7ZA-02

拡張現実感に基づく自動走行車いすのナビゲーションインタフェースとその評価

倉地　洸†　　長尾　確†

名古屋大学 大学院情報学研究科†

1. はじめに

近年，より密接に人と結びついた移動手段として，パーソナルモビリティの需要が高まっている．特に，日常的な屋内・屋外の移動に用いられる電動車いすにおいては，その移動支援を目的とした自動走行技術が注目されており，盛んに開発が行われている[1]．

本研究では，屋内・屋外での自動走行が可能な電動車いすのための，より直感的で安全性を高めるための支援技術として，拡張現実感(Augmented Reality: AR) によるナビゲーションシステムを開発した．

本論文では，インタフェースとして開発した3D 地図を用いた目的地決定機能，空間マッピングを利用した目的地決定機能，目的地までのナビゲーション情報機能について説明する．また，開発した機能に関して被験者実験を行い，評価した結果について述べる．

2. 自動走行車いす

本研究では複数のセンサーを搭載した自動走行車いすと，それを操作するための AR デバイスとの連携を行った．図 1 に自動走行車いすの構成を示す．

基盤となる電動車いすとして WHILL 社の研究開発モデルである WHILL Model CR を用いた．また，電動車いすの上部には，自己位置推定用に全方位レーザーLiDAR イメージングユニットである Velodyne 社の VLP-16 を，手すりの部分には，障害物認識用のデプスセンサとして Intel 社の RealSense D435 を設置した．さらに，車体下の収納スペースには組み込み PC である NVIDIA 社の Jetson Xavier を搭載した．Jetson で行う処理には，Autoware[2]と呼ばれる自動運転技術の研究開発用に公開されている Linux と ROS (Robot Operating System) をベースとしたオープンソースソフトウェアを利用した．

Navigation Interface of Autonomous Wheelchairs Based on Augmented Reality and its Evaluation
† KURACHI, Hiroshi (kurachi@nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp)
† NAGAO, Katashi (nagao@i.nagoya-u.ac.jp)
† Graduate School of Informatics, Nagoya University

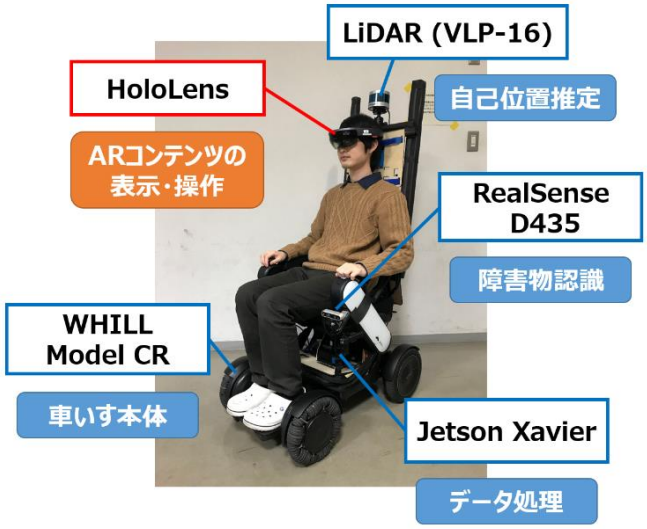

図 1　自動走行いすの構成

AR システムを利用するためのデバイスとして Microsoft 社の HoloLens を使用した．HoloLens はスタンドアロンの光学シースルー型の AR ヘッドセットで，現実環境に操作可能な 3D オブジェクトを投影することで AR を実現している．搭乗者は HoloLens を通して自動走行車いすへの入力を行い，車いすからの情報提示を受ける．

3. ナビゲーションインタフェース

本研究では自動走行車いすのナビゲーションインタフェースとして，目的地の決定機能，ナビゲーション情報の提示機能を作成した．図 2 に実際の使用例を示す．

目的地の決定機能は，大域的目的地決定機能と局所的目的地決定機能に分かれる．前者は AR で 3D 地図を表示し，部屋単位での大まかな目的地を決定するものである．後者は HoloLens の空間マッピングを利用し，現実環境の物体表面を直接指示して目的地とするものである．前者を用いて現在位置から遠い場所を選択し，到着したら後者を用いてより厳密な移動を行うことで，期待した場所へと向かうことができる．

ナビゲーション情報の表示機能としては，経路表示と障害物回避における警告の 2 種類を作成した．前者は車いすが通る経路を AR で現実環境

Copyright ©2021 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.

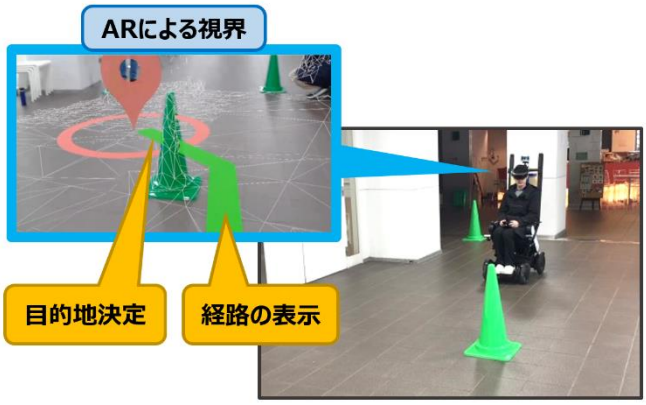

図 2　開発したシステムの使用例

に重ねて，帯状の 3D オブジェクトとして表示する機能である．進行方向が具体的に示されることにより，搭乗者の不安感を低減させることができる．後者は経路上に障害物を発見した際に，テキストメッセージにより警告を行う機能である．自動走行車いすは障害物回避のため減速や停止を行うため，事前に搭乗者に伝える必要がある．

4. 実験による評価

開発したナビゲーションインタフェースの機能を評価するため，いくつかの機能について被験者実験を行った．

HMI の評価実験には一般にシミュレータが活用されており，近年では VR を利用した評価環境も注目されている[3]．本研究でも，VR を用いたシミュレータを作成して実験に使用した．

4.1 大域的目的地決定機能に関する実験

開発した大域的目的地決定機能の特徴は，3D 地図を用いることである．建物内における現在位置と目的地の位置関係や，表示される経路などを理解しやすいという，直感的な分かりやすさが提案手法の利点として挙げられる．

本実験では，タブレット PC を模した 3D オブジェクト上に表示した 2D 地図を用いて経路の表示を行う方法を既存手法として，提案手法と比較することで評価を行った．実験の内容は既存手法・提案手法ともに，正解経路 1 つを含む 4 本の経路の内，最も「車いすに適した」経路を被験者に選ばせるものである．評価項目として経路の選択にかかった時間と，正解率を使用する．

被験者として大学生と大学院生の計 18 名に，それぞれ 2 問ずつ実験を行ってもらった．実験の結果，所要時間の平均は，既存手法は 49.4 秒，46.4 秒に対し，提案手法は 44.5 秒，35.6 秒と，わずかに短縮が見られた．また正解率は，既存手法は 100%，89%に対し，提案手法は 100%，100%となった．

4.2 局所的目的地決定機能に関する実験

開発した局所的目的地決定機能の特徴は，空間マッピングを用いることである．現在位置から近い位置を素早く指定できること，地図に情報がない場所を精度良く指定できることの 2 点が提案手法の利点として挙げられる．

本実験では，タブレット PC を模した 3D オブジェクト上に表示した 2D 地図を用いて目的地の座標を指定する方法を既存手法として，提案手法と比較することで評価を行った．実験の内容は提案手法・既存手法ともに，実験環境内に配置された指定の人物オブジェクトの正面付近に移動するものである．評価項目として移動後の車いすから目的の人物までの距離と，移動にかかった時間を使用する．

被験者として大学生と大学院生の計 18 名に，1 セット 2 問を 2 回，計 4 問の実験を行ってもらった．実験の結果，目標との距離の平均は，提案手法と既存手法で大きな差は見られなかった．一方で，所要時間の平均は，提案手法を用いることで 10.8 秒から 15.1 秒の短縮が見られた．

5. まとめ・今後の課題

本研究では，AR を利用した自動走行車いすのナビゲーションインタフェースを作成し，3D 地図や現実の環境平面を利用した目的地の決定機能，移動中の経路や障害物の情報の提示機能を実装することにより，自動走行車いすの直感的なユーザインタフェースを実現した．

また，被験者実験により本研究の提案手法が既存手法よりもおおむね良い評価となることが分かった．評価に関しては，今後さらに詳細に検討していく予定である．

今後の課題として，未評価の機能に関しての評価を行うことが挙げられる．地図の表示方法などは多くの選択肢が存在するため，他の方法との比較により，より AR に適したものを選択していくことができると考えられる．

参考文献

[1] Y. Mori and K. Nagao, “Automatic Generation of Multidestination Routes for Autonomous Wheelchairs,” Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 32, No. 6, pp. 1121-1136, 2020.

[2] S. Kato, E. Takeuchi, Y. Ishiguro, Y. Ninomiya, K. Takeda, and T. Hamada. “An Open Approach to Autonomous Vehicles,” IEEE Micro, Vol. 35, No. 6, pp. 60-69, 2015.

[3] 「車載 HMI の開発動向と自動運転，ADAS への応用」技術情報協会，2019

Copyright ©2021 Information Processing Society of Japan.
All Rights Reserved.