

3-1 体験乗車できる自動走行車いす

本学では毎年夏休みにオープンキャンパスを実施しており、家族連れや高専生、高校生らでにぎわっている。当研究室では未来ビークルシティリサーチセンターの展示の一つとして、体験可能な自動走行車いすを毎年展示し、自動運転を実現するための技術を伝えている。2019年度の展示では、合計248名の方が来られ、うち75名の方に実際に乗車体験していただいた(図3-1-1参照)。この自動走行車いすは試作レベルのものであるが、公道を走る自動走行車に必要な機能群を、基礎的な形ではあるが実現し、それらを組み合わせて自動走行している。以下に、自動走行車いすの機能とシステム構成について説明する。



図3-1-1 体験乗車の様子

体験乗車は以下のように行った。スタート地点で自動走行車いすに搭乗した来場者に対し、複数のゴール地点を画面に提示し、どれかをゲームパッドで選んでもらう。ゴール地点が決まったら、車いすは走行を開始する。途中、人などの障害物が現れたらそれを検知し、迂回もしくは停止で衝突を避ける。ゴール地点に到達したら、180度向きを変え、スタート地点に帰還する。走行中、随時状況を説明する音声を通し、搭乗者に今何をしているか・しようとしているかを伝える。

このような自動走行を実現するためには以下の3つの主要機能が必要である。

1. 自己位置推定機能：自分がどこにいるかを知る機能
2. 障害物検出機能：周囲の障害物の大きさや位置を知る機能
3. 経路計画機能：ゴール地点に向かったり、障害物を避けたりする経路を生成する機能

以下、自動運転車いすの機器構成と、これら3つの機能を実現する手法について説明する。

機器構成：図3-1-2に自動走行車いすを示す。関東自動車工業(現：トヨタ東日本)社製電動車いすをベースに外部からの制御機能を付け加えたものを車いすとして用いる。2輪駆動方式を採用しており、PCからの指示により速度と転回量を制御できる。また、障害物認識と位置推定のためのセンサとして、Velodyne社の実時間3次元レーザ距離センサHDL-32eを用いる。32個のレーザ送受信センサを持ち、周囲360度の物体までの距離(最大100m程度)をオンライン計測できる。



図3-1-2 自動走行車いす

自己位置推定機能：カーナビゲーションシステムではGPSなどの衛星測位システムを用いて、自分の位置を知り、電子地図の情報と照合して経路を案内する。しかし、位置の計測精度は衛星の配置や周囲の建物などの影響を受けるため、その情報だけをもとに移動することは難しい。そこで、あらかじめ走行領域周囲の3次元地図を作成しておき、自動走行時には現在の距離データと地図を照合して、地図内の位置を推定する[Sakai 2017]。図3-1-3に生成した地図を示す。

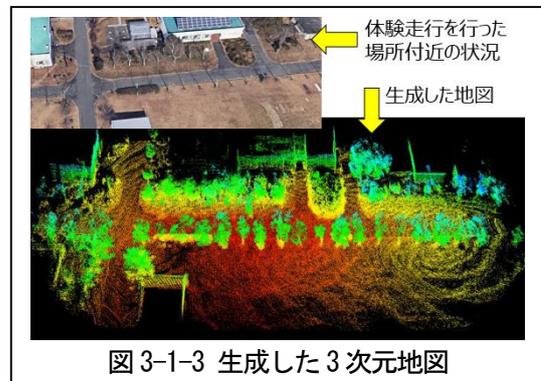


図3-1-3 生成した3次元地図

障害物検出機能：障害物の検出は距離センサのデータを基に行う。今回の試作システムでは物体の認識は行っておらず、周囲物体までの距離計測結果から、自身の周囲の安全な領域を記述した地図（局所地図と呼ぶ）を生成することによって行っている。図 3-1-4 に局所地図の生成例を示す。左側に示す状

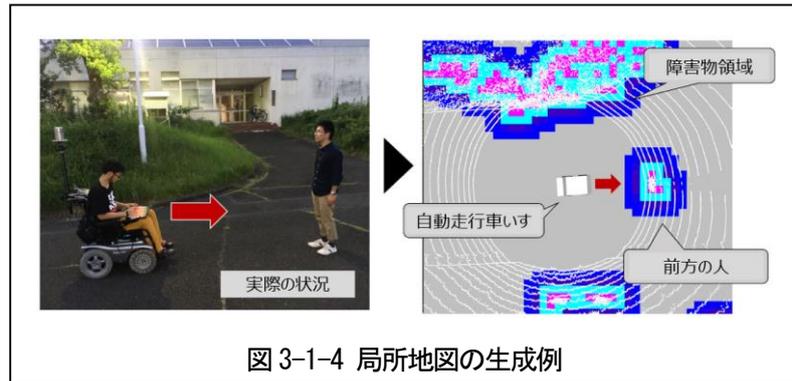


図 3-1-4 局所地図の生成例

況で、右側の局所地図が生成されている。青い部分は検出された障害物であり（人も含む）その外側の灰色の領域が衝突の生じない領域（自由空間と呼ぶ）である。

経路計画機能：現在位置からゴール地点の方向が分かるので、局所地図内に経路点を設定し、そこへ向かう軌道を生成する。自動運転では自身の動きと周囲の物体の動きが速いので、車のダイナミクスや周囲物体の動き予測などを行って、安全な経路を生成する必要がある（例えば、[Ardiyanto 2012]）。今回の自動走行車いすは低速走行を行うため、衝突可能性のみを考慮して経路を生成した。ソフトウェア全体を、ロボットソフトウェア開発環境 ROS（Robot Operating System）を用いて構築しているため、ROS であらかじめ提供されている `move_base` パッケージを使用した。

以上の機器とソフトウェアにより、体験乗車システムを実現し、オープンキャンパス当日は一度も不具合を起こすことなく終日動作することができた。車いすは、基本的には人の行くところはどこでも行く可能性があるため、自動走行車いすは自動走行車が想定する道路環境に比べて、より多様な環境を対象とする必要がある。今後は、現在の道路環境だけでなく、例えば屋内外をシームレスに走行するなど、より複雑な環境・状況で動作するように改良を加えていきたい。

最後に、本システムを構築し、展示を行ってくれた行動知能システム学研究室の学生諸君に感謝する。

[Sakai 2017] T. Sakai, K. Koide, J. Miura, S. Oishi, Large-scale 3D Outdoor Mapping and On-line Localization using 3D-2D Matching, Proc. 2017 IEEE/SICE Int. Symp. on System Integration (SII-2017), Taipei, Taiwan, Dec. 2017.

[Ardiyanto 2012] I. Ardiyanto and J. Miura, Real-time Navigation using Randomized Kinodynamic Planning with Arrival Time Field, Robotics and Autonomous Systems, Vol. 60, No. 12, pp. 1579-1591, 2012.