

## 課題情報シート

テーマ名 :	電動立ち乗り 2 輪車の作成				
担当指導員名 :	山中 裕二	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	沖縄職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	電気技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	3	時間 :	16 単位 (188h)

### 課題制作・開発のポイント

#### 【開発（制作）のポイント】

授業で学習してきた、電子回路・制御機器・パワーエレクトロニクス工学の知識と、探してきた参考書や過去の卒研の資料などから得られる知識を組み合わせ、試作機・試乗機の回路設計・製作を行いました。また、コンピュータ工学実習で習得した知識で、思うような動作をするようにプログラミングを行いました。課題の終盤には、それらを実装するため、本体の加工や、電子回路の基板を作成しました。

#### 【訓練（指導）のポイント】

本テーマは3名の学生による取り組みとなりました。3人で同じ事をさせるとサボる学生が出ると判断し、試作機の作成・センサ回路及びPIC<sup>®</sup>による出力信号のプログラム・DCブラシレスモータのドライバ製作の3テーマについて学生自身に選ばせ、完全分業制としました。

### 課題に関する問い合わせ先

施設名 : 沖縄職業能力開発大学校  
住所 : 〒904-2141 沖縄県沖縄市池原 2994-2  
電話番号 : 098-934-6282 (代表)  
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/okinawa/college/>

### 課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

# 電動立ち乗り 2 輪車の作成

沖縄職業能力開発大学校 電気技術科

## 1. はじめに

近代的な乗り物であるセグウェイ<sup>®</sup>の動作原理や構造に興味を持ち、子どもからお年寄りまで安全に楽しめる乗り物を作成して行きたいと考えた。また、この卒業研究を通じてプログラミングやモータ制御、車体の加工といった幅広い分野の学習ができる考えこのテーマを選定した。

## 2. 概要

電動立ち乗り 2 輪車とは、センサにより身体の傾きを検出し、傾けた方向、角度によってモータの速度が変化し走行することができる 2 輪車である。

1 号機は 2 号機の試作機として作成し、小型の DC モータと PIC<sup>®</sup> を用いて正転、逆転、旋回、速度制御を行う。2 号機は実際に人が乗って運転できるように設計し、モータは 3 相 DC ブラシレスモータを使用する。

## 3. システム構成

### ① 1 号機

図 1 にシステム構成を示す。加速度センサの Y 軸の信号をウィンド・コンパレータ回路により前後どちらに傾いているかを検知することができる。その検知した出力にデッドタイムをいれ、

Hブリッジ回路に送りモータの前転後転を行う。

X 軸の信号を検出するとウィンド・コンパレータ回路で右左どちらに傾いているかを検知し傾いている方の PWM を変えることで、片方のモータの回転速度を速くすることで右折左折ができる。

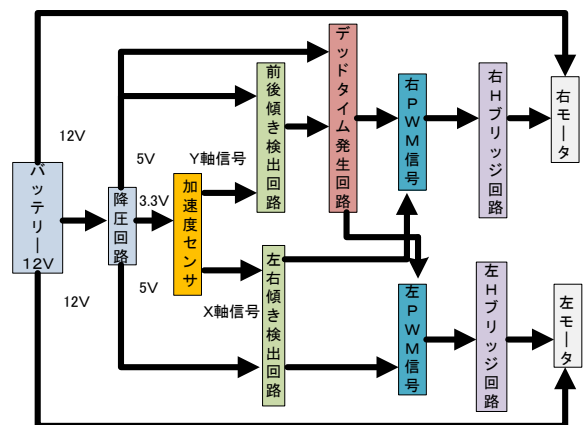


図 1.1 号機のシステム構成

### ② 2 号機

図 2 にシステム構成を示す。バッテリーは 48V バッテリーを使用し、降圧回路で降圧させ、駆動回路、位置検出回路と加速度センサを動作させ、PIC<sup>®</sup> を用いて PWM 制御を行い、モータを駆動させる。1 号機と同様、正転、逆転、旋回を行えるようにする。

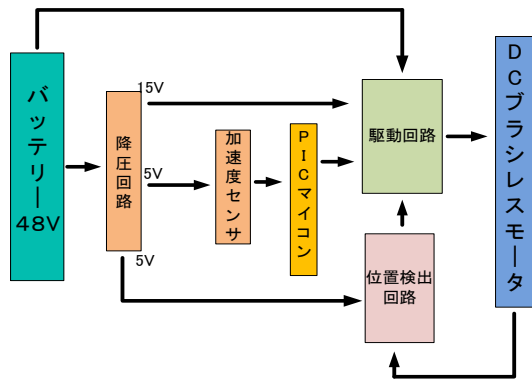


図 2. 2号機のシステム構成

## 4. 進捗状況

### ① 加速度センサ

電動立ち乗り 2 輪車は身体を傾けた方向、角度を検出しモータを駆動させる。加速度センサは X、Y、Z 軸の出力端子があり、傾けた角度や方向により出力電圧が変化するので加速度センサを選定した。図 3 が電動立ち乗り 2 輪車に使用される加速度センサである。表 1 は、加速度センサの電源電圧を 3.3V にした時の出力電圧 V [V] である。

表 1. X Y 軸方向の出力波形

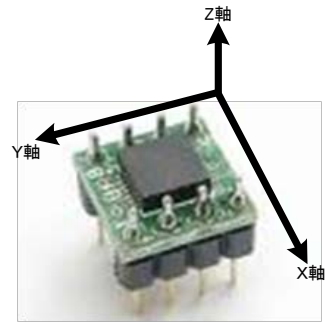
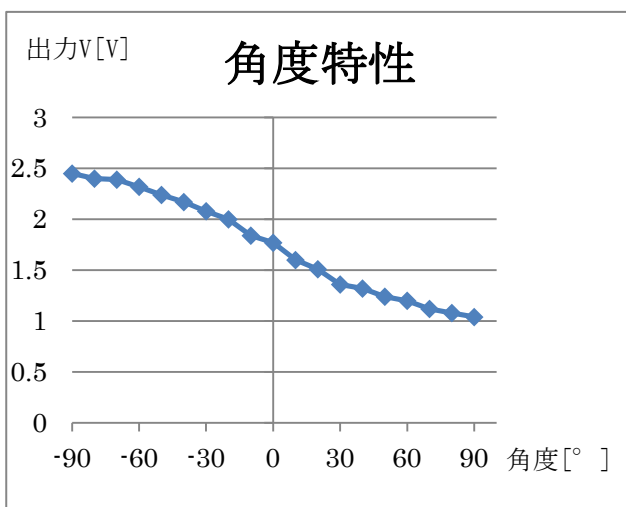


図 3.3 軸加速度センサ

### ② 1号機

加速度センサの Y 軸方向の信号をウィンド・コンパレータ回路により比較して OFF と ON の 2 つを出力し入力 1 と入力 2 に入れる。ハイサイドとローサイドが同時に ON になると貫通電流が流れるので、デッドタイムを作る回路を設置した。モータの駆動回路では NMOS を使った、Hブリッジ回路により正転・逆転を行う。入力 3 に PWM 信号を入れることで速度制御を行うことができる。また、入力信号と駆動回路を電気的に絶縁するためにフォトカプラ (TLP250) を入れた。上記の回路を右と左の 2 個作成する。X 軸の信号を検知すると片方のモータの速度が速くなり右折左折が可能となる。図 4 に駆動回路、表 2 に真理値表を示す。図 5 が実際に作成した一号機である。

表 2. 真理値表

入力 1	入力 2	モータ
High	Low	正転
Low	High	逆転
High	High	ストップ
Low	Low	停止

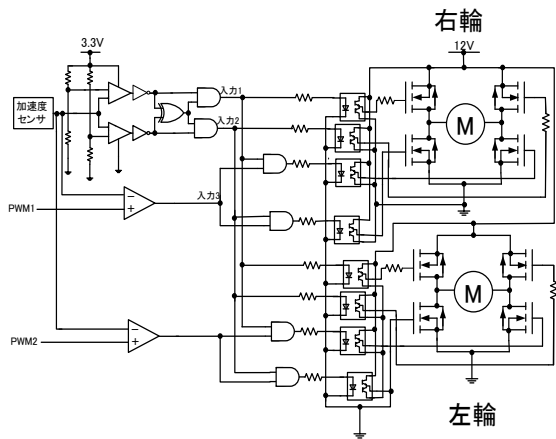


図 4. 1号機の駆動回路

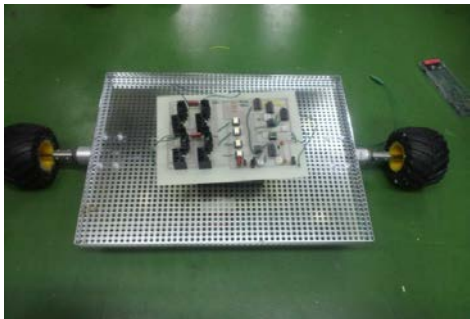


図 5. 作成した 1号機

### ③ 2号機

#### (1) DC ブラシレスモータ駆動回路

ブラシレスモータはホールICの信号を利用してロータの位置を検出し、その信号で駆動回路を動作させ、U相、V相、W相のコイルの電流 $I_U$ 、 $I_V$ 、 $I_W$ を順次切り替えモータを回転させる。

図 6 が実際に作成したブラシレスモータの回路図である。この回路はホールICからの出力信号を位置検出ロジック回路で IGBT の入力信号に変換し、IGBT のハイサイドで RUN/STOP 制御、ローサイドで速度調整を行っている。

位置検出回路の出力信号を、一旦フォトカプラに通し、モータ駆動部とコントロール部を電氣的に絶縁した。これは、モータ駆動時のノイズが位置検出回路

部やPIC®マイコンなどに乗らないようにするためである。図 7 はブラシレスモータのホールICの信号と IGBT の入力信号のタイムチャートを示す。

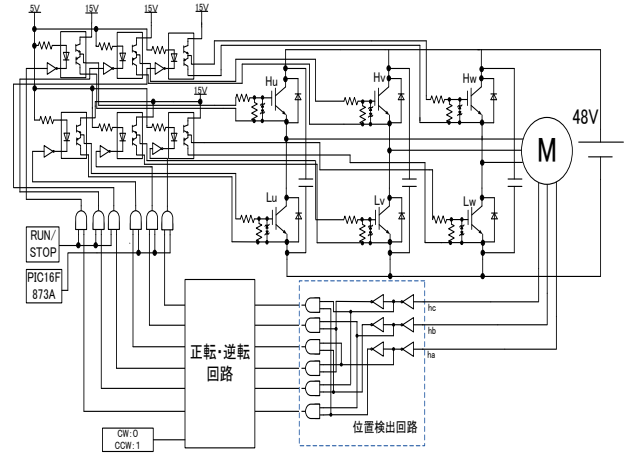


図 6. DC ブラシレスモータ駆動回路

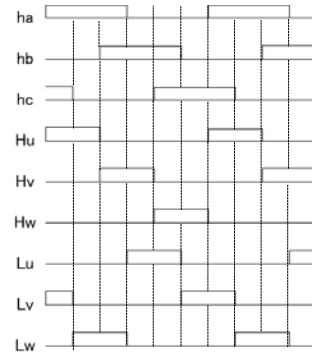


図 7. 位置検出回路のタイムチャート

#### (2) 正転・逆転回路

今回作成した電動立ち乗り 2 輪車は正転・逆転制御を取り入れた。

ブラシレスモータの回転方向を切り替えるには電流の流れる方向が逆にすることで逆転制御を行なうことができる。

IN1 にハイサイドの位置検出回路の信号、IN2 にローサイドの信号を入力し OUT1、OUT2 を駆動回路へ入力する。

この回路は正転のときは IN1 から OUT1

へ、IN2 から OUT2 へそのままの値が出力されるが、逆転信号が入力されると IN1 の信号が OUT2 へ、IN2 から OUT1 へ出力信号が入れ替わるので駆動回路の電流の流れる方向が逆になり、逆転制御が可能となる。図 8 が実際に作成した回路図である。

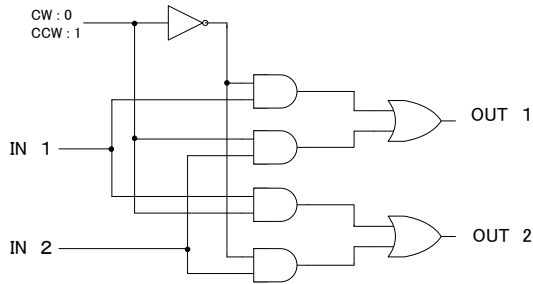


図 8. 正転・逆転回路

## 5. プログラム

PIC マイコンのプログラムにより A/D 変換、PWM 制御を行う。

加速度センサのアナログ信号を PIC マイコンに取り込み A/D 変換を行う。変換した信号は、ブラシレスモータのドライブ回路に入力しモータの速度制御を行う。

Y 軸方向に車体を傾けると、前進することができる。その際にハンドルを左右に傾けると左右のモータに入力される PWM 信号のデューティ比が変化し左右の方向に進むことができる。図 9 にプログラムの流れを示す。

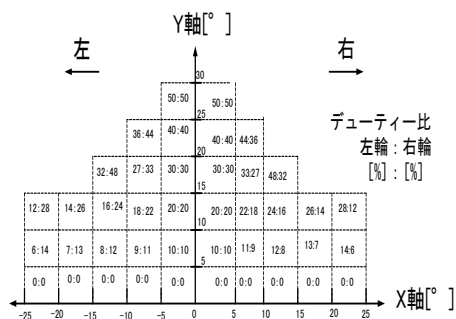


図 9. プログラムの流れ

## 6. 車体の作成



図 10. 電動立ち乗り 2 輪車

電動立ち乗り 2 輪車では車体内部の両端にブラシレスモータを取り付けている。また、内部の中央部分にはバッテリー、ドライブ回路が設置されている。

現段階では 2 輪だけではバランスを保てず制御するのは難しいので、補助輪を取り付けた。

## 7. まとめ

1 号機のモータはウィンド・コンパレータ回路で傾き位置を検出している。それにより、その傾いた方向に駆動することができる。

2 号機は無負荷の状態では体重移動、ハンドルでブラシレスモータの速度制御を行なうことができた。しかし DC/DC コンバータが発熱したのでその原因を調べる。

## 8. 参考文献

基礎入門センサ活用の素②

後閑哲也 著

ブラシレス DC モータの使い方

# 課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 9月 22日

科名： 電気技術 科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		電動立ち乗り2輪車の作成	
担当教員		担当学生	
山中 裕二			
課題実習の技能・技術習得目標			
電気機器・制御機器・制御工学・パワーエレクトロニクス工学・コンピュータ工学について復習・再習得し、自分の持てる技術を駆使して1つの成果物を作り上げる。担当学生が複数名いるので、各々のコミュニケーション能力を発揮し、協同作業についても習得する。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
本テーマは、一般的にはセグウェイ®という名称で知られている乗り物である。これから普及していく可能性のある近未来的な乗り物として、これまでに学習してきた知識を活かす事ができ、さらに沖縄ポリテクビジョンの展示会場で、来客者が興味を引く事が出来る本テーマを選定し、安全に走行できるものを製作目標とする。			
実習テーマの特徴・概要			
①部品選定、②制御方法習得、③センサ・制御回路試作、④小型の試作機を作成、⑤DC ブラシレスモータの制御、⑥車体の加工、⑦安全走行確認			
No	取組目標		
①	必要な部品の選定の仕方を習得する。		
②	回路の設計・製作の方法を習得する		
③	試作機を作成し、完成形をイメージする。		
④	人を載せるために必要な機器の選定の仕方と加工について習得する。		
⑤	成果物について、安全性能について確認する。		
⑥	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行う。		
⑦	プレゼンテーション資料を作成し、製作品の展示及び発表会を行う。		
⑧	発表予稿や、最終論文などの報告書の作成をする。		
⑨	実習の進捗状況や、発生した問題等については、担当教員へ報告する。		
⑩			