

コーナーミラーを活用した移動ロボットにおける死角にある障害物検知

田尻 隼人[†]
岩手県立大学[†]

鈴木 彰真[‡]
岩手県立大学[‡]

1 はじめに

近年、搬送ロボットやお掃除ロボットといった自律移動ロボットの需要が高まっている。自律移動ロボットにおいて屋内の見通しの悪い曲がり角では、ロボットの死角に障害物が存在するとすれ違いざまに回避しきれず衝突してしまうことがある。

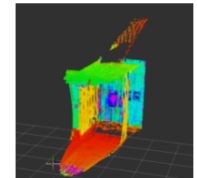
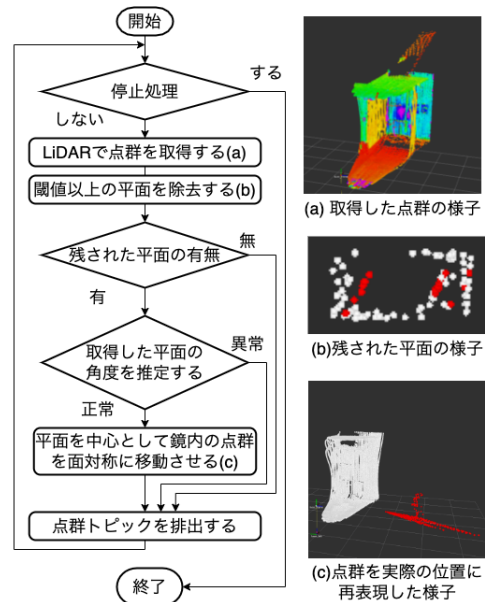
この問題に対して、統計学的観点から人間の行動をもとにしたロボットの軌跡を提案し、衝突を防止した例がある [1]。また、複数台の移動ロボットを用いたマッピングによって回避している例もある [2]。

一方、人間同士の衝突を避ける目的で、人通りが多く見通しの悪い曲がり角ではコーナーミラーがすでに設置されていることも多い。そこで、本研究では既存のコーナーミラーを活用し、LiDAR を用いて自律移動ロボットから死角領域を可視化する手法を提案する。また、提案手法によってロボットの衝突を未然に防ぐことを目的とする。

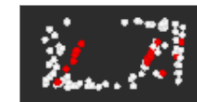
2 ミラーを用いた死角の障害物回避

見通しの悪い建物内の廊下の交差点に平面鏡が設置されている環境で、交差点を曲がった先にいる人間の点群が鏡を介して表現可能である [3]。また、コンピュータに設置した鏡を利用し、LiDAR の計測範囲が拡大できることも報告されている [4]。そこで、提案手法では LiDAR で取得した疎データである点群情報を用いて、コーナーミラーの検知、取り付け角度の推定と共に、コーナーミラー内に映る障害物をコーナーミラーに対して面对称の位置に再表現する。

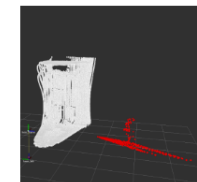
提案手法の処理の流れを図 1 に示す。まず、得られた点群において、図 1(b) に示すようにコーナーミラーの縁のサイズ以上の平面の点群とコーナーミラーの取り付け高さ範囲以外の点群の除去を行う。



(a) 取得した点群の様子



(b) 残された平面の様子



(c) 点群を実際の位置に再表現した様子

図 1 点群の再表現処理の流れ

残された点群がある場合、それをコーナーミラーとみなし平面推定を行う。平面の近似式が得られた後に、平面の位置が正常か確認し、正常であれば図 1(c) に示すようにコーナーミラー内に存在する点群を面对称に移動させる。

3 移動時における死角の障害物検知実験

提案手法で再表現された障害物の点群と実際の障害物の位置との誤差を計測する。また、移動走行中に死角の障害物が検知した時に、停止するソフトウェアを作成し、提案手法の有効性を検証する。

3.1 実験方法

本研究ではコンピュータの計算処理の負荷を軽減するために、コーナーミラーとして平面鏡を利用する。実験の環境を図 2 に示す。外光の影響を受けない廊下の交差点にコーナーミラーを設置する。図 2 に示すように、自律移動ロボットから死角にあたる位置に人を立たせる。図 2 の黒点に示すようにロボットの進行方向に位置する壁からロボットの車軸上までの距離を 1m 間隔で A 地点, B 地点, ... とし、

Obstacle Detection in Blind Spots for Mobile Robots Using Corner Mirrors

[†] Tajiri Hayato, Iwate Prefectural University

[‡] Akimasa Suzuki, Iwate Prefectural University

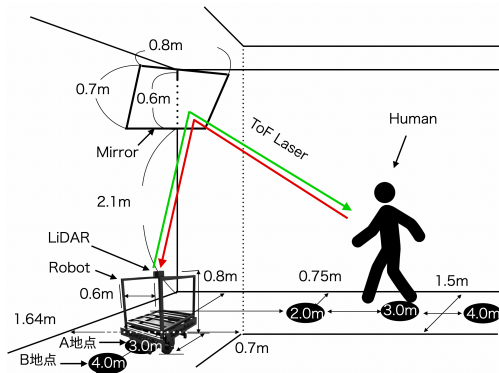


図2 実験の環境

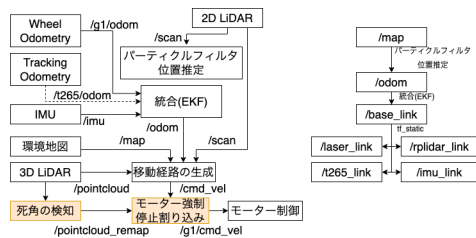


図3 ロボットのROSノード構成とTFツリー

人間の進行方向に位置する壁から人間までの距離を1m間隔として、その位置に人とロボットを配置したときの計測値の誤差を求める。各地点で、15回計測を連続で行い、中心座標の平均と最大の誤差をRMS値として求める。また、ロボットから直接障害物が見える位置や、コーナーミラーがLiDARの照射範囲外となる位置は除く。

ロボットによる死角障害物の検知には、3D LiDARであるLivox Horizonを使用する。Livox Horizonの視野角に対応させるため、x軸上で90度回転させて設置する。ROSのノード構成とTFツリーを図3に示す。ロボットのオドメトリとして車輪オドメトリとIMUを拡張カルマンフィルタで統合したものを利用する。また、オドメトリのズレ補正にはROSの標準パッケージであるNavigationStackに含まれるamclを利用する。同じくNavigationStackに含まれるmove_baseを利用し経路生成と、モーター出力トピックの排出を行う。未然に衝突を防ぐことを目的とするため、死角に障害物が存在する場合はモーター出力トピックを強制的に停止信号に書き換えることでロボットを停止させる。

3.2 実験結果

障害物の計測位置の誤差によるRMS値の平均と最大を図4に示す。計測値の無い箇所は計測不能で

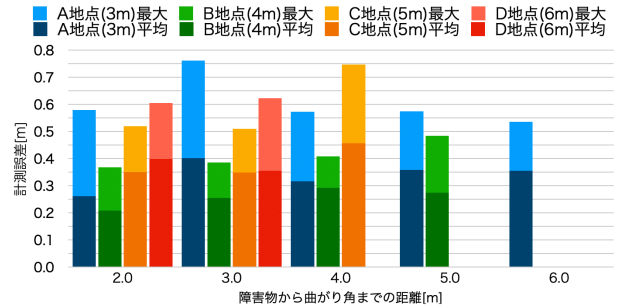


図4 計測位置の誤差によるRMS値の平均と最大

あったことを示している。図4が示すように、平均0.4m最大0.8m程度の誤差があり、ロボットの進行方向に位置する壁からロボットの車軸上までの距離が4mの時に最も誤差が小さくなることが明らかになった。また、提案手法によって自律移動ロボットを移動させ、死角領域に障害物が存在すると停止させることが可能であった。

4 おわりに

ロボットの死角にある障害物回避の方法として、コーナーミラーによる死角領域の障害物検知を提案し、衝突回避の可能性を示した。今後は、コーナーミラーの縁を用いない検知方法や凸面鏡に対応させていくことで有用性の向上が期待できる。

参考文献

- [1] 橋本憲, 吉見卓, 水川真, 安藤吉伸, 油田信一, 竹内清明. 曲がり角におけるサービスロボットと人との衝突防止に関する研究. ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集, Vol. 2014, No. 14-2, pp. 2841-2852, 5 2014.
- [2] 鄭龍振, 石橋正教, 倉爪亮, 岩下友美, 長谷川勉. 4台のkinectを搭載した全方向計測ロボットによる環境計測. 第29回日本ロボット学会学術講演会, pp. 103-4, 9 2011.
- [3] 内海佑斗, 北川晋吾, 矢野倉伊織, 岡田慧, 稲葉雅幸. CNNによる深度予測に基づく鏡を活用した死角の物体知覚. 第33回人工知能学会全国大会, pp. 1L2-J-11-02, 6 2019.
- [4] 松原和樹, 永谷圭司, 平田泰久. マニピュレータに設置した鏡を利用した移動ロボット搭載lidarの検知領域拡大手法の提案. 第37回日本ロボット学会学術講演会, pp. 2K1-05, 9 2019.