

課題情報シート

テーマ名 :	空撮用トリコプターの製作 ～リモコン筐体 及び パソコンソフト開発～				
担当指導員名 :	大館 広之	実施年度 :	26 年度		
施設名 :	北海道職業能力開発大学校				
課程名 :	専門課程	訓練科名 :	電子情報技術科		
課題の区分 :	総合制作課題実習	学生数 :	4 人	時間 :	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

最近、クアッドコプターなどの無人飛行体が普及しています。本テーマでは、3つの駆動部を持つ飛行体について、独自開発に取り組みました。無人飛行し空撮動画および搭載GPSによる現在位置をリアルタイムにPCに表示します。手動による無線操縦ができるほか、自律運転機能として、障害物や人との接触回避、静止浮揚や、バッテリー容量低下時の自動着陸などの機能を盛り込んでいます。機体構造の設計・製作、機体制御ソフトウェアの開発、リモコンの製作およびPCソフトの開発を行いました。

【学生数の内訳】機体・電子回路製作：2名、組込みソフトウェア開発：1名、
リモコン筐体及びPCソフトウェア開発：1名

【訓練（指導）のポイント】

無人で飛行するだけでなく、民家の屋根の点検などの実用性も持ったものを目指すようにしました。また、飛行体の自律飛行、水平浮揚の維持などの自動制御メカニズムを明らかにして自力で開発することを通して、総合的な組込み開発技能・技術の習得を図りました。

この開発のために、カーボンファイバーによる機体構造、ブラシレスモータ、サーボモータ、リチウムイオン電池、32ビットマイコン、超音波・気圧・加速度・ジャイロセンサ、無線シリアル通信、無線LANカメラおよびGPS並びにPCにおける動画処理及び地図表示ソフトウェアなどの多岐にわたる要素技術について、指導・習得させました。

常に、到達目標と期限について意識し、失敗してもその解決を繰り返すなど、モチベーションを維持・高揚して取り組むことができました。

課題に関する問い合わせ先

施設名 : 北海道職業能力開発大学校
住所 : 〒047-0292 北海道小樽市銭函3丁目190番地
電話番号 : 0134-62-3553 (代表)
施設 Web アドレス : <http://www3.jeed.or.jp/hokkaido/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。

空撮用トリコプターの製作

～リモコン筐体 及び パソコンソフト開発～

北海道職業能力開発大学校
電子情報技術科

1. はじめに

マルチコプターはホビー用途に限らず地質調査や人の立ち入りが困難な場所の状況を把握する用途にも用いられている。この場合、多くは空撮用のものが用いられている。

本研究は空撮用トリコプターの製作をテーマとしている。空撮用トリコプターはカメラを搭載し、機体からの空撮映像を撮影できる。また機体の現在位置を取得できるよう GPS モジュールも搭載させている。それらのデータをパソコン上で表示させ、トリコプターを操作する上での利便性を追求するため、パソコンソフトウェア開発をしていく。

また、機体を操縦するために用いられるリモコン筐体の製作を行う。

2. 概要

2.1 リモコン筐体製作

リモコンは機体を操作する上で必要となるため製作した。操縦者に機体の状態やエラーを伝える機能を有している。

2.2 パソコンソフトウェア開発

空撮用トリコプターの製作において、開発するパソコンソフトウェアは主に以下のとおりである。

- ・カメラ映像を表示・録画するソフトウェア
- ・機体位置表示のソフトウェア

1 つ目にカメラ映像を表示・録画するソフトウェアについて記す。

機体に搭載するカメラは Web カメラ「AiBall®」である。付属の専用アプリでスマートフォンやパソコンのウェブブラウザ上で AiBall®に無線 LAN で接続し、カメラ映像を表示させるのが一般的である。しかし、パソコンのウェブブラウザ上では映像の表示は可能だが、録画が不可能であったためソフトウェア開発が必要となった。

2 つ目に機体位置表示ソフトウェアについて記す。

機体に搭載する GPS によって機体の位置情報が取得可能なため、パソコン上で機体位置を地図上で表示させる。今回はフリーでオープンソースの地理情報システム「QGIS®」を使用している。

3. リモコン筐体製作

ここでは、リモコン筐体製作の詳細を記していく。

3.1. 開発環境

開発環境・ソフトは以下のとおりである。

・パソコン環境	
Windows7 Professional 64bit 版©	
・開発環境・ソフト	
MultiSim® / Ultiboard®	基板設計用 CAD
Design Pro®	基板加工データ作成用

3.2. リモコン基板製作

リモコンでは、以下の仕様を満たすようにする。

- ・機体の上昇下降、離陸着陸、前進後退、旋回をさせる。
- ・電源はエネルギー（公称電圧 1.2V）4 本を直列に接続する。
- ・昇圧型 DC-DC コンバータ 5V 出力を使用し、安定した 5V 出力を得る。
- ・状態表示用 LED を 2 個用意し、点灯パターンを変化させることで操縦者にエラーなどの状態を伝える。初期化エラー、アイドルリング、テイクオフ、ホバリング、ランディング、電圧低下の検出、XBee®通信エラー

そして基板はメイン基板と操作部基板の 2 つに分け、2 つの基板間をコネクタで結ぶ。メイン基板にはマイコン、電源回路、XBee®用ポートを設ける。そして操作部基板には、アナログスティック、スイッチ、ボタン、LED を設ける。

3.2.1. メイン基板の製作

メイン基板の回路図を図 1 に示す。

昇圧型 DC-DC コンバータには、秋月電子通商

「昇圧型 DC-DC コンバータ 5V0.2A 出力 StepUP・DIP - Ver.2®」

マイコンにはアルファプロジェクト社「AP-RX62T-0A®」

リモコン機体間無線通信デバイスとして XBee®を使用している。XBee®のボーレートは 9600 である。

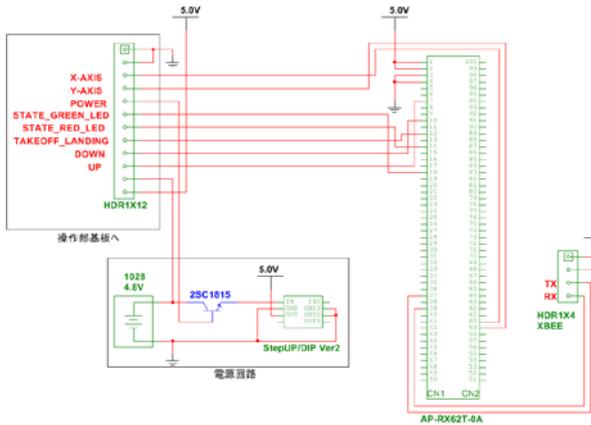


図1 メイン基板回路図

このアクリルケースは上部と下部で分かれるようになっている。そのため、上部側に操作部基板をつけ、下部側にメイン基板や電池ボックス、XBee®を格納するようにした。

またアクリルケースに蝶番をつけ、ケースを取り扱いたくした。

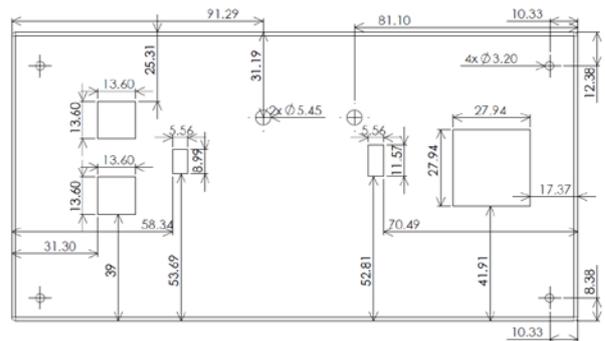


図3 リモコンケース上部設計図

3.2.2. 操作部基板の製作

操作部基板の回路図を図2に示す。

アナログスティックには、Parallax 社「2-Axis Joystick®」

状態表示用 LED として赤色 LED と緑色 LED

そして上昇・下降ボタン，離着陸用スイッチ，電源用スイッチを設けた。

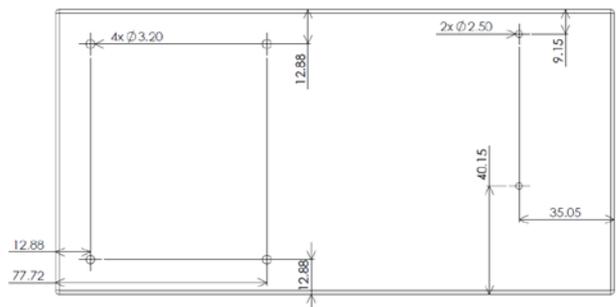


図4 リモコンケース下部設計図

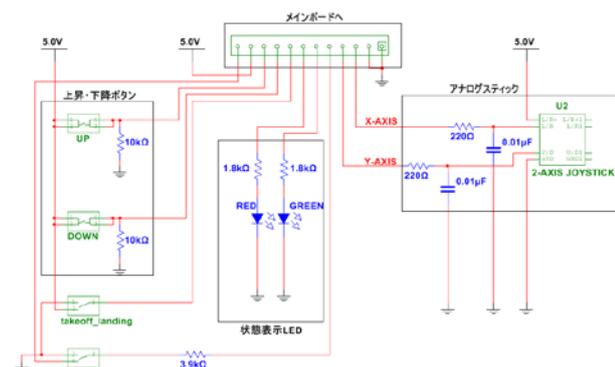


図2 操作部基板回路図

リモコンケースの完成図を図5に示す。

3.3. リモコンケース製作

リモコンの各基板，電池ボックス，XBee®を格納するために，リモコンケースの製作を行う。

リモコンの筐体には 206mm×106mm アクリルケースを用いた。



図5 リモコン筐体の完成図

4. パソコンソフトウェア開発

ここでは、概要にあげた 2 つのパソコンソフトウェア開発の詳細を記していく。

4.1. 開発環境

開発環境・ソフトは以下のとおりである。

・パソコン環境	
Windows7 Professional 64bit 版©	
・開発環境・ソフト	
VisualStudio2013 for Desktop©	C#開発用
QGIS2.6.1®	位置表示用

4.2. カメラ映像表示・録画ソフトウェア

今回使用したカメラは Bravo 社「AiBall」とした (図 6)。



図 6 無線 LAN 内蔵カメラ「AiBall®」

機体に搭載されたカメラの映像データは、無線 LAN 中継器を通じてパソコンに送られる(図 7)。無線 LAN 中継機を用いたのは、たとえ機体-パソコン間が離れてもパソコン上で映像を受け取れる効果を狙ったものだ。

なお、無線 LAN 中継機は NETGEAR「EX6100-100JPS®」を使用した。



図 7 カメラ-PC 間接続図

開発するパソコンソフトウェアについて、以下の仕様を満たすようにする。

- ・カメラ映像をパソコン側で表示・録画

カメラ映像表示・録画ソフトウェアでは、AiBall® の IP アドレスを設定し、接続ボタンを押すことで簡単にカメラ映像の取得・表示がされる。

カメラ映像表示の更新速度は、その時のパソコンの処理状態に依存するために、その都度変化するが、フォーム上に fps(frames/sec)を表示することで、毎秒何フレーム更新されているのかを表示する機能を追加した。

また、OpenCV.Net®ライブラリを利用することにより、カメラ映像の録画を可能とした。録画ファイルの保存先を指定し録画ボタンを押すことで、その時点から映像の録画が開始される。[停止]ボタンを押すことで、録画が停止され、それと同時に録画ファイルの生成が完了する(図 8)。



図 8 カメラ映像表示・録画ソフトウェアフォーム画面

このソフトウェアを開発するにあたり、解決しなければならない大きな課題があった。

このソフトウェアでは、カメラ映像の取得・表示を行っている。また、時にはカメラ映像の表示を行いながら、録画ファイルに映像を書き出す処理が必要となる。そして、その間にフォーム上のボタン操作などを行わなければならない。

これらの動作は同時に行われるという点において、致命的な問題点を抱えている。

映像の表示を行っているときにフォームの操作が不可となり、フリーズしてしまう現象が生じた。

これは、今までシングルスレッドプログラミングを行っていたために、同時に複数の処理を行う事ができなかったのである(図 9)。

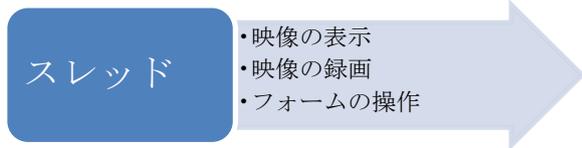


図9 シングルスレッドプログラムの問題
これらの問題は、マルチスレッドプログラミングをすることによって解決できた(図10).



図10 マルチスレッドプログラムによる解決

4.3. 機体位置表示のソフトウェア

ここでは、機体に搭載された GPS モジュール「GTPA010®」から得た位置情報をパソコン上に地図表示するソフトウェアについて記す。

GPS モジュール-パソコン間は XBee®によって無線接続されている(図11)。XBee®のボーレートは 9600 である。

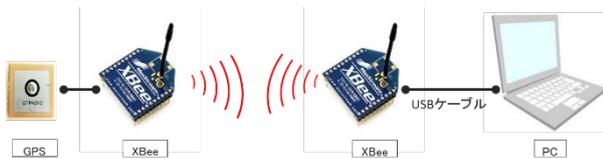


図11 パソコン-GPS モジュール間接続図

位置表示ソフトウェアとして、フリーでオープンソースソフトウェアである「QGIS2.6.1®」を使用することとした。

このソフトウェアの特徴として、パソコンがインターネットに接続されていなくても、地図を表示することができる機能に加え、GPS からの位置情報を取得し地図上にマーク表示する機能がある。

屋外でも使用するため、オフラインでの地図表示を行う。国土交通省から無料で提供されている日本地図データを手し、QGIS®に地図データをインポートするだけで、地図表示が可能である。

機体搭載 GPS から取得した機体の現在位置が、QGIS®によりプラスマークとして表示されている様子を図12に示した。



図12 QGIS による機体の位置表示

5. まとめ

5.1. リモコン筐体製作

リモコン筐体は完成し、リモコンの重量は電池を含め 450g となった。連続動作最低時間は 5 時間となっており、見通し伝送距離は最長 30m 程度であった。

今後の課題として、XBee®アンテナをワイヤアンテナから「U.FL コネクタ型」アンテナに変更するなど、改良の余地がある。

5.2. パソコンソフトウェア開発

5.2.1. カメラ映像表示・録画ソフトウェア

カメラ映像のリアルタイム表示・録画が可能となり、仕様を満たすソフトウェアを完成させることができた。

今後の課題として、映像更新速度の高速化があげられる。

5.2.2. 機体位置表示のソフトウェア

QGIS®を用いることにより、オフラインでの地図表示が可能となった。

今後の課題として、機体ルート記録や、機体高度の表示を行うことがあげられるが、これらは QGIS®ソフトウェアの機能としてすでに組み込まれているため、これらの機能を活用していきたい。

6. 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導をいただいた指導教員の先生に感謝いたします。また、実験・撮影等において多くの協力をいただいた電子情報技術科の皆様へ感謝します。

文 献

[1] 高橋 麻奈,"やさしいC#",SoftBankCreative,Sep 2011.
 [2] 今木 洋大,"Quantum GIS 入門", (株)古今書院,pp.1-19,Nov 2013.
 [3] C#で OpenCV を動かす~NuGet で OpenCV.Net をインストール,"http://whoopsidaiesies.hatenablog.com/entry/2013/10/25/005953"(アクセス日:2014-09-26).
 [4] C#ゲームプログラミング/7.2 スレッドによる並行処理,"http://www.wisdomsoft.jp/524.html"(アクセス日:2014-10-02).

課題実習「テーマ設定シート」

作成日： 4月23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		空撮用トリコプターの製作 ～リモコン筐体 及び パソコンソフト開発～	
担当教員		担当学生	
電子情報技術科 大館 広之			
<p>3個のモーターでプロペラを回転し、飛行するトリコプターの製作を通して、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、機体制御部の設計を通して、実践的な電子回路設計技術、制御システム設計技術も身に付ける。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>最近、クアッドコプター（4つの駆動部で飛行する）などの無人飛行体は、世界的にも普及している。このような製品の原理を明らかにし、自作することは、電子回路、制御ソフトウェアなど様々な技術要素を学ぶ題材として適切である。本テーマでは、3つの駆動部を持つ飛行体については、あまり開発例が多くなく、研究の余地がある。この実習をとおして「モノづくり」の面白さや発展性を理解するとともに、期限までに成果物を完成させることでスケジュール管理の重要性を認識する。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>無人で飛行するだけでなく、上空からの映像を動画でリアルタイムに提供できるようにし、たとえば民家の屋根の点検などの実用性も持ったものを目指している。無線操縦を行え、障害物や人との接触を回避する。無線操縦の指令がない場合は、その場で静止して浮揚するような自律制御機能も与える。設計段階では、機体の重量と浮揚力とのバランスなどを十分に考慮する。また、最初はモーター単独で回転実験し、安全を確認した上で最終的に統合組立・調整・動作試験を行う。また、完成後は各種性能評価試験を行い、報告書を作成する。</p>			
No	取組目標		
①	地上1.5mまで上昇し、上空からの動画をPCに表示する。		
②	自律運転し、微風があっても、機体の水平を保つ。		
③	機体を設計通りに駆動させ、各種性能の確認を行う。		
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む。		
⑤	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行う。		
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する。		
⑦	報告書の作成、製作品の展示及び発表会を行う。		
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、担当教員へ報告する。		
⑨			
⑩			