

人間行動計測環境「5x5 Cuboid」の提案と AR 迷路オブジェクトの検討

田邊基起¹ 山中正敬² 西山佳吾² 小山惇之介² 中道上^{†2,3}

近年、イベントなどで段ボールやエアークッションといった様々な形で巨大迷路が楽しまれている。本研究では、人間行動計測環境としてプラスチック段ボールで作られた 25 本の柱を持つ「5x5 Cuboid 環境」を提案する。「5x5 Cuboid 環境」を用いて、巨大迷路の壁を AR オブジェクトとして表示した AR 迷路の設計について検討する。本論文では AR 迷路における AR オブジェクトとして、どのような機能やデザインが必要であるか分析する。

1. はじめに

段ボールやエアークッションといった様々な形で巨大迷路が楽しまれている。しかし、これらの従来の迷路は道順が固定されており、繰り返し遊ぶ場合、飽きられやすいという問題がある。そのため、遊ぶたびに迷路の壁の位置を変えることができる「みえないめいろ」が提案されている。「みえないめいろ」は、実際に迷路の壁を配置するのではなく、スマートフォンの迷路アプリ（「V-Wall App」[1]）上に表示する。迷路のスタート時点では壁が表示されず、アトラクションをプレイしているうちに、ユーザーのスマートフォンが柱の間の壁の位置に近づくと画面上に壁が表示される。しかしセンサーの取り付けなどの準備に手間がかかっている。

本研究では、巨大迷路といったエンターテインメントをはじめ避難行動などの人間行動を計測する環境として「5x5 Cuboid」を提案する。「5x5 Cuboid」環境はプラスチック段ボールで作られた 25 本の柱を持ち、センサーや AR、VR 等の技術を組み合わせてエンターテインメント環境を実現する。

近年、スマートモバイルデバイスの急速な発展に伴い、エンターテインメントの分野における拡張現実 (AR) 技術の研究が徐々に話題になっている。本研究では、「5x5 Cuboid」に AR 技術を組み合わせた AR 迷路の設計についてデザイン実験をもとに検討を進める。AR 迷路で表示する AR コンテンツとして、3D オブジェクトを表示し、AR 迷路で表示する 3D オブジェクトを以後 AR オブジェクトと呼ぶ。AR 迷路における AR オブジェクトとして、どのような機能やデザインが必要であるかを検討する。

2. 「5x5 Cuboid」の提案と AR 迷路の検討

近年の巨大迷路では、固定の壁を用いる迷路（壁を固定された迷路）が主流となっている。ランダムな壁を用いる場合もフィジカル空間での作成は可能ではあるが、人手や



図 1. 「5x5 Cuboid」を用いた迷路環境

設備の問題などもあり実現することが難しい。

本研究では、センサーや AR、VR 等の技術を組み合わせてエンターテインメント環境を実現するための人間行動を計測する環境として「5x5 Cuboid」を提案する。

2.1 人間行動計測環境「5x5 Cuboid」の提案

エンターテインメント空間における人間行動を計測するための環境として、5x5 Cuboid を提案する。5x5_Cuboid 環境を図 1 に示す。5x5 Cuboid は、プラスチック段ボールで作られた 25 本の柱を持つ環境である。5x5 Cuboid では、迷路の壁は取り除かれており、基点となる迷路の柱だけが配置されている。5x5 Cuboid を従来の巨大迷路として使用する場合は、柱と柱の間に壁を配置することによって巨大迷路環境を実現することが可能である。

5x5 Cuboid の柱は、縦 180cm、横 90cm の標準サイズのプラスチック段ボール板を 4 枚組み合わせる形で作られている。この柱に使用されているプラスチック段ボールは軽量で丈夫であるため、ぶつかっても怪我をしにくい。また、4 枚のプラスチック段ボール板は接合されており、折り畳み可能であるため、設営や撤去も容易に実施することができる。

5x5cuboid 環境を用いたみえないめいろ[2]を実施した際に、従来の巨大迷路に比べて以下の利点が報告されている。

- (1) 繰り返し遊ぶことが可能

1 福山大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Fukuyama University.
2 福山大学
Fukuyama University.

3 アンカーデザイン株式会社
ANKER DESINE Inc.

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) 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

(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、親がそばにつきあわずに子供だけでも安心して遊ぶことができる。

2.2 AR 迷路の検討

5x5 Cuboid を用いた新たな巨大迷路として、AR 迷路を検討する。AR 迷路では、モバイル端末のカメラと AR マーカーを利用した AR 技術を利用する。5x5 Cuboid 内の壁位置に AR オブジェクトを表示することで、巨大迷路を実現する。また AR マーカーのデザインを複数用意し、表示される AR オブジェクトも複数用意することによって、それらを組み合わせて複数の巨大迷路を実現することが可能となる。準備には AR マーカーを配置するのみであるため、センサー位置を考える必要がなく「みえないめいろ」よりも容易に準備ができる可能性がある。

本研究では、巨大迷路の壁として表示する AR オブジェクトに、どのような機能やデザインが必要であるかについて検討する。AR オブジェクトを表示するための AR マーカーは、地面や柱など様々な位置に配置可能である。今回は AR 迷路として、AR マーカーを地面に設置した場合を想定し、検討を進める。

3. AR オブジェクトのデザイン実験

従来の巨大迷路では、道が通れる場合には、壁は存在しない。しかし、AR 迷路では通れる場合に、オブジェクトを表示するべきか、また通れることを示す AR オブジェクトはどのようなものが適切なかの分析する。

AR オブジェクトのデザイン実験として、参加者 79 名に、AR オブジェクトの表示について、アンケートを実施した。今回のアンケートでは、AR マーカーを読み取った際に表示されるオブジェクトとして、参加者自身が適切だと思う AR オブジェクトを通れる場合、通れない場合でそれぞれ記入した。また、壁がない通れる道の場合にも、AR オブジェクトの表示が必要かどうかのアンケートを行った。図 2 に今回実施したアンケートを示す。

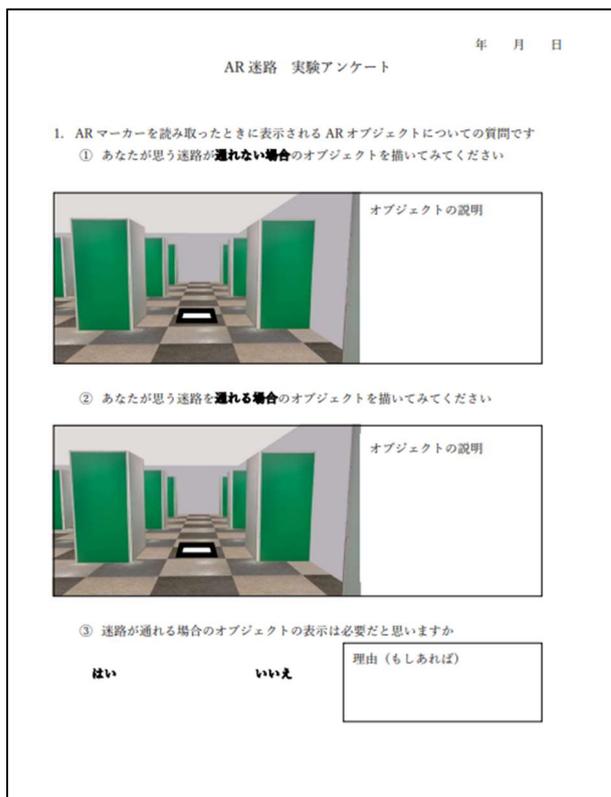


図 2.AR オブジェクトアンケート

表 1.AR オブジェクト分類内訳表

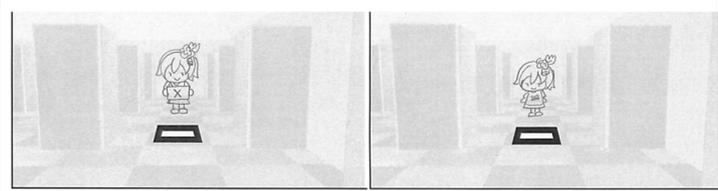
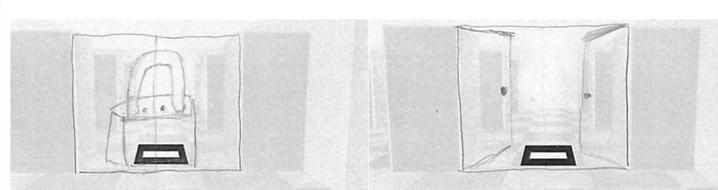
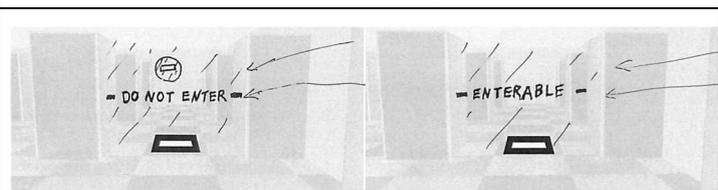
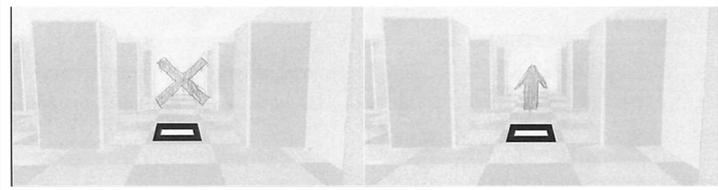
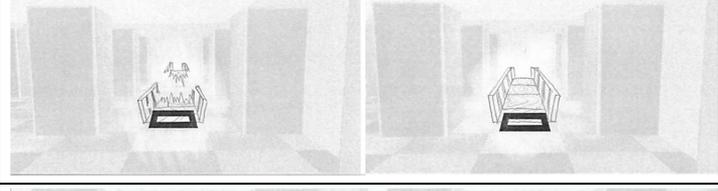
	通れない場合のオブジェクト	通れる場合のオブジェクト
1. キャラクター	18	8
2. アーチ	12	15
3. アロー	0	23
4. 文字	5	4
5. オブジェクト	44	29

3.1 通れる場合の AR オブジェクト表示の必要性分析

AR 迷路を作成するにあたって、AR オブジェクトの表示の必要性に着目した。一般的には AR マーカーをカメラで読み込んだ場合には、3D オブジェクトが表示される。しかし、壁がない通れる道の場合に巨大迷路のように何も表示されないと AR カメラの不具合を疑う可能性がある。そのため、参加者に 79 名に壁がない通れる道の場合にも、AR オブジェクトの表示が必要かどうかのアンケートを行った。

アンケートの結果、79 名中 55 名 (69.6%) が、壁がない通れる道の場合においても、AR オブジェクトの表示が必要であると答えた。この結果は、従来の巨大迷路と異なり、AR 迷路においては通れる箇所でも AR オブジェクトを表示することがユーザーにとって重要であることが明らかとなった。

表 2. 迷路オブジェクトパターン比較表

AR オブジェクト パターン	パターンのデザイン 左：通れない，右：通れる	通れない 5段階評価	通れる 5段階評価	適切 5段階評価
キャラ x キャラ パターン		2.04	4.47	4.03
キャラ x アロー パターン		2.49	1.70	2.69
アーチ x アーチ パターン		1.93	1.40	1.76
文字 x 文字 パターン		2.23	3.79	3.86
バツ x アロー パターン		1.36	1.86	2.20
橋 x 橋 パターン		2.26	2.03	2.47
標識 x 標識 パターン		1.40	3.51	3.13
バツ x マル パターン		1.49	1.75	1.90

3.2 ARオブジェクトの分類

今回の実験では、参加者 79 名から通れる場合、通れない場合の AR オブジェクトのデザイン案を収集した。それら AR オブジェクトのデザイン案に対して、筆者らで分類した。分類した AR オブジェクト分類内訳を表 1 に示す。

分類した結果、AR オブジェクトの分類について通れる AR オブジェクトを「キャラクター」「アーチ」「アロー」「文字」「オブジェクト」に分類を行い、通れない AR オブジェクトについても同様に 5 つの分類した。通れない AR オブジェクトの内訳では「キャラクター」18 名、「アーチ」12 名、「アロー」0 名、「文字」5 名、「オブジェクト」44 名だった。また通れる AR オブジェクトの内訳として、「キャラクター」8 名、「アーチ」15 名、「アロー」23 名、「文字」4 名、「オブジェクト」29 名だった。

上記の結果から、通れない AR オブジェクトとしては特に「キャラクター」や「アーチ」が多くデザインされており、これらのオブジェクトは、通れる場合には迷路の通行が妨げられる可能性が考えられる。一方で、通れる AR オブジェクトとしては、「アロー」と「オブジェクト」が多く参加者にデザインされており、これらのオブジェクトは迷路内での案内や視覚的なガイドとして適切であると考えられる。これらの特徴を考慮すると、AR 迷路において通れる AR オブジェクトとしては「アロー」「オブジェクト」が選択肢としては、好ましい結果となった。また、通れない AR オブジェクトでは、ユーザーが確認し、通れると誤認しないように配慮する必要がある。

4. AR オブジェクトの比較評価

AR オブジェクトのデザイン実験で収集した AR オブジェクトを分類した結果をもとに、オブジェクトの比較評価実験を行った。パターンは「通れないオブジェクト x 通れるオブジェクト」で表記を行う。今回、比較を行ったパターンは「キャラ x キャラ」「キャラ x アロー」「アーチ x アーチ」「文字 x 文字」「バツ (オブジェクト) x アロー」「橋 (オブジェクト) x 橋 (オブジェクト)」「道路標識 (オブジェクト) x 道路標識 (オブジェクト)」「バツ (オブジェクト) x マル (オブジェクト)」の 8 つのパターンを作成した。

参加者 79 名にアンケートを行い、それぞれの迷路パターンを 1 が良い、5 が悪い、の 5 段階評価で評価を行う。8 パターンの迷路オブジェクトを比較評価した結果を表 2 に示す。

AR オブジェクトの比較実験では、8 つの異なるパターンに対して参加者に 5 段階評価で評価を行いました。通れない AR オブジェクトでは、「バツ」と「道路標識」が高い評価を得られた。また通れる場合の AR オブジェクトでは、「アーチ」「アロー」「マル」が高い評価を得た。

組み合わせで表示する場合に、最も適切であると評価が

得られたものは、「アーチ x アーチ」であり、AR 迷路の際に表示させる AR オブジェクトとして適している可能性があることが明らかとなった。

ただし、これらの結果は、紙上にデザインされた AR オブジェクトであるため、実際に実装した場合には評価が変わる可能性も考えられる。特にスマートフォンの画面サイズによっては AR コンテンツが画面内に入りきらない可能性がある。そのため今後、実際に AR コンテンツを実装したうえでの比較評価実験についても検討を進めていきたい。

5. おわりに

本研究では、人間行動計測環境「5x5_Cuboid」の提案と「5x5_Cuboid」を用いた AR 迷路での AR オブジェクトについて検討を行った。79 名に参加者にアンケートを行い、その結果、約 69.6%が AR 迷路において通れる箇所でも、AR オブジェクトの表示が必要であると回答し、AR オブジェクトを表示することが迷路の参加者にとって重要であることが明らかとなった。

AR オブジェクト比較の実験では、8 つの異なるパターンに対して、参加者に 5 段階評価での評価を行ってもらった。通れないオブジェクトだけで評価した場合には、「バツ」「道路標識」の評価が高くなった。同様に、通れる場合の AR オブジェクトには、「アーチ」「アロー」「マル」の評価が高くなった。最適な AR オブジェクトについてのアンケートから組み合わせとして、オブジェクトを評価した場合では「アーチ x アーチ」が 1 番高い評価となり、AR 迷路を行う上で適していることが明らかとなった。

今後の展望として、実際に実空間上で AR 迷路を体験してもらった場合での比較評価を行うことを想定している。また人間行動計測環境「5x5 Cuboid」、AR 表示を避難に応用することができないか検討を進める。

謝辞

本研究は、公益財団法人サタケ技術復興財団の助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) 藤井誠貴, 中道上, 渡辺恵太, 小滝泰弘: みえないめいろ: 壁認知型の巨大迷路システム, 情報処理学会インタラクション 2017 論文集, pp.831-834, (2017).
- 2) 水口 充, 片寄 晴弘: エンタテインメントコンピューティング研究における評価問題の解決に向けての施策の実践, インタラクション 2019 論文集, pp141-150, (2019).