

平成29年度 缶サット甲子園和歌山大会 ミッション概要説明

兵庫県立尼崎工業高等学校
電気通信研究部

1. 目標と意義

「上空から高度情報と共に、安定した動画撮影をする」

現在は映像解析技術が進歩してきているため、解析ソフトを利用すれば目標物の追尾が可能です。更に、映像解析にAI技術を組み合わせれば、付加価値の高いシステムが作れます。そこで、映像解析に不可欠な姿勢制御に関して取り組み、上空から取得した映像の二次利用について考えたいと思います。

2. ミッション一覧

- ① カメラの姿勢制御
- ② 高度計測
- ③ 音声によるガイダンス
- ④ バッテリ残量の表示
- ⑤ 制御基板の製作
- ⑥ ロケットの製作



図1 H29缶サット外観

① カメラの姿勢制御

姿勢制御の要素は、Yaw、Roll、Pitchがあります。Yawに関しては缶サットの軸に対しての回転となるため、制御範囲が360度を超える恐れがあります。そこで、缶サットの落下時に360度を超えないRollとPitchに関して制御をおこないました。カメラの撮影方向は缶サットの真下にし、姿勢制御はブラシレスモータ(14極)をPID制御でおこないます。スムーズな姿勢制御を実現するために、ビデオカメラの位置や2軸のバランス調整を何度もおこないました。また、姿勢制御には6軸センサを利用し、Arduinoに取り込んで処理しています。

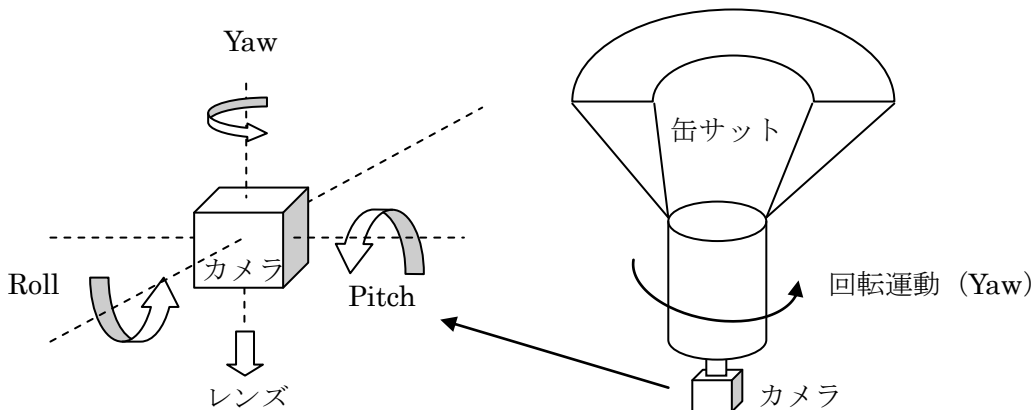


図2 Yaw, Roll, Pitch の関係

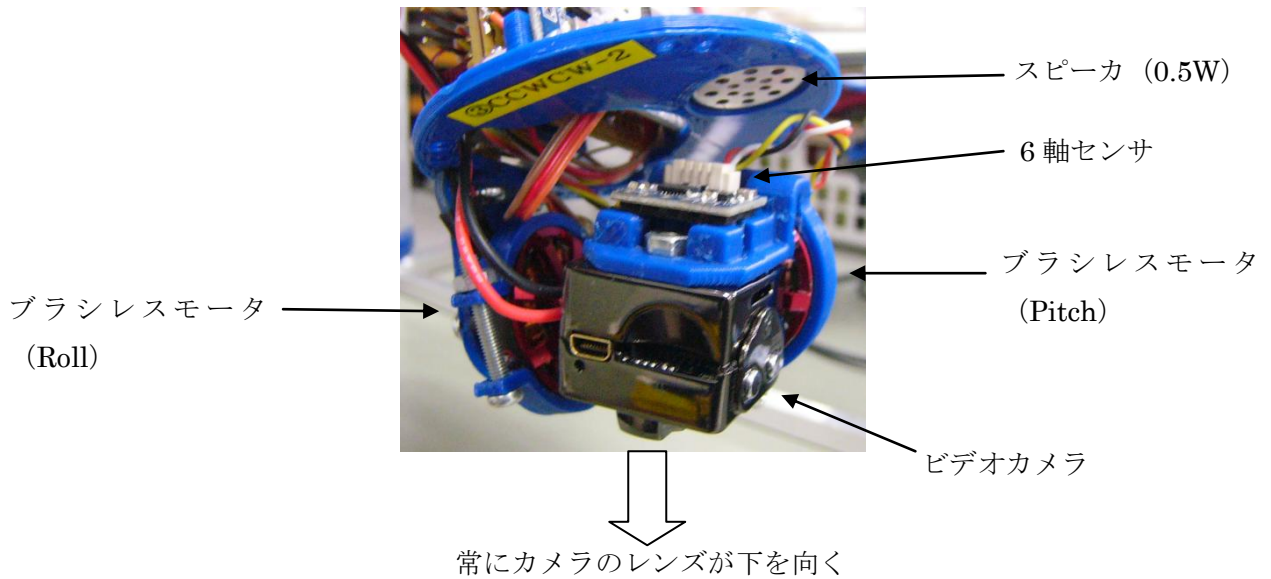


図3 缶サットの姿勢制御

② 高度計測

高度計測は気圧センサ (MPL115A2) を利用し、PIC マイコンで高度計算させることで取得します。PIC マイコンでは、以下の計算式によって気圧から高度に変換します。

$$h=153.8*(15+273.2)*(1-(P/1013.25)^{0.1902})$$

h : 標高 (m)

P : 気圧センサの値

ただし、上記の式は平均海水面での気圧が 1013.25hpa、気温が 15°Cでの条件になります。PIC マイコンでのプログラムは気温の補正は行わないため、気圧の初期値をスイッチで入力し高度 0m としています。また高度情報は、音声合成によってスピーカ (0.5W) から出力します。

使用した気圧センサ (MPL115A2) の出力値が不安定であったため、高度計算にはサンプリングとして 100 回の取得データを平均して利用しています。また高度情報の誤差を最小に抑えるため、外付けモニタを製作し PIC マイコン側のプログラムでもセンサ個体の校正を



図4 気圧センサ

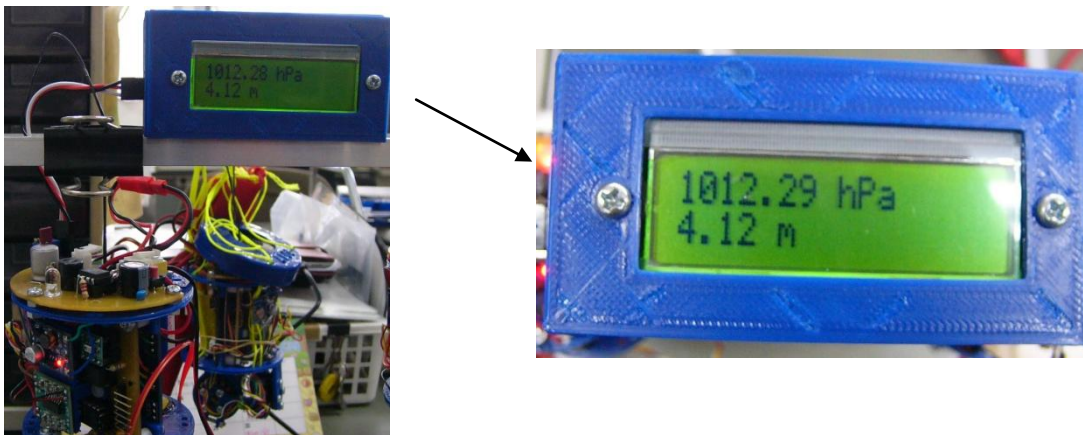


図5 外付けモニタ

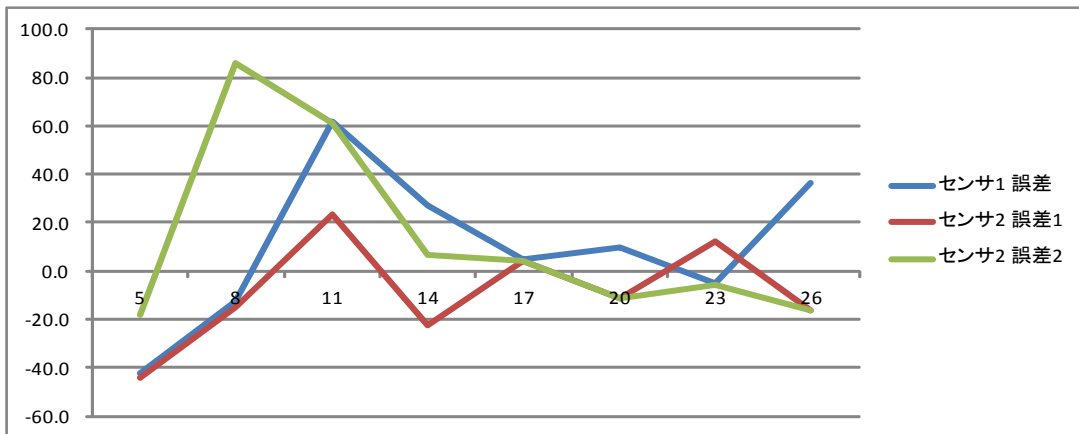
おこないます。

PIC マイコンが計測する高度情報の精度は、県営住宅の非常階段を利用して求めました。測定に利用した計測器は、suaoki 製のレーザー距離計です。表 1 は、高度情報の誤差です。グラフの横軸はレーザー距離計が測定した高さ[m]、縦軸はレーザー距離計を元にした PIC マイコンの高度誤差[%]です。グラフより、高度 17m 以上になると誤差が少なくなることが分かりました。センサ 2 は誤差 1 と誤差 2 と 2 回測定しましたが、測定値にバラツキがあるため気圧センサの個体差ではなく、センサの性能である事が分かりました。

表 1 高度情報の測定誤差

測定場所: 県営住宅
 測定日: 2017年6月18日(日)
 天候: 曇り
 気温: 26°C 湿度: 63%

階数	高さ [m]	センサ1		センサ2			
		測定値[m]	誤差率[%]	測定値(1回目)[m]	誤差率[%]	測定値(2回目)[m]	誤差率[%]
2	5	2.9	-42.0	2.8	-44.0	4.1	-18.0
3	8	7.0	-12.5	6.8	-15.0	14.9	86.3
4	11	17.8	61.8	13.6	23.6	17.7	60.9
5	14	17.8	27.1	10.9	-22.1	14.9	6.4
6	17	17.8	4.7	17.7	4.1	17.7	4.1
7	20	21.9	9.5	17.7	-11.5	17.7	-11.5
8	23	21.9	-4.8	25.8	12.2	21.7	-5.7
9	26	35.4	36.2	21.8	-16.2	21.8	-16.2



③ 音声によるガイダンス

高度情報は音声合成によってスピーカから出力しますが、その他にも缶サットをロケットに搭載するまでのシステムガイダンスもおこないます。音声ガイダンスによって、缶サットを確実に起動し運用できます。

④ バッテリ残量の表示

図 6 は、バッテリー電圧を表示させたものです。バッテリー電圧を表示することで、バッテリーの残量を予測できます。エネルギー消費が多いブラシレスモータを 2 個使用するため、バッテリー管理は缶サットの成功に必要な



図 6 バッテリ電圧

不可欠だと考えました。

⑤ 制御基板の製作

ブラシレスモータを利用したビデオカメラの姿勢制御は、2軸を自由に動作させるための空間が必要です。そのため、制御回路やバッテリーを収納する空間がかなり限られます。そこで専用基板を製作し、限られた範囲で必要な部品を収納できるように設計しました。

図7は、ブラシレスモータの電源回路です。専用基板の特徴として、ブラシレスモータの高負荷に耐えられる電源とするため、ESR化と低ノイズ化を計った昇圧型のDC-DCコンバータ(3.7V→12V)を設計しました。市販されているDC-DCコンバータモジュールでは、ブラシレスモータの性能を満足に発揮できませんでしたが、自作することで安定した動作が可能になりました。

図8は、制御回路の全体です。制御回路の構成は、6軸センサ処理とモータ駆動回路、高度計測回路、システム電源とアンプ回路の3段構造にしています。

図9は、基板の発熱状態を確認した図です。ブラシレスモータの電源回路が最も発熱が高く、62.7℃まで上昇していました。そのため、この発熱を改善するため、ブラシレスモータの電源回路上部はメッシュ状の空気口にしました。

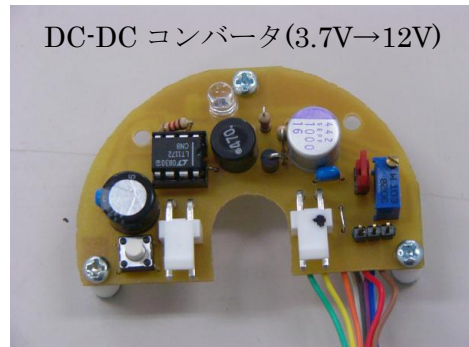
図10は、基板の発熱対策を施した缶サット上部の写真です。

⑥ ロケットの製作

ロケットを高く飛ばし缶サットをスムーズに放出させるために、ロケットの完成度を高めました。また外装に塗装を施し、耐水性と強度性、デザイン性を向上させています。

3. 期待される成果

- ① 自作した姿勢制御の安定性を確認する。
- ② 高度情報と共に地上の映像を取得する。
- ③ 音声ガイダンスによるシステム運用の有効性を検証する。
- ④ ロケットの打ち上げに成功する。



DC-DC コンバータ(3.7V→12V)

図7 ブラシレスモータの電源回路

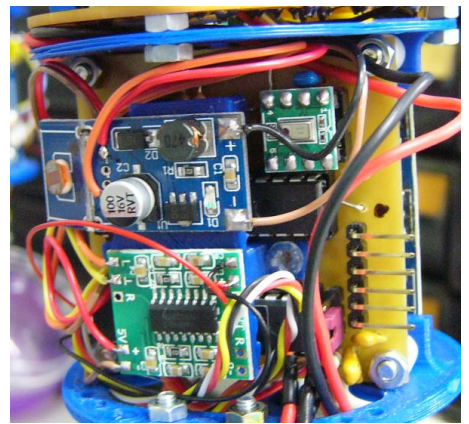


図8 制御回路の全体



図9 基板の発熱状態



図10 基板の発熱対策