

令和4年度 大分県立工科短期大学校 公開卒業研究発表会（電気・電子システム系）

日時：令和5年3月9日(木) 8:55～11:10（予定）

場所：講堂

NO.	研究テーマ	学生氏名	指導教員	コース	時刻
	開会挨拶	学科主任	小野 陽二		8:55 ～ 9:00
1	DC-AC正弦波インバータの製作	小串 佑太	小野 陽二	電気	9:00 ～ 9:11
		田中 輝		電気	
2	画像処理機能を搭載した自動搬送装置の製作	神野 琢也	松原 孝行	電気	9:11 ～ 9:22
		藤永 淳士		電気	
3	Raspberry Piを使用したPLC実習装置の製作	道越 脩人	松原 孝行	電気	9:22 ～ 9:31
4	エレベータ模型の製作	西田 翔	郡田 学	電気	9:31 ～ 9:42
		三善 一世		電気	
5	ソーラー充電方式電動芝刈り機の製作	河野 七斗	上村 正幸	電気	9:42 ～ 9:51
6	搭乗可能倒立振子の製作	小川 凜乃	新名 恒	電気	9:51 ～ 10:02
		藤波 茉奈		電子	
7	ロボットハンドおよび操作ユニットの製作	荻野 柊磨	新名 恒	電子	10:02 ～ 10:11
8	自動走行車の製作	藤木 涉	御手洗 淳	電子	10:11 ～ 10:22
		本田 遼馬		電子	
	閉会挨拶、ポスターセッション準備				10:22 ～ 10:40
	ポスターセッション				10:40 ～ 11:10

※発表時間：1人9分（発表6分、質疑・交代3分）、2人11分（発表8分、質疑・交代3分）

DC-AC 正弦波インバータの製作

電気・電子システム系電気エンジニアコース 2021304 小串 佑太
電気・電子システム系電気エンジニアコース 2021310 田中 輝
指導教員 小野 陽二

1. はじめに

本研究では、コンバータやインバータについての理解を深める目的で DC-AC 正弦波インバータの製作を行った。DC-AC 正弦波インバータとは、直流の入力電源から正弦波の交流を出力するものである。本研究では、基板はプリント基板設計 CAD「EAGLE」にて設計を行い、基板加工はミッツ(株)製のプリント基板加工機で行った。入力には直流 12V を使用している。直流 12V を昇圧コンバータで昇圧し、インバータを通して交流にする。PWM 信号でインバータのスイッチング素子を制御し、ローパスフィルタを通して正弦波を出力する。

2. 全体構成

図 1 にブロック図を示す。基本波(正弦波)と三角波の比較によるパルス幅変調(PWM : Pulse Width Modulation)を使い、正弦波出力をするインバータを製作する。また、直流 12V の電圧を入力とするため、それを昇圧する回路が必要になる。交流 100V を出力するため、フルブリッジ回路の電源電圧は交流瞬時電圧の最大値、すなわち実効値(100V)の $\sqrt{2}$ 倍の 141V 以上に昇圧する必要がある。

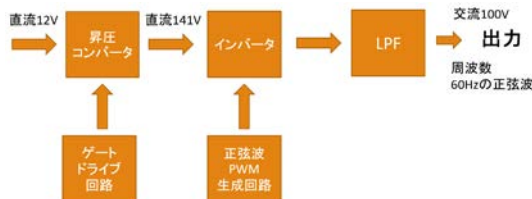


図 1 ブロック図

2.1 昇圧コンバータ回路

昇圧コンバータ回路では、直流入力電圧 12V を 141V に昇圧する。本研究では、絶縁型フルブリッジコンバータを用いることにした。(図 2)

入出力電圧の関係は、昇圧チョッパ回路の式にトランスの巻き数比(N_2/N_1)が掛けられた形となる。通流率(デューティ比) D は、コイルにエネルギーを蓄積する時間(スイッチをすべてオンにする

時間)と、トランスで電力を伝達する時間の比である。入出力電圧の関係は式(1)となる。式(1)より、 $V_{in}=12V$, $V_{out}=141V$, $D=0.6$ より、 $N_2/N_1=4.7$ となり、 $N_1=4T$, $N_2=18T$ とした。

$$V_{out} = \frac{1}{1-D} \cdot \frac{N_2}{N_1} V_{in} \quad (1)$$

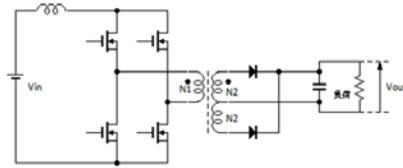


図 2 絶縁型昇圧コンバータの基本回路

2.2 ゲートドライブ回路

フルブリッジ昇圧コンバータのゲートドライブ回路には、PWM 制御 IC (TL494) とハーフブリッジドライバ IC (IR2104) を用いた。TL494 からの 2 つのパルス出力はコイルに蓄積されたエネルギーを出力側に送るパルスとして使い、また、2 つのパルス出力の否定論理和(NOR)を取ることによりコイルにエネルギーを蓄積するためのパルスを得ている。

2.3 PWM 信号生成回路

PWM 信号は、正弦波と三角波の大きさを、コンパレータオペアンプを使用して電圧値を比較することで生成することが出来、パルス幅が制御された信号となる(図 3)。オペアンプ (TL074) を用いて三角波発振回路と正弦波発振回路(ウィーンブリッジ回路)を構成し、コンパレータオペアンプ (NJM2403) で比較してパルス幅が正弦波状に変化する PWM 信号を作り出す。本研究では、正弦波の周波数を 60Hz とし、三角波の周波数を 20kHz とした。

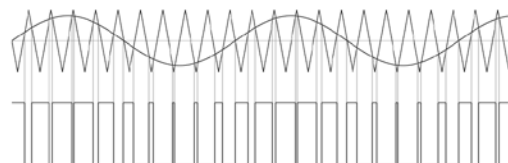


図 3 PWM 信号波形

2.4 インバータ回路, 出力部

インバータ回路はフルブリッジで構成し, 出力にコイルとコンデンサによるローパスフィルタ (LPF) を取り付けている(図 4)。ゲートドライブには入出力間絶縁用にフォトカプラが内蔵されている TLP250 を使用した。ローパスフィルタには, トロイダルコイル(330uH×2), コンデンサにはフィルムコンデンサ(4.7uF×2)で構成した。フィルタのカットオフ周波数は約 2kHz である。

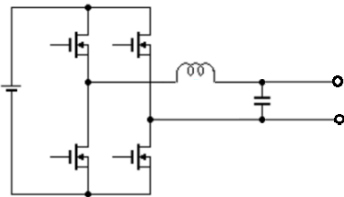


図 4 インバータの基本回路

3. DC-AC 正弦波インバータの製作

3.1 各回路の製作

昇圧コンバータ回路, ゲートドライブ回路, PWM 信号生成回路, インバータ回路, 出力部の各回路をプリント基板設計 CAD「EAGLE」を用いて回路図作成及び配線パターン設計を行い, 基板をプリント基板加工機で製作した。

3.2 動作確認

製作した基板の動作確認をし, ここでは PWM 信号生成回路とゲートドライブ回路と DC-AC インバータ, 出力部の動作確認で得ることが出来た波形を図 5, 6, 7, 8 に示す。

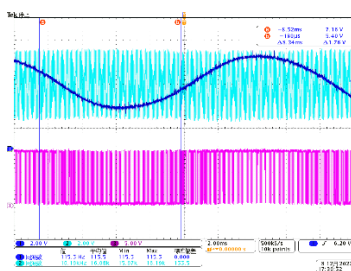


図 5 PWM 発振波形

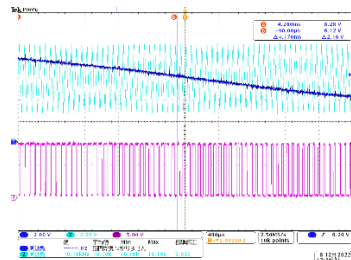


図 6 PWM 発振波形(拡大)

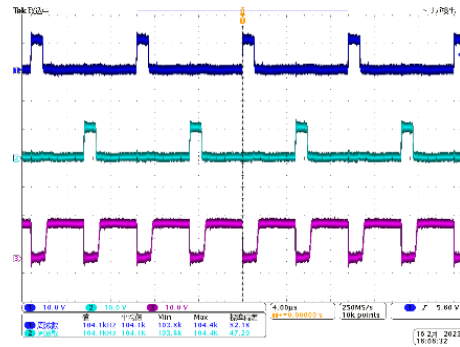


図 7 ゲートドライブ動作波形

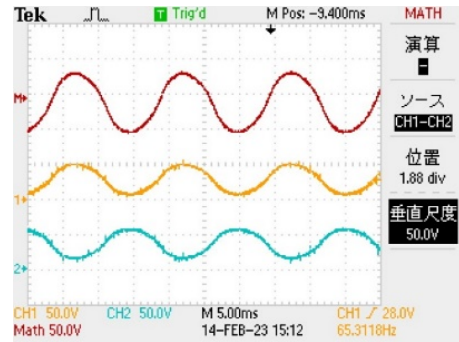


図 8 DC-AC インバータ出力波形

3.3 製作した DC-AC 正弦波インバータ

製作した DC-AC 正弦波インバータを図 9 に示す。

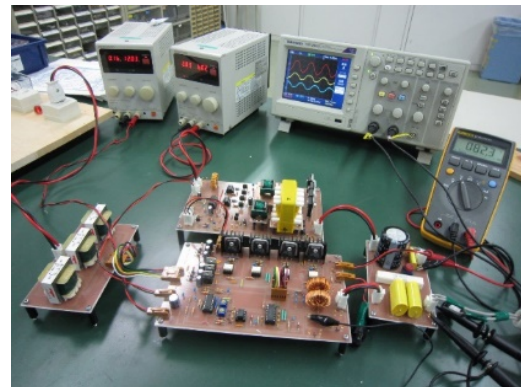


図 9 DC-AC 正弦波インバータ

4. おわりに

昇圧コンバータで昇圧した直流出力が, 85V 出力でき, インバータ回路で交流出力にしたときのピークピーク値が 70V 程度の出力であることを確認できた。実際に 20W の電球を接続したときは, 少し暗めだが光らせることができた。想定していた効率は 80%前後だったが, 実際は 30%程度だった。原因として挙げられるのは, トランスやコイル, スイッチング素子に発生する熱による損失が考えられる。また, ケーブルによるノイズが見られた。基板を一つにまとめ, 配線を太くするなどの対策が必要と思われる。

画像処理機能を搭載した自動搬送装置の製作

電気・電子システム系電気エンジニアコース 2021305 神野 琢也
電気・電子システム系電気エンジニアコース 2021313 藤永 淳士
指導教員 松原 孝行

1. はじめに

自動搬送装置とは、工場などで人手を介さずに製品や素材を搬送する装置のことである。本研究で使用する自動搬送装置は、教育目的に製作された装置で、工場のものに比べて小型化されており、自動制御技術が効果的に学べるように製作されている。自動搬送装置の制御には PLC が使用されている。PLC とは Programmable Logic Controller の略で、リレー回路の代替装置として開発された制御装置である。これは、工場などの自動機械の制御に用いられるだけでなく、エレベータや自動ドア等の身近な機械の制御にも使用されている。

本研究の目的は、従来の自動搬送装置に OpenCV を用いた画像処理機能を追加することで運ぶ物体を選別できるようにし、自動制御技術に関する理解を深め、就職先で活かせるようにすること、報告、連絡、相談を徹底しコミュニケーション能力の向上を図ることである。本研究では、昨年度と同様に、自動搬送装置の製作を行った。そこに画像処理機能を搭載することで物体の判別を行い、より精度の高い自動搬送装置にした。三菱電機株式会社製の PLC である Q シリーズを使用し、配線部分に CC-Link を使用し配線部分の効率化を行った。今回は、リレー以外の配線部分に CC-Link を使用している。また、ボタン操作とタッチパネルを使用した操作を両方行えるように制御パネルを製作し画像処理をタッチパネルから行えるようにした。

2. 画像処理について

画像処理とは、主にコンピュータを使用して、画像を変形する、色合いを変える、別の画像と合成する、画像から何らかの情報を取り出す処理全般を指す。画像処理は、OpenCV を使用して行う。OpenCV とは、画像・動画に関する処理機能をまとめたオープンソースのライブラリである。

本研究における画像処理とは、搬送物の形と

色を判別することである。本研究の自動搬送装置の構成は図 1 の通りである。ボタン等から入力があった場合に PLC に信号が送られる。また、PLC からは制御プログラムに応じてアームやランプ等の出力機器に信号が送られる。今回新たに追加した部分が青枠で囲まれている部分であり、画像処理を行う場合は、カメラで撮影した画像を Raspberry Pi (シングルボードコンピュータ) に送りそこで画像処理を行った後、処理結果を I/O 基板上で電圧を変換して PLC に送る。

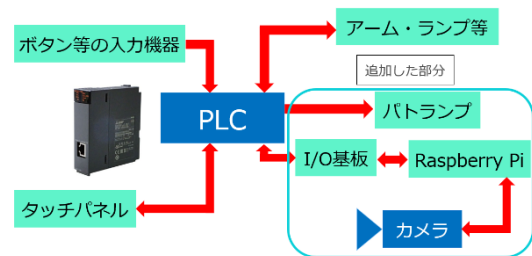


図 1 構成

3. 動作について

本研究の一連の動作を図 2 に示す。まずカメラで物体を撮影する。次にカメラで撮影した画像を処理し直方体であるか、ここで物体が直方体である場合は搬送を行い、それ以外の物体はエラーとして処理し、搬送しないという動作を行う。色の判別の場合、色が青色かを判別する。また、手動動作中、自動動作中、非常停止中に応じて点灯するパトランプを追加した。

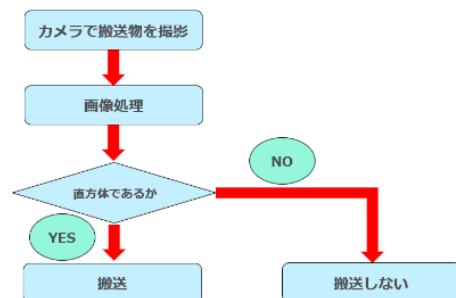


図 2 形判別のフローチャート

4. 操作パネルについて

本研究では、昨年の自動搬送装置に画像処理機能を追加するにあたり新規にボタンが必要となり、操作パネルを製作した。図3に示すのが製作した操作パネルである。左側の部分に従来と同じボタン等を搭載し、右側部分にタッチパネルディスプレイを搭載している。



図3 操作パネル部分

5. 配線について

本研究では、新規機能を追加するにあたり新規配線に置き換えた。図4に示すのが制御盤内の配線の様子である。



図4 制御盤内の配線部分

6. 画像処理プログラムについて

プログラムは、大きく分けて、カメラで画像を撮る、色の判別、形の判別を行う。

本研究の画像処理のプログラムにおける色の判別では、カメラで撮影した画像の色割合を計算し、物体が何色か判断するというプログラムを行っている。形の判別では、カメラで撮影した画像を白黒画像に変換(グレースケール化)し、変換した画像の画素値がしきい値より大きい場合は白、しきい値より小さい場合は黒を割り当て、白黒画像を作成(しきい値変換)し、しきい値変換した画像の同じ色を持つ連続する点をつなげて曲線を抽出するというプログラムで構成している。

7. タッチパネルディスプレイ用画面

操作パネルのタッチパネルディスプレイには、三菱電機グラフィックオペレーション用の画面作画用ソフトであるGT Designer3を使用

した。図5、図6はGT SoftGOT2000で実際に動作させる制御パネルである。図5では、操作と動作状況の確認を行うことができ、画像処理というスイッチを押すことにより図6の画像処理画面に切り替わり、画像処理を行うことができる。



図5 GT Designer3で作成した画面①



図6 GT Designer3で作成した画面②

8. おわりに

本研究の目的は、画像処理機能を搭載した自動搬送装置を製作し、自動制御の技術に関する理解を深め、就職先で生かせるようにし、報告、連絡、相談を徹底しコミュニケーション能力の向上を図ることであった。

本研究では、従来の自動搬送装置に画像処理機能を搭載し、運ぶ物体を判別する制御を行い、色や形を判別することができた。また、ソフトウェアの部分については、自動搬送装置の制御プログラムの作成、モニタ上から操作が行えるようになるための制御アプリケーションの作成を行った。以上のことから、本研究に取り組むことで当初の目的を達成できたと考える。

最後に今回製作した自動搬送装置を図7に示す。



図7 自動搬送装置(完成)

Raspberry Pi を使用した実習装置の製作

電気・電子システム系電気エンジニアコース

2021316 道越 脩人

指導教員 松原 孝行

1. はじめに

PLC とは、Programmable Logic Controller (プログラマブルロジックコントローラ) の略称で、主に製造業の装置などの制御に使用されるコントローラである。入力機器からの信号を取り込み、プログラムに従って様々な処理が行われ、PLC に接続された出力機器を制御する。通常、工場の制御盤の中に設置されていて、人に頼らず自動で製品や素材を搬送する時に使われる。

本研究では、PLC に Raspberry Pi を使用した実習装置を製作する。本研究に取り組むことで、自動制御技術に関する理解を深め、就職先で生かせるようにすること、報告、連絡、相談を徹底しコミュニケーション能力の向上を図ることを目的とする。

2. Raspberry Pi と PLC

2.1 Raspberry Pi について

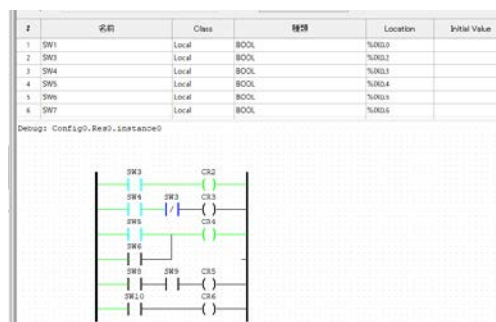
Raspberry Pi とは、一枚の電子基板にコンピューターとしての最低限必要な要素を実装したシングルボードコンピューターと呼ばれる製品の一種である。教育用途を意識して開発されたが、通常のパソコンとして、サーバーとして、機器に組み込む CPU ボードとしてなど、様々な用途に使えることから、非常に高い人気を得ている。Raspberry Pi は、普通のパソコンと同じように使用することができ、プログラミング学習や電子工作にも活用することができる。また、省電力であるのでサーバー用途の利用にも適している。

2.2 OpenPLC について

OpenPLC とは、産業用機械制御などの専門分野を学ぶため、高価のソフトウェアやハードウェアを手に入れる必要がある状況を打破するためにオープンソースで開発され、無償で利用できるソフトウェアである。OpenPLC は開発環境である OpenPLC Editor と実行環境である OpenPLC Runtime の二つで構成されている。

2.3 OpenPLC Editor について

開発環境である OpenPLC Editor はパソコン上で、スイッチや LEDなどを定義して、それらを線で結びつけ、ラダー・プログラムの設計を行いコンパイルするソフトウェアである。この OpenPLC Editor はシミュレータも入っており、画面上で動作チェックすることが可能である。図 1 は、OpenPLC で設計、シミュレーションを行っている画面である。



3. 基板製作

PLCとして使用する Raspberry Pi と入出力機器との接続を行うために I/O 基板と電源基板を製作した。設計には基板設計用の CAD である EAGLE を使用し、基板加工機で加工を行い、部品実装、動作確認を行った。使用する Raspberry Pi の GPIO 端子は 3.3V、数 mA 出力である為、今回使用した入出力機器を直接制御することが出来ない。そこで、フォトカプラを使用し電氣的に絶縁を行い、信号を伝達し入出力機器を制御している。以下に基板加工機で加工した後、部品実装を行った I/O 基板本体を示す。

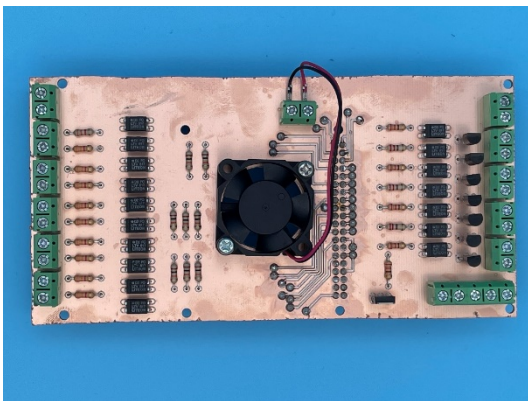


図 3 I/O 基板本体

4. モデリングマシンによるパネルの製作

実習装置上面の操作パネル、下面の台座の製作を行った。上面には透明アクリル板、下面には白色アクリル板を使用した。設計には、3D CAD ソフトの Autodesk Inventor Professional 2023 を使用し、加工にはモデリングマシン (Roland MODELA MDX-40) を使用した。図 4 は実際に設計した装置上面である。

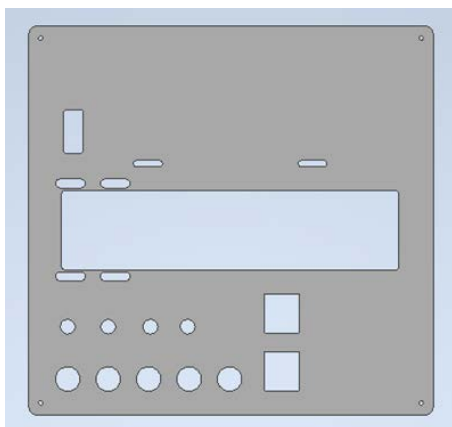


図 4 設計した装置上面

5. PLC 実習装置について

本研究で製作した装置を図 18 に示す。装置の主な動作は、ベルトコンベアの左右移動、LED ランプの消灯・点灯で、スイッチを使用して一連の順次動作を行えるようにしている。

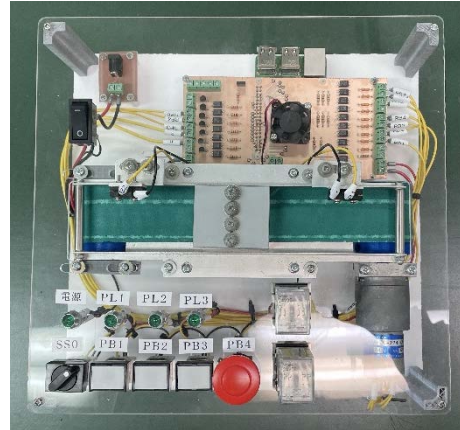


図 5 装置完成写真

6. おわりに

本研究では、PLC 実習装置のハードウェアの部分である Raspberry Pi の環境構築と 3.3V と 24V の変換する I/O 基板の製作と電源基板の製作を行った。また、モデリングマシンで表面のアクリル板の加工、3D プリンターで部品の加工を行った。最終的に配線作業を行い無事に動作することに成功した。

今年度初めて取り組むテーマであったので、資料を理解した上での環境構築や外装製作だったので予想以上に大変なものも多かったが、本研究を通して OpenPLC、Raspberry Pi の知識の向上、報告、連絡、相談を徹底しコミュニケーション能力の向上を図ることが出来た。以上のことから、本研究に取り組むことで当初の目的を達成できたと考える。

エレベータ模型の製作

電気・電子システム系電気エンジニアコース
電気・電子システム系電気エンジニアコース

2021311 西田 翔
2021318 三善 一世
指導教員 郡田 学

1. はじめに

本研究では、就職後に必要となる機械的機構の学習とエレベータ制御方式の理解力向上を目的とし、エレベータ模型の組立、配線、プログラム作成を行った。製作したエレベータ模型の特徴は、以下の通りである。

- ①駆動方式は、「スクリュー式」とした。
- ②各階の壁は、透明アクリル板を使用し、カゴの動作や制御部を見やすくした。
- ③各階呼び出しスイッチは、非接触式の呼び出しスイッチを使用した。
- ④制御部は、すべてシーケンス制御で行った。
- ⑤商業施設やマンション、学校などで使われるエレベータを想定し一階が約3メートル、その19分の1スケールで設計した。

最終目標としては、工科短期大学のPR用にも活用することを想定し、産業用工作機械でも広く採用されているボールねじ・台形ねじを使用した直動機構に、制御方法は本物のエレベータの動きにより近いエレベータ模型を製作することとした。

本研究の目的は、以下のとおりである。

- ・シーケンス制御や配線作業の技術の向上を図る。
- ・しっかりと予定を立てスケジュール管理能力の向上を図る。
- ・報告・連絡・相談を徹底し、コミュニケーション能力の向上を図る。

2. 装置の構造

2.1 装置外観

図1は製作したエレベータ模型である。寸法は縦1850mm、横550mm、奥行410mmとした。

工科短期大学のPR用に活用することも想定し、学外イベント等にも展示ができるように、移動しやすいコンパクトな寸法とした。

各階の壁は、透明アクリル板を使用した。カゴの動作や制御部を見やすくするためである。



図1

2.2 駆動方式

駆動方式は、前年度が「巻き上げ式」、「つるべ式」だったが、今年度は「スクリュー式」とした。「スクリュー式」は、カゴに取り付けられたナットを高速回転させて昇降する駆動方法である。図2は製作した駆動部である。



図2

2.3 非接触式の呼び出しスイッチ

本体に触れずに自動ドアなどを開閉できるため、食品工場、病院など衛生面に配慮が必要な現場に最適である。

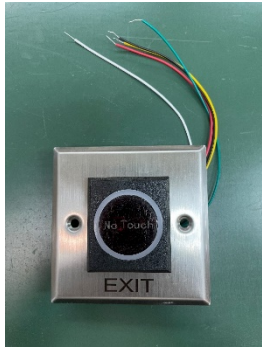


図 3

2.4 昇降用 AC サーボモータ

カゴを昇降させるために AC サーボモータを使用した。

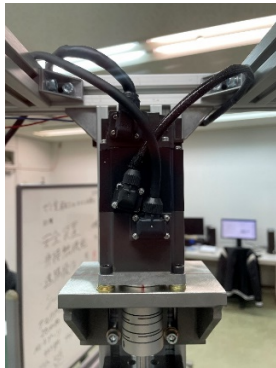


図 4



図 5

2.5 台形ねじ

製作が容易で高精度な加工が可能である。また、バックラッシュが小さく、強度が高いため工作機械の送りねじに使用される。



図 6



図 7

2.6 制御部

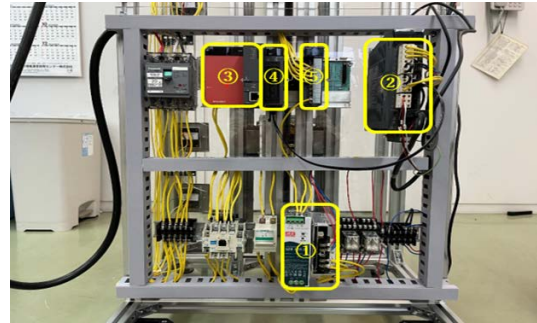


図 8

- ① は 24V 電源である。100V または 200V を 24V へ変換する機器。
- ② はサーボアンプである。AC サーボモータの制御の役割を担う機器。
- ③ は PLC である。パソコンで作成したプログラムを書き込んでエレベータ模型の制御を行っている。
- ④ は位置決めユニットである。パルス出力でステッピングモータやサーボモータを駆動させたり、光リンクなどを用いてサーボアンプと通信してサーボモータを駆動させたりする機器。
- ⑤ は入力ユニットである。スイッチやセンサなどの ON/OFF 情報をインプット（入力）するための機器。

3. おわりに

本研究では、最初に計画立てしたスケジュール通りに組立・配線・プログラム作成が行えた。また、透明アクリル板を用いた為、カゴの動作や制御部は見やすく、エレベータ模型全体のサイズを小型化した為、持ち運びをしやすく、機構をより本物のエレベータに近づけた模型を製作することができた。

本研究を通して、問題解決能力が向上し、報告・連絡・相談を徹底することで、コミュニケーション能力が向上した。技術・技能についても、シーケンス制御や配線作業の技術が向上した。

ソーラー充電方式電動芝刈り機の製作

電気・電子システム系電気エンジニアコース

2021307

河野 七斗

指導教員

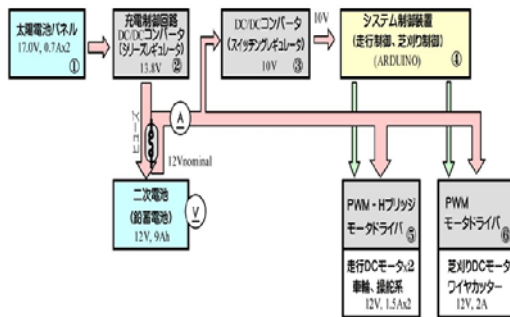
上村 正幸

1. はじめに

本研究では自然エネルギーの一つである太陽電池で発生した電力を利用した電動芝刈り機の開発を行った。太陽電池で発生した電力を充電制御する回路や走行モータを駆動する回路の製作とマイコンによる走行制御プログラムの開発を行った。

2. システム設計

2.1 システム概要



太陽電池で発生した電力はシリーズレギュレータ方式 DC/DC コンバータによる充電制御回路で二次電池に充電する。スイッチングレギュレータ方式 DC/DC コンバータ回路では二次電池の出力電圧をマイコン電源電圧に降圧する。

PWM-Hブリッジドライブ回路により走行用 DC モータを駆動する。

Arduino マイコンを使用し、簡単な走行制御(芝刈りパターン) やリモコン操作による走行制御、および二次電池の電圧監視を行う。

2.2 仕様

①太陽電池 最大出力 24W

②二次電池 蓄電容量 9Ah

③シリーズレギュレータ

NJM723D 制御 IC を使用して、最大出力電圧を 13.8V に制御する。

④スイッチングレギュレータ

MC34063A 制御 IC を使用して、定電圧 10.0V を出力する。

⑤システム制御装置

AVR マイコン Arduino Uno を使用して、自動走

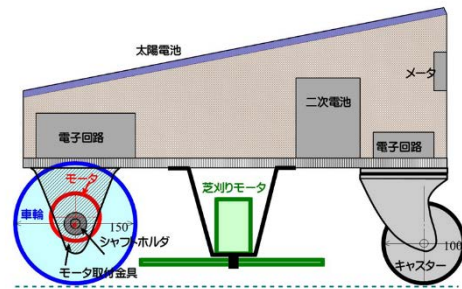
行パターン制御/リモート操作による走行制御/刈り刃用モータ回転制御を行えるようにした。

⑥モータドライバ

MOSFET を使用したドライブ回路により必要なモータ電流を流せるようにした。

3. 機構設計

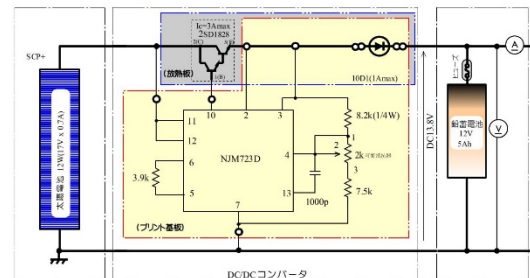
車体ベースに走行モータに直結した前2輪と回転式キャストの後2輪の4輪式とし、車輪の間に刈り刃用モータを配置した。二次電池や本装置に必要な電子回路は車体内部に搭載した。太陽電池や車輪を実装した大きさは 60cm x 36cm x 58cm で、重量は 13kg である。



4. ハードウェア部

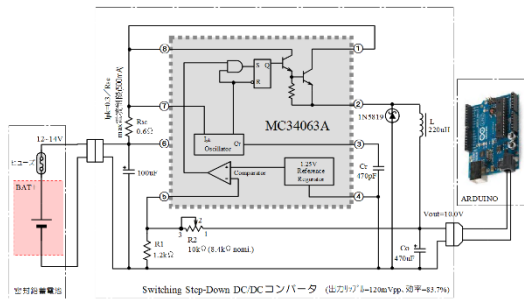
4.1 シリーズレギュレータ回路

太陽電池からの出力電圧を二次電池の入力電圧仕様の 14V まで降圧するためにシリーズレギュレータ方式 DC/DC コンバータ回路を製作した。



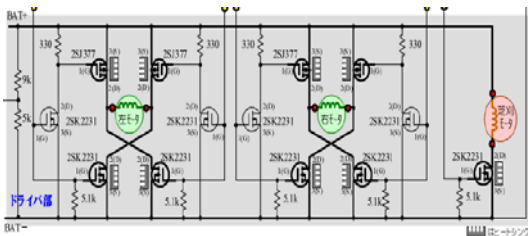
4.2 スwitchングレギュレータ回路

スイッチングレギュレータ方式の DC/DC コンバータ回路を使用して 10V まで降圧させた安定化電圧を Arduino Uno への入力電源とした。



4.3 モータドライブ回路

走行モータ用には DC モータの正転/逆転を制御できる H ブリッジ回路を採用した。Arduino Uno から出力される PWM 値を変化させることでモータの速度コントロールが可能である。刈り刃用モータは Arduino Uno からの PWM 信号を MOSFET 2SK2231 と 2SJ337 で電流増幅し、刈り刃用モータを制御している。



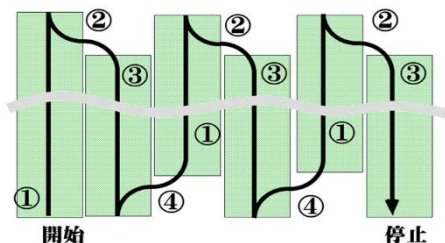
5. ソフトウェア部

5.1 マイコン(Arduino Uno) 制御

走行モータを制御して走行方向や走行速度をプログラムで制御するために AVR マイコン Arduino Uno を使用した。Arduino Uno では操作部からの信号 (前進/後進/速度/旋回など) を判定し、自動走行・リモート走行・走行停止の 3 種類の動作を行うようにプログラムした。

5.2 自動走行モード

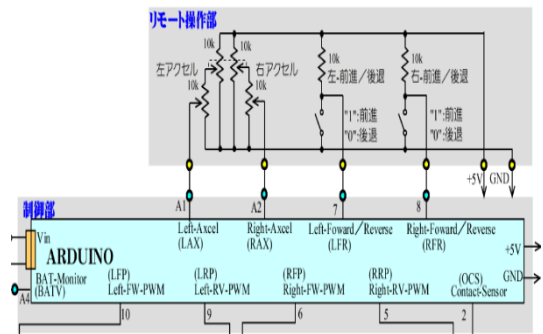
①「前進」で走行開始され、指定時間の前進が終わると②「後進右シフト」して走行レーンをシフトして③「後退」を始める。一定時間の後進が終わると④「前進右シフト」して走行レーンを更にシフトして再び①「前進」を始める。停止ボタンまたは指定回数繰り返すことで「走行停止」となる。



5.3 リモート操作走行モード

リモート操作走行モードでは、操作部からの速度制御信号や動作制御信号を読み取り、各制御信号に対応した動作を行う。

アクセルレバーは 3 つのレバーで構成されており、中レバーでは左右両輪のモータの回転数を同時に制御し、右レバーでは右車輪モータのみを、左レバーでは左車輪モータのみを制御できるようになっている。



6. システム動作試験

個別に動作確認した各回路を車体に組み込み、各回路間の配線を接続しシステム動作試験を行った。芝生上での直進性能については多少問題があるが、自動走行制御やリモート走行制御とも所定の性能であることが確認できた。



7. おわりに

反省点としては、過去テーマの引継ぎ/再製作ではあったが設計仕様の確認などに手間取り製作関連作業の開始が遅くなってしまった。当初計画スケジュールからは遅れが生じ、治具の製作、回路製作など十分な時間をとれなかったが何とか完成させることができたので良かったと思う。

最後に、担当の先生と報告・連絡・相談を取り合うことの大切さと、それにより作業効率の向上なども行うことができた。本研究で得た知識、経験をこれからの人生を歩んでいく糧としていきたい。

搭乗可能倒立振子の製作

電気・電子システム系電気エンジニアコース 2021302 小川 凜乃
電気・電子システム系電子エンジニアコース 2021314 藤波 茉奈
指導教員 新名 恒

1. はじめに

本研究では人が乗って移動することができる搭乗可能倒立振子を製作した。

現在の日本では、日々IT化が進む中で働き手が足りていない現状がある。このことは、ものづくりを主とする産業でも同様と考える。そこで、小中高生にも楽しめるものを卒業研究で作し、電気・電子やITに興味を持ってもらいたいと考え着手した。

また、一から機器を組み立て制御することを経験することで、より電気や電子に対する理解を深めることも目的である。

2. 倒立振子の仕様

図1に回路図を示す。ハンドル操作による傾きをジャイロセンサーが感知し、Arduinoマイコンに傾きに対する信号を送り、Arduinoマイコンがモーターの制御をおこなうためのPWM信号をモータードライバーへ出力し、最後にDCモーターへ出力する。

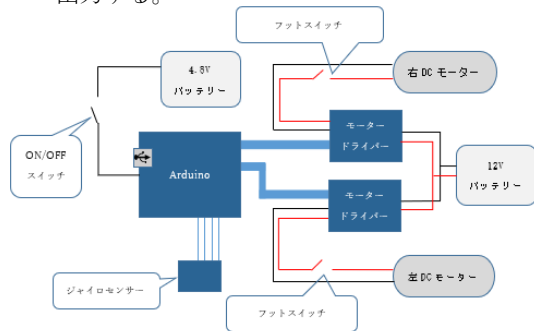


図1 回路図

2.1 ArduinoUNO マイコン

ArduinoUNO マイコンとはワンボードマイコンの一つで、機械の制御などに用いられるマイクロコントローラを中心に、制御用のICチップや外部入出力用の各種端子が組み込まれている。パソコン等とUSBポートを通じて接続することができ、C言語を用いて作成したプログラムをマイコンに送り込み稼働させる。

2.2 ジャイロセンサー

角速度を検出するデバイスでArduinoマイコンへ出力する。

今回はSainSmart MPU-6050 3軸ジャイロスコープモジュール for Arduinoを使用した。

2.3 DCモータードライバー

制御部信号を受けてモーターを制御・駆動するためのデバイスである。マイコンの出力ポートにはモーターを直接駆動できる能力が備わっていないので、制御信号をマイコンからモータードライバーを介してモーターを駆動する必要がある。

今回はArduinoからのPWM信号を入力することにより、速度・前進・後退の制御を行う。

本研究ではCytron社の製品でDC6V~30V, 13A(瞬間的ピーク 30Aまで)のDCモータードライバーを使用した。

2.4 DCモーター

ギヤードモーターを2個用いた。車軸はアルミ製の円柱を加工し、子供用三輪車のホイールに接続した。

今回はA0-8033タミヤギヤードモーター50k75を使用した、仕様は下記のとおり。

- 電源電圧 7.2V
- 無負荷時回転数 221rpm
- 無負荷時消費電流 1.2A
- 最大効率時のトルク 12 kg・cm

2.5 バッテリー

モーター駆動用バッテリーは12V/8Ahのバッテリーを使用した。

Arduinoマイコン用バッテリーは、1.2Vの単3電池を4本用い4.8Vとした。

2.7 ピン配置

Arduinoマイコンのピン配置を図2に、出力を表1に示す。

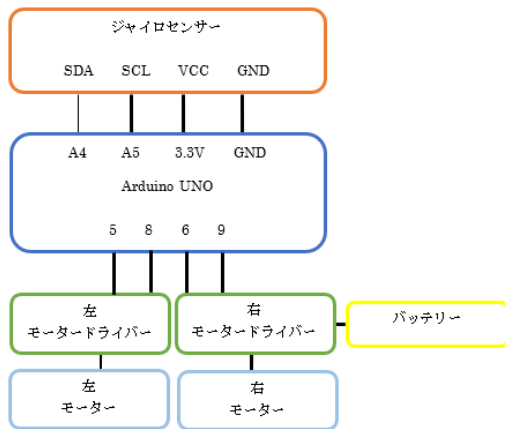


図 2 ピン配置

表 1.ピン番号と配置

Arduino UNO	モータードライバー
5	PWM
6	PWM
8	DIR
9	DIR

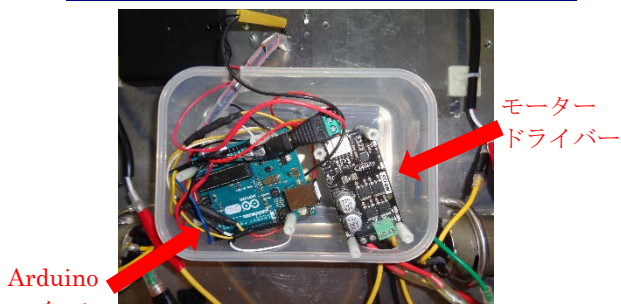


図 3 実装状況

3. 完成した搭乗可能倒立振子

製作した搭乗可能倒立振子は、幅 500mm、全長 1200mm、重量 6kg で、人が乗る足場はアルミ板とし、足元にはフットスイッチを使用することで左右への旋回を可能にした。

また、持ち手部分に全体の ON/OFF スイッチを設置した。



図 4 車体

3.1 搭乗可能倒立振子の評価

2 輪での走行を計画していたが、子供用 3 輪車の車輪を使用したことにより強度が低下し、搭乗した際不安定な状態となったため、小さい子供も乗ることを考慮し、車体後方に小さめの車輪を付けることで体重の分散し安定感を得た。

しかし、車輪を付けると車体につけていたジャイロセンサーが傾きを検出することが不可能となり、持ち手部分の上に変更した。

初めに予定していた 2 輪走行ではなくなったが、前・後や旋回が可能で速度約 10km/h・体重 50kg の搭乗可能倒立振子を製作することができたが、目標が速度 10km/h・体重 80kg としていたため下回る結果となった。



図 5 後方に取り付けた車輪

4. 終わりに

操縦により前後移動や左右の旋回ができる搭乗可能倒立振子を完成し、報告・連絡・相談の徹底も達成できた。目標を下回る結果となったのは車輪とモーターの結合部分の耐久性で、モーターに直接接続するのを避け、強度の高いホイールのタイヤを使用することなどで解決できると思う。



ロボットハンドと操作ユニットの製作

電気・電子システム系電子エンジニアコース 2021303 荻野 柊磨
指導教員 新名 恒

1. はじめに

電気・電子システム系の授業では使用しない、3D プリンターを用いた設計から製造までの理解を深めることを目的とし、人間の手のひらを模したロボットハンドと手袋のような形状の操作ユニットの製作を行った。

2. 使用機器およびソフトウェア

2.1 3D プリンター

本研究で使用した 3D プリンターは Value3D MagiX シリーズの MF-1000 である。横 200mm 縦 200mm 高さ 170mm のものが印刷でき、使用できるフィラメントは PLA と ABS があるが、本研究では ABS を使って製作した。

当初製作した造形物が反ってしまう問題があった。原因は温度変化によるもので造形物の形状なども影響しているが、プラットフォームが少し大きくテーブルからはみ出していたのが原因だった。

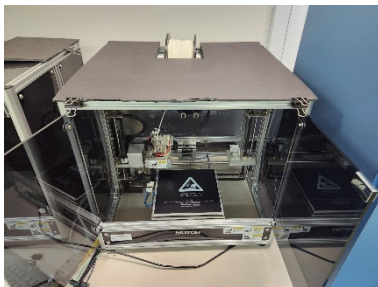


図 1 3D プリンター

2.2 Fusion360

3D モデルを製作するための 3D-CAD ソフトウェアで stl ファイルを作成する。

2.3 Slic3r

作成した stl ファイルを Gcode に変換するスライサーソフトである。

2.4 Pronteface

3D プリンターを監視し、コマンドを送信するためのソフトウェア。Slic3r で変換した Gcode

を使って制御する。

3. 制御および入出力機器

制御機器および入出力機器を説明する。

3.1 ArduinoMega マイコン

授業で用いた ArduinoUno マイコンではアナログピンが足りないため ArduinoMega マイコンを使用しサーボモータを制御した。



図 2 ArduinoMega マイコン

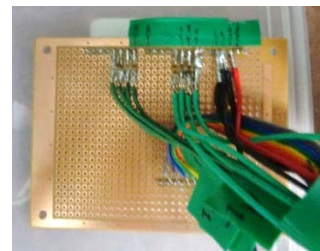


図 3 ArduinoMega 接続基板

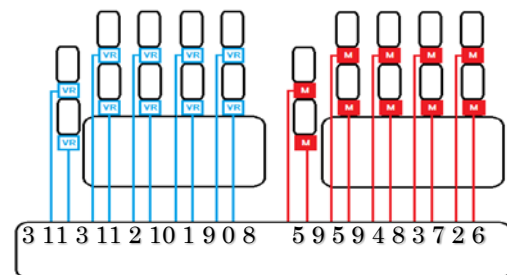


図 4 ArduinoMega 入出力ポート
(VR : 入力 M : 出力)

3.2 サーボモータ

パルスのデューティ比で回転角を制御できるモータでロボットハンドの各指に 2 個の計 10 個使用した。一般的なサーボモータを第 2 関節に、より小さいマイクロサーボモータを第 1 関節に使用した。



図 5 サーボモータとマイクロサーボモータ

3.3 可変抵抗

10kΩ を使用し指の曲げ伸ばしの検出に用いた。ここで、各指に 2 個の計 8 個使用した。



図 6 可変抵抗

4. 設計・製作

3D-CAD で設計し 3D プリンターで製作した。

4.1 操作ユニット

手に装着し、指の動きをマイコンへ入力するためのユニットを製作した。

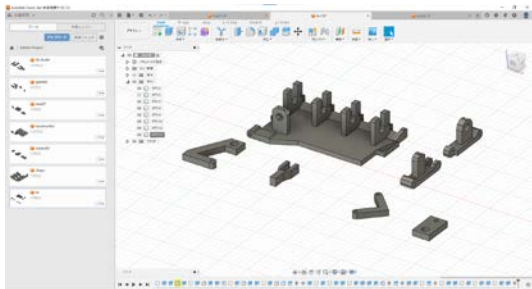


図 7 設計

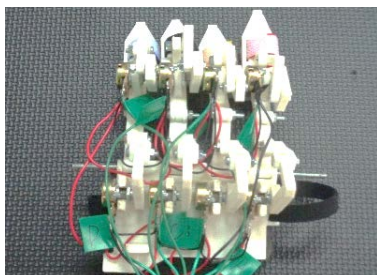


図 8 上から見た全体

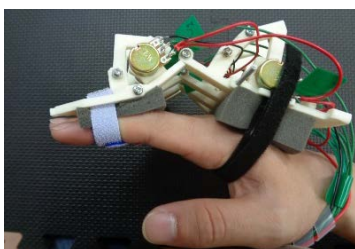


図 9 装着時

4.2 ロボットハンド

マイコンからの制御信号により指を曲げ伸ばしするロボットハンドを製作した。

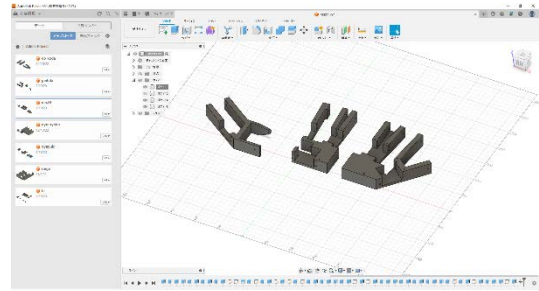


図 10 設計 (甲部分)

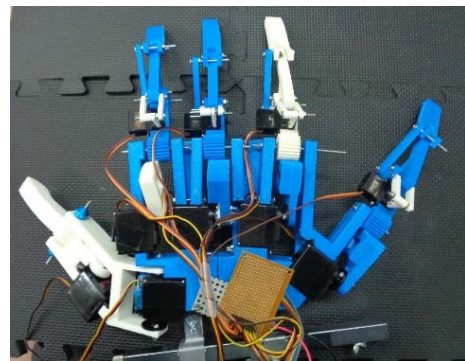


図 11 甲部分

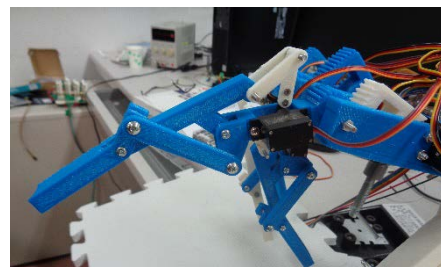


図 12 指先を伸ばした時

5. まとめ

今後の課題は、操作ユニットは可変抵抗の値のばらつきでロボットハンドの指の曲げ伸ばしの再現精度が低くなっている。また、着け心地の改善や、親指が操作しにくいので別の操作方法を検討する必要がある。ロボットハンドは現在のトルクだとロボットハンドの指を支えられないため、指の根元のギア比を変えることなどが考えられる。

本研究で 3D プリンターの理解を深め、人間の手の操作に合わせて動作するロボットハンドを完成することが出来た。この経験は今後、就職先などで役に立つと考える。

自動走行車の製作

電気・電子システム系電子エンジニアコース 2021312 藤木 渉
電気・電子システム系電子エンジニアコース 2021315 本田 遼馬
指導教員 御手洗 淳

1. はじめに

私たちは、自動で搬送するロボットに興味を持ち、自律して任意の目的地まで走行する自動走行車の製作を行うことにした。

本研究では、プログラミング技術の向上や、設計能力、問題解決能力の向上を目標に設定した。

2. 自動走行車

図 1 に製作した自動走行車を示す。寸法は、縦 410mm, 横 410mm, 高さ 180mm となっている。

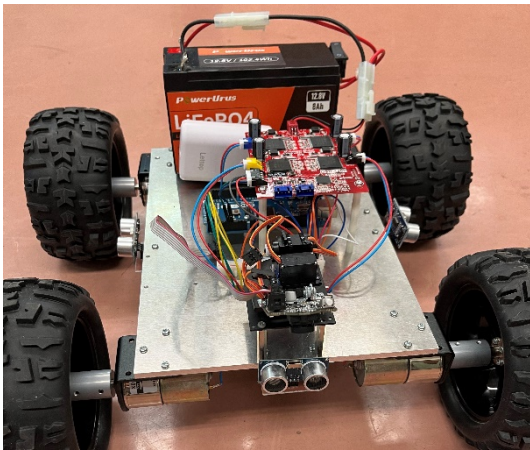


図 1 自動走行車

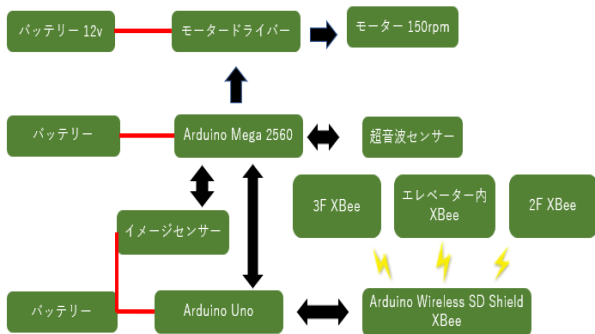


図 2 自動走行車 ブロック図

3. 仕様

本研究では、研究等の 2 階と 3 階の廊下をエレベーターを使って移動し、障害物や壁を認識しながら自動で走行するものを製作した。

障害物や壁の認識は前と左右にある超音波センサーを使用。ある一定の動作は、テープの色に応じ

た動作をさせるため車体の前方にイメージセンサーを取り付けた。エレベーターに乗る際に、隙間が少しあるのでタイヤがはまって空回りしないよう少し大きいものにした。行き先の指示は、デジスイッチを用いる。各部屋にあらかじめ部屋番号の割り振りを行う。

エレベーターの連動は 2 階のエレベーターを呼ぶボタンは上行きボタン, 3 階は下行きボタン, エレベーター内は, 2 階と 3 階に行くボタン, 開くボタン, にモーターを取り付けモーターの回転を利用してボタンを押す。

4. 自動走行車の動作

製作した動作を以下に示す。

4.1 廊下での動作

①自動走行

研究棟の 2 階と 3 階の廊下をエレベーターを使用して自動で走行する。

②壁の有無や障害物の認識

機体の前に障害物があると停止させる。

壁を認識して一定の距離を保ちながら走行する。

③目標地点の認識

目標部屋の部屋番号を決めておいて、デジスイッチで目的地の部屋の番号を設定する。

④出発地点の認識

出発地の部屋の番号をデジスイッチで入力して、どこの地点から出発しているかの把握をさせる。

4.2 エレベーターでの動作

①エレベーターの呼び出し

エレベーター前に到着するとエレベーター外の XBee に機体から通信を行う。エレベーター側の XBee が通信を受け取ると, XBee と接続している Arduino がモーターを制御しボタンを押して呼び出しをする。モーターを使用する理由は, エレベーターを動かすには

エレベーターの制御部とのやり取りが必要となる。しかし、制御部に直接アクセスができないため、エレベーターの連動としてモーターでボタンを押す。

②扉の開閉認識

超音波センサーで扉が開閉したことを認識する。

機体がエレベーターに挟まれないよう、機体からの XBee の通信でエレベーター内の開くボタンをモーターで押しておく。

③エレベーターに入る

エレベーター内に人が乗っていると機体と違う階に行ってしまうどこを走行しているかわからなくなるので人が乗っていないことを前提とし、②での超音波センサーで、扉が開いたことを確認し入る。

④階の指定

機体がエレベーター内に入ると機体からエレベーター内の XBee に通信を行う。階のボタンを押すモーターの動作は①同様となる。

⑤エレベーター内での方向転換

機体を 180°回転させる。

⑥エレベーターの退出

目的階へ着くと扉が開く。その時に機体からエレベーター内の開くボタンを XBee で通信を行いモーターでボタンを押したままにしておく。機体がエレベーターから退出すると開くボタンを押しっぱなしにしているモーターの回転を元に戻す。

5. エレベーターの連動

図3にエレベーターの連動として使用した部品機器を示す。

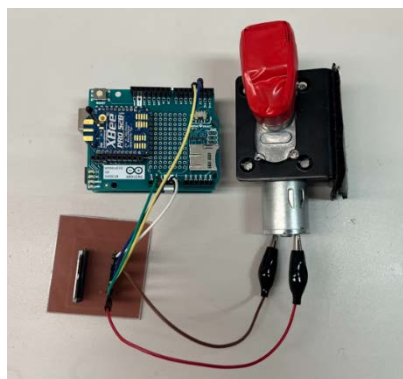


図3 エレベーターに取り付ける部品機器

走行車の階の移動をエレベーターで行うため図

3のようなモーターの回転を利用してエレベーターのボタンを押す部品機器を製作した。機体とXBeeで通信を行い Arduino Uno でモーターを制御する。

取り付けたときの写真を図4に示す。



図4 エレベーター部品機器の取り付け

図5にエレベーターに取り付ける部品機器のブロック図を示す。バッテリーで Arduino Uno に電源供給し, Arduino Uno から XBee とモーターを制御する。

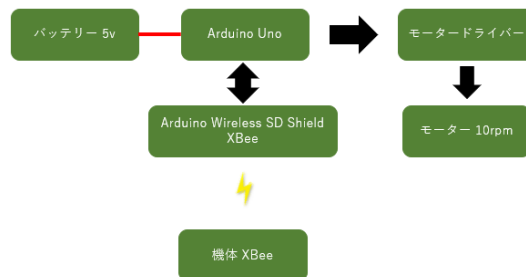


図5 エレベーター側のブロック図

6. おわりに

本研究を通して、自動走行についての理解が深まった。設計、製作能力の向上、プログラミング技術の向上が図れた。計画通りに行う大切さを知ることができた。