

1. はじめに

近年、少子高齢化により高齢者の割合および要介護者数が増加しており、併せて介護者への仕事の負担が増加している。移動補助器具として車椅子が広く使われているが、自操式車椅子の利用には腕力が必要であるといった問題があり、介助者を時間的に拘束してしまうことが課題である。

そこで、本研究では自操式車椅子に対して、後方からの移動補助および追従技術の提案、開発を行う。先行研究として、水野 [1] による Kinect v2 を使用した後方及び横から追従する支援ロボットの開発などがあるが、直進動作のみの追従が行われており、カーブを曲がる動作の追従はできないため、進路変更ができないのが現状である。これを受けて、アテンドロボットが後方から車椅子の位置を推定するシステムの開発を行う。車輪部分の距離情報から絶対位置および角度を推定し、それらのパラメータを用いることで安定した追従が可能となる。

2. 追従ロボット概要

本研究で用いる追従ロボットの外観を Fig. 1 に示す。奥行き情報の測定には、インテル株式会社の Intel RealSense Depth Camera D435 を用いた。Fig. 2 に示すように、後方から特徴点を測定し、自己位置および対象の姿勢を推定するシステムを構築する。



Fig. 1 外観

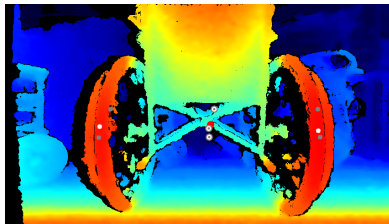


Fig. 2 深度画像

3. 追従対象物の姿勢推定法

推定のイメージを Fig. 3 に示す。始めに RealSense を用いて奥行き情報を取得する。y 軸方向において三層分の測定領域を設定し、2 回の最小点探索により n 層目における左右の車輪部 P_n^L, P_n^R を測定する。x 軸と 2 点を結ぶ直線の成す角度を求め、x, z 座標と角度の情報と、追従ロボットの車輪の回転速度などから求まる情報を用いて、車椅子の姿勢情報 P_{obj} を求める。式 (1), (2) によって、姿勢情報 P_n^M を求め、式 (3) によって車椅子の姿勢情報 P_{obj} を求める。

$$P_n^M(x_n^M, z_n^M) = \left(\frac{x_n^L + x_n^R}{2}, \frac{z_n^L + z_n^R}{2} \right) \quad (1)$$

$$\theta_n^M = \tan^{-1} \left(\frac{z_n^R - z_n^L}{x_n^R - x_n^L} \right) \quad (2)$$

$$P_{obj}(x_{obj}, z_{obj}, \theta_{obj}) = \left(\frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 x_i^M, \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 z_i^M, \frac{1}{3} \sum_{i=1}^3 \theta_i^M \right) \quad (3)$$

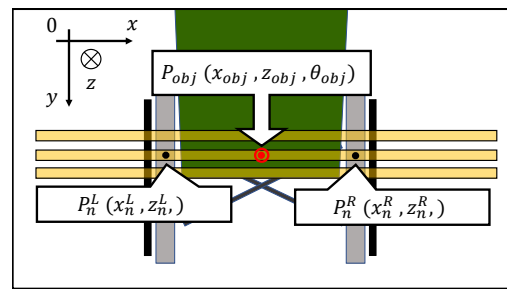


Fig. 3 推定手法のイメージ

4. 追従シュミレーション

車椅子との適切な距離を保ちつつ、後方から追従することを想定している。このときの姿勢推定の検証として、対象が時計回りに旋回動作を行い、追従を行った。Fig. 4, 5 に推定結果を示す。角度が変化しても、ロボット側から見た対象物の姿勢推定が実現可能であることが確認できる。

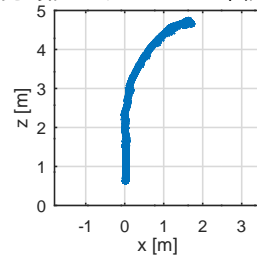


Fig. 4 追従経路

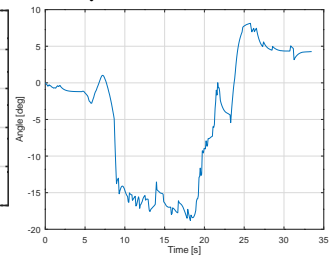


Fig. 5 相対角度

5. まとめ

本研究では、後方からの車椅子の位置推定を目的としており、シュミレーションで推定結果が追従に活用できていることが確認できた。特徴点が少ない対象でも、リアルタイムに位置推定が行えるため、より安定した追従や移動支援への活用が期待できる。今後、さまざまな環境下での支援が可能となり、医療や介護の現場の負担軽減に貢献したい。

参考文献

[1] 水野：車椅子搭乗者のジェスチャー認識による伴走型支援ロボットの開発、令和元年度鳥取大学大学院持続性社会創生科学研究科修士論文、2020