

自動走行車いすの 拡張現実感に基づくナビゲーションインタフェース

倉地 洸[†] 森 優介[†] 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。パーソナルモビリティとは、先進技術を用いた立ち乗り電動二輪や町中での利用を想定した小型電動コンセプトカー等を含む次世代自動車の概念である[1]。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の開発が行われている[2]。

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 (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、ナビゲーションシステムとして開発した 3D 地図を用いた大域目的地決定、目的地までのナビゲーション情報表示、環境平面を利用した局所目的地決定の手法について述べる。

2. システム構成

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。以下では、それぞれの詳細について述べる。

2.1 自動走行車いす

図 1 に自動走行機能を実装した電動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、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、手すりの部分にはデプスセンサとして Intel 社の RealSense D435 を、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。

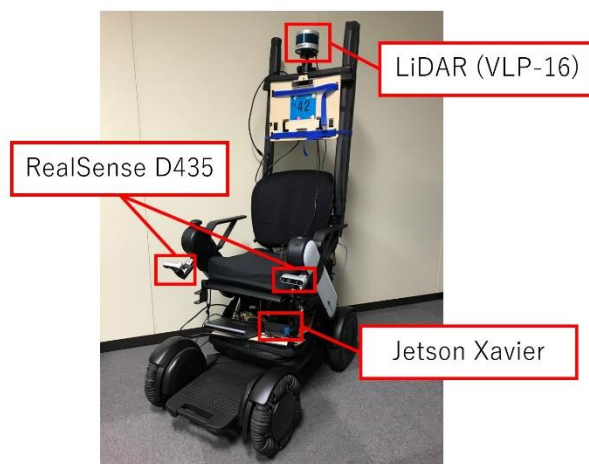


図 1 電動車いすの構成

Jetson で行う処理には、Autoware 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。このとき、LiDAR から得られる周囲のデータは自己位置推定に、RealSense から得られるデータは障害物回避のために用いられている。

2.2 AR デバイス

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。環境認識能力に優れており、自己位置推定の精度と配置した 3D オブジェクトのズレの少なさが特徴であるが、視野範囲が狭いため多くのものを表示させることは困難であるという問題点もある。

本研究で開発したナビゲーションシステムは Unity Technologies 社が開発を行っているゲームエンジンの Unity により作成し、自動走行車いすとの通信には Unity から ROS と通信できるクライアントライブラリである ROS# を UWP 対応させたものを用いた。

Navigation Interface of Autonomous Wheelchairs
Based on Augmented Reality

[†] KURACHI, Hiroshi (kurachi@nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp)

[†] MORI, Yusuke (ymori@nagao.nuie.nagoya-u.ac.jp)

[†] NAGAO, Katashi (nagao@i.nagoya-u.ac.jp)

[†] Graduate School of Informatics, Nagoya University

3. ナビゲーションインタフェース

本研究で作成した自動走行車いすのナビゲーションインタフェースは、大きく分けて以下の3つの機能を持つ。

1. 大域目的地決定
2. ナビゲーション情報提示
3. 局所目的地決定

これらの機能について、それぞれ説明する。

3.1 大域目的地決定

大域目的地決定では、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ことができる。3D地図としては、車いすの自己位置推定のために予め用意した点群地図にダウンサンプリング等の処理を加えたものを使用する。3D地図は移動・回転・拡大等の操作が可能で、直感的に目的地を探索し、決定することができる。目的地の座標情報はHoloLensからJetsonへと送信され、経路計算が行われる。

3.2 ナビゲーション情報提示

ナビゲーション情報提示では、現在地から目的地まで、搭乗者を案内するための情報を提示する。表示内容は様々な種類が考えられるが、今回は経路と障害物回避における警告という2種類の情報を表示した。

経路の表示とは、図2のように、車いすが通る経路をARで現実環境に重ねて表示することを指す。経路としては大域目的地決定での経路計算の結果得られたwaypointを使用した。WaypointとはAutowareにおいて経路を表現するための、位置・方向・速度の情報を持った点の一定間隔ごとの離散的な集合である。Jetsonから送られてきたwaypointから適切な個数を選択し、それらを結ぶ帯状の線をARを用いて現実環境に重ねて表示した。この時、表示する帯の高さや太さに関しては、簡単な操作で任意に変更できるようになっている。また、目的地までの全経路を一度に表示すると、狭い視界は情報過多となり混乱を招く恐れがある。このため、経路は自己位置から遠方になるにつれて段階的に透明になっていくような表示とした。

障害物回避における警告とは、経路上の障害物を回避する動作を行う際に搭乗者にその旨を伝える情報のことを指す。大域目的地の決定時には事前に作成した地図を利用するため、経路上に障害物がある可能性がある。その際、減速や経路から外れた走行により回避を行うが、自動走行中に、車いすのその動作が異常ではないことを搭乗者に伝える目的で表示を行った。

3.3 局所目的地決定

局所目的地決定では、大域目的地に到着した



図2 現実環境への経路表示の例

後、より厳密な位置に移動したい場合の目的地を決定させる。局所目的地として指定できるのは、5m×5m程の狭い範囲である。この範囲において、HoloLensの空間認識であるSpatial Mappingを用いることによって、現実環境内の物体の表面を直接選択可能とした。これにより、移動したい場所を視界に入れて選択(AirTap動作)することで目的地を決定することができる。その後その位置に移動までには、前述のナビゲーション情報提示が実行される。

4. 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地図や実環境の物体表面を利用した目的地の決定や移動中に経路や障害物の情報の表示に関する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。

今後の課題として、本システムの有効性の検証が挙げられる。これに関しては、ナビゲーション情報提示において複数の表示内容の比較を被験者実験に基づいて行う予定である。また、表示内容以外に関しても、経路表示の幅や高さに関する最適な値についても調査する。

また、走行場所の案内機能など、さらなる機能拡張も行う予定である。この場合、視界のみに注意を集中させるのは混乱を招く恐れがあるため、音声を利用した案内も併用する。

参考文献

- [1] 経済産業省 九州経済産業局 平成24年度「九州次世代自動車産業研究会」報告書
http://www.kyushu.meti.go.jp/report/1304_jisedai_car/1304_jisedai_car.html
- [2] 森 優介・坂田 悠馬・長尾 確
「自動走行車いすのための複数目的を巡回するコスト付き経路の自動生成」
情報処理学会第82回全国大会 (2020)