

視覚障がい者ナビゲーションのための HoloLens を用いた環境認識と障害物回避

佐藤佳[†] 佐藤俊太[†] 山下晃弘[‡] 松林勝志[‡]

[†] 東京工業高等専門学校 機械情報システム工学専攻

[‡] 東京工業高等専門学校 情報工学科

1 はじめに

現在、日本における視覚障がい者の数は 31 万人である。視覚障がい者の日常生活において困難な行動の一つとして、訪問経験のない場所への外出が挙げられる。特に、高齢化に伴い増加傾向にある後天性の視覚障がい者は、視覚のない状態での歩行に慣れていない場合が多く、そのハードルは一層高い。著者らが行った実験やヒアリングによると、目的地までの経路を作成し正確な位置推定を用いてピンポイントな案内を行うようなシステムは有用であることが確認できている。そこで著者らは、これまでに RFID と GPS(準天頂衛星)を組み合わせた高精度位置推定器を用いた視覚障がい者向けナビゲーションシステムの開発 [1] を行ってきた。しかし、従来システムには地図にない障害物に対応できないという問題があった。そこで、本研究では Microsoft 社が開発したヘッドマウント型拡張現実ウェアラブルコンピュータ Microsoft HoloLens(以下、HoloLens)を用いる事で、環境スキャンによる障害物回避経路の生成を実現することを検討した。本稿では、HoloLens を取り入れたシステムの概要と、HoloLens を用いて行った障害物回避実験について報告する。

2 システム構成

2.1 システム概要とハードウェア構成

本システムは、訪問経験のない場所で視覚障がい者が安全に目的地へ到達するための経路を生成し、案内を行うウェアラブルシステムである。本システムは Fig.1 の通り、自己位置推定に用いるセンサとして、RFID リーダモジュール・GPS モジュールと HoloLens を有している。RFID リーダモジュールは、RFID を読み取るためのアンテナ・リーダ・バッテリー・制御用基板などをまとめたモジュールである。HoloLens は、Microsoft 社が開発したウェアラブルコンピュータであり、独自の空間マッピング・自己位置推定 (SLAM) 技術 [2] に

Environment Recognition and Obstacle Avoidance for Navigating Visually Impaired People with HoloLens

[†]Advanced Course of Mechanical and Computer Systems Engineering, National Institute of Technology, Tokyo College

[‡]Department of Computer Science, National Institute of Technology, Tokyo College



図 1: ハードウェア構成図

基づき MR(Mixed Reality) を実現するデバイスである。HoloLens は MR を実現するため、4 台の環境認識カメラ、2 メガピクセルカメラ、Depth カメラをそれぞれ 1 台ずつ搭載し、それらの情報から HoloLens 専用プロセッシングユニット HPU(Holographic Processing Unit) が SLAM を行っている。HoloLens は SLAM を行うデバイスとして性能が高く、ウェアラブルデバイスとしてモジュール化されているため、SLAM を実現するセンサデバイスとして採用した。ユーザは、これらのセンサデバイスと、目的地の入力等のインターフェースとして利用されるスマートフォンを保持して歩行することで案内を受けることができる。本システムは、大別すると RFID・GPS(準天頂衛星)によるグローバル経路探索機構、HoloLens を用いたローカル経路探索機構に分かれている。

2.2 グローバル経路探索とローカル経路探索

グローバル経路は、事前に作成された地図上にある壁や階段等を考慮した上で、現在地から目的地までを最適に繋ぐ経路である。ユーザは、基本的にこのルートに従って移動するように案内される。ローカル経路は、地図にない障害物がグローバル経路上に発生した場合、それを避けるように生成される経路の事である。これ

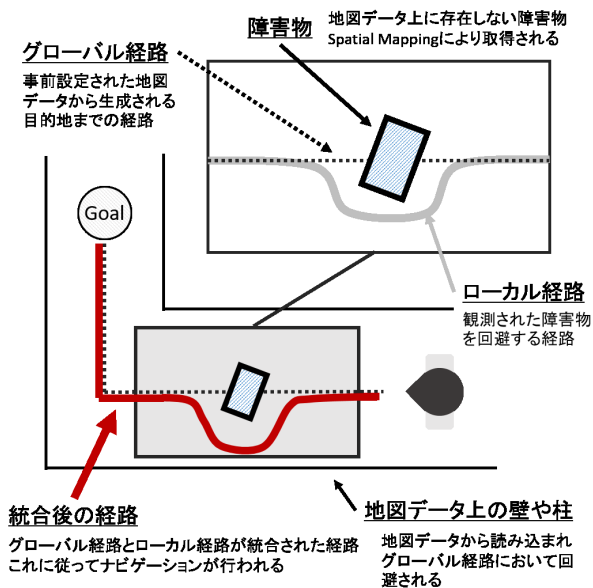


図 2: グローバル経路とローカル経路

は、HoloLens によって逐次更新される環境マッピングの結果から生成されるため、事前地図にない障害物や環境変化に対応できる。本システムが最終的に案内に使用する経路は、これらを統合したものである (Fig.2)。

3 HoloLens によるローカル経路探索

本システムでは、HoloLens の Spatial Mapping による環境地図上で Unity によって探索された最短経路をローカル経路としている。Spatial Mapping とは、HoloLens が持つ環境マッピング・自己位置推定機能の事である。通常、HoloLens では Spatial Mapping のスキャン結果と現実空間を重ね合わせて表示することで MR を実現しているが、本システムではこれを環境地図とし、障害物などの環境情報の把握を行う。一方で、ゲームエンジン Unity はゲーム内の 3D 仮想空間でキャラクターなどの 3D オブジェクトをある地点 (目的地) まで自動移動させるための機能であるナビゲーションシステムという機能を有している。本システムでは、これを利用し Spatial Mapping によって生成された 3D 環境地図上で現在地点から目的地までの最短経路探索を行い、それをローカル経路とした。

4 障害物回避実験

障害物を回避するローカル経路生成が HoloLens によって可能であることを確認するため、3 人の被験者による障害物回避実験を行った。被験者はアイマスクを着用した状態で HoloLens のみを装着し、Fig.3 のような経路に沿って移動できるように音声で案内を行った。システムは、クロックポジション¹によって進むべ

¹ 「正面に対して右 90 度を 3 時方向」などのような時計の文字盤を用いた方向提示手法

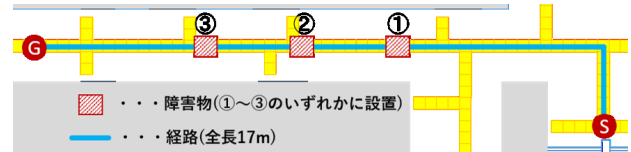


図 3: 実験経路

き方向を音声案内で提示する。実験は、各被験者に対し 3 回ずつ行い、各回において障害物の位置は変更される。また、障害物の位置は被験者には知らされておらず、無作為に選択されている。

Fig.4 はある被験者の 1 回の実験における歩行軌道である。計 9 回の実験のうち 8 回は障害物を掠める、または当たらずに案内が可能であった。また、全 9 回において目的地までユーザを誘導できた。歩行軌道からも被験者が障害物を回避している事が明らかであるため、HoloLens によるローカル経路生成に成功したと言える。しかし、被験者から得られた意見のうち約半数が、音声指示に関する内容であり、クロックポジションの指示に関して否定的な内容の意見が多かったため、指示方法に関する改善は必要であると考えられる。

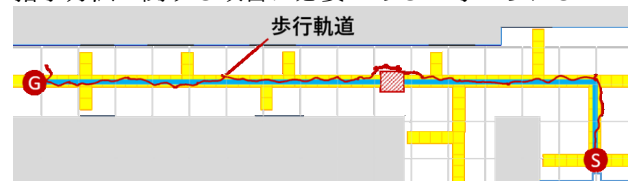


図 4: ある被験者の歩行軌道

5 まとめ

本研究では、HoloLens を応用した視覚障がい者向けナビシステムについて検討し、HoloLens を用いてリアルタイムに障害物を検出・回避できることを示す実験を行った。HoloLens による環境スキャンは障害物を回避するためのローカル経路生成に有効であることがわかったが、誘導方法など実用化に向けては課題があることも判明した。そのため、システム全体としてインターフェースの改善などを検討していく必要がある。

謝辞

本研究は総務省 SCOPE (No.172303004) の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Sato, Kei, et al. "Development of a navigation system for the visually impaired and the substantiative experiment." ICT-ISPC, 2016 Fifth ICT International. IEEE, 2016.
- [2] Newcombe, Richard A., et al. "KinectFusion: Real-time dense surface mapping and tracking." Mixed and augmented reality (ISMAR), 2011 10th IEEE international symposium on. IEEE, 2011.