

成果報告書

高木 健太 (慶應義塾大学大学院 政策・メディア研究科 修士課程 2 年)

1. 発表概要

- 発表タイトル: "Interactive Walking Experiences with Mobile Robot-based Spatial AR Game"
- 発表形式: ポスター発表 (対面形式)
- 学会: HRI '25: Proceedings of the 2025 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction
- 開催地: Melbourne, Australia
- 参加期間: 2025/3/4~2025/3/6

2. 研究概要

本研究では、ロボットを用いた移動可能な空間型拡張現実感 (Spatial Augmented Reality, 以下 SAR) が提供するインタラクティブな歩行体験のための映像提示システムおよび予備的なユーザスタディを実施した。SAR とは、主にプロジェクタを用いて物理空間に直接映像情報を重畳する拡張現実感の提示手法であり、その特長として、体験に際してユーザが特定のデバイスを予め準備することなく、即座に体験に介入することができる点が挙げられる。一方で、一般的な SAR では、空間上にプロジェクタを固定する必要があるため、ユーザが体験できる物理的な領域や機会は限定的である。それらに対して、我々は、空間上の自己位置を推定可能なロボットにプロジェクタを搭載しつつ、SAR をユーザに提供するアプローチによって、より広範囲において動的に SAR 体験を展開でき、SAR の持つ本質的な制約を解決している。具体的には、ロボット側 PC とリモート PC それぞれで駆動する合計 5 つのサブシステムによって構成される分散型映像提示システムを構築し、サブシステムの相互の連携によって、ロボットの自己位置推定、ユーザトラッキング、リアルタイムレンダリングを同時に実現している。

また、本研究では、ロボットを用いた移動可能な SAR 体験を通してインタラクションを発生させることで、ユーザに暗黙的に行動を誘発するインタラクティブな歩行体験を検討すべく、アーケードゲーム Pac-Man をベースにした移動型 SAR コンテンツ「SpatialPacman」を開発し、その体験におけるユーザビリティと印象について予備的な評価を行った。その結果、11 の項目のうち、「操作の容易さ」「没入感」「楽しさ」といった項目を含む 8 つの項目において概ね高い評価を獲得した。一方で、本研究で行った予備的なユーザスタディは、参加者によって体験の条件 (体験時間、移動距離など) が統制されていなかったため、今後、統制環境において詳細な分析を行っていく予定である。

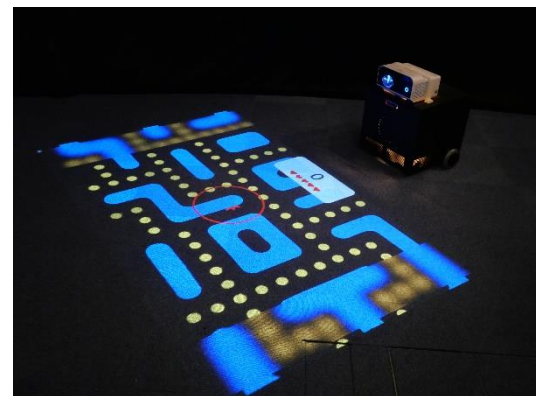


図 1. 移動可能な SAR を提供するロボットとそのコンテンツ

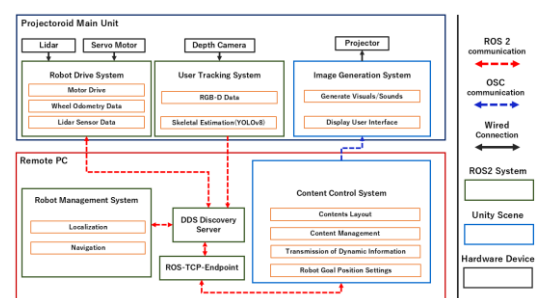


図 2. 分散型映像提示システム

3. 活動成果

本件の国際学会では、ポスター発表形式で割り当てられた約 1 時間において立ち合いで発表を行った。その中で、他に参加している研究者や学生らと議論をする中で得られた評価や洞察などを含むいくつかの成果について報告する。まず、全体を通して、研究のアイデアへの共感や賛同を得ることができた。ほかの多くの発表が、「ロボットが人間に」寄り添う形式をとる中で、本研究は、「人間がロボット（の提供するコンテンツ）に」介入するという点において、つまり、人間の能動的な働きかけを前提としつつ、ロボットの知能を活用している点について新規性と捉えられた。また、ポスターを聴講した海外大学のとある PhD 研究者は、ほぼ同様のシステムをシミュレーション上で考案しているとのことで、今後の発展や連携について期待されるやりとりをすることができた。その他については、複数人に拡張する際のセンシングの課題や自己位置推定の精度や値の同期などの調整についてなどシステムに関わる部分で、コンテンツの成果とは別に、今後技術的な成果を得られる可能性も示唆された。なお、本研究はすでにデジタルライブラリーにアーカイブされている（DOI: [ACM Digital Library](https://doi.org/10.1145/3611111.3611112)）。

また、自身の研究とは別に、他の研究者のセッションを聴講する中での発見や傾向についても報告する。本件の国際学会では、主にロボットと人間の関わり方に関連するシステムや社会的な提案を行う研究が取り扱われていたが、ChatGPT に代表される大規模言語モデル（LLM）を使用したシステムが多く散見された。特に、ロボットとの言語的な対話を通じたヒューマンロボットコラボレーションやヒューマンロボットチームングなど、人間の意図を解釈したうえでどのように役割を果たすかが多く検討されていた。そのほか、個人的に関心のあった研究として、Allen らの”Sound Judgment: Properties of Consequential Sounds Affecting Human-Perception of Robots”を挙げる。これは、ロボットが立てる音（モータ音、路面との接触音など）が周囲の人間にどのような印象を与えるかについて評価を行った研究である。本研究では、ロボットのモータ音が大きくなることが体験中のユーザの心理（焦りや楽しさ）に関わる可能性が定性的に示唆されており、今後の研究の参考になる可能性がある。

4. 今後の研究方針

今後は、先述したように、より統制された環境においてユーザスタディを実施するとともに、コンテンツを提示するロボットの台数を増やした時のユーザの行動や心理に与える効果について検証を行っていく予定である。また、本件で得られたフィードバックや人脈を活用しながら、システムの改良や新たなアイデア、コラボレーションの模索にも強く専念していく。

5. 謝辞

最後になりますが、本件で得られた研究助成金は、国際学会での発表を遂行するための費用の一部として活用させていただきました。本件を採択いただきましたことで、以上に挙げるような成果を得られましたこと、大変御礼申し上げます。引き続き研究活動に精進して参ります。

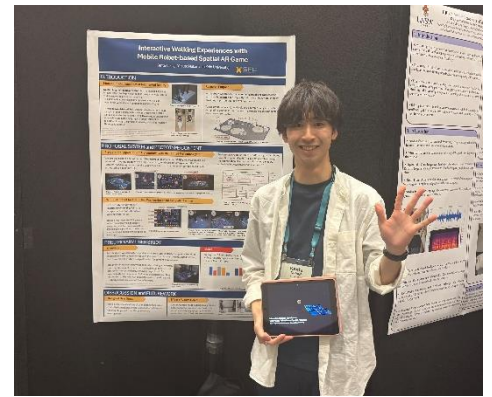


図 3. 現地でのポスター発表の様子



図 4. 現地会場の様子