

複数無人搬送車の障害物回避制御に関する基礎研究

Basic Research on Obstacle Avoidance Control for Multiple Automated Guided Vehicles

○高田康多¹, 星野貴弘²*Kota Takada, Takahiro Hoshino²

Abstract: Automated Guided Vehicles (AGVs) are becoming increasingly important in environments such as manufacturing plants, logistics warehouses, and hospitals, where they autonomously transport goods and materials. With advancements in technology, AGVs have become more sophisticated, and there is a growing demand for higher efficiency and optimization. For efficient logistics systems, AGVs require advanced obstacle avoidance capabilities and high transport efficiency. When multiple AGVs operate in the same area, AGVs are extremely important that they smoothly navigate while accurately avoiding obstacles. In this study, we examine effective control algorithms by cooperative drive for avoiding obstacles.

1. はじめに

近年、無人搬送車 (Automated Guided Vehicles, AGVs) は製造工場・物流倉庫など多岐にわたる環境で広く利用され、その重要性が増している^[1]。無人搬送車は自律的に物品や資材を搬送し、技術の進歩に伴い高度化が進行している。しかし、効率的な物流システムを実現するためには、高度な障害物回避能力や高い輸送効率が求められる。複数の無人搬送車が同一エリアで協調して作業を行う場合、各車両が他の車両や静的・動的な障害物を的確に回避しつつ、スムーズに移動することが必要である。一方で、地震などの突発的事象により、一時的に磁気テープなどで構築された走行ルート上に障害物が発生し、搬送効率が低下する問題が存在する。

先行研究^[2]では、無人搬送車を模擬したマイコンカーにセンサを搭載し、自律的に障害物を回避して走行ルートに復帰させるアルゴリズムが検討されている。しかし、先行研究は単体のマイコンカーの回避アルゴリズムに焦点を当てており、実際の工場では複数台の無人搬送車による運用が想定される。本研究では、複数の無人搬送車が協調して障害物を回避するための制御アルゴリズムの検討を行う。本報告では、複数台のマイコンカーを用いた追従走行実験を実施し、Bluetooth 通信を活用した制御方式の違いによる停止制度を検証した。

2. マイコンカーの構成

<2.1 マイコンカーの概要>

マイコンカーの外観を Fig.1 に示す。マイコンカーは自律的に障害物を回避しながら走行するために超音波センサを用いて周囲の障害物や壁との距離を測定し、マイコンからの命令でモータードライバを介してもモーター制御を行う。また、複数のマイコンカー間でリ

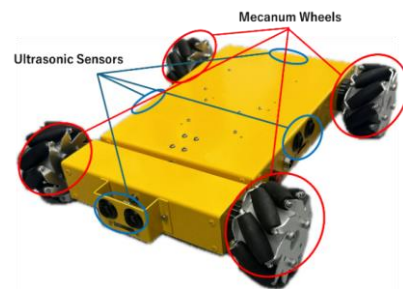


Fig.1 Appearance of microcomputer car

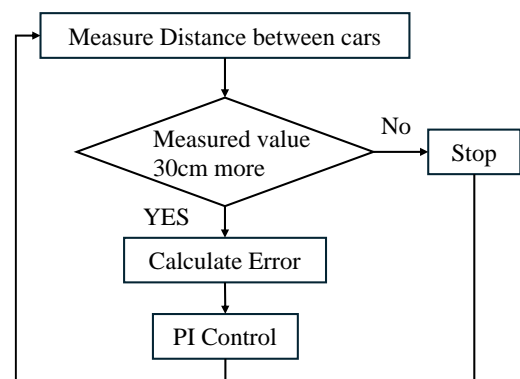


Fig.2 Flow chart of GAP Control

アルタイムに情報を共有し協調動作を行うために、Bluetooth モジュールの HC-05 を使用して通信を行っている。

<2.1 追従制御>

開発したマイコンカーの追従走行を行うための速度制御におけるフローチャートを Fig.2 に示す。マイコンカーは前方の超音波センサにより距離を測定し、PI 制御により車間距離を維持しながら走行している。

3. 通信方法

本研究の開発環境では、Arduino IDE を使用しているが、Arduino IDE 自体は基本的に 1 対 1 の通信を想定しており、複数のマイコンカーと同時に通信する機能を備えていない。そのため、複数のマイコンカーと通信するために、PC 側で Python を使用し、複数のマイコ

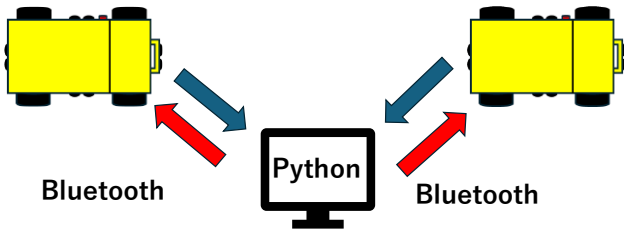


Fig.3 Communication between microcomputer

ンカーを制御した。Fig.3 にシステム全体の通信の概要を示したものを示す。マイコンカーに接続している Bluetooth モジュールを介して各マイコンカー及び PC とのデータの送受信を行う。これによって複数のマイコンカーの動作を一括して制御することが可能となる。

4. 走行実験

本実験では、複数のマイコンカーを用いて追従走行及び停止制御の実験を行った。Bluetooth 通信の影響を評価するため、次の2つの実験を行った。1 回目は Bluetooth 通信を使わず、自車のセンサ情報のみで停止制御の実験を行い、2 回目は Bluetooth 通信を使って先行車の停止情報を後続車と共有した場合の実験を行った。

<4.1 実験方法>

実験の初期状態を Fig. 4 に示す。先行車と後続車のマイコンカーは、70cm の間隔を保って配置され、先行車の前方 400cm 先には障害物が設置されている。この状態から、先行車を発進させた後、後続車を先行車に追従走行させた。

[追従走行]

先行車が発進後、後続車のマイコンカーは、自車の超音波センサを用いて先行車との距離を測定し、超音波センサの情報を基に追従走行を行う。目標車間距離を 50cm として、Fig.2 に示すように PI 制御を行った。

[停止制御]

先行車のマイコンカーは障害物を 30cm 以内に検知すると、自動的に停止するように設定されている。1 回目の実験では、後続車は超音波センサを使って先行車との車間距離が 30cm 以内に近づいた際に自動的に停止する。2 回目の実験では、先行車が障害物を検知して停止した時に Bluetooth 通信を利用し、停止した情報を後続車に伝達し、その情報に基づき後続車を停止。

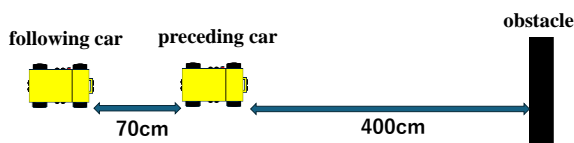


Fig.4 Initial position

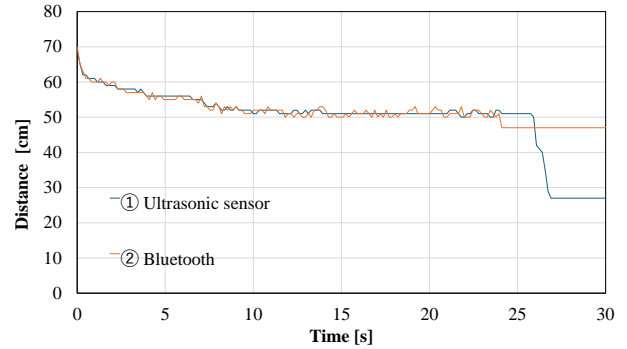


Fig.5 Distance between 1st and 2nd cars

<4.2 実験結果>

実験結果を Fig. 5 に示す。①の線は超音波センサのみで実験した場合、②の線は Bluetooth 通信を用いた場合の結果を表している。後続車は先行車の情報を元に停止することが確認した。しかし、停止時に車間距離がわずかに縮まる現象が見られたため、さらなる精度向上のためには制御パラメータの最適化が必要であると考える。

5. まとめと今後の課題

本研究では、Bluetooth 通信を用いた情報共有と PI 制御を組み合わせることで、安定した追従制御・停止制御ができることを確認した。実験結果から、超音波センサの距離測定によって、後続車が先行車を適切に追従し、さらに Bluetooth 通信により、先行車の停止に素早く対応できることを確認した。今後の課題として、LiDAR センサの導入によって、高精度な障害物検出を目指す。

参考文献

[1] RICOH 「工場内物流プロセスの自動化を実現する自動搬送車 (AGV) の活用とは」

<https://www.ricoh.co.jp/service/digital-manufacturing/media/article/detail08/> (参照日:2024/10/01)

[2] 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- II -106