

複合現実空間における擬人化エージェントを用いた 屋内での学内案内手法の検討

古田 雄大¹ 打矢 隆弘¹ 内匠 逸¹

概要：複合現実空間とは Mixed Reality の略で、現実世界と仮想世界を融合しリアルタイムに体験する技術である。透過型の HMD(Head Mounted Display) を用いて体験することができ、こうした MR 空間におけるヒューマン・インタフェースとしての擬人化エージェントの使用が注目されている。現在、本学では女性の擬人化エージェントであるメイちゃん [1] を用いた携帯デバイスによる学内案内システム [2] が存在する。しかし既存のシステムでは擬人化エージェントの行動範囲はデバイスの画面上にとどまり、ユーザに正対するのみで、現実世界との関わりを持つことができず、リアリティに欠ける。それによりユーザは案内が本当に正しいかどうかという不安感を抱く問題が発生する。そこで本研究では MR によりリアリティの増した擬人化エージェントが先導することで案内を行う手法が心理的に有効であるか調査した。

1. はじめに

近年、各大学では主に高校生を対象として、オープンキャンパスを積極的に行っている。学内見学を行うことで大学側は受験生の確保がしやすくなり、受験生は大学の雰囲気などパンフレットだけではわからない具体的な部分を体験する事ができる。この学内見学を支援するシステムとしてスマートフォンによる地図と擬人化エージェントとの音声対話を用いた学内案内システムが存在する。しかしこのシステムには2つの課題がある。1つ目は案内における認知的負荷の発生、2つ目は心理的負荷の発生である。1つ目の認知的負荷とは、地図を用いた案内における自己位置や視点方向の推定時に発生する負荷のことを指す。スマートフォンを用いた案内システムでは地図を用いた案内が用いられている。しかし地図を用いた屋内案内では、はじめに地図上のどこに自分がいるのか、どちらの方向を向いているのか、目的地はどの方向にあるのか、地図情報と自分から見える周りの風景を見比べて推測し、システムを使用しなければならない。同時に屋内の多くは GPS の位置精度が極端に低下することや目印であるランドマークが少ないといった問題点がある。そこで本研究では複合現実空間を用いた案内システムを作成する。システムでは動的に目的地までの経路を生成し、MR グラスを用いることで目の前の風景に作成した経路を重畳表示させる。これにより、ユーザは地図情報と自己位置を比較して処理する必要がな

くなり、目の前の提示された案内情報に従うことで、認知的負荷が解消されると考えられる。

2つ目の心理的負荷とは、案内システムを用いた場合に、いままで訪れたことのない場所を訪れた際に、自分の既知の存在がないことから発生する不安感のことを指す。案内システムでは画面上に擬人化エージェントが表示されるが、画面上のみの表示であるため存在感が微小である。また、学内に来た際に周りに人がいないことや、人がいたとしても知らない人に道を尋ねるために話しかけなければならぬことから不安感が発生すると考えられる。そこで本研究では複合現実空間における擬人化エージェントを用いた案内システムを提案する。システムでは複合現実空間によってリアリティの増した擬人化エージェントがユーザを目的地まで先導することによって案内を行う。これにより、ユーザは見知らぬ場所でも擬人化エージェントについていけば目的地に到着するという追従心理から安心感が発生し、心理的負荷の解消につながると考えられる。

1.1 本研究の目的

本研究では、GPS が使用できず、ランドマークの少ない学内、特に屋内における案内において、案内が必要なシステム利用者の不安感を取り除くことを目指す。そこで複合現実空間を用いることで、より存在感や親しみやすさが向上した擬人化エージェントが先導や対話により案内を行うシステムを提案する。

¹ 名古屋工業大学
Nagoya Institute of Technology

1.2 擬人化エージェントを用いた関連研究

守安ら [3] は, AR 空間における擬人化エージェントを用いた案内システムを作成した. 関連研究では道案内が必要とされるときに人は道がわからないということから不安感を持っていると考えられると仮定した. そして, その不安感のほかの人間と共にいることで親和欲求が満たされ, 解消されると推測した. 親和欲求とは, 他者と一緒にいたいという欲求のことである. そこで親和欲求を満たす手法として擬人化エージェントを用いて, その効果によって不安感を解消することを目的として実験を行っている. このように案内役として擬人化エージェントを用いることによって, システムに心理的効果を付与し, より直感的で安心感のある案内を目的としている. 実験ではHMDを用いて擬人化エージェントを現実空間に重畳表示させ, あらかじめ決められた経路を先行することで道案内を行った. しかし, この実験ではシステムになりすました人と被験者が対話をする手法であるWOZ(Wizard Of Oz)方式 [4]を用いており, 目的地までの擬人化エージェントの歩行はすべて人が操作している. また三次元遮蔽関係や奥行きが表現がARでは表現しにくいいため, 擬人化エージェントのリアリティが低下し, 親和性に欠ける. よって提案システムではこれらの問題点の解決を目指す.

2. 提案手法

提案システムの概要図を図1に示す. 被験者にはHMDを装着してもらい, HMDに搭載されたセンサから周辺環境をマッピングし, リアルタイムに自己位置推定と周辺環境の情報を取得することを想定する. よって今回は自己位置推定と周辺の環境マップを同時に作成するSLAM(Simultaneous Localization And Mapping)を使用した屋内向けのMRナビゲーションシステムを作成する. そして取得した情報から被験者から目的地までの動的な経路を生成し, その経路上を擬人化エージェントであるメイちゃんを先導することによって, 被験者に案内を行うシステムになっている. 今回使用したHMD, HMDにより表示させた擬人化エージェント, SLAM, 経路生成について詳しく述べる.

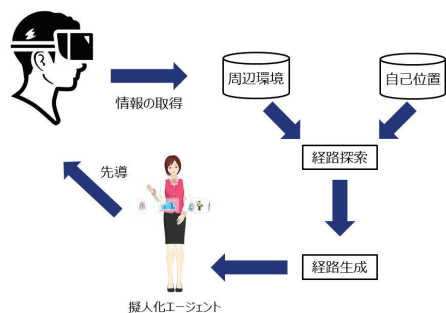


図1 提案システムの概要図

2.1 HMD

Microsoft HoloLensは両眼の透過型ディスプレイをもったHMDである(図2). Microsoft HoloLensはMicrosoft社が開発したMRプラットフォーム用デバイスとしてのHMDであり, 主な特徴としてCPUやGPUが搭載されているため, スタンドアロンで稼働可能である. またMicrosoft HoloLensに搭載されたセンサ類を組み合わせることで, 周辺の凹凸情報を判別することが可能である. よって案内時に移動しやすい装備で, 屋内案内を行う本システムに適していると考え, 本研究においてMicrosoft HoloLensを採用した.



図2 Microsoft HoloLens

2.2 擬人化エージェント

擬人化エージェントとはCG技術によって表現された人を模したキャラクターのことである. 本研究では擬人化エージェントとして, 本学の正門でデジタルサイネージを通して学内案内をしているメイちゃん(図3)を使用する. その理由として2点あげられる. 1つ目はメイちゃんが多数の擬人化エージェントの研究に使用されているためである. 2つ目はメイちゃんが不気味の谷と呼ばれる効果を抑制する手法が導入されているからである. 不気味の谷効果とはエージェントの姿やしぐさをどんどん人間に似せていく場合, ある程度までは親近感が増すが, 人間にかなり近づいたところで急に不気味さや嫌悪感が出てくる現象である. この2点から今回の実験では擬人化エージェントとしてメイちゃんを使用する.

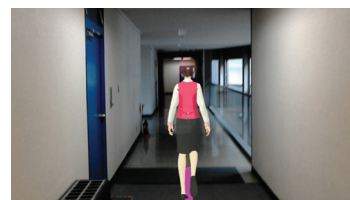


図3 擬人化エージェント 図4 エージェントの案内の様子

2.3 SLAM

HMDに搭載されているセンサを使用することで周辺の環境をマッピングし, リアルタイムに自己位置推定と周辺環境の情報を取得する. 周辺環境をマッピングすることを

空間マッピングといい、空間マッピングに最適な環境として、十分な照明と広さのある空間が最もよく、表面が暗い色のもの、光沢のあるもの、半透明なものはマッピングされにくいいため、注意する必要がある。空間マッピングにより得られた周辺環境の情報を図5に示す。白いメッシュは周辺の環境の凹凸情報を判別した結果であり、これをSpatialmapという。本システムではSpatialmapを用いることで経路を生成することや三次元遮蔽関係の表現が可能となる。また、本システムではあらかじめ案内する経路をマッピングして学習しておくことで、案内を行う際に、マッピングの速度が速くなるように工夫している。目標地点についてはあらかじめ任意の地点を定めておく必要がある。空間マッピングを行っているとき、空間上の特徴点を見つけ出し、3Dオブジェクトを固定することが可能であるためこの機能を利用する。これをWorld Anchorという。本システムではWorld Anchorを用いて目標地点をあらかじめ任意の地点に定めておき、目標地点まで擬人化エージェントが先行することで案内を行う。また空間マッピングによりスキャンされた空間はobjファイルとして取り出し、利用することが可能である(図6)。



図5 空間マッピングの様子 図6 マッピングデータの表示

2.4 経路生成

図に目標地点までの経路が生成されている様子を示す。経路の生成にはUnityのナビゲーションシステムを用いており、空間マッピングにより作成されたSpatialmapから移動可能な領域を判断し、経路を作成している。また静的な障害物に対しては障害物を考慮した経路の生成が可能になっており(図7)、その経路上を擬人化エージェントが移動することで被験者に対して案内を行う。図8では動的に作成した経路をMRによる線で表現し経路を提示している。

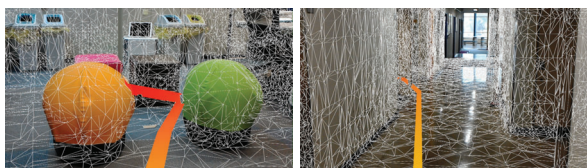


図7 障害物の認識

図8 ルートの作成

3. 実験

3.1 実験概要

この実験では屋内案内手法の有効性、および、擬人化エージェントに追従する案内手法の妥当性の調査を目的とする。あらかじめ指定した目的地と経路をそれらの情報を与えず、提案手法によって被験者を目的地まで案内することができるか検証した。そして実験の前後で感情状態を測り、比較して提案手法により不安感が解消できたか検証した。本実験では、本学の学生5名を被験者とした。被験者には目的地や経路は告げず、擬人化エージェントであるメイちゃんに一定の距離を保って付いて行くことと、空間マッピングが乱れないように首を激しくふらないことの2点を促した。また被験者の先入観による心理的な影響を避けるため、被験者間の情報共有はないよう注意を行った。実験手順を以下に示す。

- step1: 多面的感情状態尺度による事前アンケートを実施する。
- step2: 被験者を実験場所に連れていく。
- step3: HMDを装着しMR屋内案内アプリケーションを起動する。
- step4: 被験者に擬人化エージェントに対して追従してもらうよう促す。
- step5: 被験者がゴール地点にたどり着いた時点で実験を終了する。
- step6: 多面的感情状態尺度による事後アンケートを実施する。
- step7: SUSによるアンケートを実施する。
- step8: 現実感に関するアンケートを実施する。

また本実験は本学の2号館2階で行う。理由として2号館2階の構造は曲がり角が多数あり、1つの目的地までに複数の経路が存在するといった複雑な構造であるといった点や階段やエレベーター以外のランドマークが少ないといった点から妥当だと判断した。図9に実験環境と実験で移動した経路を示す。

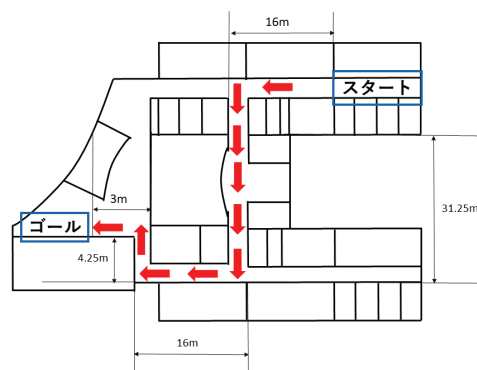


図9 案内の道順

3.2 評価指標

3.2.1 多面的感情状態尺度

今回の実験において被験者の感情状態を測る指標として、寺崎らによって作成された多面的感情状態尺度 [5] を使用した。多面的感情状態尺度とは、現在の感情状態を「まったく感じていない」「いくらか感じている」「かなり感じている」「はっきり感じている」までの4段階で評定するものであり、「抑鬱・不安」、「倦怠」、「非活動的快」、「集中」、「敵意」、「活動的快」、「親和」、「驚愕」の8つの下位尺度で構成されている。各尺度の項目数は5つである。この尺度を用いたアンケートを案内の前後で被験者に行ってもらい、比較することで案内システムにおける心理的効果を検討した。

3.2.2 SUS

システムユーザビリティスケール (SUS)[6] は John Brooke により 1986 年に開発され、ユーザビリティの受け止められ方について測定するために最も広く利用されているアンケートである。10の質問から成り立っており、それぞれの質問項目に対して5段階評価で回答を行う。また奇数項目がポジティブな質問、偶数項目がネガティブな質問になるように設定されており、集計を行う際は奇数項目は解答番号から1を引く、偶数項目は5から回答番号を引くことですべての項目を0から4で評価してから、すべての合計数値を2.5倍して0から100への点数へ変換する。以下に質問項目の内容を示す。

- このシステムをしばしば利用したいと思いませんか？
- このシステムを利用するには、説明が必要なほど複雑であると思いませんか？
- このシステムは容易に使いこなすことができると思いませんか？
- このシステムを利用するには、専門家のサポートが必要だと思いませんか？
- このシステムにあるコンテンツやナビゲーションは十分に統一感があると思いませんか？
- このシステムでは一貫性のないところが多々あったと思いませんか？
- 多くの人は、このシステムの利用方法をすぐに理解できると思いませんか？
- このシステムはとても操作しづらいと思いませんか？
- このシステムを利用できる自信がありますか？
- このシステムを利用し始める前に知っておくべきことがたくさんあると思いませんか？

4. 結果と考察

4.1 多面的感情状態尺度による結果

図10が歩行実験前に行った事前アンケート結果で図11が歩行実験後に行った事後アンケート結果となる。AからEは5人の被験者を表しており、それぞれの被験者から得

られた感情状態得点を下位尺度ごとに合計したものをグラフ化している。これらのグラフを比較して考察する。まず抑うつ・不安の尺度に注目するとすべての被験者において事前より事後の感情状態得点が低いことが分かる。また抑うつ・不安、敵意と倦怠の3つの尺度をネガティブ感情として事前と事後でまとめたものを図12と図13に示す。この二つの結果を比較すると事前と事後ですべての被験者においてネガティブ感情の低下が確認された。これより提案システムによって被験者の親和欲求を満たすことに成功したのではないかと推察される。

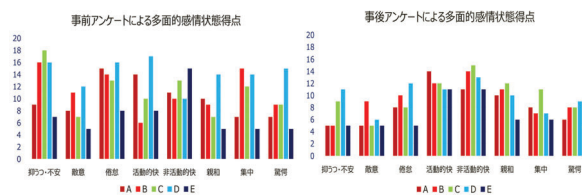


図10 事前:感情得点

図11 事後:感情得点

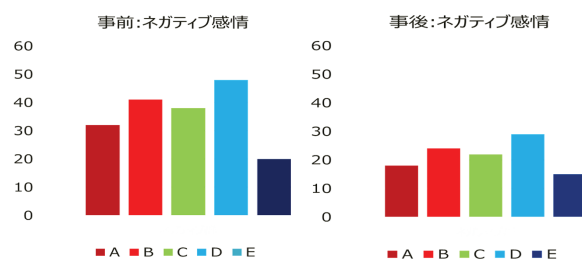


図12 事前:ネガティブ得点

図13 事後:ネガティブ得点

4.2 SUSによるアンケート結果

表1が事後アンケートに行ったSUSによるアンケート結果をまとめたものである。各項目の得点は1から5の5段階評価となっているため、その平均値と標準偏差を計算した。「このシステムを容易に使いこなすことができると思いませんか？」という質問に対しては平均値4.4と高評価を得られた。これより案内システムとして利用しやすいことが分かる。また、SUS合計得点の平均は72.5となり、かなり高い数値をとったためシステムが被験者にとって使いやすいものであることが示された。

表1 各被験者から得られたSUSによるアンケート結果

	平均	標準偏差
このシステムをしばしば利用したいと思いませんか？	3.6	1.01
このシステムを利用するには、説明が必要なほど複雑であると思いませんか？	2.4	1.35
このシステムは容易に使いこなすことができると思いませんか？	4.4	0.48
このシステムを利用するには、専門家の手助けが必要だと思いませんか？	2	0.89
このシステムにあるコンテンツやナビゲーションは十分に統一感があると思いませんか？	3.4	0.48
このシステムでは一貫性のないところが多々あったと思いませんか？	1.8	0.4
多くの人は、このシステムの利用方法をすぐに理解できると思いませんか？	4	1.09
このシステムはとても操作しづらいと思いませんか？	1.8	0.74
このシステムを利用できる自信がありますか？	4.4	0.48
このシステムを利用し始める前に知っておくべきことがたくさんあると思いませんか？	2.8	1.32
SUS合計得点(0~100)	72.5	9.01

4.3 現実感に関するアンケートと考察

表2が事後アンケートに行った現実感に関するアンケート結果をまとめたものである。最高評価を5とし、5段階による評価を行った。評価の中間値が3であるため、この値を基準に考察する。

「エージェントが現実空間に立っているように見えませんか？」という質問に対しては平均値が3.4となっている。これより複合現実空間におけるエージェントの描写に概ね成功していることが分かる。

「エージェントが現実空間で実際に歩いているように感じましたか？」という質問に対しては平均値が3.8と高くなっており、エージェントがどのような動作をとっているか関節を動かして表現できていることが分かる。

「エージェントに案内されているように感じましたか？」という質問に対しては平均値が3.6と比較的高評価を得られた。これによりただエージェントが移動しているわけではなく、被験者に対して経路を先導することで案内していることを意識させることに成功したことが分かる。

「エージェントの歩く速さは適切だと感じましたか？」という質問に対しては平均値が2.6と低い値となった。被験者からはエージェントの歩行速度が遅いという意見が得られた。今回エージェントの歩行速度の設定には空間マッピングの速度との兼ね合いやエージェントを被験者が見失ってしまうといった問題点から通常の人歩行速度より低い値としたが、これが原因だと考えられる。

「目的地までたどり着くことが容易でしたか？」という質問に対しては平均値4.8と高い値となった。また、すべての被験者において指定した経路を外れることなく、目的地に到達できたことから今回の提案システムが屋内案内システムとして有効であることが示された。

表2 各被験者から得られた現実感に関するアンケート結果

	平均	標準偏差
エージェントが現実空間に立っているように見えませんか？	3.4	0.8
エージェントが現実空間で実際に歩いているように感じましたか？	3.8	0.97
エージェントに案内されているように感じましたか？	3.6	1.01
エージェントの歩く速さは適切だと感じましたか？	2.6	1.2
目的地までたどり着くことが容易でしたか？	4.8	0.4

5. まとめ

本研究では、複合現実空間上で擬人化エージェントによる先導を行って案内を行う学内案内システムを提案した。評価実験では、提案したMR屋内案内システムが案内システムとして有効であるか、また、システムによる心理的な効果を検証した。評価実験を行った結果、提案システムの有効性を確認した。

6. 今後の課題

今後の課題を以下に示す。

- 擬人化エージェントの適切な歩行速度の設定
現在の擬人化エージェントの歩行速度は評価実験より比較的遅いことから、システムのユーザビリティを減少させる要因の一つとなっていることが分かった。複合現実空間では自分とエージェントとの距離感を被験者が認識しやすいため、不快感を与えない最適なユーザとエージェントとの認知距離の設定が必要であると考えている。今後、最適な認知距離を測定することにより、エージェントが最適な認知距離を保ちながら進むように歩行速度を設定することが可能になるのではないかと考えている。
- 実験環境の拡大
現在の提案システムでは、実験環境として本学の2号館2階のみとしており他の屋内環境ではシステムを用いた実験を行っていない。よって他の屋内環境でも提案システムが使用できるように改善していく必要がある。SLAMによる測位精度の向上も今後の課題である。
- AR(拡張現実)による案内システムとの比較
今回の評価実験では先行研究と同様に多面的感情状態尺度を用いたアンケートを実験の事前と事後で実施し比較することで、心理的な効果を検証した。しかしこれでは他の要因による心理的な効果を完全に排除することができていない。よってARによるシステムとの比較実験を行うことで、提案システムによる心理的な効果を抽出していく必要がある。

参考文献

- [1] メイ&タクミ公式ウェブサイトメイ&タクミとは入手先<http://mei.web.nitech.ac.jp/?page_id=12649>,2018.
- [2] 吉田 真基 他, “音声対話を用いた学内見学支援システムの試作”, 情報処理学会マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, Vol.6, pp.254-261, 2013.
- [3] 守安智久, 堀磨伊也, 吉村宏紀, 岩井儀雄 “AR ナビゲーションシステムにおける心理的効果の利用”, HAI シンポジウム, 2014.
- [4] N.M. Fraser and G.N. Gilbert, “Simulating Speech Systems”, Computer Speech and Language, pp.81-99, 1991.
- [5] 寺島正治, 岸本陽一, 古賀愛人 “多面的感情状態尺度の作成”, 心理学研究, pp.350-356, 1992.
- [6] J. Brooke, “SUS:A Retrospective”, Journal of Usability Studies, Vol.8, No.2, pp.29-40, 2013.