

課題情報シート

テーマ名 :	クルーレスソーラーボード用 GPS・MPPT コントローラの製作				
担当指導員名 :	成瀬 陽一	実施年度 :	23 年度		
施設名 :	近畿職業能力開発大学校 附属滋賀職業能力開発短期大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	電子情報技術科		
課題の区分 :	総合制作実習課題	学生数 :	2	時間 :	23 単位 (414h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

GPS により船を自動操舵させるため、マイコンを用いて航行する船で競技をする琵琶湖クルーレス・ソーラーボート大会へ出場するために、5 年前からクルーレス・ソーラーボートの製作を行ってきました。GPS を制御するためには、シリアル通信についての知識と、GPS から送信されてくる NMEA-0183 フォーマットのデータを地図上の緯度経度で使用されている WGS フォーマットに変換する必要があります。また現在地と目標位置のずれから舵の角度を制御しますが、波などの外乱の影響などでふらつかない様にするために P I D 制御をする必要もあります。M P P T の制御方法もいろいろな方法が提案されていますが、今回は単純に出力電圧が開放電圧の 80% になる様に PWM 制御を利用しています。

【訓練（指導）のポイント】

GPS、ソーラーパネルの特性、MPPT 制御方式の知識は事前に習得させ必要があります。正確に、少しでも高速に航行できるためにはどうすべきかを学生に調査・検討をさせ、製品開発に対する姿勢を習得させました。また、船の自動制御をするため、通信、インターフェース技術、マイコン制御など電子情報技術科で学んだ知識を応用して製作に取り組みました。競技会へ出場し、成績を伸ばす事と明確な目標がはっきりしているため、学生がいろいろとアイデアを出し、興味を持って、意欲的に製作しました。

【学生数の内訳】

GPS 制御担当:1 名、 MPPT 制御担当:1 名

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 近畿職業能力開発大学校附属 滋賀職業能力開発短期大学校
住所 : 〒523-8510 滋賀県近江八幡市古川町 1414
電話番号 : 0748-31-2254 (学務援助課)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/shiga/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。

クルーレスソーラーボード用GPS・MPPTコントローラの製作

滋賀職業能力開発短期大学校 電子情報技術科

1. はじめに

ソーラーパネルからの電子供給により、GPSによる自動操舵で航行する船で競技をする琵琶湖クルーレス・ソーラーボート大会へ出場するために、5年前からクルーレス・ソーラーボートの製作を行ってきた。少しでも成績を伸ばすために本年度はクルーレスソーラーボード用のGPSとMPPTのコントローラを製作した。

2. 制御システムの問題点と改良点

大会でのGPS基板は、電源ICの定格電流が500mAであった。また使用しているサーボモーターの動作電流500mAと同等であった。その状態で長時間使用したため電源供給が不安定になり、動作不良が起きる問題が発生した。それを改良するため大きめのヒートシンクを設置し、2つの電源ICの距離を離れた。図1は前回大会に使用した基板で、図2は新たに改良した基板である。

表1 使用した電源IC

	サーボ用	マイコン用
型番	78M06A	7805A
定格電流	500mA	1A
出力電圧	6V	5V

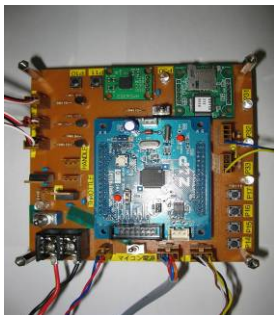


図1 大会で使用した基板

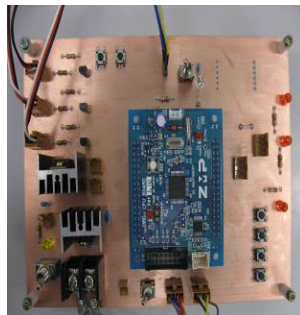


図2 改良した基板

3. サーボモーターについて

サーボモーターとは、ある一定のパルスを入力することによって角度を変えることができ、それによって船体の向きを変えることができる。これを利用してプログラムで距離、方位をマイコンで計算し方角を決めている。また、サーボモーターにはもう一つ機能としてサーボロックという機能がある。サーボモーターが動いている状態でサーボモーターに負荷をかけると電流を流しロックする仕組みでこれによって方位の誤差をなくすことができる。

図3、図4はサーボモーターに2つのカウント値を入れ、比較した図である。図3が標準のカウント値3850を入力した波形で図4がカウント値4500を入力した波形の図である。図5、図6から読み取れるように標準値より大きい値4500を入れた場合左に30度動いている。逆に標準値より小さい値を入れた場合右に動く。動かせる最大角度は左右ともに90度である。

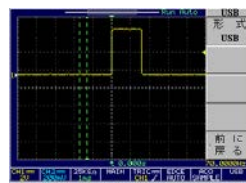


図3 パルス幅 1.4ms



図4 パルス幅 1.8ms



図5 動作角度 (0度)

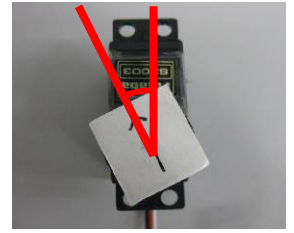


図6 動作角度 (30度)

4. プログラムによる角度算出

4-1. GPSレシーバーの変更

今回の大会では前回の大会で使っていたGPSレシーバー(図7)からGPSモジュール(図8)に変更した。GPSレシーバーは液晶に地図、現在地、経由ポイントなどが表示できシリアル通信で受信、送信ができる。GPSモジュールは現在地のデータを取得しマイコンにその値を出力する機能がある。今回GPSモジュールに変更した主な理由として以下のことがあげられる。

- ① GPSレシーバーで経由ポイントの設定を行う際に画面が小さく大変であること
- ② GPSレシーバーをソーラーボード内に設置しないとイケないため船外からの無線による経由ポイント設定が出来ないこと



図7 GPSレシーバー



図8 GPSモジュール

4-2. 目標地点方角の算出方法

目標地点の方角を算出するには現在地と目標値の座標が必要になる。しかしGPSモジュールから出力されるデータはそのままでは使うことができないので緯度経度フォーマットを行う必要がある。緯度経度フォーマットとはGPSモジュールから出力される生データをマイコンに対応させるために変換することである。

表2 GPSモジュールから出力される生データ

\$GPGGA, 120417.994, 3504.1941, N, 13609.9709, E, 2, 08, 1.3, 126.4, M, 38.2, M, , 0000*5D
--

この表2の「3504.1941, N」は北緯(N)、35度4.1941分(3504.1941)という意味であらわされる。同様に「13609.9709, E」は東経(E)、136度9.9709分(13609.9709)という意味であらわす。

この表2の生データの状態をNMEA-0183フォーマットと呼び、これをGoogleなどで使用されて

いるWGSフォーマットに変換し、マイコンに対応させる必要がある。

NMEA-0813フォーマットから

WGS84フォーマットへ計算するための方法
例えば緯度「3504, 1941」(35度41941分)の場合

$$35 + \frac{4.1941}{60} = 35.069901666666 \dots$$

となる。

Googleでは、小数点以下6桁まで使用しているので7桁目を切り捨てる。

$$\approx 35.06990 \text{ (度) となる。}$$

経度も同様の方法で計算する。

4-3. 目標方向の算出方法

GPSモジュールにより得た現在地と行きたい目標地を使い計算する。

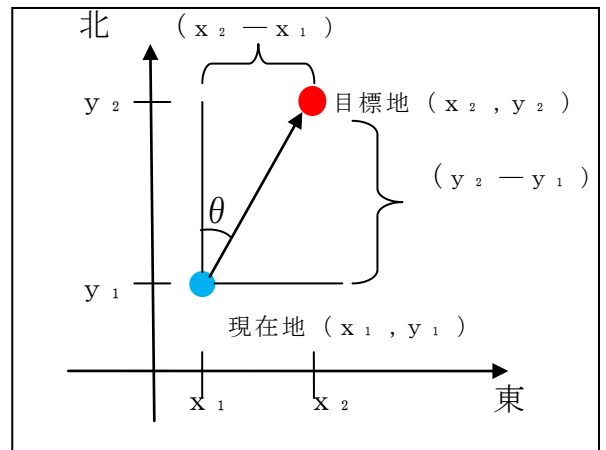


図9 目標値の角度を算出図

図9からθを求める計算式は

$$\theta = \tan^{-1} \frac{x_2 - x_1}{y_2 - y_1}$$

となり、θを求めることで目標への角度を算出することができる。

5. 今後の課題

現在、GPS基板に使用している電源ICの定格電流が500mAなので、GPS基板を安定させて動作させるため電源ICを定格電流1Aのものに変更し、新しいGPS基板を作製する予定である。

6. M P P T とは

M P P T (Maximum Power Point Tracking) とは直訳すると最大電力点追従という。

まずソーラーパネルの出力は常に一定ではなく環境により変動する。したがって、最大電力点が大きく左右されてしまい最大電力点の変動に伴って出力電流が決定されてしまうという特徴がある。

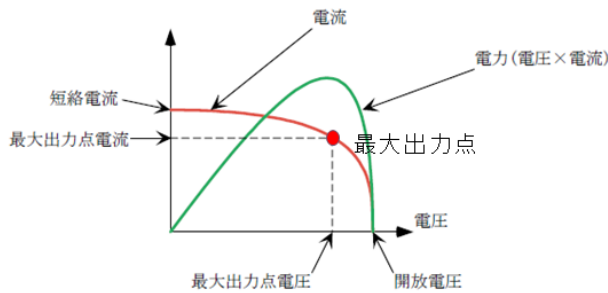


図10 ソーラーパネルの出力特性

この特徴により、いつでも定格出力が出せるという訳ではない。この性質によってソーラーパネルが本来持っている定格の出力特性よりも低い電力しか取り出せなくなる現象をM P P T ミスマッチまたはM P P T 損失と呼びます。

そこで、ソーラーパネルを常に最大電力点で動作させるようにソーラーパネルと負担の間に入って双方のバランスをとり互いに都合のよいポイントを制御する装置のことを一般にM P P T といいます。

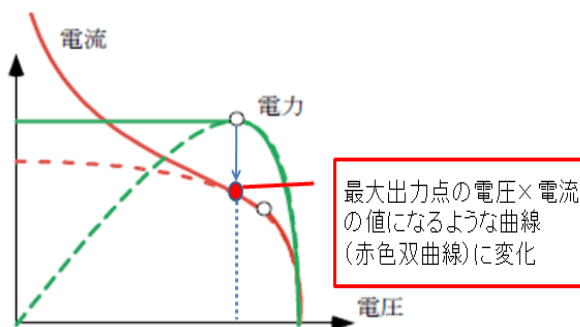


図11 M P P T を使用した時の出力特性

7. 今年度の大会で使用したM P P T

今年度のM P P T は当初、昨年度の先輩が製作したM P P T ボードを使用してプログラム

を行う予定だったが、M P P T ボードの配線のミスや、動作の不具合などにより大会での使用が難しくなってしまった。

そこで、一昨年の大会で使用されたM P P T ボードを使用し、別に製作したマイコン制御部を接続することでM P P T をマイコンで制御出来るようにした。

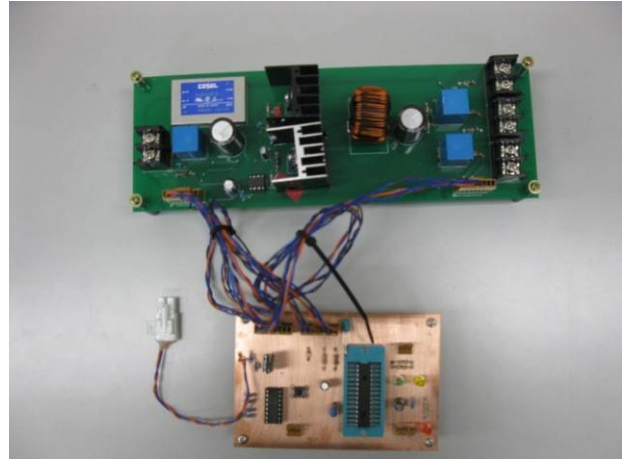


図12 2011年大会で使用したM P P T ボード(上)とマイコン制御部(下)

8. 昨年からの改善点

昨年からの改善点としては、1つのマイコンでG P S とM P P T を動かしていたのでプログラムのチェックと動作の確認にとても時間が掛っていた。そこで、今年度に製作したM P P T には、専用のマイコンを搭載することで、プログラムの量を減らしプログラムのチェックと動作の確認にかかる時間を短縮した。

更に、P I C の動作確認のためにP I C の電源と使用していないポートにL E D を接続することでP I C が動作しているか、タイマーが正常にカウントしているかを確認出来るようになっている。

また、M P P T ボードとマイコン制御部を分けて製作した事で去年に製作したM P P T が $140 \times 300 [\text{mm}^2]$ だったのに対し、今年製作したM P P T は $80 \times 240 [\text{mm}^2]$ 、マイコン制御部が $115 \times 160 [\text{mm}^2]$ となり、去年の物よりも約10%程基板を小さくすることが出来たので、より小さなスペースに設置することが出来るようになりました。

9. 大会後に行ったMPPT製作

大会の時に気になった部分や問題点を修正したMPPTを製作した。

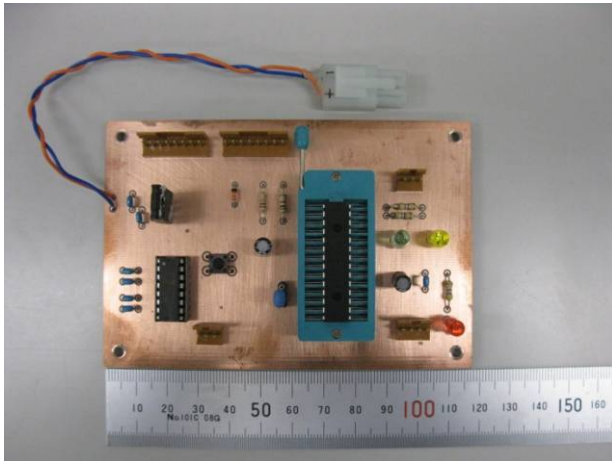


図13 大会後に製作したマイコン制御部

一つ目は、MPPTのマイコン制御部だが、MPPTボードは一昨年の大会で使用したものであったので、外注した基板になっていたがマイコン制御部は大会直前にユニバーサル基板で製作した物を使用していた。そこで、大会後にCADを利用してパーツの配置などを整理しプリント基板で加工する事で、ユニバーサル基板と比べて半分程度の大きさにすることができた。

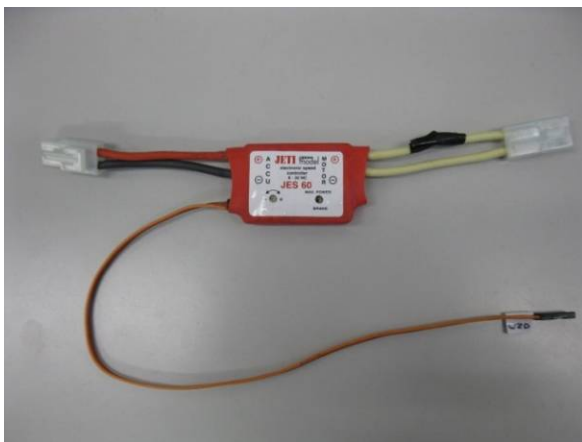


図14 市販されているモータードライバ

二つ目は、モーターを緊急停止させる方法を改善した。大会の時はモーターのON、OFF

をMOS-FETで操作できるようにしていたが、これではモーターを徐々に回転させる事が出来ず、いきなりプロペラが回転することがあり危険だった。大会後の製作では、この部分にモータードライバを使用することでより細かくモーターの動作を制御できるようにした。また、今回使用するモータードライバは市販されている物で昨年先輩方が使用していたJETIのJES60を使用することにした。

10. MPPTの今後の課題

一つ目は、別々に製作したMPPTボードとマイコン制御部をCADでまとめて掘り直し一つの基板にする。MPPTボードは一昨年の大会で使用した物なので、その中から必要な部分のみを使用するようにして、今年度の大会の時に使用した物よりも更に小型になるように製作する。

二つ目は、プログラムではMPPT制御のプログラムとモータードライバ制御のプログラムが別々に製作してあるのでこれらのプログラムを一つにまとめて動作確認を行う。

11. おわりに

今回、製作活動を支えて頂いた成瀬先生やゼミのメンバー、その他の多くの皆様に深く感謝を申し上げます。

卒業まで残り少ないですが、総合製作実習の時間を有効に使い、今後の課題を達成し次の後輩達に託したいと思う。

参考文献

- | | | |
|--------|----|----------------------------------|
| 2010年度 | 予稿 | 「GPSセンサ搭載のマイコンボードを使った自動車運転模型の製作」 |
| | | 「MPPTボードの改善・製作」 |
| 2009年度 | 予稿 | 「GPS計測制御ボード搭載ラジコン車の製作」 |
| | | 「クルーレス・ソーラーボート用MPPTボードの製作と改良」 |

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 4月 10日

科名：電子情報技術科

教科の科目		実習テーマ名	
総合制作実習		クルーレス・ソーラーボートの開発 ークルーレス・ソーラーボート用GPS・MPPTコントローラの製作ー	
担当教員		担当学生	
電子情報技術科 成瀬 陽一			
課題実習の技能・技術習得目標			
クルーレス・ソーラーボートの製作を通して、電子回路CAD設計、製作及び組立・調整技術等の総合的な実践力を身に付けるとともに、MPPT（最大電力点追従制御）回路、GPSセンサ制御回路の設計を通して、実践的な電子回路設計技術、制御システム設計技術、マイコンプログラミング技術も身に付けます。			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
当校ではびわ湖で行われるクルーレス・ソーラーボート大会に参加するためにソーラーボートの開発を行っています。競技活動を通して「モノづくり」の楽しさや難しさを体験する。また大会期限までに成果物を完成させなければならないのでスケジュール管理の重要性を認識します。			
実習テーマの特徴・概要			
クルーレス・ソーラーボートは、太陽電池を動力として、乗組員が乗船せず、自律航行する船です。その制御にはGPSを使った自動操舵システムが必要となります。また効率よく電力を供給するためにMPPT（最大電力点追従制御）回路を利用して速く、正確に指定されたウェイポイントに向かって航行するように制御します。8月の大会までは昨年の製作した船体や制御回路などを理解し、操作確認を行って不具合など修正し大会に参加します。大会終了後、その時の改善点を検討し、次年度に向けた改良、新規開発に取り組みます。完成後は各種性能評価試験を行い、報告書を作成します。			
No	取組目標		
①	設定したパターンでの自律航行を行います。		
②	GPSセンサで現在地を認識し、ウェイポイントに向かって自律航行を行います。		
③	MPPT回路が設計通りに電力を供給させて動作しているか各種性能の確認を行います。		
④	想定した動作が行われなかった場合には、問題を分析し、その問題の解決に取り組みます。		
⑤	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		
⑥	材料、工具、機器及び部品等については、チェックリストを用いて厳密に管理します。		
⑦	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行います。		
⑧	実習の進捗状況や、発生した問題等については、単独、グループの場合にかかわらず、担当教員へ報告します。		
⑨			
⑩			