

LIDAR を用いた対人追従システム

竹之内 康希[†] 田村 仁[‡]日本工業大学工学部[†] 日本工業大学先進工学部[‡]

1. はじめに

少子高齢化社会を迎えた日本は介護人材の不足が深刻化しているとされ、介護分野におけるロボットの活用が必要とされている。例えば老人ホームにおいて認知症を発症した老人の夜間の徘徊などに対処するためには、24時間体制で見守りが必要となる。しかし、人間がこれに対処することはコスト・労力的に困難である。それをロボットによって自動化するためには、監視カメラや臨床センサーなどによる監視も考えられるものの、プライバシーの侵害といった倫理的な問題をはらむ。また、監視されているということから、ストレスを与えてしまう恐れがある。

安全を確保しつつ尊厳を守るためには、対象人物から得る情報が可能な限り少ない状態でロボットを稼働させることが重要である。

2. 提案手法

本研究では、夜間且つ老人ホーム内での運用を想定し、対象となる老人を自動追従及び特定の領域に進入した際の警告音による呼び止めに目的とする、ロボットのためのLIDARを用いた対人追従システムを提案する。LIDARを用いて対人追従するために、自己位置推定と地図作成を同時に行うSLAM[1]を用いる。

LIDARはShenzhen Yuedeng Technology社の360度2次元レーザースキャンが可能なYDLIDAR X4, SLAMには2次元レーザのみで扱えるGoogle社によるCartographer[2]を使用する。

LIDARで人や壁などの周囲環境の距離を測定し、得られたデータからCartographerでマッピングしていく。生成した地図上でLIDARによって取得した情報から壁や対象人物の位置を特定し、ロボットの経路を作成及び対人追従を行う。対象人物が進入禁止領域に設定された場所に入入した場合は呼び止め、または待機する。

想定する運用の概要を図1に示す。LIDARを腰の高さに設置し、事前に自動走行で屋内の地図を生成しておき、進入禁止領域を職員に設定してもらう。

Interpersonal tracking system using lidar

[†]Koki Takenouchi, Nippon Institute of Technology
Department of Robotics

[‡]Hitoshi Tamura, Nippon Institute of Technology
Faculty of Advanced Engineering

設定を済ませた後、利用者の追従を開始。設定した領域に進入したとき、例えば屋外であれば警告音で呼び止める。別の利用者の部屋やトイレであれば呼び止めはせず入口で待機する。

開発環境はOSがUbuntu18.04 LTS, ロボット用ソフトウェアプラットフォームのROS melodicを使用する。



図1 運用想定

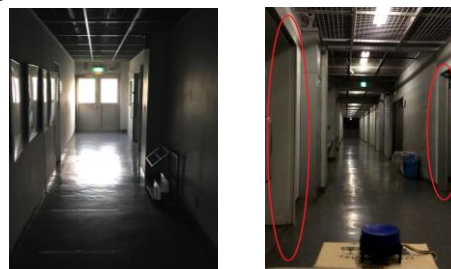
3. 実験

3.1 地図データ生成

YDLIDAR X4とCartographerを使用して生成される地図の精度を確認するため、データ可視化ツールのRvizを用いて、室内にてLIDARを台車に乗せて移動しSLAMを行った。実験場所を図2の(a)に示す。スタートは画像の奥のドアから手前に移動した。

3.2 移動体検知用の測定と解析

想定する追従を行うためには移動体を検知する必要がある。測定場所を図2の(b)に示す。今回はLIDAR固定し、レーザの高さは約0.82[m], 人が(b)右の円の部屋から左の円の部屋まで移動する間の測定と、移動中に人とすれ違う場合の測定を行った。測定したデータを解析し、距離差分、検知物のXY座標の推移から移動体の検知が可能かを調べた。又、移動体の座標と時間から速度を算出し、人かどうか判別できるかを確認した。



(a) (b)

図2 実験場所

4. 実験結果

図2(a)の場所を SLAM で生成した地図を図3に示す。地図の白い部分は移動可能なスペース、その内側の色が変わっている場所は移動の軌跡、黒い部分は壁や置物などの障害物を示している。緑の線はリアルタイムで検知している物体の位置を指している。

図4は図2(b)の実験における、ある瞬間のスナップショットであり、LIDAR からの距離差分を示す。Y 軸の値が測定した1周期前の距離との差分となる。図4上のグラフが、人が2つの部屋を移動した際の差分。図4下のグラフが移動中に人とすれ違った際の差分である。どちらも -25° から 25° の間で移動量が大きい物が検知できている。図4下は2人で行ったが移動物と間違えそうなノイズが発生した。

測定した角度と距離から、測定開始0[ms]と1095[ms], 2047[ms]後の検知物の XY 座標を算出した。結果を図5に示す。図5の丸で覆っている点群の Y 座標が時間経過で増加している。又、1095[ms], 2047[ms]時点で移動体と考えられる点群の中で Y 座標の値が最も大きい座標2点と時間差から速度を求めた。表1に各時間の座標を示す。値は約 $1.365[m/s]$ となった。これは健康な高齢者の歩行速度と近い値である[3]。このことから人の判別が出来たと言える。

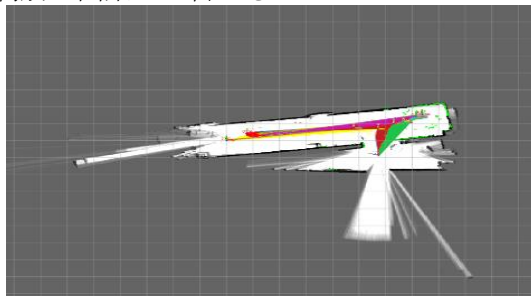


図3 生成された地図データ

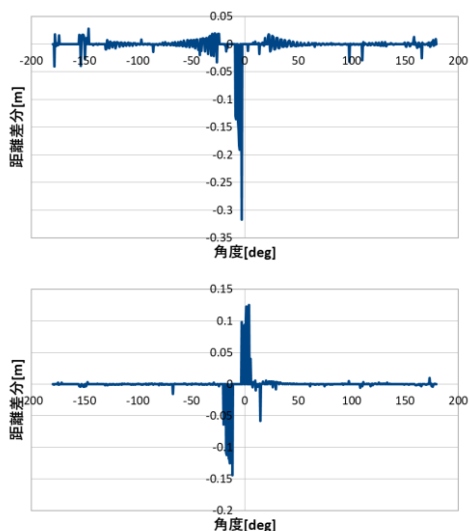


図4 距離差分

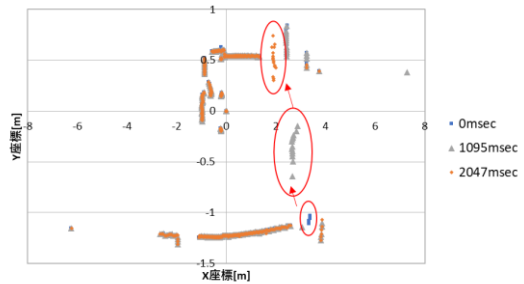


図5 検知物の XY 座標

表1 各時間の座標

経過時間[ms]	X[m]	Y[m]
1095	2.868064	-0.15031
2047	1.828633	0.629649

5. 考察

図2と図3より、壁やドアが開いている状態など実際の構造に近い地図が生成できており、本研究で使用した YDLIDARX4 と Cartographer による SLAM は可能で、想定している運用に適用可能であることが確認できた。図4から、ノイズによって追従先を見失う可能性が考えられる。これは距離差分に対して1周期ごとの人の移動量で閾値決め、調整することで軽減でき、より追従の精度を高めるにはカメラと併用することが必要になると考える。図5からは時間経過と共に点群が動いている様子が見て取れる。この点群に人間の胴体の幅を比較することで人の判定の精度向上に繋がると考えられる。

6. おわりに

本研究では、室内における老人を対象とした対人追従を目的とし、それに利用する SLAM や移動体の検出方法について確認した。

今後は、移動体か人かの判定を行う機能や、経路計画の手法についての検討を行い、システムの完成を目指す。

参考文献

- [1] 友納正裕 (2016) 「移動ロボットの環境認識 - 地図構築と自己位置推定 - J-Stage」 <https://www.jstage.jst.go.jp/article/isciesci/60/12/60_509/_pdf>, 2019年7月20日閲覧
- [2] 「Cartographer ROS Integration - Cartographer ROS documentation」 <<https://google-cartographer-ros.readthedocs.io/en/latest/>> 2019年5月7日閲覧
- [3] 鈴木隆雄 (2016) 「後期高齢者の健康」 (厚生労働省 市町村セミナー), <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-12600000-Seisakutoukatsukan/0000114063_1.pdf> 2019年12月27日閲覧