

## 1. オプティカルフローセンサから得た速度のワールド座標系への変換

前回のミーティングにてオプティカルフローセンサから得た速度を積分することにより、クアッドの位置を推定した結果を示した。しかし、その結果はドローンのヨー角の回転を考慮できていなかった。そこで次の式に示すような  $x, y$  平面におけるヨー角の回転行列をオプティカルフローセンサから得た速度に対して掛ける必要がある。ここで、推定したヨー角を  $\psi$ 、オプティカルフローセンサから得られるセンサ座標系での速度を  $\mathbf{v}_o = [v_{ox}, v_{oy}]^T$ 、ワールド座標系での速度を  $\mathbf{v}_w = [v_{wx}, v_{wy}]^T$  とする。

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} v_{wx} \\ v_{wy} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} \cos \psi & -\sin \psi \\ \sin \psi & \cos \psi \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_{ox} \\ v_{oy} \end{bmatrix} \\ &= \begin{bmatrix} v_{ox} \cos \psi - v_{oy} \sin \psi \\ v_{ox} \sin \psi + v_{oy} \cos \psi \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (1)$$

この式により速度を補正することで、きちんとしたワールド座標系での速度を得られるようになる。ここで以前に行った原点を目標座標とした位置保持実験時におけるオイラー角の推定結果を示す。

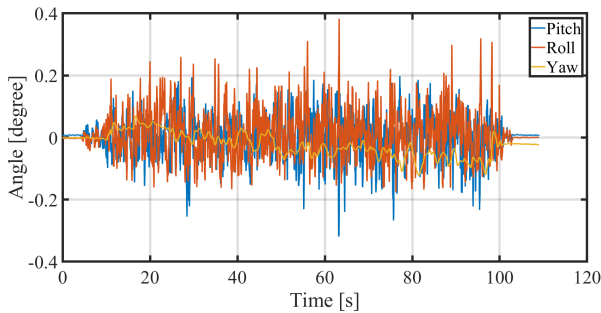


Fig.1: 原点を目標座標とした際の位置保持実験時における角度推定値

図よりヨー角は最大約  $7.2^\circ$  のドリフトが生じていることが分かる。また次に位置保持実験ではなく、4点に順にクワッドを置いて座標の推定を行った実験の際のオイラー角の推定値を同様に示す。

理由はまだわかっていないが、同じプログラムを用いているのにも関わらず、地面に置いて静止させた際の方がドリフト量が大きくなっていることが分かる。この図では最大約  $24^\circ$  のドリフトが発生している。現在、ヨー角の推定は Navio2 から得た角速度の積分値と Pixracer (角速度+地磁気 of フュージョン) から得た推定値をカルマンフィルタにおいてフュージョンすることにより行っている。しかし、Pixracer 単体におけるヨー角の

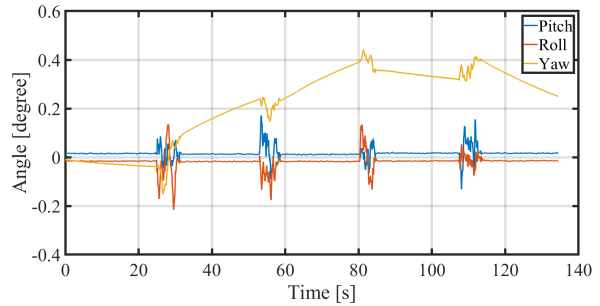


Fig.2: 地面において4点を移動させた際の角度推定結果

推定値を見ても静止状態においてさえ、徐々にドリフトしているところがあるため、Pixracer における地磁気キャリブレーションをもう少し丁寧に行うことや、電源モジュールから地磁気センサへの電気干渉を補正してくれる機能が Pixracer にあるため、これを有効にすることなどを検討している。加えて、以前にも述べていたような Pixracer 内臓ではなく、磁気干渉の影響点から遠ざけられる外部コンパスの使用も考えている。



Fig.3: 外部コンパス

## 2. クアッドのハード改良

以前からご指摘下さっていたようにクアッドの重心が高く、安定性に欠けるため、延長足を取り付け、Pixracer を Navio2 よりも下側に、またディストリビューションボードを以前よりも下方に移すことにより重心を下げた。また Pixracer に対する振動は角度推定などにおいて悪影響を及ぼすことが考えられるため、新たにダンパー付きのマウントを作製し、Pixracer の制振を図っている。

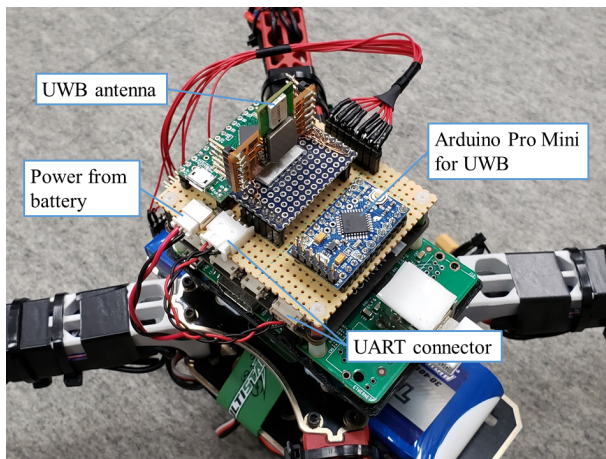


Fig.4: 改良したクアッド（前面）

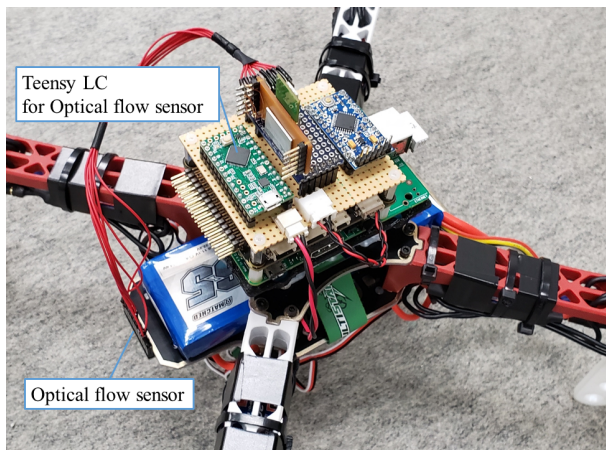


Fig.5: 改良したクアッド（背面）

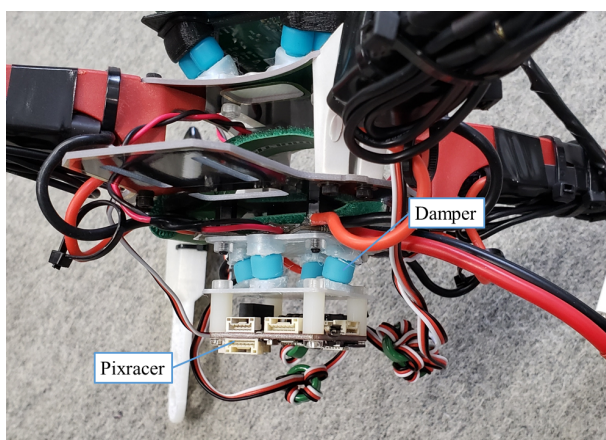


Fig.6: 制振マウントされた Pixracer

また、UART ポートを 2 つ使用可能な Teensy3.6 の代わりに小さな Teensy LC を乗せる必要があったため、NC でユニバーサル基板を切り出し、Teensy LC 及び、UWB、Arduino Pro Mini を搭載した基板を新たに製作した。また、以前に（恐らく）電力不足で Raspberry Pi の動作が不安定になっていたため、それも解決すべく 3 つのチップ（Arduino Pro Mini、UWB、Teensy LC）の電源はバッテリーから直接引いている。これらにより、ハードの改良は大方完了したため、随時以前に行った位置推定実験を再度行っていきたいと考えている。また、以前に行った実験では、ドローンを手に持ち、空中でライン上を動かしたが、これだとラインから逸脱して妥当な値を計測できていなかった。したがって次はドローンを可動式の台の上に固定し、オプティカルフローセンサ付近に取り付けられ、下向きに照らしたレーザポイントが床のラインをなぞるようにドローンを動かすことで実験の妥当性を上げたいと考えている。

### 3. 今後の予定

- ・ サンプリングレートの調整
- ・ ヨー角が回転した際のドリフト問題の解決 ← プログラムの実装完了． 要テスト
- ・ 位置推定値の精度検証（飛行中など）
- ・ 電源問題の解決 ← 実装完了． 要テスト
- ・ デバイス換装による軽量化 ← 完了
- ・ 妥当性を向上させた実験の準備