

# 車両型ロボットを用いた追い越しの自動化

2014SC010 東良哲平

指導教員：大石泰章

## 1 はじめに

近年、自動車の自動運転技術が長足の進歩を遂げており、事故防止、渋滞の緩和、燃費の向上等が期待される。高齢化の進む現在の日本において些細な不注意で命を落とす危険性のある事故を防ぐことは非常に大切である。特に追い越し運転は手順が複雑で注意が必要なため、自動運転技術を導入する意義は大きい。

本研究では Arduino を用いた小型の車両型ロボットに測距センサを取り付け、2車線道路における追い越しの自動化をプログラムによって実現する。具体的な手順として、制御対象の車両型ロボットを測距センサを用いて前方の車両に衝突しないよう走行させ、隣接する追い越し車線における車両の有無を確認し、それに応じて車線変更および追い越しをさせる。

## 2 使用する装置

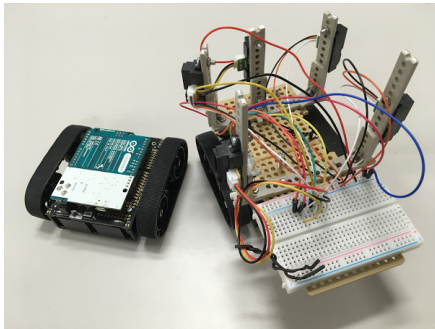


図1 車両型ロボット Zumo

本研究では車両型ロボット Zumo にマイクロコンピュータ Arduino を取り付けたものを3台使用する。特に追い越しを行う車両は文献 [1] に習って測距センサ (GP2Y0A21YK) を5つ取り付けたものを使用する。これらの装置を図1に示す。図中左の車両が Arduino のみを、右が Arduino と測距センサを取り付けた Zumo である。5つの測距センサは図2のように車両の四隅と前方に取り付け、それぞれ矢印の方向の対象物までの距離を測定して電圧として出力する。この出力電圧は対象物との距離が小さいほど大きくなる。また、以下では図2のように各センサに番号をつけ、センサ0のように表記する。

測距センサの精度をすべてのセンサで測定したところ、比較的正確に距離を測定できる範囲はおおよそ 5cm~40cm の間であることがわかった。なお、測距センサの特性や電圧の測定方法については、文献 [2] の 124 ページを参考にした。

## 3 追い越し運転の概略

この章では、追い越し運転の手順の概略を示し、次章でアルゴリズムの詳細と実験の結果を述べる。

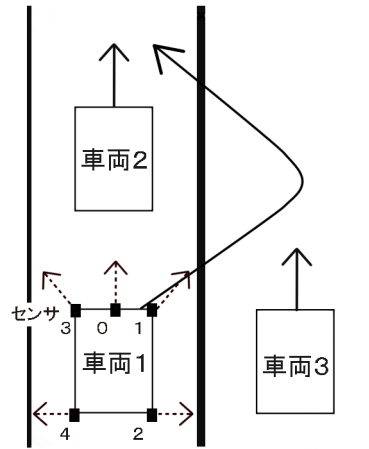


図2 追い越し運転の車両配置

本研究の目的は図2のように、左車線後方に自車である車両1、左車線前方に車両2、右車線に車両3がありすべて同じ方向に走るとき、自車に適切な制御を加え、2車線道路における追い越しを実現することである。追い越し運転のフローチャートを図3に示す。まず追い越しを行う自

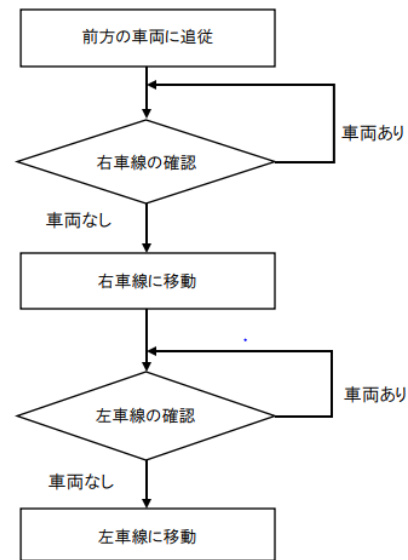


図3 追い越し運転のフローチャート

車はセンサ0で前方の車両2との車間距離を測定しつつ前進する。車間距離が一定の値以下になった場合、減速または停止を行う。停止した場合は、車両2との距離が十分に離れた後に再発進する。これらの動作により車両2との衝突を回避する。また一方で自車は、センサ1とセンサ2によって右車線の車両の有無を確認し、どちらかのセンサが

車両 3 の存在を感知した場合、自車は直進しつづける。どちらのセンサも車両の存在を検出しなかった場合、右側に車線変更を行う。なお、車線変更の動作中はセンサ出力の値にかかわらず一定の動作を続ける。その後センサ 3 とセンサ 4 で左車線の車両の有無を測定し、左車線に車両がなければ左側に車線変更を行って追い越しを完了させる。

#### 4 追い越しの実現

3 章で提唱したアルゴリズムで実際に追い越しを実現するため、図 4 のように車両を配置し、以下のような実装を行う。

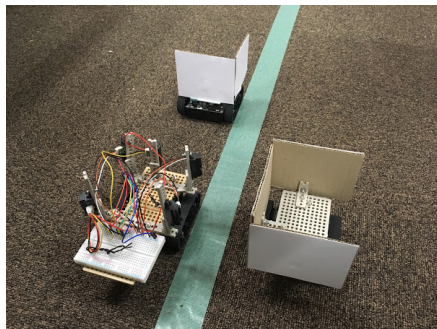


図 4 追い越し実験の様子

車両 1 は、車両 2 に向かって速度 10[cm/s] で走らせる。そして測距センサ 0 を用いて車間距離を測定し、得られた電圧が車間距離 20cm に対応する出力電圧 (1.30V) を上回った場合、すなわち車間距離が 20cm 未満になったと判断されたとき、車速を 5[cm/s] に落とし、10cm に対応する電圧 (2.23V) を上回った場合、車両を停止させる。停止した場合は 20cm に対応する電圧 (1.30V) を下回る出力を再び観測したら車両を再発進させる。車両 2 と車両 3 は測距センサに認識させるための厚紙を垂直に取り付け 5[cm/s] で定速で直進させる。自車の車線変更の条件とするセンサの出力値は 20cm(1.30V) とし、追い越し完了後、2 秒間前進し停止させる。

測距センサは Zumo のピンに接続し、ピンの電圧は 0.04 秒間隔で観測する。ピン 1 にセンサ 0、ピン 2 にセンサ 1 とセンサ 3、ピン 3 にセンサ 2 とセンサ 4 をそれぞれ接続する。1 つのピンに 2 つのセンサが接続されている場合は 2 つのセンサ出力の大きい方の値が観測される。

上記の条件で車両を走行させ、正しく追い越しができるか確かめる。その結果、車両が発進してから約 3 秒後に右車線への車線変更を開始し、同じく約 10 秒後に左車線へ車線変更を開始した。その後、車両が発進してから約 14 秒後に停止した。車線変更動作に必要な時間はそれぞれ 2 ~ 3 秒であった。

ピン 1 ~ ピン 3 の電圧変化のグラフを図 5 に示す。グラフ中の水平な破線はセンサ出力の 20cm に対応する電圧 (1.30V) を、垂直な破線は車線変更が始まった時刻と終わった時刻を示す。センサ 0 を接続しているピン 1 の電圧は常に 1.30V 以下であるため、自車と車両 2 の間の距離は常に 20cm 以上であり、自車は衝突回避のために減速する必要なく走行していることがわかる。ピン 2 とピン 3 の電

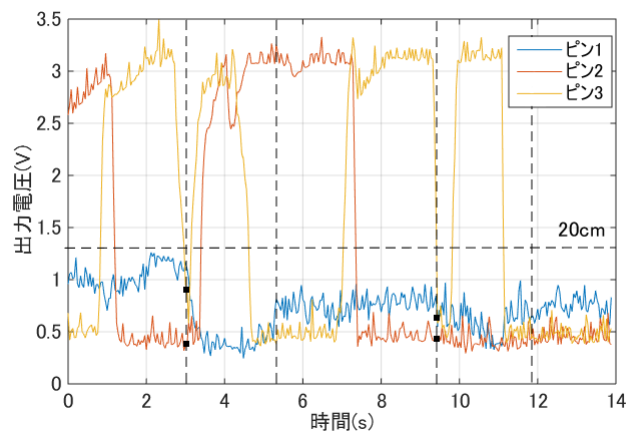


図 5 時間経過に対する各ピンの電圧の変化

圧に注目すると、時刻 0~3 秒においては 2 つのピンのうちどちらか一方の電圧が 1.30V 以上であるため車線変更の条件を満たしておらず直進しつづけていると考えられる。しかし、時刻 3.0 秒においてはどちらの電圧も 1.30V 以下 (ピン 2: 0.37V, ピン 3: 0.94V) となっており、このため設計通りに右車線への車線変更を始めたものと考えられる。さらに時刻 5.4~9.5 秒では、2 つのピンのうちどちらか一方の電圧が常に 1.30V 以上であり、このため車線変更動作を行わずに直進しているものと考えられる。しかし、時刻 9.5 秒においては、どちらの電圧も 1.30V 以下 (ピン 2: 0.42V, ピン 3: 0.58V) となっており、このため左車線への車線変更を始めたものと考えられる。以上の結果から目標通りに追い越しが達成できたことがわかる。

#### 5 おわりに

本研究では測距センサを用いた自動追い越し運転の実現を目指し、測距センサの特性を調べ、具体的なアルゴリズムを考え設計を行った。そして測距センサの出力電圧から距離を読み取り、追い越しを達成した。今回の実験は自車以外の車両は定速だったため割り込むような形での追い越しとなった。しかし、実際の運転では他車両の速度を読み取り、直ちに車線変更するか、それとも他車両を見送ってから車線変更するかドライバーが判断を行うため、何らかの形で他車の速度を読み取る仕組みが必要である。そこで今後の課題は無線通信などを用いて車速の情報を伝達し車両を制御するなど、より多様なパターンでの追い越しをスムーズに実現できるような設計をすることだと考える。

#### 参考文献

- [1] 山田啓人:「赤外線測距センサを用いた車両ロボットの自動走行制御」. 2016 年度南山大学情報理工学部システム創成工学科卒業論文, 2017.
- [2] 鈴木美朗志:『Arduino でロボット工作をたのしもう!』. 秀和システム, 東京, 2014.