

介護者の意図と周辺状況の観察に基づくロボット車椅子

Robotic Wheelchair Control Based on the Caregiver's Intention and Environments

金原悠貴
Yuki Kinpara

高野恵利衣
Elly Takano

小林貴訓
Yoshinori Kobayashi

久野義徳
Yoshinori Kuno

埼玉大学 理工学研究科

Department of Information and Computer Sciences, Saitama University

1 まえがき

高齢化や少子化の進行に伴い、少ない人材で効率的な介護が行えるように、ある程度の自律移動を行う知的車椅子の開発が求められている (例えば [1] など)。

我々の研究グループでは、特に、介護者と車椅子利用者が並んで移動できることがコミュニケーション支援の観点から重要であると考え、介護者と車椅子がスムーズに併進できるロボット車椅子の開発を進めている。介護者の位置情報と身体の向き情報をレーザー測域センサと全方位カメラを組み合わせた複合センサを用いて観察し車椅子の制御に応用することで介護者とのスムーズな併進を実現している [2]。

我々の従来の車椅子システムでは移動制御が完全に介護者の動作に依存している。しかし不測の事態に突如に車椅子利用者が車椅子を操作できるようにすることも必要である。また、実際に我々の開発している車椅子システムを使用する場面を想定すると周囲には障害物が存在すると考えられる。そのため障害物回避機能が必要である。その際、周囲に障害物がある場合や人とすれ違う場合には介護者の隣に位置することが最適であるとは限らない。例えば廊下で人とすれ違う場合には併進したままでは通行の妨げになってしまう。

本稿では、ジョイスティックによる車椅子制御の上書き機構とポテンシャルフィールドの目的地を周囲の状況に応じて変化させることで併進走行と自然なすれ違い動作とを切り替える方法を提案する。

2 自立移動車椅子システム概要

図 1 に本研究で使用している車椅子の外観を示す。車椅子は後方上部に取り付けられたセンサで得た情報を利用して出力電圧を決定する。ジョイスティックコントローラから電圧を出力する代わりに PC から電圧を出力することで制御する。本システムではレーザー測域センサを 2 つ組み合わせて 360 度全方向の距離データを取得することでポテンシャルフィールド法を使って障害物を回避する。また、不測の事態にも対応できるようジョイスティックコントローラによる制御が優先される機構を備えている。車椅子が介護者への追従モードで制御されている際に、車椅子利用者がジョイスティックコントローラの持ち手部分に手を触れるとタッチセンサにより、ジョイスティックコントローラ側に制御が切り替わる。この機構

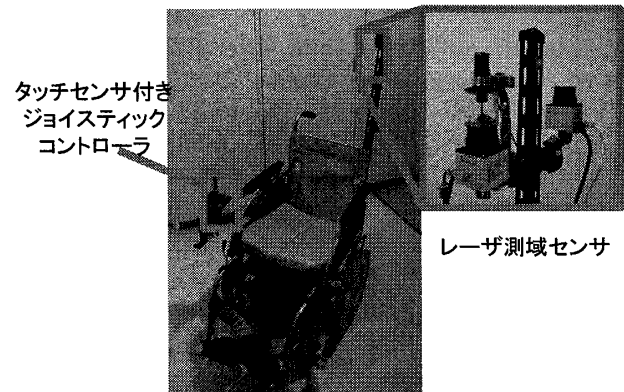


図 1 ロボット車椅子

により安全面が大きく向上した。また、車椅子利用者がいざという時に自分で操作できるという安心感を得られることから重要な機構である。

3 障害物回避

実際に本システムを使用する場面を想定すると物や人が存在する場面での使用が考えられる。つまりこれらを回避する必要がある。本システムでは障害物を回避しながら介護者に併進する手法としてポテンシャルフィールドを用いる。ポテンシャルフィールドとは目的地には引力、障害物からは斥力が働いていると考え、引力と斥力を重ね合わせることで障害物を回避しながら目的地へと向かう経路を求める手法である。本システムでは介護者と車椅子が併進することを実現するためにポテンシャルフィールド上の目的地は介護者の側方とする。これにより介護者に併進しながらの障害物回避するシステムを実現する。

ただし、車椅子は非ホロノミックな移動体であるため、単純にポテンシャルフィールドを応用することが難しい。本システムでは、車椅子の前方と後方の 2 点において斥力を計算し、てこの要領を応用する関らの方法 [3] を用いて車椅子に実装している。

図 2 にレーザー測域センサによって観察した周囲の状況と車椅子の様子を示す。図の中心の黄色の矩形が車椅子を表しており、介護者の側方から受ける引力と左前方の障害物から受ける斥力との合力、すなわち車椅子が進むべきベクトルを中心からの赤い直線で示している。

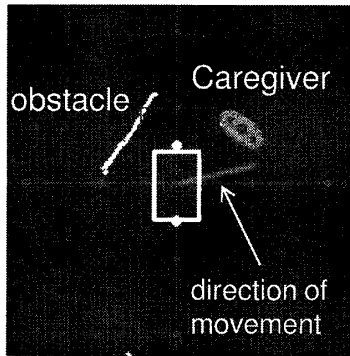


図 2 進行ベクトルの表示

また、一般的にポテンシャルフィールドの欠点として局所的に極小地点に陥ることが挙げられる。我々の車椅子システムにおいては介護者に併進するというシステム上、ポテンシャルフィールドにおける目的地は基本的に常に車椅子の近くにあることになる。そのため目的地が離れている場合に比べ極小地点に陥りにくい。また極小地点に陥った場合にも、介護者の動きに合わせて車椅子の目的地が移動するために極小地点から抜け出せる可能性がある。そのため本システムではポテンシャルフィールド法を用いる有効性が高い。

4 適応的な追従位置の変更

車椅子が介護者に常に併進していると廊下など狭い空間では、障害物により進路が狭まっている場面や人が前方から近づいてくる場面において目的地が介護者の側方にあるとうまくすれ違えることができない。そこで場面に応じてポテンシャルフィールドにおける車椅子の目的地を介護者の側方から後方へと移動することで介護者と車椅子が一直線になることでスムーズなすれ違いを実現する。

普段は図 3(a) に示すように介護者の側方を目的地として車椅子は移動する。目的地は介護者の移動に伴い逐次更新される。この状態を併進モードと呼ぶ。併進モードにおいて、レーザ測域センサによって進行方向に人や障害物を見つけそのまま併進してはぶつかる可能性がある場合に車椅子の目的地を介護者の後ろ側へと移動さ

せる。図 3(b) に示すように車椅子はポテンシャルフィールドの目的地のある介護者の後ろ側を目指して進む。この状態を追従モードと呼ぶ。追従モードに移行することで介護者の後方を追従しながら障害物や人とすれ違う。人とのすれ違い後に介護者の側方を観察し、介護者の側方に障害物がないことを確認できた後に追従モードから併進モードへと復帰する。

5 動作の様子

ポテンシャルフィールドの目的地を適応的に変更し人物とのすれ違いをする様子を図 4 に示す。介護者に併進モードでついていくが、前方の人物を確認したためにポテンシャルフィールドの目的地を介護者の後方へと移動し追従モードへと移行している場面である。追従モードへの移行に伴い車椅子が介護者後方へと向きを変更している。その後介護者と一列になって向かいから進んでくる人物とすれ違い、再び介護者の隣へと移動し併進モードへと戻る。

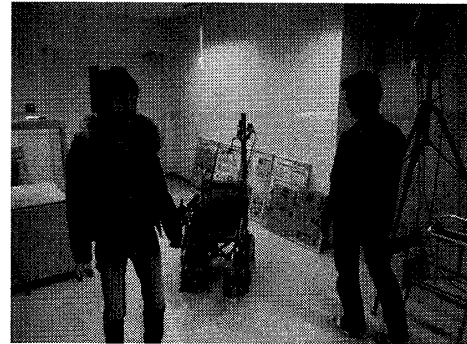


図 4 すれ違いの様子

6 まとめ

本稿では、ポテンシャルフィールドを用い、介護者への追従位置を適応的に変化させることで特に人とすれ違う場面において障害物を回避する手法を提案した。また、車椅子に本システムを実装することで人とすれ違うことを確認した。なお、本研究の一部は科学研究費補助金 (21013009,20700152) による。

参考文献

- [1] 佐藤雄隆, 坂上勝彦, “全方向ステレオシステム (SOS) を用いた電動車いすのインテリジェント化,” 電気学会研究会資料, IIC-08-57, pp.27-32, 2008.
- [2] Y. Kobayashi, Y. Kinpara, T. Shibusawa, Y. Kuno, “Robotic Wheelchair Based on Observations of People Using Intefrated Sensors,” Proc. IROS2009, pp.2013-2018, 2009.
- [3] 関啓明, 柴山智志, 神谷好承, 疋津正利, “非ホロノミック移動体の形状を考慮した実用的な障害物回避: ポテンシャル法の長方形車体への適用,” 精密工学会誌 74(8), pp.853-858, 2008.

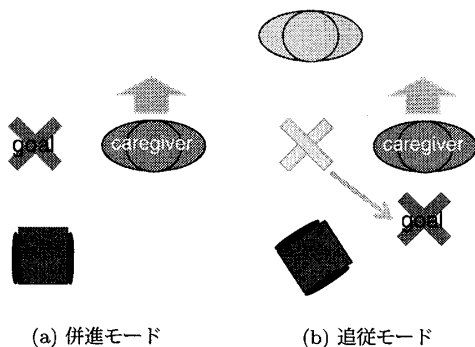


図 3 モードによる車椅子の目的地の切り替え