

Lidar による障害物情報に基づく AGV の最適回避経路に関する研究

Research on Optimal Avoidance Routes for AGVs Based on Obstacles Information by Lidar Sensors.

○宮澤優斗¹, 星野貴弘²

Yuto Miyazawa¹, Takahiro Hoshino²

Abstract : Automated guided vehicles (AGVs) are currently used in warehouses and factories. Introduction of AGVs is expected to increase productivity since AGVs can transport products and parts without human intervention. However, obstacles in the transport path prevent normal operation, this situation is causing a decline in productivity. To improve the loss of productivity, it is necessary to perform avoidance actions against obstacles. Therefore, we will investigate creating optimal avoidance paths by enabling more detailed detection when obstacle are detection. In this study, we will use Lidar sensors to examine obstacle shape recognition and avoidance control using Lidar sensors.

1. はじめに

近年、倉庫内作業や工場における生産工程の自動化に伴い無人搬送車(Automated Guided Vehicles, 以降 AGV)の導入が進んでいる⁽¹⁾. AGV は、製品や部品を無人で搬送することが可能であり、人間では持ち運ぶことが困難な重荷などの搬送を行うことも可能である. そのため、人手の足りない現場での作業の効率化が見込める. しかし、搬送経路上に予期せぬ障害物が生じた場合、衝突してしまう恐れもある. また、障害物の発生により、生産性の低下を引き起こしてしまう⁽²⁾.

本研究では障害物による搬送効率の低下を防ぐため、障害物を適切に回避する方法について、AGV を想定したマイコンカーを用いて検討する. 適切な回避行動を行わせるためには、障害物の形状を正確に認識させることが必要である. 先行研究では、光学式距離センサーをサーボモーターに取り付けることで多方向の距離測定を行っている⁽³⁾. 本研究では、測定精度と利便性の向上のため Lidar を用いることにした. Lidar を用いて障害物の正確な形状を認識させることで、障害物の形状に基づく最適な回避経路の生成に役立つ. 本報告では、Lidar センサーから取得した測定データからの障害物情報の抽出とそれに基づく回避制御の実験結果について述べる.

2. 使用したマイコンカー

本研究で用いるマイコンカーを Figure 1 に示す. マイコンカーのベースには Nexus 社製メカナムホイールロボットを用い、Arduino Mega で制御している. Lidar には、SLAMTEC 製の RPLidar A1M8-R6 を接続している(Figure2).

メカナムホイールは車輪に対して 45 度の角度に多数のローラーが取り付けられており、各車輪が回転し



Figure 1. Meccanum wheel robot

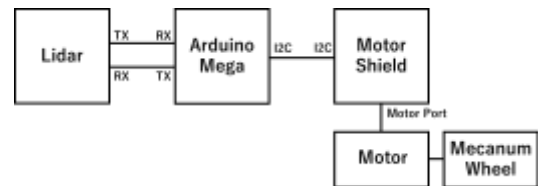


Figure 2. Wiring diagram

た際に軸に対して斜め 45 度の方向に力が働く. そのため、4 輪の回転方向を独自に制御することで向きを変えることなく前後左右、斜め方向への移動が可能となる. 障害物に対して機構的な制約を受けることなく効率的な回避経路を走行できるため、メカナムホイールを用いることにした.

Lidar は赤外線光によって距離測定を行うセンサーである. 今回使用した RPLidar A1M8-R6 は、センサーの上部が回転し、三角測量方式で毎秒 8000 回の測距データのサンプリングを行うことが可能である. また、360° すべての方向に対し距離測定を行うことができるため、障害物の形状の認識に有効である. 取得されるデータは、Lidar の基準方向からの角度と距離データである. 本研究では、取得データを直交座標系に変換して用いる.

3. 障害物情報の抽出

Lidar センサーからデータを取得する際、0mm となる場合や実際の物体との距離と比較し非常に大きな値

1 : 日大理工・院(前)・電気 2 : 日大理工・教員・電気

が取得されることがあった。このような異常値が発生する原因として、Lidar センサーと測定対象の位置関係が問題であると考えられる。Lidar センサーから発する赤外線レーザーが測定対象に入射するときの入射角を変化させ、取得した 1000 個のデータに対し測定精度の比較実験を行った(Table1)。その結果、入射角が 60 度以上になることで正常な測定ができないことがわかった。本研究では、予期せぬ障害物に対する回避制御を目指しているため、測定対象が必ずしも測定しやすい位置関係であるとは限らない。そのため異常値データの除去法として、フィルタリングとクラスタリングを行った。

Table1. Results of the accuracy comparison experiments

Incidence angle	40°	50°	60°	70°
Number of abnormal value data	0	185	979	1000

<3.1 フィルタリング>

データのフィルタリングは、取得されたデータを条件に従い必要なデータを残し、不要なデータを除去する方法である。障害物データを取得後、異常値データが含まれる範囲外のデータに関しては除去することで、障害物の形状認識に必要なデータのみを取得する。

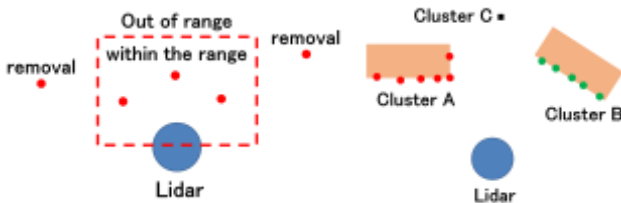


Figure 3. Image of filtering and clustering

<3.2 クラスタリング>

データのクラスタリングは、取得されたデータをグループ分けする方法である。物体毎にグループ分けすることで、障害物情報をまとめることができ、どのグループにも属さない孤立点を判別できる。また、グループ分けされたデータのまとまりをクラスタという。本研究ではクラスタリングの手法として階層的手法の「単連結法」を用いる。階層的手法とは、初期状態を全データそれぞれが独立したクラスタであるとし、クラスタ間距離が最小の組を併合させ、目標のクラスタ数や閾値になるまで併合を繰り返す方法である。単連結法とは、2つのクラスタ間の距離についてそれぞれのクラスタに属するデータ同士で最も近い点同士の距離をクラスタ間距離と定義し、クラスタの併合を行う手法である。

4. 走行実験

本研究では、異常値データを除去したデータを用いて簡易的な回避制御を行った。進行方向に存在する 1 つの障害物に対し、3 章で説明した障害物情報の抽出結果を用いて回避方向を決定した。

<4.1 実験方法>

前進しているマイコンカーの進行方向に Figure 4 のように 1 つの障害物を設置し、障害物との距離が 500mm 以下となる時、停止させ 0~180 度の範囲に対し測定を行う。進行方向に存在する同一クラスタのデータに基づく回避方向と移動距離を判定し、回避動作を行う。

<4.2 実験結果>

障害物検知時に 0~180 度の範囲に対して行った測定データを Figure 5 に示す。Figure 5 は 3 章のフィルタリングとクラスタリング後の結果であり、障害物を一つのクラスタとして認識させることができている。また、Figure 5 のクラスタ 1 のデータを基に、少ない移動距離で回避できる方向を判定し、その結果、x 軸正の方向へ回避させる経路をとった。

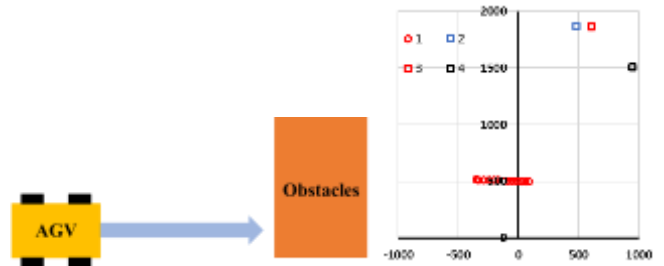


Figure 4. Driving experiment Figure 5. Measurement

5. まとめと今後の課題

本研究では、Lidar センサーを用いることで周囲の測定データを取得し、簡易的な回避制御の検討を行った。今後の課題としては、回避後に再度測定することでより詳細な障害物の形状認識や障害物が複数発生した場合の回避制御について検討していく予定である。

参考文献

- (1) “工場 AGV (無人搬送車) を導入するメリットや活用シーンなどを解説”, 株式会社 APT, <https://n-apt.com/info/agv-introduction>, (2025/2/27 参照)
- (2) “AGV(無人搬送車)とは? メリット・デメリット、AI 活用の可能性を徹底解説!”, AI Market, <https://ai-market.jp/purpose/agv/#AGV2>, (2025/02/27 参照)
- (3) 安盛, 浜松, 星野: 「複数センサ情報による自律型移動ロボットの障害物回避アルゴリズムの検討」, 平成 28 年電気学会産業応用部門大会 予稿集 pp. II -103-106