みえないめいろ：壁認知型の巨大迷路システム

藤井誠貴[†1]　中道上[†1]　渡辺恵太[†2]　小滝泰弘[†3]

概要：IT を活用した大型アトラクションが注目されている．本研究では Beacon を利用したロケーション技術を用いて，1 つの施設において複数の迷路を体験可能な「みえないめいろ」を提案する．参加者は Beacon から発信された電波をもとに携帯端末を通じて通知される音とバイブレーション，そして同時に表示される迷路画面から隠された壁を認知して迷路を進めていく．これによって，1 つの施設の中で複数のグループが同時に別々の迷路を体験することが可能となる．大学祭において実施し，参加者にインタビューした結果，何度も遊べることに対し高い評価が得られた．また，管理側の利点として，遮蔽物が少ないため困っている参加者に対して素早く対応可能な点が挙げられる．

キーワード：ロケーション，Beacon，センサー，行動分析，アトラクション

Mienai-Meiro: Wall cognitive maze system

MASATAKA FUJII[†1]　NOBORU NAKAMICHI[†1]
KEITA WATANABE[†2]　YASUHIRO ODAKI[†3]

Abstract: Attractions using the information technology are spreading. We propose Mienai-Meiro using location technology by Beacon. It provides multiple mazes in one facility. Participants recognize the hidden wall notified of from smart phone and walk around in mazes. Those walls are notified of as sound and a vibration and also are shown to UI. Multiple groups can experience different mazes in Mienai-Meiro. We opened this attraction for 2 days in a college festival. It appreciated as new attraction that you can play many times. The advantage of the management side is that it can quickly respond to troubled participants because there are few obstacles.

Keywords: Location technology, Beacon, Sensor, Behavior analysis, Attraction

1. はじめに

お化け屋敷, リアル RPG やリアル脱出ゲームといった大型アトラクションが IT の活用によって, 再び注目を集めている．このような大型アトラクションには，巨大な迷路に様々なギミックを組み込んだものが多く見られる．この巨大迷路は，1980 年代に流行したランズボローメイズの流れを汲むものが多い．ランズボローメイズとは，1980 年代に起こった巨大迷路ブームの際に多くの巨大迷路を手掛けた，スチュワート・ランズボロー氏から由来する．この迷路の特徴は，可動式の板塀を利用しており，定期的に設計を変えて異なるパターンの迷路を提供することが可能である．立体交差やチェックポイント，緊急避難用のゲートなどを設け，幅広い年齢が楽しめる手軽な娯楽として成立した．

巨大迷路の興業者側の利点として設置費用や撤去費用の安さ，維持管理の容易さなどが挙げられる[1]．しかし近年，興行されている大型アトラクションはランズボローメイズの理念を継承しておらず，形態をまね，隙間無く壁を作った施設や難度の高さだけを煽った施設など，正規外の模倣されたものとなっている[2]．そのため，遊べる回数は一度きりとなり，維持・管理の面においても装飾等により費用が莫大になっており，利点が失われている．

本研究では Beacon を利用したロケーション技術を用いて，1 つの施設において複数の迷路を体験可能な「みえないめいろ」を提案する．

†1 福山大学　工学部
Fukuyama University
†2 株式会社 DNP 情報システム
DNP Information Systems Co,Ltd
†3 株式会社信興テクノミスト
Sinko Technomist Co.

2. みえないめいろ

本論文ではランズボローメイズを継承した「みえないめいろ」を提案する．提案アトラクションでは，Beacon を利用したロケーション技術を用いることによって 1 つの施設において複数の迷路を体験可能にしている．提案アトラクションの模型を図 1 に示す．提案アトラクションでは，一切の壁を取り払い, 基点となる柱のみを設置する. そして，迷路で必須の壁は，Beacon と携帯端末を組み合わせることにより，仮想の隠れた壁として機能させる．目で実際に見ることが出来ない隠された迷路であることから「みえないめいろ」と名付けた．提案アトラクションは専用アプリケーションをインストールした携帯端末を 1 グループに一台渡し，その端末を保持した状態でアトラクション内を探索する．

近年，VR(Virtual Reality)が普及しつつあり，提案アトラクションにおいても導入を検討したが，採用することはなかった．理由として，現実世界を基点としたアトラクションであるため，VR で上書きするための利点がないためで

© 2017 Information Processing Society of Japan

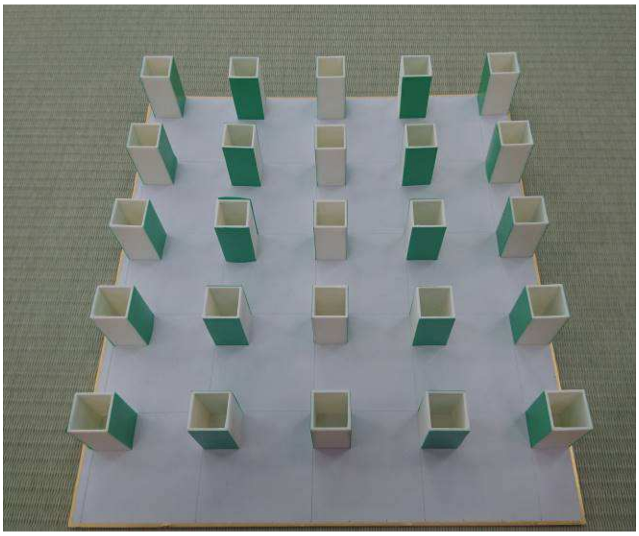

図 1　みえないめいろの模型

Figure1　Prototype of Mienai-Meiro

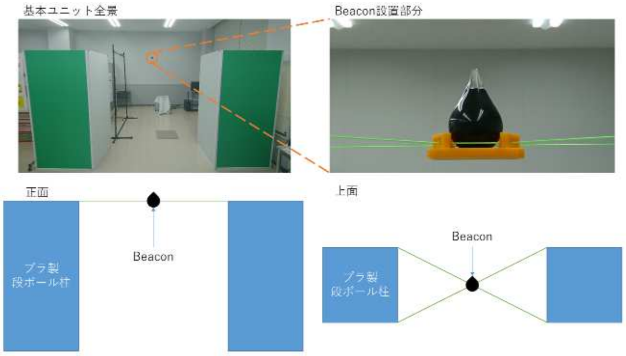

図 2　提案アトラクションの構成

Figure2　Structure of the attraction

ある．また，複数名(カップルや家族等)でにぎやかに探索することを目的にしているため，ヘッドマウントディスプレイ等を装着した状態では，現実世界での経験を共有することが困難であると考えられるためである．

2.1　設備の基本構成

提案アトラクションを構成する基本ユニットを図 2 に示す．基本ユニットは，プラスチック製段ボールで構成された柱(以下，プラダン柱)2 本，プラダン柱連結兼 Beacon 設置用専用台座(以下，専用台座)固定用の紐(以下，紐)2 本，Beacon 1 基，専用台座 1 個で構成される．

Beacon とはロケーション情報を扱うシステムの一種である．Beacon を活用した例として，屋内避難支援システム[3]が挙げられる．地震などの災害発生時に施設内に発生した危険な場所の情報を利用者に提供し，Beacon を用いて避難活動を支援する．

提案アトラクションで使用する Beacon は Bluetooth4.0 規格である BLE(Bluetooth Low Energy)を使用しており，特別な操作(ペアリング等)を行うことなく，使用することができる．また，安価で取り揃えることができ，ボタン電池のみで駆動するため，機器の維持の負担が少ないことから Beacon を採用した．

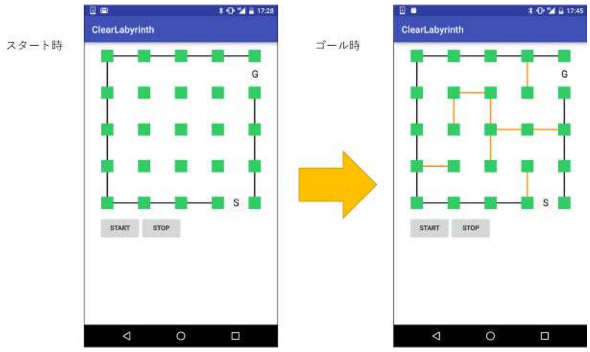

図 3　迷路探索時のアプリケーション UI

Figure3　User interface of Mienai-Meiro

図 4　提案アプリケーション UI の設定画面

Figure4　Maze setting screen

設置方法は，一定間隔に設置したプラダン柱の対面上端に二本の紐を張り，専用台座を装着(図 2 左上)，専用台座上に Beacon を設置する(図 2 右上)．この基本ユニットに使用される構成物は軽量であり，万が一の事故時にもケガなどをしにくいものとなっている．また，設営・撤収も容易であり，労力の軽減にもつながると考える．

2.2　アプリケーション「Clear Labyrinth」

提案アトラクションを遊ぶための専用アプリケーションとして，「Clear Labyrinth」(以下，CL)を使用する．CL のインターフェースを図 3，4 に示す．スタート時は迷路の壁は表示されていない．アトラクション内を探索することで，CL 内であらかじめ設定された ID と対応する Beacon に接近すると迷路の壁が画面上に現れる．この時，携帯端末は音とバイブレーションにより参加者に通知する．この動作を繰り返し，迷路の壁を出現させながらゴールを目指す．

迷路の設定画面は，CL 下部に設けている．壁の設定はチェックボックスで選択する形式である．［ANSWER］を押すことにより，迷路探索画面に設定画面で設定した壁が表示され，迷路を確認しながら設定することが可能である．

2.3　現行アトラクションからの優位性

提案アトラクションでは現在多く見かけるお化け屋敷，

© 2017 Information Processing Society of Japan

リアル RPG やリアル脱出ゲームといったアトラクションと比べて，以下の利点があげられる．

(1) 繰り返し遊ぶことが可能

壁を取り払い，画面上で表示させることにより複数パターンの迷路を同時に複数人が利用することが可能である．また，ランズボローメイズで行われていた定期的な壁の変更も，端末内での迷路の設定の変更のみで可能であるため，迷路変更にかかる時間が短い．

(2) 規模の調整が容易

基本の構成がシンプルなため，規模の拡張や縮小が容易であり，規模を試算することも容易である．

(3) ゲーム性の拡張が可能

イベント制御を盛り込むことでアドベンチャーや RPG，脱出ゲームに転用が可能である．

3. 壁認知の事前実験

提案アトラクションでは一切の壁を設置しないため，隠された迷路の壁を参加者が正しく認知できる必要がある．そのため，参加者が隠された迷路の壁を携帯端末の通知のみで認知できる距離を見つけ出す必要がある．Beacon を利用したロケーション技術を用いた隠された壁に対する認知度合いについて，大学生 15 名に対して事前実験を行った．

3.1 使用デバイスと実験レイアウト

基本ユニットから 2m 離れた位置をスタート地点とし，図 5 のように配置した．図 6 は実験時の風景である．また使用した Beacon と携帯端末を下記に示す．

Beacon：Braveridge 製 BVMCN1001CRH B

携帯端末： NEXUS 6 を 3 台

3.2 先行実験データ

先行実験[3]において 45cm，90cm，135cm の RSSI 値を計測しており，表 1 のようにまとめられている．そのデータから参加者の負担軽減のため 3 パターン(RSSI 値：-76(近い)，-81，-87(遠い))の数値を取り出している．本実験ではそれらのデータを用いて，隠された壁の認知度合いについて調査した．

表 1 RSSI 値の信頼区間および平均値

Table1 Confidence interval and average calculation of RSSI values

距離	信頼区間 95%	信頼区間 75%	平均値
45cm	-82	-76	-73.5
90cm	-90	-87	-80.6

3.3 実験手順

1. 接近通知アプリケーションをインストールした携帯端末を 3 台用意し，それぞれに参照した RSSI 値を適用する．
2. 参加者はまず RSSI 値-76 に設定した携帯端末を持つ．
3. 携帯端末を保持した状態で，基本ユニットに向かって歩行する．

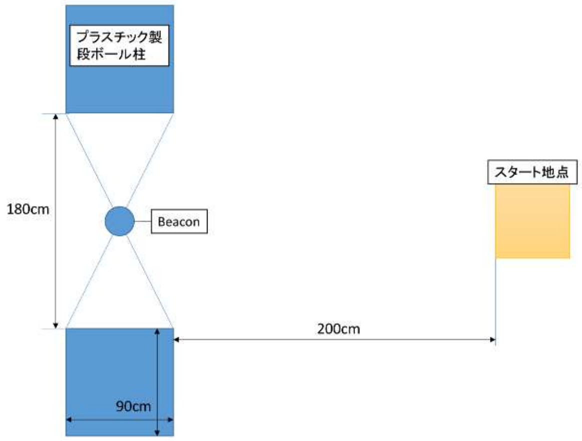

図 5 実験設備レイアウト

Figure5 The layout of the experimental equipment

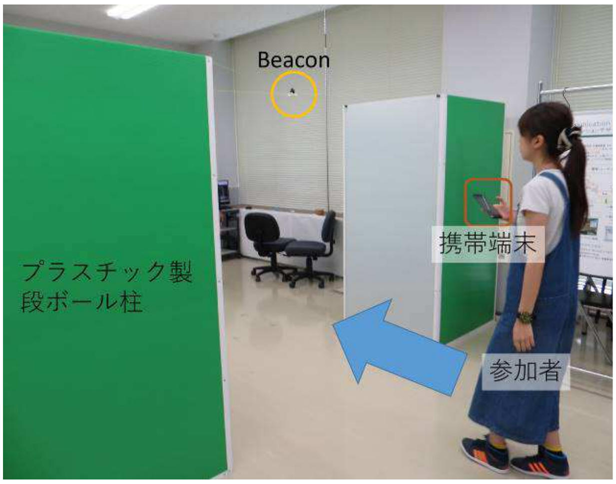

図 6 壁認知の実験風景

Figure6 Cognitive experiment of virtual wall

4. 端末の鳴動により，基本ユニットの間に壁があると認知した場所で終了し，次の端末へ交換する．
5. -81，-87 でも同様の手順を踏む
6. 3 パターン終了後，アンケートを実施

3.4 壁認知のアンケート結果

RSSI 値毎の隠された壁の認知しやすさについてアンケート結果を表 2 に示す．表 2 より，Beacon から最も遠い RSSI 値-87 を選択した人が最多であることが分かった．このことから，隠された壁はある程度離れた位置から通知されることによって認知が促されると考えられる．

表 2 壁の認知しやすさのアンケート結果

Table2 Questionnaire result of virtual wall cognitive

RSSI 値 (距離)		-76 (近い)	-81	-87 (遠い)
認知度合い	易	1 名	6 名	8 名
	普通	2 名	9 名	4 名
	難	12 名	0 名	3 名

© 2017 Information Processing Society of Japan

図 7　「みえないめいろ」の設置
Figure7　Setting up of Mienai-Meiro

図 8　「みえないめいろ」の実施風景
Figure8　Implementation of Mienai-Meiro

4. アトラクションの実演

3 章の事前実験のアンケート結果を基に，提案アトラクションを 2016 年 10 月 15－16 日の 2 日間に行われた大学祭で実演した．今回は図 7 の通り，プラダン柱を 5x5 で設置した．設置間隔は福山大学大学会館の床タイルサイズ(45cm x 45cm)を基に，大人二人が通るのに余裕のある 180cm に設定した．迷路サイズは約 12m 角の正方形となった．図 8 は実際の実演風景である．

2.3 節で挙げた利点に加えて，今回実施した中で明らかとなった利点として大きく下記の 3 点が挙げられる．

(1) 利用者へのフォローが行いやすい

一切の壁をなくしたことによって遮蔽物が少なくなり，迷路内で困っている利用者に対して素早く対応が可能である．そのため，アトラクション内部へスタッフを配置する必要がないため，運営スタッフの人員を減らすことが可能となった．

(2) 混雑状況の把握が容易

外からアトラクション内部を確認できるため，混雑状況を把握しやすく，次組の出走タイミングの調整が容易である．

(3) 子供だけでも遊ばせられる

万が一の事故でもケガをしにくいプラスチック段ボールや重くないデバイスを用いているため，親がそばにつかずに子供だけでも安心して遊ぶことができる．

今回実施した中で明らかとなった問題点・今後の課題として大きく下記の 3 点が挙げられる．一つは，自分の位置を把握することが難しい点である．実演前ではスタート位置とゴール位置を固定することで，現在地を見失ったとしてもすぐに再認知できると考えていた．しかし，ゴール後に利用者にインタビューを行うと，現在地の再認知に時間を要したことが分かった．改善案として，「迷路を進行方向が上に向くように回転させる」，「自分の位置が見えるようにすると遊びやすいのではないか」などといった意見が得られた．もう一つは，電子音とバイブレーションの通知方法では，なぜ音が鳴っていてバイブレーションしているのか，すぐに認知しづらいとの意見も寄せられた．こちらもインタビューを行うと，「音声での通知や文字を表示してはどうか」といった意見がでた．また小さい子供(小学校低学年程度まで)では設置している Beacon までの距離が遠くなるため，反応が悪くなることが反映した．精度面での改善，調整が必要である．

5. おわりに

本研究では，Beacon を利用したロケーション技術を用いて，1 つの施設において複数の迷路を体験可能な「みえないめいろ」を提案した．提案アトラクションでは，1 つの施設の中で複数のグループが同時に別々の迷路を体験することが可能となる．

大学祭で実演を行い，参加者に対して行ったインタビューでは，何度も遊べることに対し高い評価が得られた．また，管理側の利点として，遮蔽物が少ないため困っている参加者に対して素早く対応可能な点が判明した．しかし，インターフェース面の問題点もあげられ，改善すべき点があることも判明した．

今後は，インターフェースを改善するとともに迷路の自動生成機能の追加，今回実演した 5x5 以外の小規模および大規模にした場合のゲーム性の実証実験，難易度評価技法について検討を進めていく予定である．

参考文献

[1] “迷路 - Wikipedia”. https://ja.wikipedia.org/wiki/迷路, (参照 2016-12-22).
[2] “ランズボローメイズ - Seesaa wiki”. http://seesaawiki.jp/w/den04nejiddd/d/ランズボローメイズについて, (参照 2016-12-22).
[3] 藤井誠貴，中道上，渡辺恵太，小滝泰弘. Beacon を活用した屋内における危険エリア通知システム. 平成 28 年度（第 67 回）電気・情報関連学会中国支部連合大会, R16-25-10 (2016).

© 2017 Information Processing Society of Japan