

GPS を用いたロボットカーの試作と特性評価

2013SE011 浅田 哲志 2013SE028 羽生田 理緒 2013SE176 櫻井 雄基

指導教員:奥村 康行

表 1 先行研究との比較

1 はじめに

近年, 私たちの暮らしを改善するものが多く存在する. その中でも GPS(Global Positioning System) が多くのアプリケーションや電子機器に組み込まれている. 例えば, アメリカ合衆国で試験的に行われている小型無人飛行機(ドローン)を利用した配送サービスにも GPS が活用されている. 配送先の場所を GPS で計測し, ドローン自身で配送物を正常に送り届けることを目的としている. GPS が安定した数値を受信することでこのサービスをより正確性の高いものとする. しかし GPS で受信することのできる数値のみでは, 安定したデータを得ることが難しい.

本研究では, GPS がどのようなものなのか, どのような特性を持つのか研究する. 具体的には, GPS モジュールを用いたロボットカーを製作し, 走行させることによって GPS の評価を行う.

2 先行研究

この節では先行研究の提案について, また本研究と先行研究の違いについて言及する.

2.1 自律制御で障害物を回避する自律走行ロボット [1]

Arduino, 赤外線センサ, モータドライバ IC を組み合わせた自律走行ロボットカーの提案である. 目的地は存在せず自律走行し障害物を回避して進み続けるシステムになっている.

2.2 Autonomous GPS R/C Car[2]

GPS を利用してロボットカーを指定した位置に走行させるもので, マイクロコンピュータは Arduino Diecimila を使用している. センサモジュール類を一切使用せずに GPS に依存したプログラムとなっている.

2.3 先行研究との比較

本研究では, Arduino とセンサモジュールを使用し目的地までの最適な経路計算を行い, 正確性の高い値を使用してロボットカーを走行させることを目的とする. 上記の先行研究との比較を具体的に記したものを表 1 に示す.

3 使用部品の原理

この節では, 本研究で用いられている部品である GPS と測距センサの原理について説明する.

	先行研究 [1]	先行研究 [2]	本研究
GPS モジュールより現在地の計測		○	○
測距センサより障害物までの距離を計測	○		○
距離センサの生データと実際の距離の比較			○
GPS を特性評価し最短距離を目指す		○	○

3.1 GPS の原理 [7]

GPS とは, 地球の周りを回る 24 個の衛星から発信される情報を用いて GPS の衛星と受信者の位置関係を測定し, 受信者の現在地の緯度・経度を計測するシステムである. GPS を使用する際に気をつける点としてビルや木の近くなど, 電波を遮断または反射してしまう場所を避け, できるだけ上空の開けた場所で利用することが挙げられる. GPS での位置の計算は, GPS 衛星の送信時刻 T_i , 受信時刻 t , GPS 衛星の位置 (X_i, Y_i, Z_i) , 受信機の位置 (x, y, z) , 光速 $c = 2.99792458 \times 10^8$ とすると以下の式 (1) で求められる.

$$c^2(T_i - t)^2 = (X_i - x)^2 + (Y_i - y)^2 + (Z_i - z)^2 \quad (1)$$

GPS を搭載する事により, 車体の現在地及び目的地までの差異を求め走行経路を計算する. 本研究で使用する GPS モジュールは Adafruit 社の Adafruit Ultimate66 チャンネル 10Hz GPS モジュールである.

3.2 測距センサの原理 [5]

近距離の障害物を検知し, 回避して走行するシステムを目指すため測距センサを使用する. 測距センサとは, センサ内部の赤外線 LED から照射された光が障害物にあたることで反射し, その光がセンサの受光素子で受光されることによって距離を測定するセンサである. 本研究では, SHARP 社の GP2Y0A21YK を使用する.

4 使用部品の特性評価

この節では, 本研究で用いられている部品である GPS と測距センサの特性評価について説明する.

4.1 GPS モジュールの特性評価 [4]

本研究で使用する GPS モジュールの特性評価を行う。特性評価の実験に使用した機材は Adafruit 社 Adafruit Ultimate 66 チャンネル 10Hz GPS モジュール, Arduino Uno, PC である。具体的な実験内容としては、測位地点の緯度経度を地図で調べ、GPS で測位地点の緯度経度を測定することにより誤差を求め評価する。実験の正確性を考え、地点を変えて 6 回行う。計測地点の地図を図 1 に示す。[6]



図 1 GPS 特性評価の測位地点

結果は、距離の誤差が約 1.8m から 7.7m ほどで、誤差の方向は様々であることが判明した。結果をまとめたものを表 2 に示す。

表 2 GPS の評価結果

	誤差
地点 1 ★	南に 12m
地点 2 ▼	南に 7.8m
地点 3 ◆	北北東に 12.2m
地点 4 ●	南南西に 1.7m
地点 5 ▲	北北東に 2.7m
地点 6 ■	南南東に 21m

複数箇所の計測を行った結果、距離・方角ともはずれが一定でないことが確認できた。また、地点によって計測の精度に大きく差があるため、プログラムで誤差をカバーする、もしくは理想の走行路を大きく外れないように衛星からのデータ取得の頻度を高くする必要があることが分かった。

4.2 測距センサの特性評価 [5]

本研究で使用する測距センサの特性評価を行う。特性評価の実験に使用した機材は SHARP 社 GP2Y0A21YK, Arduino, PC, 定規である。前述の通り測距センサは光の反射率で距離を測定する。測距センサが計測する反射率の値を返り値とし、この返り値について計測を行う。本研究で用いる距離の値は 10cm 以上 25cm 以下なので上記の範囲での返り値を 1cm ごとに調べる。この実験のイメージ図を図 2 に示す。

結果は、10cm から 15cm までの区間では多少のばらつきが見られるが、16cm 以上では 3 回の実験を通してほぼ同じ値をとっており正確性が高いことが分かった。返り値と距離をグラフに示したものを図 3 に示す。

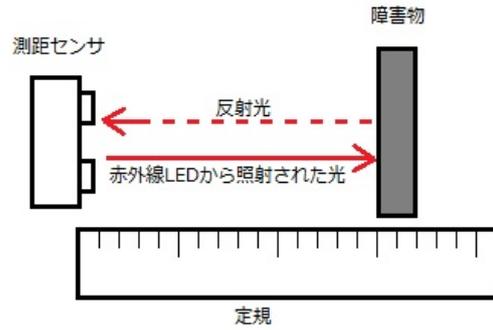


図 2 測距センサ特性評価の実験図

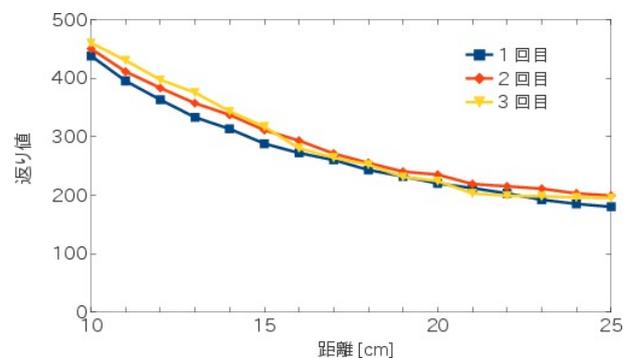


図 3 測距センサの特性評価

近距離の測距 (10cm~15cm) には値に少しばらつきがあることがわかったので、正確性の高い前方 19cm から 20cm の距離に障害物が現れたときに回避行動をとるプログラムを作成する。このデータを元にプログラム上へ障害物を認知る距離を与える。

5 GPS ロボットカーの構成と動作

この節ではロボットカーの構成、具体的にはハードウェアとソフトウェアについて、また提案方法について説明する。

5.1 ハードウェアの概要 [3]

本研究での車体はタミヤ社のバギー工作基本セットを用いて組み立てて使用する。前述の GPS モジュール、センサ類、IC を用いてシールドを作成し Arduino と連結させることによって GPS ロボットカーのハードウェアとする。配線図は Arduino とそれらを結ぶドライバ IC およびサーボモータ、モジュールで作製されている。動力としては、電源より電力を得た GPS モジュールより Arduino に位置情報をわたし、解析・計算後サーボモーターの角度を決定しながら、ドライバー IC を介して後輪のモーターを動作させる仕組みになっている。この配線図を図 4 に、完成したロボットカーを図 5 に示す。

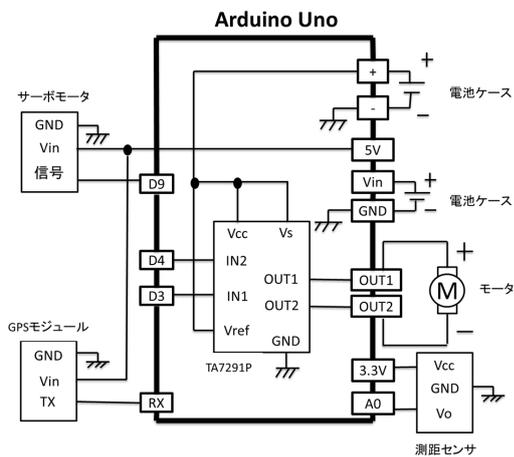


図4 ロボットカーの全体配線図

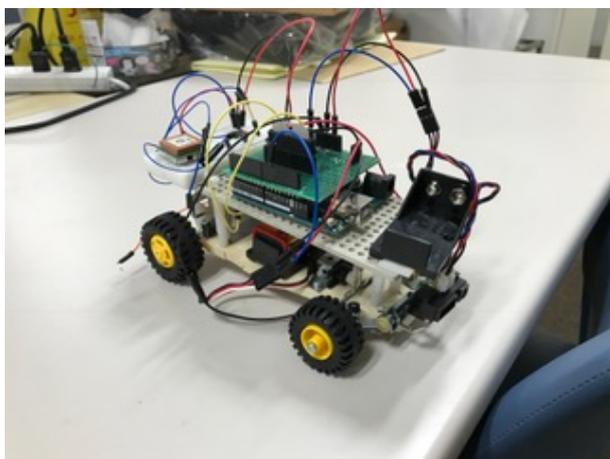


図5 ロボットカー

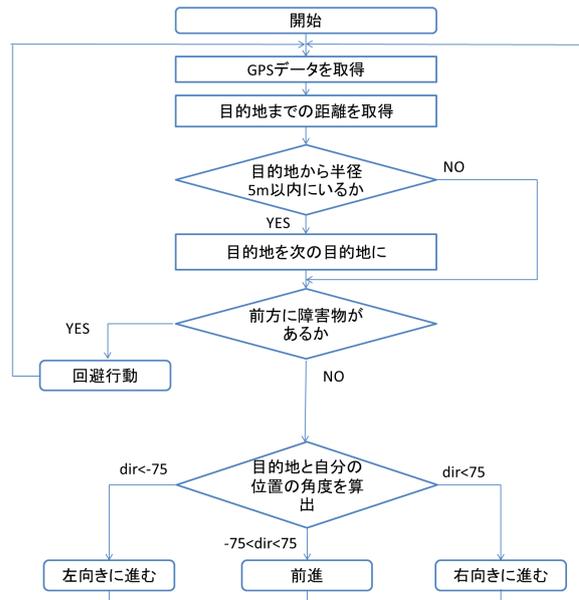


図6 フロー図



図7 本研究のロボットカーの動作図

5.2 ソフトウェアの概要

本研究でのソフトウェアは、GPS モジュールと方位センサで現在地から目的地までの距離と方位を計算しつつ、近距離の障害物を赤外線センサで回避して走行するプログラムになっている。プログラムのフロー図を図6に示す。

5.3 GPS ロボットカーの動作

提案するロボットカーの動作像を図7に示す。

まずGPSで現在の車体の位置を取得する。あらかじめ目的地の緯度経度をArduinoに与えておき、現在地との誤差を計測し走行する。GPSの値には当然誤差があり、その値は地点によって変わるためその誤差やブレを補う。こちらには近距離の赤外線測距センサを用いる。

6 実験の構成

この節では、本研究で行った実験について言及する。

6.1 使用した器具

実験に使用した器具は、作製したGPSロボットカー、PC、糸、金属の回転棒である。

6.2 実験を行った場所

実験ではできるだけ遮蔽物や木の影響を減らすため、比較的開けた場所である本学名古屋キャンパスのS棟食堂前広場で行った。

6.3 実験内容

作製したGPSロボットカーの特性評価を行う。目的地の緯度経度をそれぞれ35.14986, 136.96380にプログラム上で設定する。

GPSモジュールは天候などの影響により計測するたびに若干測位データがずれるため、実験ごとに目的地がどの程度ずれているか確認が必要である。確認にはまずロボットカーとPCをつないだままPC上のシリアルモニターを見ながら、目的地の近くまで歩いて目的地の位置を確認する。

走行した距離を測定するために車体後方に糸を巻いた金属の回転棒を取り付ける。始点で糸を固定し、糸の長さで走行した距離を測定する。この距離を同様の糸を用いて測定した最短距離と比較し評価する。実験は3回行った。

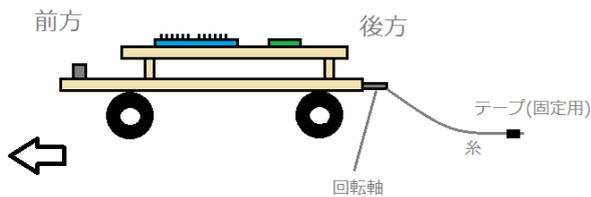


図8 実験のイメージ図



図9 実験の様子

実験のイメージ図を図8に、実際の実験の様子を図9に示す。

7 結果

3回走行させたところ、3回とも目的地に到着することが確認できた。測定した距離と最短距離を比較した結果を以下の表3に示す。

表3 最短距離と測定結果の比較

	最短距離	1回目	2回目	3回目
距離 [m]	20	72.22	78.2	74.52

8 考察

測距センサを用いようとする動作が止まってしまう正常な動作を行わなくなってしまったため、GPSデータと測距センサが出力するデータを同時に取り込む際に現在のプログラムでは問題があると考えられる。

その上で、まずGPSデータのみを読み込み動作させたところ、3回ともほぼ同じ結果を示したが、どれも最短距離の3倍ほど走行する結果となった。その原因としては、GPSの読み込み頻度が低いため新しいデータを入手することが遅く走行時に同じ位置で回転し続けることや、GPSの測位が正確ではなく目的地と逆の方向に走行しようとするのが起きたため、GPSデータの読み込み頻度や精度の良いGPSモジュールを用いることにより、改善されると考えられる。

9 今後の課題とまとめ

先行研究[1]、障害物を避けながら自律走行をつづけるロボットカー製作の追実験では、実際に正しく値を受け取り、障害物を避けながら前進運動を繰り返すという結果を得た。また、回避運動に移行する障害物との距離も、プログラムを書き換えることにより基準を変更することが可能だった。

また、本研究のGPSモジュールを用いて目的地に向かって自律走行するロボットカーにおいては、目的地に正しく到着するという結果を得られた。しかし、最短距離と比べておよそ三倍ほどの走行距離を要してしまうことが多く見られた。このことから、GPSデータの読み込み頻度、GPSモジュールをより精度の高いものに変更するという解決策が考えられる。またそれと同時に、プログラム上におけるサーボモータの角度変更のパターンをより細かいものに変更することで、余分な走行距離を削減することが可能になると考えられる。

GPSと測距センサの同時使用に関しては、サーボモータのみしか動かない、後退運動を繰り返すなどそれぞれの動作を行っている際に、お互いの動作同士で妨げあい、正しく動作しなくなっていることが確認できたため、お互いの動作を妨げることが無いようにプログラム上で細かく場合わけを行い、独立した動作をスムーズに繰り返していくことが必要だと考えられる。

参考文献

- [1] 箱清水一郎, “学生向けマイコン Arduino で始めるロボット製作体験,” トラ技 Jr., 2016年春号, vol.1, no. 25, pp.28-34, April 2016.
- [2] Eric Barch, “The Tech Junkies,” <https://ttjcrew.com>, July 2009.
- [3] yoshida, “キットと初歩の電子工作 Kits and Kids:GPS ロボットカーの製作,” <http://www.eleki-jack.com/KitsandKids2/gps/gps>, September 2008.
- [4] lady ada, “Arduino Wiring,” <https://learn.adafruit.com/adafruit-ultimate-gps/arduino-wiring>, May 2015.
- [5] きむらしげひろ, “方位センサー (HMC5883L) で方角を測定して見ます,” <http://www.geocities.jp/zattouka/>, Jun 2016.
- [6] 国土地理院, “緯度経度への変換,” <http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/surveycalc/xy2blf.html>, April 2016.
- [7] JAXA, “今いる場所・時間がわかる測位とは,” <http://www.jaxa.jp/countdown/f18/overview/gps-j.html>, 2003.