

飛行ロボットにおける GPS モジュールの利用

田多 真也[†] 小林 翔斗[†] 高久 有一[†]福井工業高等専門学校 電子情報工学科[†]

本研究室ではこれまで、屋内における模型飛行機の自動制御を行ってきた。今後、屋外で模型飛行機の自動制御を行いたい。これまで、屋内用の制御システムを考えており、位置情報を使用していなかった。そこで、本研究では位置検出システムの開発を行う。

2. 位置検出デバイスの概要

本研究室で開発した T.Lab Flight Controller(以下「FC」と称する)は姿勢制御を行うためのパワーや舵をコントロールすることができる。また、搭載されているジャイロ、加速度センサを用いて C 言語で姿勢制御プログラムが可能である。この FC に直接 GPS モジュールを接続すれば位置情報が検出できる。マイコンで用いる GPS モジュールのサンプリング周波数は 10Hz 程度である。しかし、模型飛行機の自動制御は 60Hz での制御が必要であり、データ取得での待ち時間が発生してしまう。割り込みを使えばいいが、舵のコントロールや基板上のセンサで使用しており、GPS モジュール用に割り込みを使用することが難しい。そこで、GPS モジュールと FC の間に別のマイコンを挟み、待ち時間を減らす。

また、今後 FC や GPS モジュールが変更される可能性も考えられる。直接接続している場合、飛行機の制御プログラムと位置情報の取得プログラムを両方変更することになる。しかし、別の CPU を挟むとどちらか片方だけの変更に抑える事ができる。また、GPS モジュール以外のその他必要なモジュールを接続する際にもサンプリング周波数の違いによる問題点を考慮せずに済み、汎用性が増加する。このことから間にある別の CPU を挟むシステムが必要であると考えシステムの作成を行う。

2.1 各種モジュールの仕様

GPS モジュールは精度の観点から GPS, QZSS に対

応している GYSFDMAXB(太陽誘電)を用いた。このモジュールは表 1 の仕様である。

一部の値は使用者の用途に応じて変更可能であり、本研究ではサンプリング周波数 10Hz, UART 通信速度 19200bps と設定した。

表 1. 使用した GPS モジュールの仕様[1]

受信周波数 [MHz]	1575.42
対応即位衛星システム	GPS, QZSS
UART通信速度 [bps]	4800~115200
出力更新レート [Hz]	1~10
測位精度 [m]	2
完全コールドスタート時 初期位置算出時間 [s]	42

間に挟むマイコンには Arduino Pro Mini(以下「Mini」と称する)を使用した。Mini は Atmega328P を搭載しており、I2C 通信, UART 通信が利用可能である。GPS モジュールとの接続には UART 通信を、FC との通信には I2C 通信を用いている。

2.2 システム全体の構成

図 1 にシステム全体の構成を示す。



図 1. システム構成図

GPS モジュールから正しいデータが送信されるまでには 30 秒程度かかる。ここでいう正しいデータとは飛行させる場所を地図上で事前に確認した飛行地点に対して緯度経度±1度の範囲である。この範囲内のデータを取得したときに Mini に接続した LED を点灯させる。LED の点灯を確認してからラジコン用送信機(T14SG) [2]の SH スイッチを ON にすることで Mini に対して I2C 通信でのデータリクエストを送信し、Mini から FC に位置情報が送信される。ここで送信するデータは送信リクエストが送られたときの最後に取得した位置情報であり、位置情報が更新されるまでの間は移動が考慮されておらず、確からしいデー

タを送信している。

3. 位置計測と速度の計算

位置計測は屋外用模型飛行機に本システムを搭載し、計測を行った。設置場所は図 2 のように飛行機上部でモジュールが隠れず水平飛行時に水平となる角度で設置を行った。



図 2. GPS モジュールを搭載した模型飛行機

この計測では FC に搭載されている SRAM にデータを保存する。この SRAM は容量が 8KB であり、緯度、経度データはそれぞれ 4byte である。すべてのメモリを使用できる場合は緯度経度それぞれ 1000 個ずつ保存することができる。しかし、緯度経度の他にも変数を利用することからそれぞれ 900 個と設定しデータの計測を行った。

2 章でも述べたように模型飛行機の制御は 60Hz で行う必要がある。そのため、計測においても Mini との通信におけるサンプリング周波数は本来 60Hz としたい。しかし、60Hz で計測を行うと計測時間が 15 秒と短くなり、離陸, 旋回, 着陸を行う上で不十分である。そのため、今回の計測ではサンプリング周波数を 30Hz とし、計測時間を 30 秒とした。

図 3 に計測結果を示す。

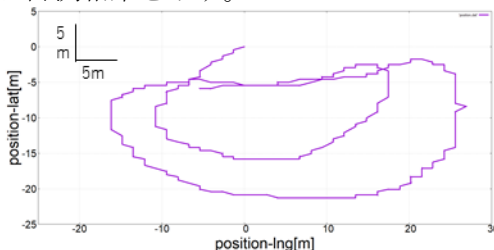


図 3. 30Hz での計測結果

サンプリング周波数を 30Hz としたことでグラフ中 1 点に同じデータが最低 3 つ含まれる。また、稀に全体の計測結果大きく外れたエラー値を確認した。

今回計測したデータを使用して速度の推定を行う。速度推定には最小二乗法を用いて二次関数を作成し、微分する。最小二乗法でのデータ点数は 20 点とした。サンプリング周波数の違いから実際の数値としては 6~7 点分である。

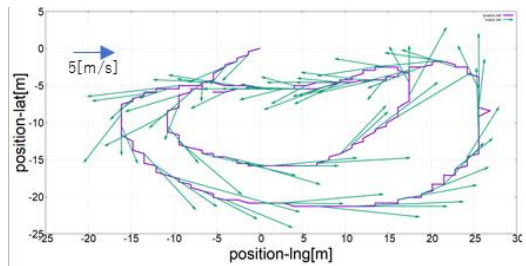


図 4 緯度-経度における速度と向き

図 4 より機体の向きが計算できていることが見て取れる。しかし、速度だけを見ると大きなばらつきが発生していることも確認できた。そこで、フィルタに通して速度のばらつきを抑える。

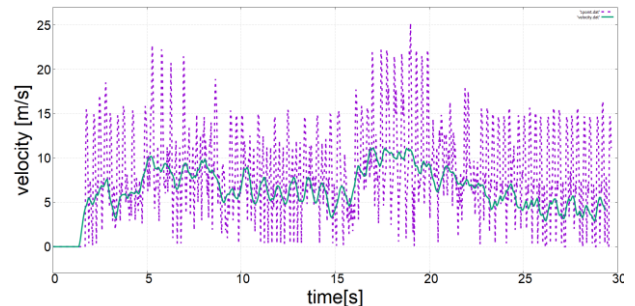


図 5. v-t 図

図 5 波線部分はフィルタを通していないときの速度、実線部分は 15 点移動平均を行ったときの速度である。フィルタに通すことで速度のばらつきが抑えられている。計測した日には 3~4m/s 程度の風があり、多少のばらつきはその影響と考えて良い。

4. まとめ

これまでは屋内用模型飛行機の制御を行ってきたため、屋外での制御に必要なと考えられる位置情報の取得は行う事ができなかった。しかし、本研究によって位置情報を使用した模型飛行機の位置と向きを検出する事が可能となった。しかし、その中で本来現れるはずのないエラー値が稀に発生することを確認した。実際に模型飛行機の制御を行う際には条件をもたせエラー値を使用しないよう制御する必要がある。

また GPS モジュールから GPS 信号によって速度が得られるがここで得られる速度と計算で求めた速度を比較、検証し屋外用模型飛行機における自動制御に用いて行きたい。

参考文献

- [1]秋月電子通商 GPS 受信機キット
<http://akizukidenshi.com/catalog/g/gK-09991/> 2019/09/19 アクセス
- [2]双葉電子工業 マニュアル
https://www.rc.futaba.co.jp/dl_manual/data/propo_air/14sg_04.pdf 2019/09/19 アクセス