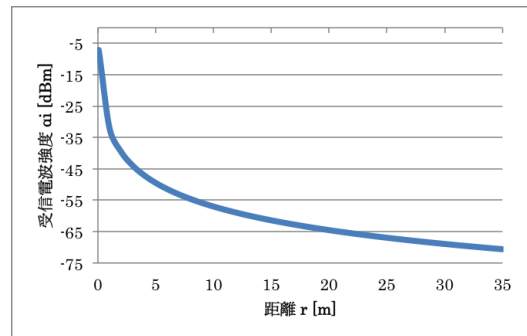


Fig.1 Relation between the distance and RSSI

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

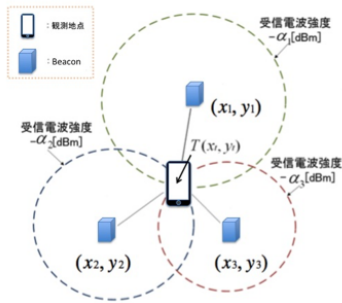


Fig.2 Triangulation system

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 .

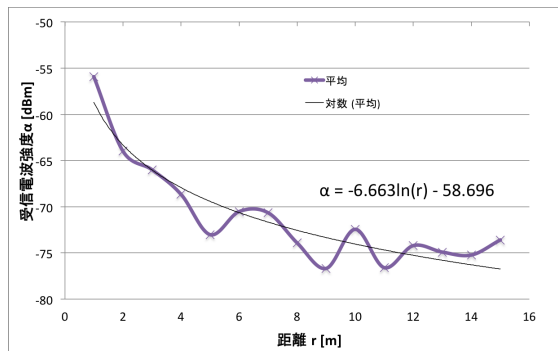


Fig.3 Experimental result 1

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 .

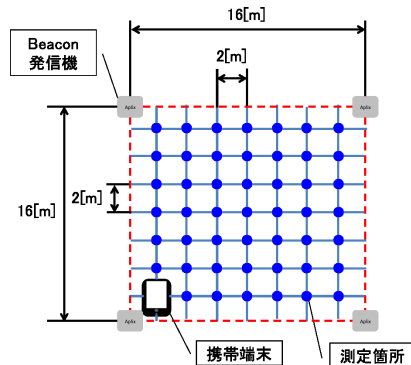


Fig.4 Arrangement position and measurement position

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 .

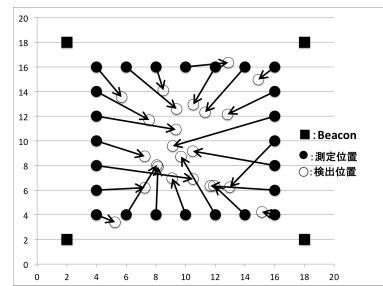


Fig.5 Experimental result 2

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する必要がある .

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/masatohirosei/ibeacon-40593132>

鳥取県立むきばんだ史跡公園における AR と Beacon を用いた景観再現システムの開発

Development of Scenery Reproduction System using
AR and Beacon for Tottori prefectural Mukibanda Ruins Historical Park

鷲見知洋

Tomohiro SUMI

米子工業高等専門学校 専攻科 生産システム工学専攻

National Institute of Technology, Yonago College,

Advanced Course, Department of System Production Engineering.

鳥取県立むきばんだ史跡公園向けの景観再現システムの開発に取り組んでいる。景観再現システムとは、観光地のある地点から見たであろう過去の景色をタブレット端末上に AR を用いて再現するものである。このシステムは、景観再現機能の他に、パンフレットの充実化や地図の表示によりガイドを行うガイド支援機能を有する。

本研究では、主要 3 遺跡に対する景観再現を行うプロトタイプシステムの開発に取り組んだ。景観再現機能を実現するにあたっては、タブレット端末の現在位置を正確に知る必要がある。GPS では誤差が大きいこと、また屋内では使用できないことから、本研究では Beacon を位置検出に用いることにした。そこで、Beacon 発信機の受信電波強度と距離との関係を実験で求めるとともに、複数 Beacon 発信機で囲まれた領域内における位置検出の実験を屋内および屋外で行った。実験結果より、Beacon を用いた位置検出においては、屋内では 3.6[m]、屋外では 0.91[m] の誤差が生じることが分かった。

Key Words : 景観再現, AR, Beacon

1 緒言

1.1 研究の背景

平成 23 年度の第 22 回全国高等専門学校プログラミングコンテスト課題部門において「Snap Swap Trimap - 携帯端末による景観再現創造 -」で特別賞を受賞した¹⁾。このシステムは、観光地のある地点から見える景色・風景をあらかじめ撮影しておき、その画像を方位・季節・時間帯・時代を指定してタブレット端末 (iPad/iPhone) に表示することにより、見ることができたであろう景色を天候が悪くて楽しめない、あるいは工事中で建造物を見られないといった悩みを解決しようというものであった。

平成 24 年度には、機能拡張として、360° レンズを用いたシームレス画像による景観再現機能を実現した²⁾。

平成 25 年度からは、このシステムの応用として、鳥取県立むきばんだ史跡公園 (以下「史跡公園」)、米子市役所淀江支所および宍道地域未来の協力を得て、史跡公園を訪れた見学者および史跡公園のボランティアガイドが利用できる、タブレット端末 (iPad Air Cellular モデル) および AR を用いた史跡公園向け景観再現システム (以下「本システム」) の開発を開始した³⁾。

平成 26 年から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 を用いることの検討を開始した。まず、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。また、実験結果

より提案した位置検出方法の実装およびプロトタイプシステムの開発に取り組んでいる⁴⁾。

尚、本研究は、平成 23 年度～27 年度鳥取県環境学術研究等振興事業の補助金を受けて行っている。

1.2 研究の目的

本研究は、史跡公園内の主要遺跡について、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 機能を用いて再現することにより、見学者の知見拡大に役立てるとともに、ボランティアガイドの負担軽減と質の向上を図り、これによって弥生時代の貴重な史跡として、また鳥取県有数の観光地として、その価値を高めることを目的に行う。

2 本システムの概要

2.1 AR とは

AR (Augmented Reality, 拡張現実) とは、カメラで撮影した現実世界の映像に、対象物に関連した文字や画像、動画、3D モデルなどのオブジェクト (付加情報) を重ね合わせて表示することにより、新しい世界を実現する技術である。

- (1) マーカー型 AR : AR マーカーを認識 (図 1)
- (2) マーカーレス型 AR : 物体や画像を認識
- (3) ロケーションベース型 AR : GPS, 磁気センサ, 加速度センサ, Beacon 等による位置情報を使用

ARは、オブジェクトを表示する位置を特定する方法により大きく3種類に分けられる。

本システムでは、主にロケーションベース型ARを用いる。史跡公園での遺跡の位置検出にGPSとBeaconを併用し、遺跡周辺での位置の特定にBeaconを用い、タブレット端末の向き(方位、上下)に応じて対象物に関連した文字や動画、3DCG等のオブジェクトの表示を行う。

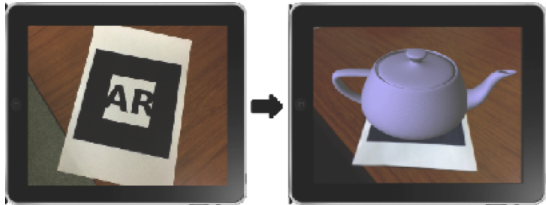


図 1: マーカー型 AR の例

2.2 Beacon とは

Beacon と、BLE(Bluetooth Low Energy) と呼ばれる低消費電力で Bluetooth の通信を行う技術を使用することでタブレット端末等の位置情報を取得し、距離に合わせて様々な情報を配信することのできる仕組み(図 2)。またそれを利用することのできる機器のことである。

現在この Beacon の技術は「iBeacon」という名称で iOS7 以降に搭載されており、また Android4.3 以降でも BLE を使用した同様の仕組みを提供することが可能である。

本システムでは、GPS の誤差を iBeacon で補正することを考えている。すなわち、Beacon の固有の ID により対象物までの距離および対象物の特定を行おうと考えている。

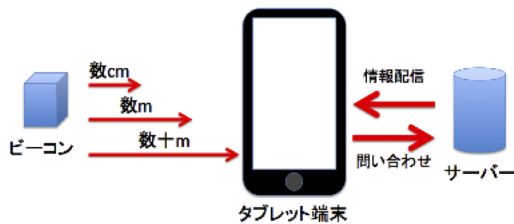


図 2: タブレット端末と Beacon 間での通信例

本システムでは、Beacon 発信機として、Aplix 社製の「MyBeacon[®] Pro 防水防塵型 MB00 4HDc」(図 3)を用いる。製品仕様を表 1 に示す。



図 3: Beacon 発信機 (MyBeacon[®] Pro 防水防塵型 MB004 HDc)

表 1: 製品仕様⁵⁾

電源	単 3 乾電池 4 本 (6V)
Measured Power	-56[dBm](初期設定)
output Power	0[dBm]
UUID(128bit)	専用アプリで設定
Major(16bit)	ランダム値 (1 ~ 65535)
Minor(16bit)	ランダム値 (1 ~ 65535)

2.3 本システムの機能

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の開発に取り組んだ。

2.3.1 景観再現機能

GPS を用いて位置情報を取得し、対象物まで近づいたことを認識する。そしてタブレット端末が受信する Beacon 発信機の電波強度により位置(距離)を特定する。そこで AR を用いて現実の景色の映像にオブジェクトを重ね合わせて表示することで、景観再現を行う(図 4)。

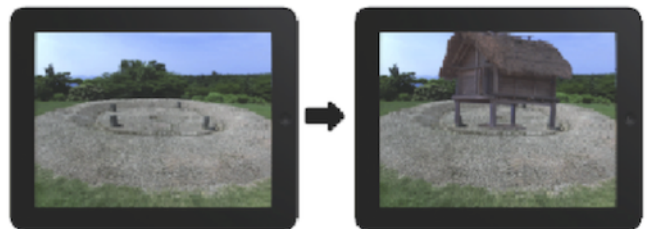


図 4: 景観再現機能の例

2.3.2 ガイド支援機能

史跡公園内パンフレット上の画像を認識し、AR 機能を用いて、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)。(図 5)



図 5: スマートパンフレットの例

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)。(図 6)



図 6: スマートマップの例

2.4 本システムの特徴

本システムの特徴は以下の通りである。

(1) AR を用いること

タブレット端末のカメラで撮影した現実の遺跡の映像に、発掘当時の写真や3DCG による復元画像を重ね合わせて表示することにより、遺跡をより分かりやすいものにする。

(2) 位置検出精度を向上させるため、遺跡の位置検出に Beacon を用いること

遺跡の位置検出および遺跡周辺の位置の特定に Beacon を用いる。

(3) 復元状態に合わせて再現形式を変えること

①埋め戻されている遺跡

発掘当時の写真や出土品の画像を表示

②復元されていない遺跡

3DCG 等による復元画像を表示

③復元されている遺跡

3DCG 等により復元物の詳細を表示

3 プロトタイプシステムの開発

主要遺跡に限定したプロトタイプシステムの開発に取り組んだ。

3.1 プロトタイプシステム

プロトタイプシステムには以下の機能の実装を行う。

3.1.1 景観再現機能

史跡公園内の主要遺跡 3 箇所に対する景観再現機能の実装

- (1) 仙谷地区 仙谷 1 号墓および 8 号墓 (図 7 上段)
埋め戻されている遺跡
- (2) 洞ノ原地区 西側丘陵 環濠 (図 7 中段)
埋め戻されている遺跡
- (3) 遺構展示館内の竪穴式住居 (図 7 下段)
復元されていない遺跡



図 7: 再現形式の例

3.1.2 ガイド支援機能

(1) スマートパンフレット

史跡公園パンフレット内の 4 つの画像に対するオブジェクト表示機能

(2) スマートマップ

現在位置の表示機能

3.2 3D モデリングシステムの開発

本システムの景観再現で用いる遺跡の 3DCG を簡単に製作できるように、Kinect で対象物を撮影すると自動的に 3DCG が作成できる「3D モデリングシステム」の開発を行った⁶⁾。

このシステムは、PC、Kinect、可変速回転大 (株) シングマプランニング製 AC-30) から構成され、3D モデラーとして Skanect、編集ソフトとして MeshLab を用いた (図 8)。図 8 に、このシステムを用いて竪穴式住居の模型から得られた 3DCG を示す。

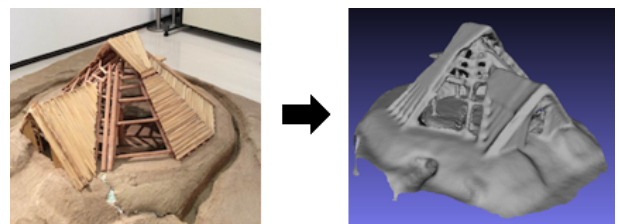


図 8: 竪穴式住居の 3DCG

3.3 GPS による測定誤差

プロトタイプシステムを開発するにあたり、iPad のアプリケーション (Compass) を使用し、史跡公園内の以下の 3 地点において位置座標 (緯度、経度) の測定を行い、GPS の誤差を表した。測定結果を表 2 に示す。

- (1) むきばんだ史跡公園 調査研究棟入り口
- (2) 洞ノ原地区 西側丘陵 環濠 (東側)
- (3) 洞ノ原地区 西側丘陵 環濠 (西側)

表 2: 測定結果

場所	国土地理院地図 (真値)	iPad(測定値)	誤差 [m]
(1)	北緯 35° 27' 44" 8	北緯 35° 27' 43"	85
	東経 133° 27' 39" 8	東経 133° 27' 12"	
(2)	北緯 35° 27' 39" 5	北緯 35° 27' 39"	16.3
	東経 133° 26' 45" 1	東経 133° 26' 45"	
(3)	北緯 35° 27' 39" 5	北緯 35° 27' 39"	16.8
	東経 133° 26' 42" 3	東経 133° 26' 42"	

測定結果を比較したところ, 16~85[m] と大きな誤差が確認できた. GPS にはこのような誤差が生じることおよび屋内では使用できないことから本研究では Beacon を用いた位置検出を検討した.

4 Beacon を用いた位置検出

景観再現機能の実現にあたって, 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 GPS と Beacon を併用することにした.

4.1 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⁷⁾.

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

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.

$$r = 10^{-\frac{32+\alpha_i}{25}} [m] \quad (2)$$

(2) 式における受信電波強度と距離の関係を図 9 に示す.

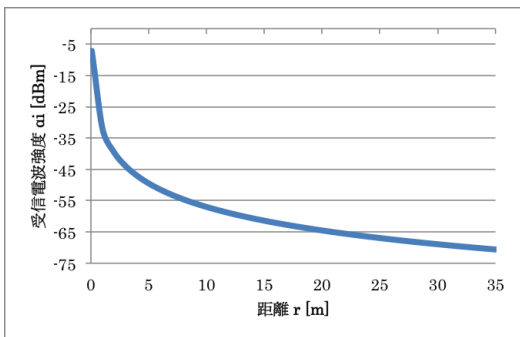


図 9: 受信電波強度と距離との関係

4.2 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 方式の一方式である 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⁸⁾.

- (1) 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
- (2) 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
- (3) 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

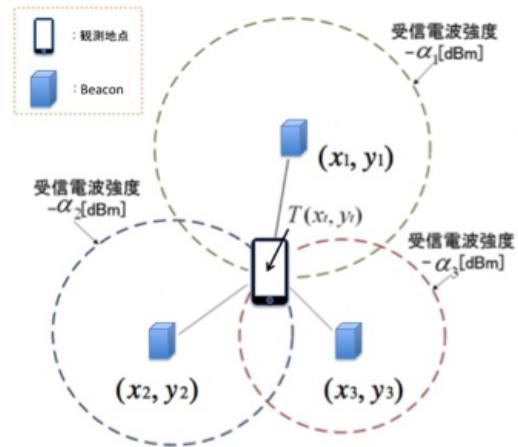


図 10: Triangulation 方式

図 10 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.

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

5 Beacon による位置検出の実験

5.1 実験の目的

史跡公園での道順案内および, 遺跡周辺での位置特定を行う際に, タブレット端末の GPS と Beacon を併用することで検出を行う. そこで, 単一 Beacon 発信機

の受信電波強度と距離との関係 ((1) および (2) 式) を実験から求めるとともに、複数 Beacon 発信機で囲まれた領域内での位置検出 ((4) 式) の実証実験を行った。

5.2 使用機器

- (1) 受信端末 (タブレット端末)
 - iPad Air Cellular モデル (CPU : AppleA7, メインメモリ : 1GB, iOS : ver8.0.2)
- (2) 受信アプリケーション
 - Aplix 社 MyBeaconTool (iPhone iPad iPod touch 対応), ver1.2.3
- (3) Beacon 発信機
 - Aplix 社 My Beacon[®] Pro 防水防塵型 MB004 HDc
- (4) メジャー
 - ムラテック KDS 株式会社 スピードタフミックスリール (100m)

5.3 単一 Beacon 発信機から発せられる電波の指向性の実験

5.3.1 実験方法

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。(図 11)

測定位置は Beacon 発信機の端から 2[m] 離れた地点とし、 $0[^\circ] \sim 315[^\circ]$ まで $45[^\circ]$ ずつの計 8 箇所に対して 10 秒間受信電波強度の測定を行い、最大値、最小値およびその平均値を求める。実験時の Beacon の初期設定を表 3 に示す。

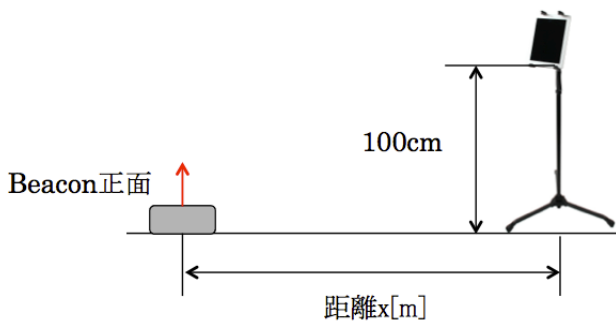


図 11: 単一 Beacon の測定における配置位置と測定位置

表 3: Beacon 発信機の初期設定

ProximityUUID	00000000-622F-1001-B000-001C4DE2E2CE
Major	1
Minor	1 ~ 18
output Power	0[dBm]

5.3.2 実験結果

実験結果を図 12 に示す。

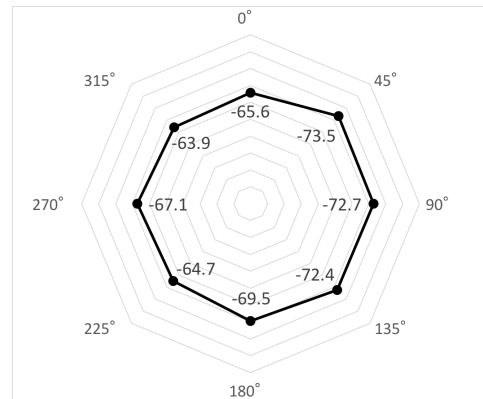


図 12: 指向性の実験結果

図 12 は複数回測定した実験結果の値を平均したものである。図 12 より、Beacon 発信機から発せられる電波には指向性がほぼ無いことが分かった。よって、Beacon 発信機を単一および複数配置する際に向きを考慮する必要は無いと考えられる。

5.4 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

5.4.1 実験方法

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 秒間の測定を行い、最大値、最小値およびその平均値を求めた。

また、Beacon 発信機およびタブレット端末の実験条件および設定は指向性の実験と同様にした。

5.4.2 実験結果

[1] 屋内の場合

実験場所は米子高専第 2 体育館内とした。実験結果を図 13 に示す。

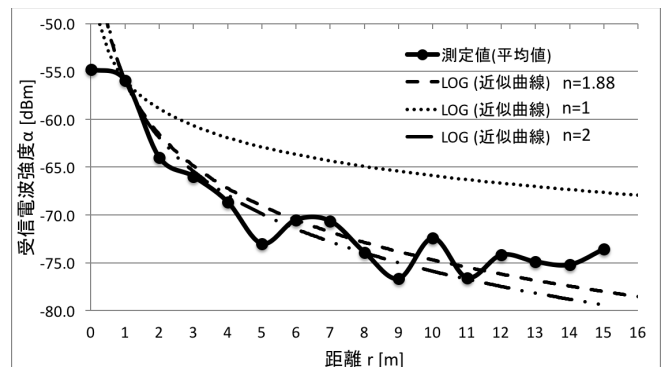


図 13: 体育館の実験結果 1

図 13 において実線は測定値 (平均値) を、点線、破線および長二点鎖線は (1) 式で近似したものを表す。図 13 より、参考距離 $r_0 = 1[m]$ のとき、受信電波強度が

$\alpha_0 = -55.9[dBm]$ であることが分かった．この値を(1)式に代入し距離 r についての式を出すとともに，最適である n の値を求める．この最適とは，測定値と距離 r について算出した式の受信電波強度 α の誤差が最も少ないことを指す．このとき，最適な値は $n = 1.88$ であった． $n = 1.88$ を(1)式に代入したときの近似曲線の式を(5)式に示す．また，(1)式に対し，点線は $n = 1$ を，破線は $n = 1.88$ を，長二点鎖線は $n = 2$ を代入した近似曲線を図 13 に表す．

$$r = 10^{-\frac{55.9+\alpha}{18.8}} [m] \quad (5)$$

[2] 屋外の場合

実験場所は史跡公園の広場とした．実験結果を図 14 に示す．屋外での実験は屋内と比較し受信できる電波強度の値が小さく，ほぼ全ての Beacon が 5[m] 付近までしか安定して値を取ることができなかった．そのため，距離の推定には 5[m] までの値を使用した．

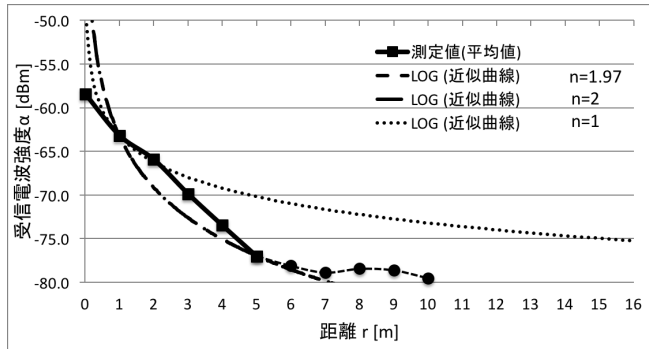


図 14: 広場の実験結果 1

図 14 において実線は測定値(平均値)を，点線，破線および長二点鎖線は(1)式で近似したものを表す．図 14 より，参考距離 $r_0 = 1[m]$ のとき，受信電波強度が $\alpha_0 = -63.2[dBm]$ であることが分かった．この値を(1)式に代入し距離 r についての式を出すとともに，最適である n の値を求める．このとき，最適な値は $n = 1.97$ であった． $n = 1.97$ を(1)式に代入したときの近似曲線の式を(6)式に示す．また，(1)式に対し，点線は $n = 1$ を，破線は $n = 1.97$ を，長二点鎖線は $n = 2$ を代入した近似曲線を図 14 に表す．

$$r = 10^{-\frac{63.2+\alpha}{19.7}} [m] \quad (6)$$

5.5 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

5.5.1 実験方法

[1] 屋内の場合

屋内での実験は米子高専第 2 体育館および史跡公園遺構展示館内の 2 箇所で行った．まず第 2 体育館における 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図 15 に示す．

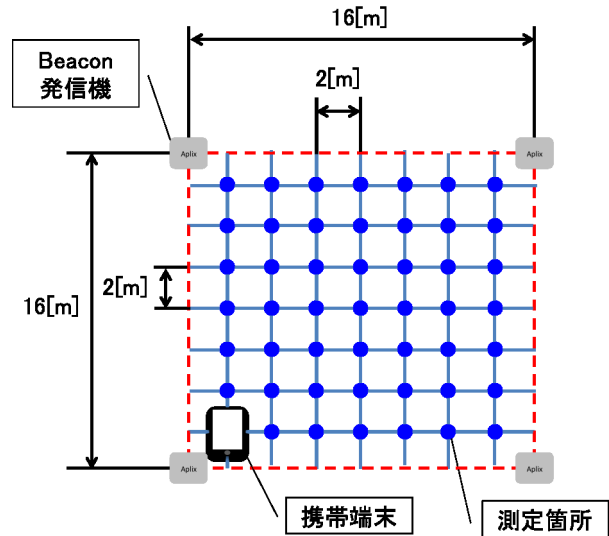


図 15: 第 2 体育館における配置位置と測定位置

測定位置は一辺が 16[m] で，周囲に計 4 個の Beacon 発信機を配置した正方形内とし，2[m] おきとして 10 秒間の測定を行い，最大値，最小値およびその平均値を求める．

次に，遺構展示館内における 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図 16 に示す．

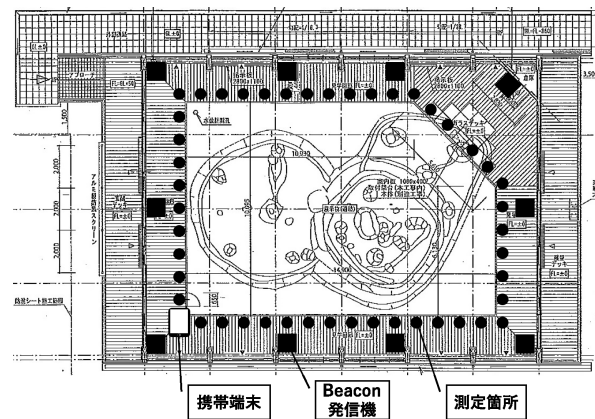


図 16: 遺構展示館内における配置位置と測定位置

測定位置は遺構展示館内の見学順路沿いで，周囲(壁際)に計 10 個の Beacon 発信機を配置した領域内とし，1[m] おきとして 10 秒間の測定を行い，最大値，最小値およびその平均値を求める．

[2] 屋外の場合

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図 17 に示す．

測定位置は一辺が 8[m] で，周囲に計 8 個の Beacon 発信機を配置した正方形内とし，1[m] おきとして 10 秒間の測定を行い，最大値，最小値およびその平均値を求める．

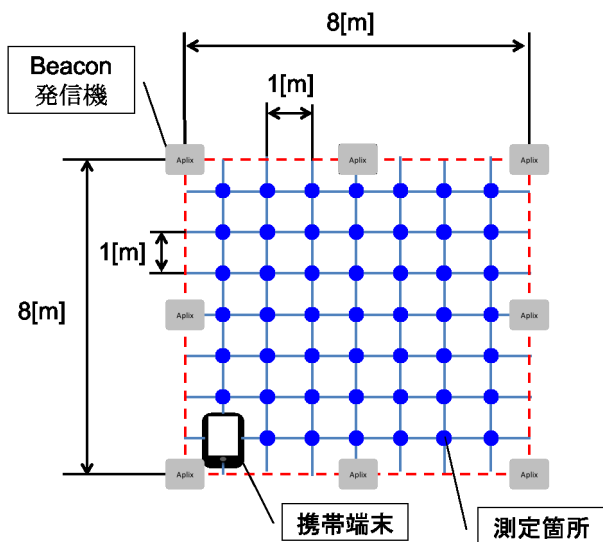


図 17: 広場における配置位置と測定位置

5.5.2 実験結果

[1] 屋内の場合

実験場所は米子高専第2体育館内および史跡公園遺構展示館内とした。はじめに、第2体育館内の実験結果について記す。

領域内の中心に建造物が存在すると仮定する。本システムはその周辺で位置検出を行うため、図 18 には最も外側の測定位置に対する位置検出の実験結果を示す。

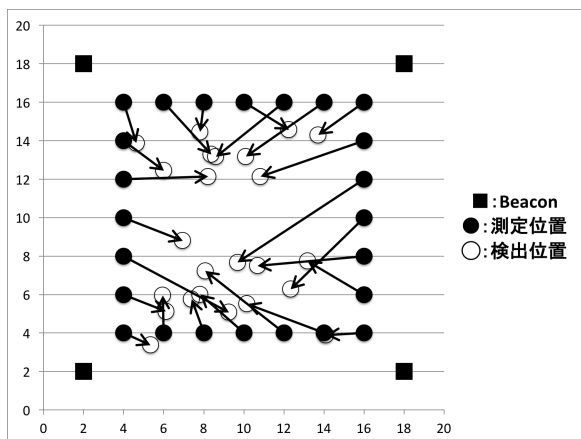


図 18: 体育館の実験結果

図 18 より、測定位置と検出位置の間には平均 3.6[m] の誤差が生じていることが分かった。

次に遺構展示館内の実験結果について記す。実験結果を図 19 に示す。

図 19 より、測定位置と検出位置の間には平均 2.1[m] の誤差があることが分かった。

以上の実験より、Beacon のみでの位置検出には測定環境および Beacon の配置環境によって数 m の誤差が生じることが分かる。これは Beacon の個数を増やすことで誤差の減少を図ったが同様であった。

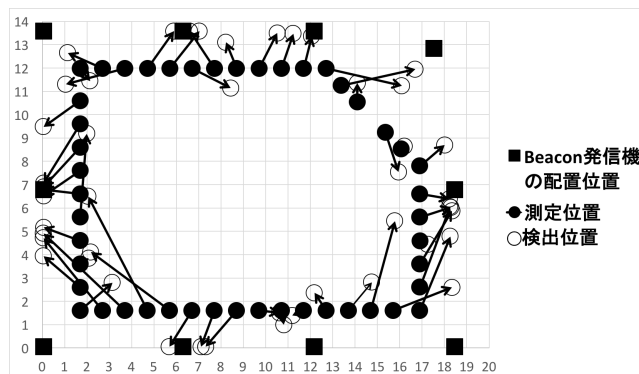


図 19: 遺構展示館内の実験結果

[2] 屋外の場合

実験場所は史跡公園の広場とした。最も外側の測定位置に対する位置検出の実験結果を図 20 に示す。

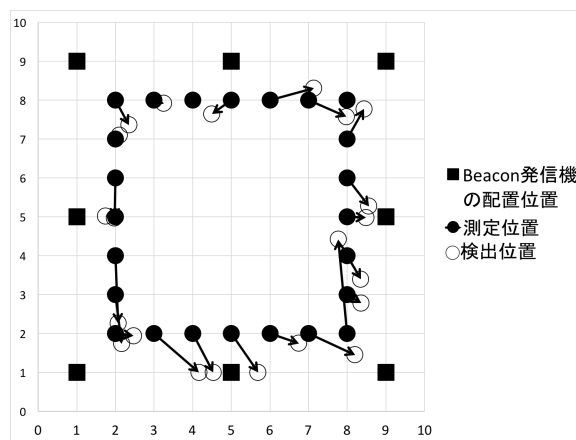


図 20: 広場の実験結果 1

図 20 より、測定位置と検出位置の間には平均 0.91[m] の誤差があることが分かった。

6 考察

6.1 単一 Beacon 発信による受信電波強度と距離との関係の測定実験について

[1] 屋内の場合

図 13 を見ると距離が遠くなるにつれて受信電波強度の値が安定しなくなっていることが確認できる。これは、屋内では受信する際に壁に反射する電波の影響を受けるためであると考えられる。また、10[m] 付近で特に値が安定していないのは、測定距離のおよそ中間であるため、Beacon から直接受信している電波および壁から反射している電波の影響が大きくなるのではないかと考えられる。

[2] 屋外の場合

図 13 と比較すると受信電波強度の値が安定している。これは配置した Beacon および測定位置の周辺に障害物がないためであると考えられる。しかし、障害物がないゆえに電波の受信できる距離が大きく制限されるともいえる。

6.2 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について

[1] 屋内の場合

まず、第2体育館における実験について考察を行う。室内では Beacon の電波を長距離まで受信できるため、複数 Beacon で囲む領域の範囲を 16[m] 四方としたが、単一 Beacon の実験結果でも見られたように配置してある Beacon から離れると電波の値が不安定になり、その分誤差が生じる。これは複数 Beacon の実験でも同じような結果が得られた。そのため、最も受信電波強度の強い、つまり測定位置に最も近いと思われる Beacon に重みを置き位置の算出を行うことが必要である。

次に、遺構展示館内における実験結果について考察を行う。図 19 より、測定結果より算出した位置は、測定位置に対して近い Beacon の座標に引き寄せられていることが分かる。これは第2体育館での実験でも見られたが、遺構展示館内の実験結果には Beacon 配置座標に近い測定位置にも関わらず引き寄せられていない結果が確認できた。これは Beacon の配置箇所付近に柱があり、その陰に隠れるような配置状態になっているためであると考えられる。そのため、Beacon の配置箇所を工夫する必要があると考えられる。

[2] 屋外の場合

屋外では単一 Beacon から受信できる電波の距離が短いため、8[m] 四方に対しその周辺に Beacon を計 8 個配置し実験を行った。図 20 より、数点 Beacon 側へと引き寄せられている結果が見受けられるが、その他の結果は比較的安定していた。そこで誤差の減少を図り、領域の中心に Beacon を配置し計 9 個で実験を行ったが、誤差は 1.37[m] と増えてしまった。これは中心に配置した Beacon の影響が大きく、算出距離が引き寄せられているためであると考えられる。よって、「計 8 個による位置検出にする」、「中心の Beacon に対しての重みを小さくする」等の検出方法について検討を行っていく必要がある。

7 結言

本研究において取り組み学んだことを以下にまとめる。

1. 鳥取県立むきばんだ史跡公園向けの景観再現システムのプロトタイプを開発した。
2. 単一 Beacon 発信による受信電波強度と距離との関係の測定実験より、屋内および屋外における近似式が求められた。
3. Beacon 発信機から発せられる電波には指向性が無いため、単一および複数配置する際に向きを考慮する必要は無いと考えられる。
4. 屋内で行った複数 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より、第2体育館で

の位置の推定誤差は 3.6[m] であった。また、遺構展示館内での位置の推定誤差は 2.1[m] であった。

5. 屋外で行った複数 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より、広場での Beacon 発信機を計 8 個使用した場合の位置の推定誤差は 0.91[m] であった。また、計 9 個使用した場合の位置の推定誤差は 1.37[m] であった。
6. 今後の課題として以下のことが挙げられる。
 - (4) 式の重みの最適化により誤差の減少を図る
 - プロトタイプシステムの完成
 - 史跡公園でのデモンストレーション
 - VR(Virtual Reality) での景観再現の検討

謝辞

本研究を進めるにあたりご指導を頂いた河野清尊教授に心より感謝を申し上げます。また、本システムの開発および測定実験の実施に協力頂いた、鳥取県立むきばんだ史跡公園、米子市役所淀江支所、(有)地域未来の関係者の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 1) "第 22 回舞鶴大会 (2011)", 全国高等専門学校プログラミングコンテスト, <http://www.procon.gr.jp/modules/procontop/category.php?categoryid=25>, (参照 2016 年 2 月 4 日)
- 2) 河野清尊: サークルコードとスマートフォンを用いた景観再現・観光創造システムの開発, とっとり産業フェスティバル 2012 ポスター発表
- 3) 鷺見知洋, 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, 福山大学, Nov.29, 2014, pp.124 ~ 125.
- 4) 鷺見知洋, 河野清尊, "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", 第 24 回計測自動制御学会中国支部学術講演会論文集, 岡山理科大学, Nov.28, 2015, pp.198 ~ 199.
- 5) "MyBeacon シリーズ防水防塵タイプ Beacon 取扱説明書", http://www.aplix.co.jp/beacon/docs/MB004_HD_manual_1.1.2.pdf, (参照 2016 年 2 月 4 日)
- 6) 嶋本智矩, 河野清尊, "Kinect を用いた 3D モデリングシステムの実現とその評価", 米子高専平成 26 年度卒業論文, Feb.2, 2015.
- 7) "iBeacon の RSSI で iPhone の二次元座標をとれたらいいな", tsujimotter のノートブック, <http://tsujimotter.hatenablog.com/entry/2013/12/22/122217>, (参照 2016 年 2 月 4 日)
- 8) "iBeacon を用いた位置検出 (忍びの地図)", <http://www.slideshare.net/masatohirosei1/ibeacon-40593132>, (参照 2016 年 2 月 4 日)

Pepper を用いた受付・案内ロボットにおける画像認識による人への対応

○清水 航* 田村 樹* 住田 はるか* 森 秋実* 河野 清尊*

* 米子工業高等専門学校

Reception to a Person by Image Recognition in a Companion Robot Using the Pepper

○Kou Shimizu*, Itsuki Tamura*, Haruka Sumida*, Akimi Mori* and Kiyotaka Kohno*

*National College of Technology, Yonago College

Abstract: We develop a companion robot using the Pepper. It can relatively easily perform a movement and conversation by using the development environment "Choregraphe", however it cannot recognize a movement of the hand and arm of a person. Therefore, we inspect whether it perform the supported movement after receiving a result of the image recognition from a server for the image data which is photographed and sent to the server.

1. はじめに

Pepper を用いた受付・案内ロボットの開発に取り組んでいる。開発環境 Choregraphe やプログラミング言語 Python を用いると、Pepper に動作や会話を行わせること、タッチパネルを使って入出力させること、および人の顔を認識させること等は比較的容易に実現できる。しかし、人の手や腕の動きを認識させることは、提供されている機能では実現することができない。

そこで、Pepper で撮影した画像をサーバに送って画像認識を行い、その結果を Pepper に返すことにより、人の手の動きに対応した動作を行わせることができるかどうかの検証を行った。

2. Pepper を用いた受付・案内ロボット

2.1 Pepper のハードウェア仕様と機能

Pepper は、アルデバランロボティクス社がソフトバンク社のニーズに対応して開発した世界初の感情認識パーソナルロボットである。

サイズは 1210×480×425(高さ×幅×奥行)[mm]、重量は 29kg、リチウムイオンバッテリー(容量:30.0Ah/795Wh)で 12 時間以上の稼働が可能であり、頭・手・胸・脚に各種センサーを搭載し、20 自由度の関節とオムニホイールによる移動により、滑らかな動きを実現している。胸には 10.1 インチタッチディスプレイを、通信方式としては Wi-Fi: IEEE 802.11 a/b/g/n(2.4GHz/5GHz)とイーサネットポート(10/100/1000 base T)を有している。¹⁾

Pepper は、掃除や料理をするような万能ロボットではないが、搭載された各種センサーによって、人の声や表情から感情を認識し、人間と共生することを目標に作られている。

Pepper には以下のような機能がある。

- ・多言語での会話
- ・顔の認識と登録
- ・インターネット接続による情報獲得と提供
- ・写真、動画の撮影
- ・障害物との衝突防止
- ・オートバランス
- ・アプリストアからのアプリのダウンロード

開発者向けに初回生産 300 台の販売が 2015 年 2 月末に開始され、6 月末からは毎月一般向けに 1000 台ずつの販売が行われている。

2.2 Pepper のプログラム開発環境

Pepper のプラットフォームは NAOqi OS で

あり、アプリ開発環境には Choregraphe が用いられている。Choregraphe は、アルデバランロボティクス社の人型ロボット NAO 用に開発された開発ツールであり、Fig.1 および Fig.2 に示すように、様々な機能を持ったボックスを組み合わせることでアプリを作成することができる。ボックス内はプログラミング言語 Python で記述されており、追加・修正が可能である。

Choregraphe には以下のような機能がある。²⁾

- ・アプリの開発
- ・シミュレーション
- ・アプリのインストールと再生
- ・ロボット状態のモニター

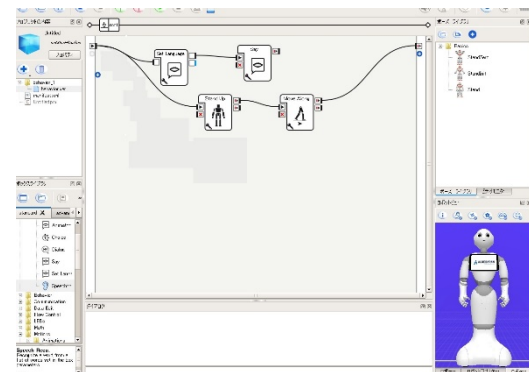


Fig.1 A sample of program using Choregraphe

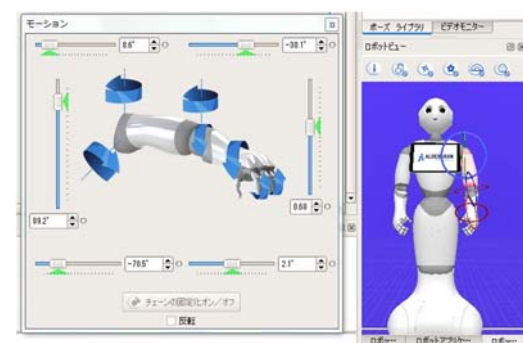


Fig.2 A sample of making of a pose

2.3 受付・案内ロボットの開発

「とっとり自然環境館」³⁾に設置する Pepper 向けの受付・案内プログラム、および「秋の BSS まつり」⁴⁾のデモンストレーション向けのプログラムを開発した。前者は 2015 年 7 月 20 日から設置が始まり (Fig.3)、後者は 2015 年 9 月 26 日に開催された (Fig.4)。



Fig3 The Pepper in Tottori Shizen Kankyokan



Fig4 The Pepper in BSS Autumn Festival

3. 受付・案内プログラム

3.1 プログラム構成

開発した受付・案内プログラムは、Fig.5に示すように、

- ・説明 (とっとり自然環境館他の説明)
- ・クイズ (2択クイズを3問)
- ・ダンス (オリジナルの Pepper 警部他)
- ・会話 (挨拶などの簡単な会話)

から構成されている。

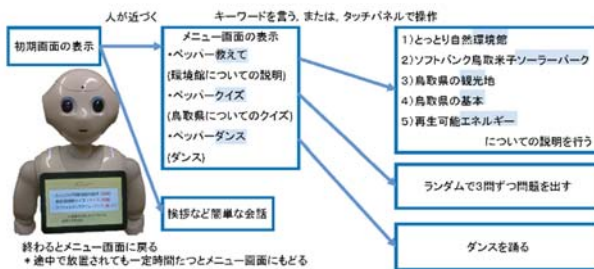


Fig 5 Construction of the program

3.2 Choregraphe を使ったプログラム作成

受付・案内プログラムのうち、クイズおよびインストール済みアプリの起動プログラムを Fig.6 および Fig.7 に示す。

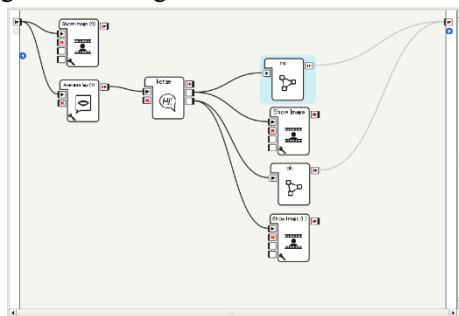


Fig.6 A program of a quiz

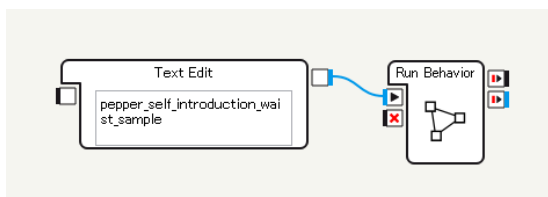


Fig.7 Execution of the installed application

4. 画像認識による対応した動作

4.1 撮影した画像のサーバへの送信

Pepper で撮影した画像を Web サーバに送る。form タグの method を post にし、enctype を multipart/form-data にすることにより、画像ファイルをアップロードする。アップロードされたファイルは PHP で作成したプログラムで受信する。

4.2 サーバでの画像認識および結果の返信

PHP で受信した画像ファイルは OpenCV を使って画像処理・認識を行う。認識結果(文字列)は PHP を使って Pepper へ返される。

これら一連の処理は、Choregraphe の HTTP Get Box を用いて行う。Web サーバアクセスのプログラム例を Fig.8 に示す。

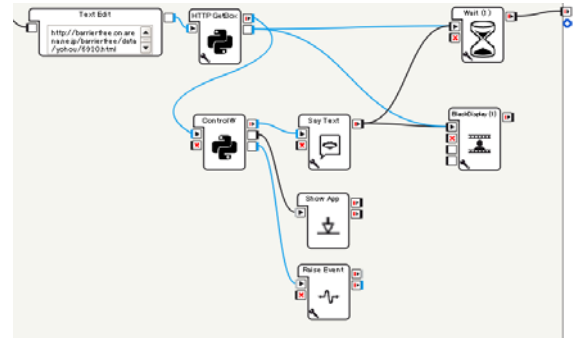


Fig.8 A Sample program of Web sever access

5. まとめ

Pepper を用いた受付・案内ロボットの開発に取り組み、とっとり自然環境館に設置するとともに、秋の BSS まつりや本校のオープンキャンパスでデモを行った。

今後は、鳥取県立むきばんだ史跡公園向けの受付・案内ロボットの開発、および人の手や腕の動きに対応した動作の実現を図りたい。

謝辞

本研究を進めるにあたり、開発者向けの Pepper をお貸しいただくとともに、懇切にご指導をいただいている米子市の榎エッグ 高下士良社長、足立匡氏、西村浩次氏に心より感謝します。

参考文献

- 1) Pepper の製品情報 : <http://www.softbank.jp/robot/consumer/products/spec/>
- 2) Choregraphe : https://community.aldebaran.com/ja/resources/software/language/ja/robot/pepper-3/field_software_type/choregraphe/os/windows-6
- 3) とっとり自然環境館 : <http://www.eco-tottori.com/kankyokan/>
- 4) 秋の BSS まつり 2015 : <http://www.bss.jp/util/entry/10676.html>

Pepper を用いた受付・案内ロボット [1] ～ハードウェア仕様とプログラム開発環境～

河野研究室 住田 はるか

1. はじめに

音声機能を持ち、会話によって人とコミュニケーションをとることのできるコミュニケーションロボットが普及し始めており、今後、コンピュータ機器に対するユーザーインターフェースとしての発展が期待されている。

そこで、本研究では、コミュニケーションロボットを用いたユーザーインターフェースの実現の試みとして、Pepper を用いた受付・案内プログラムの開発に取り組んだ。尚、本研究は(株)エッグとの共同研究で実施している。

2. Pepper の概要

Pepper は、アルデバランロボティクス社がソフトバンク社のニーズに対応して開発した世界初の感情認識パーソナルロボットである。搭載された各種センサによって、人の声や表情から感情を認識し、人間と共生することを目標に作られている。

開発者向けに初回生産 300 台の販売が 2015 年 2 月 27 日に開始され、一般向けに 6 月末から毎月 1000 台ずつ販売されている。本研究では 10 月に 1 台導入した。

2. 1 Pepper のハードウェア仕様

Pepper の主なハードウェア仕様は以下の通りである。^[1]

- サイズ：1210×480×425 mm
- 重量：29kg
- バッテリー：リチウムイオン
容量：30.0Ah/795Wh
- 通信方式：
Wi-Fi (IEEE 802.11 a/b/g/n 2.4GHz/5GHz)
イーサネット (10/100/1000 base T)
- 頭・手・胸・足に 3D センサやタッチセンサ等
- 頭部に RGB カメラとマイク
- 胸に 10.1 インチタッチディスプレイ
- 20 自由度の関節とオムニホイールによる移動



図1 Pepper

2. 2 Pepper の機能

- 多言語での会話
- 顔の認識と登録
- インターネット接続による情報獲得・提供
- 写真・動画の撮影
- 人や障害物との衝突防止
- オートバランス
- アプリのダウンロード

3. Pepper のプログラム開発環境

- プラットフォーム：NAOqi OS
- アプリ開発環境：Choregraphe (コレグラフ)
Choregraphe は、アルデバランロボティクス社の人型ロボット NAO 用に開発された開発ツールである。

3. 1 Choregraphe の機能^[2]

- シミュレーション
- インストールと再生
- アプリの実機
- アプリの作成
- 状態のモニター

3. 2 アプリの作成方法

様々な機能を持ったボックスをドラッグ&ドロップによって組み合わせることにより、アプリを作成することができる。

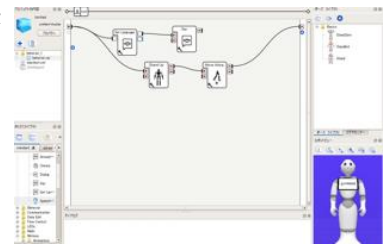


図2 Choregraphe 作成画面

3. 3 ボックスの詳細

会話、ポーズ指定、顔認識、データ取得(日付など)、センサの検知、信号制御 (if, switch...) など様々なボックスが用意されている。ボックス内はプログラミング言語 Python で記述されており、処理の追加・修正が可能である。

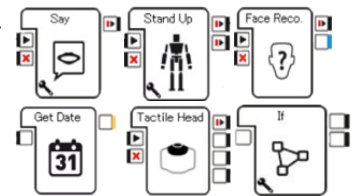
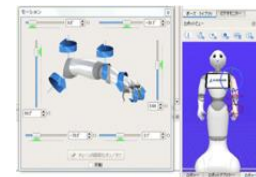


図3 各種ボックス

4. まとめ

Pepper を用いた「とっとり自然環境館」等向けの受付・案内プログラムを開発した。今後の課題は以下の通りである。

- ①鳥取県立むさびんだ史跡公園向けの受付・案内プログラムの作成
- ②画像処理による人の動きに対応した動作の実現
- ③家庭内機器の遠隔制御の実現

<参考文献>

- [1]<http://www.softbank.jp/robot/consumer/products/spec/>
[2]https://community.aldebaran.com/ja/resources/software/language/ja/robot/pepper3/field_software_type/choreguraph/e/os/windows-6

Pepper を用いた受付・案内ロボット [2]

～受付・案内プログラムの開発～

河野研究室 清水 航

1. はじめに

音声認識機能を持ち、会話によって人とコミュニケーションをとることのできるコミュニケーションロボットが普及し始めており、今後、コンピュータ機器に対するユーザーインターフェースとしての発展が期待されている。

そこで、本研究では、コミュニケーションロボットを用いたユーザーインターフェース実現の試みとして、Pepper を用いた受付・案内プログラムの開発に取り組んだ。尚、本研究は(株)エッグとの共同研究で実施している。

2. 受付・案内プログラムの開発

本研究では、「とっとり自然環境館」等を訪れる人の対応を、Pepper に行わせる受付・案内プログラムの開発を行った。

2. 1 プログラムの機能

受付・案内プログラムの機能は以下の通りである。

【説明】番号に対応した説明を行うとともに、胸のタッチディスプレイには関連する画像を表示する。

【会話】挨拶など簡単な会話を行う。

【時刻・日付】尋ねると現在の時刻や日付を答える。

【クイズ】問題をランダムで3問出題し、答えると正解/不正解を知らせるとともに対応した動作を行う。

【ダンス】ポーズを繋ぎ合わせて作成したダンスを行う。

【インストール済みアプリの実行】

アプリストアからダウンロードした Pepper アプリを本プログラム上から実行する。

2. 2 プログラムの構成

開発した受付・案内プログラムの構成を図1に示す。まず初期画面を表示し、話しかけるなどのきっかけでメニュー

画面に移行するようにした。メニュー画面でキーワードを聞き取ると対応した機能を実行し、終了すると再びメニュー画面に戻る。また、メニュー画面では会話や時刻・日付の読み上げも可能である。

3. 画像認識による人の動きに対応した動作

人の手や腕の動きの認識は提供されている機能では実現が難しい。そのため、Pepper で撮影した画像をサーバへ送信し、画像認識を行った結果を Pepper へ返すことで人の動きに対応した動作を行わせることを考えた。

3. 1 メールによる画像の送信

図2に示すように、Choregraphe に用意されている Send E-mail ボックスを用いて、撮影した画像をメールの添付ファイルとして送信することにした^[1]。

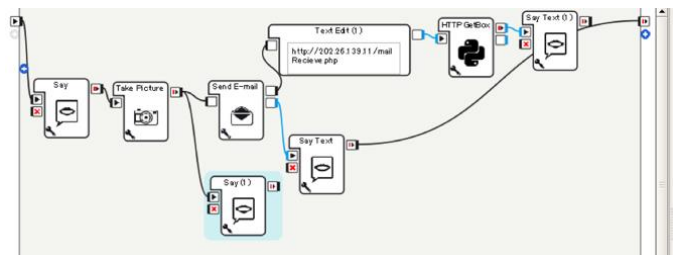


図2 メールによる画像の送信

3. 2 送信された画像の保存

PHP のプログラムによってメールの添付画像をサーバに保存する^[2]。この PHP プログラムは HTTP GetBox ボックスを使って Pepper から起動され、PHP プログラム内で画像処理を行い、結果を Pepper へ返す。

4. まとめ

Pepper を用いた「とっとり自然環境館」等向けの受付・案内プログラムを開発した。

今後の課題は以下の通りである。

- ①鳥取県立むきばんだ史跡公園向けの受付・案内プログラムの作成
- ②画像処理による人の動きに対応した動作の実現
- ③家庭内機器の遠隔制御の実現

<参考文献>

[1] <http://arit-clt.com/2014/12/18/pepper-pepper アプリケーション開発%E3%80%80～メールを送ってみ/>

[2] <http://php.net/manual/ja/function.imap-open.php>

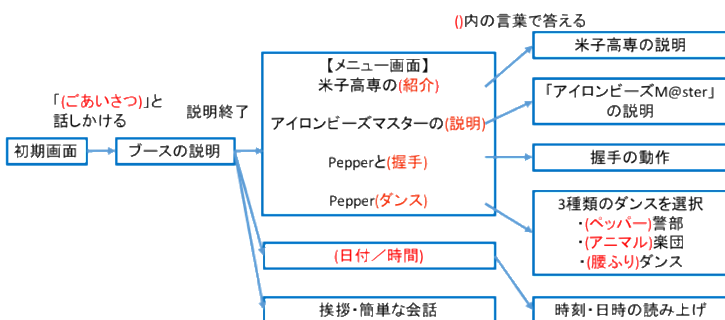


図1 「秋のBSSまつり」向けプログラムの構成