

自動走行車両による追い越しの自動化

—陸上競技におけるペースメーカーや伴走者の機械化を目指して—

2015SC042 片山陽介

指導教員：大石泰章

1 はじめに

近年、陸上競技の注目度が高まり、新規の陸上競技者が増えつつある。新規の競技者にとって安定した速度で走るペースメーカーは、自らの記録を伸ばすことに繋がり、長く競技を続けるためのモチベーションとして有効である。また陸上競技はパラリンピックに代表されるように視覚障害者も行うが、そうした場合伴走者が必要不可欠である。以上を考えると陸上競技の未来のためにペースメーカーや伴走者の機械化をする意義は大きい。

本研究では、陸上競技場において機械式のペースメーカーや伴走者を走らせることを想定し、前を走る者や後方から追い越しをする者にぶつからないようにペースメーカーや伴走者を減速させたり、前走者が遅ければ隣のレーンに移って追い越しさせたりすることを考える。具体的にはペースメーカーや伴走者として自動走行車両 Zumo を、前走者や後方から追い越す者としてそれぞれ別の Zumo を使って実験を行い、測距センサで読み取った値に基づいて減速や追い越しをさせることを試みる。

2 使用する機器と環境

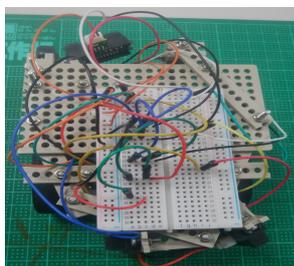


図1 実際の車両1

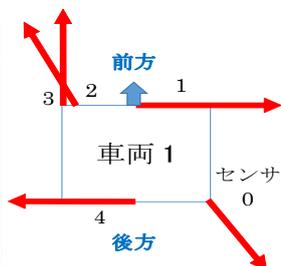


図2 車両1の模式図

本研究では自動走行車両 Zumo にマイコンボード Arduino を取り付けたものを合計3台使用する。そのうちの1台は追い越しを行う車両とし、文献 [1, 2] に倣って測距センサを5つ取り付ける (図1)。以下これを車両1と呼ぶ。またこれを模式的に表したものが図2であり、四角形の上の辺が車両の前方を表す。5つの測距センサは赤い矢印の始点にそれぞれ取り付け、矢印の向きを向いているものとする。右下のセンサから反時計回りにセンサ0からセンサ4まで番号をつける。残りの2台の車両は、図3のように車両1の前を走る車両として、また図4のように車両1の右側後方から走ってくる車両として用い、それぞれを車両2、車両3と呼ぶ。

実験を行う環境としては、陸上競技場のトラックの主な規格である直線部 84.39m、曲線部の半径 36.5m の 100

分の1を画用紙上に黒いテープを貼ったもので再現して用いる。ただし、線と線の間であるレーンの幅については Zumo の大きさにあわせて、トラックの幅の規格である 1.22m の 10 分の1としている。車両は基本的にトラックの線の上を走らせる。実際のトラックではレーン数が8または9であることが多いが、前方に車両がいたときに隣の線に移ることを想定して2レーンのみを用意する。

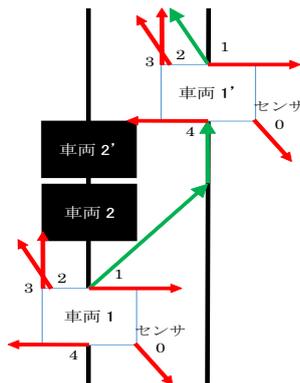


図3 追い越しの具体例

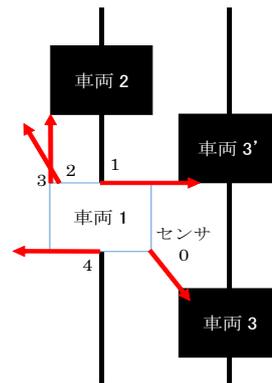


図4 やり過ごすとき

3 追い越しの手順

本研究で行う実験は主に2つあり、1つ目は図3のように実際に追い越しを行う実験である。もう1つは図4のように車両1の右側後方から車両3が追い越しをする間、衝突のないようにやり過ごす実験である。以下それぞれを実験1、実験2と呼ぶ。また本研究では陸上競技への応用を想定しているため、追い越しの際は必ず右側から行うものとし、左側から追い越すことはないものとする。よって図4において、車両3の方が車両1よりも速く、センサ1の反応は必ずセンサ0の反応の後に起こるものとする。

3.1 実験1の手順

追い越しにおける車両1の進路は図3の緑の矢印のようになる。まず、センサ0によって車両3の存在の有無を常に確認する。追い越しはセンサ3によって車両2を捉えることができ、車両3が存在しないことを確認できてから開始する。この確認の後で、車両1は時計回りに回転を始め、センサ3によって車両2を捉えられなくなったら直進を始める。次に右側の線を見つけて、その線に沿って走る。しばらく時間が経過した後の車両1、車両2をそれぞれ車両1'、車両2'として示す。センサ4によって車両2'の前に出たことを確認し、センサ2によって左前方の線に他の車両の存在がないことを確認した後に、元の内側の線に戻る。以上で追い越しは完了である。

3.2 実験2の手順

図4のように右側後方から車両3が走ってくる場合は、センサ0によって車両3を捉えてから、車両3が車両1の前に出て車両3'の位置に来るまで追い越しはせず、しかも車両2に追突しないように車両2と同じ速度になるまで減速しながら走ることにする。具体的には、実験1と同様に、まずセンサ0によって車両3の存在の有無を常に確認する。センサ0によって車両3が確認されたら、車両3がさらに前方に進んで、センサ1が1度車両3を捉えたのちに車両3を捉えられなくなるまで追い越しは行わない。

4 実験結果

本研究ではモータの回転速度が車両の速度を決めると考え、左右のモータの回転速度に差をつけることで右折、左折を行う。初期設定として車両1の左右のモータは1分間に300回転の300r/mに設定したが、線上を正確に走るためにこの値は適宜調整する必要がある。センサが出力する値は対象との距離にほぼ反比例するが、この値は0Vから5Vの電圧を0から1023の1024段階で評価した値である。センサの個体差を考慮して、センサ3は300、センサ0とセンサ2は350の値を上回ったとき車両が存在したと判定することにする。センサ1とセンサ4は取得したデータの前後の値を比較して通過の判断をするが、平滑化のためにデータを10個取得するごとに平均を出し、1つ前に出した平均よりも値が100以上小さくなったら通過したと判断することにした。また実験2において、車両2と同じ速度まで減速する際には、データ50個の平均をとり、1つ前の平均よりも値が30以上小さくなったら減速をやめる。

4.1 実験1の結果

まずは、車両1が車両2を発見し、回転して直進する動きについて述べる。この結果が図5である。横軸は何番目に取得したデータであるかということで表した時間であり、縦軸はモータの回転速度またはセンサの出力値である。各色の折れ線が何を表すかは図の下にある通りである。図6以降も同様である。図5において、時刻40を過ぎた辺りでセンサ3の値が300を越え始め、それと同時に右のモータの回転速度が落ち始めていることがわかる。このとき左のモータの回転速度は300r/mを維持していることで、車両1は時計回りに回転していることがわかる。その後、時刻100辺りでセンサ3の値は300を下回り、それと同時に両モータの回転速度は300r/mになっていることから、直進を始めたことがわかる。

次に車両1が車両2の前に出たあとで、元の線に戻る動きについて述べる。この結果を図6に示す。センサ2の値は常に0から200の間で推移しており、戻る線の方に他の車両がないことがわかる。また時刻40付近では、センサ4の平均の差が-100を下回り、これと同時に左のモータの回転速度が落ち始めている。これは、車両1が車両2の前に出たと判断し、元の線に戻る動きが始まったも

のと理解できる。

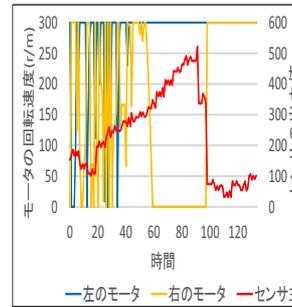


図5 実験1の前半

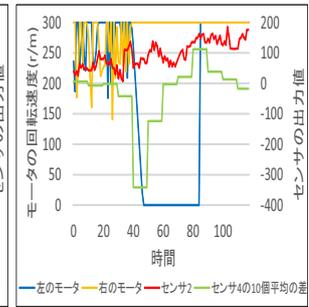


図6 実験1の後半

4.2 実験2の結果

この実験において主に使用されるセンサの出力値は図7に、同時刻のモータの回転速度は図8に示す。センサ3はデータ取得開始後すぐに値が300を越え始めているが、センサ0の値が350を越えているため追い越しを始めてはならず、センサ3の50個平均の差も30を越えていることから、両モータの回転速度が落ち始めている。その後時刻175辺りでセンサ1の10個平均の差の値が-100を下回り、これと同時に両モータが回転速度を300r/mに戻したのち、右のモータのみ回転速度を下げ始めている。以上よりやりやり過ごしを完了し追い越しに移ったことがわかる。

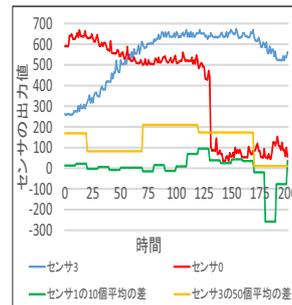


図7 実験2におけるセンサの出力値

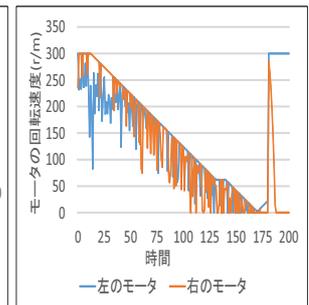


図8 実験2におけるモータの回転速度

5 おわりに

今回は測距センサを用いた追い越しの実現を目指し、高い精度でこれを実現することができた。しかし各方向の確認にはセンサ1つのみを使っており、少しでも位置がずれると検知できなくなってしまう。よってセンサを増やすなどして改善することが今後の課題である。

参考文献

- [1] 東良哲平：「車両型ロボットを用いた追い越しの自動化」。2017年度南山大学理工学部機械電子制御工学科卒業論文，2018。
- [2] 平原真：『実践 Arduino!—電子工作でアイデアを形にしよう—』。オーム社，東京，2017。