

## 1. UWB 発散値フィルタリング機能の改善

前回のミーティングにて述べた UWB からの値が発散した際のフィルタリング機能が働いていない問題を解決した。前に書いていたプログラムが上手く働かなかった理由は配列を別の配列に代入した際、コピーを行っていたつもりであったが、実は参照渡しを行ってしまっていたために、意図しない挙動が発生してしまっていたことが原因である。発散した値を弾くために  $DD\_old[x]$  ( $x$  は 0 から 3 の対応する UWB アンテナ) という変数に前に送られてきた UWB の距離データを一旦バッファし、次に送られてきた距離データ ( $DD[x]$ ) と比べた際に変化量がしきい値を上回った場合、その直近の値を破棄するというものである。この  $DD\_old$  という値を初期化する際に、 $DD\_old[x] = DD[x]$  としてしまったために、 $DD\_old$  と  $DD$  が同じ参照先 (同 ID) を持つようになり、常に  $DD\_old$  と  $DD$  が同じ値を格納するようになってしまった。Python では配列 1 = 配列 2 という処理を書く、配列 2 の値が配列 1 にコピーされるのではなく、同じ参照先 (ID) を参照するようになるため、配列 1, 2 のどちらかが更新されると、それに伴ってもう一つの配列の値も更新される。したがって、 $DD\_old = DD$  は値のコピーではなく、同じ値をとるような処理になっていることがわかる。そのため、 $DD\_old$  と  $DD$  の変化量を取った際に、値が同じなため、必ず 0 を返すようになってしまっていた。対策としては  $b = a[:]$  のようにスライスを使う。若しくは  $c = \text{copy.deepcopy}(a)$  という `copy` モジュールの `deepcopy` という機能を用いるのが適している。あとは単純に `for` 文で回して要素を一つずつコピーする方法もある。Python に限らずこの深いコピー、浅いコピーといったことはミスがちなので気をつける必要がある。この修正プログラムを用いて実験したところ、きちんと値を弾けるようになったので動作確認も完了している。

## 2. オプティカルフローセンサから正確な値が得られない原因及び実験装置の改善

前回の実験で、UWB とオプティカルフローセンサの値を統合した位置推定値の精度はそこそこだが、オプティカルフローセンサ値の単純積分値の精度が悪いという結果を得た (fig. 1)。

この悪い精度の原因は梁がクアッド、センサに与える振動が原因だと考えていたが、実はオプティカルフローセンサのカメラの画角内に動かない障害物 (台の足) がかぶっていたため、正確な流量を計測できていなかったことが本当の原因だということがわかった。次の図のよ

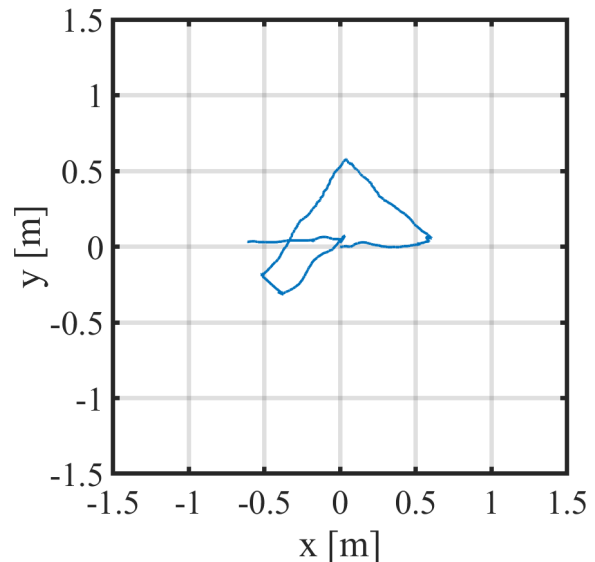


Fig.1: オプティカルフローセンサから得た速度の積分値

うにクアッドを台に固定しているが、オプティカルフローセンサの画角を全く考慮できておらず、カメラの画角内に台の足がもろに入り込んでしまっていることがわかる。

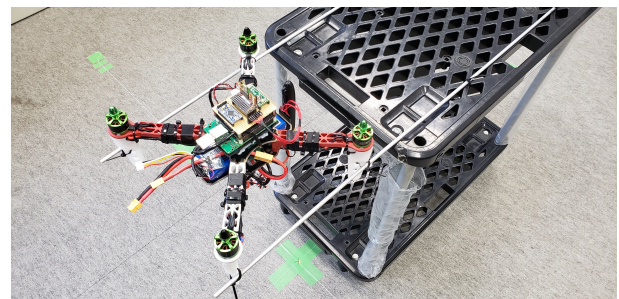


Fig.2: 台に取り付けられたクアッド

画角  $42^\circ$  という仕様から高さ (800mm) を考慮して画像範囲を計算すると、カメラレンズから垂直におろした線から左右奥行方向に 307mm の範囲は計測範囲内であることがわかった (fig. 3)。実際にスケールで計測してみたがやはり、307mm の範囲に足が入り込んでいた。これを改善するため、クアッドをさらに前に突き出した位置で固定し、さらにアルミフレームを共締めして振動も拾わないようにした。

なお、この実験時には以前に述べた推定ループを速くすると、電源不足により Raspberry Pi が落ちるという問題は解決できており、以前の実験時には 24Hz であっ

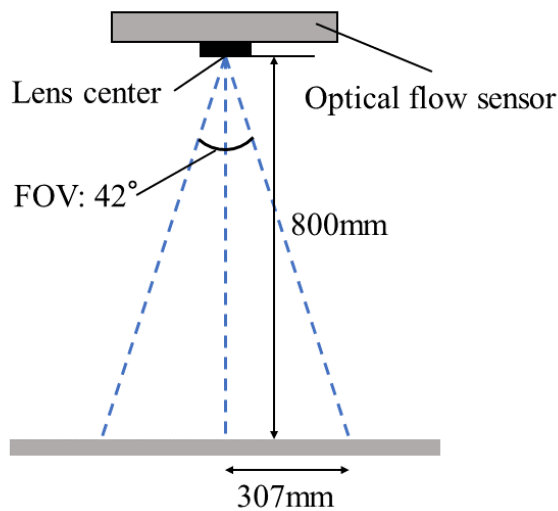


Fig.3: 台に取り付けられたクアッド

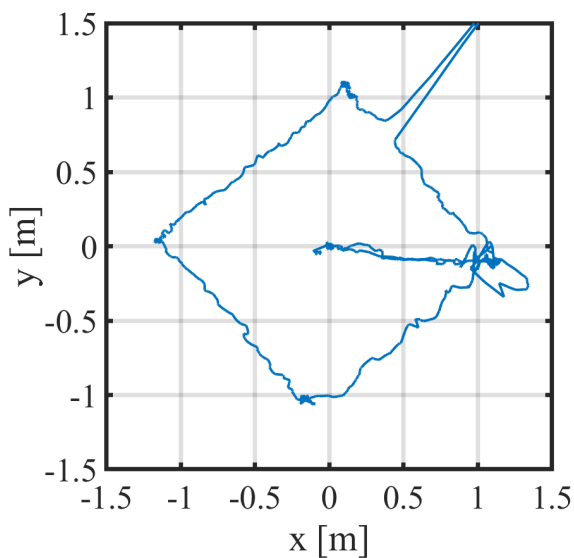


Fig.4: 改良した実験機にて推定した結果

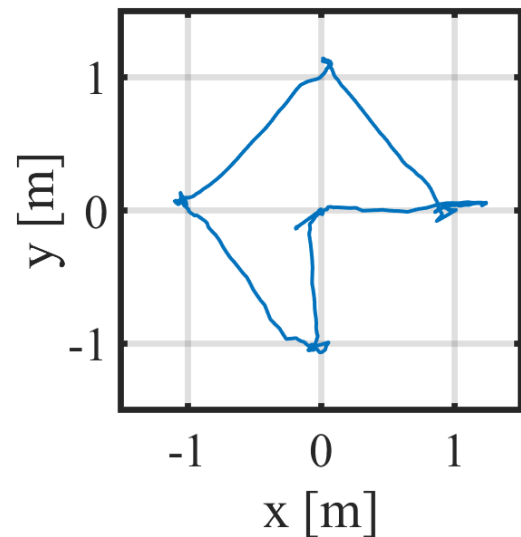


Fig.5: 空中でクアッドを動かして位置推定を行った結果

た周波数が54Hzにまで向上している。したがって移動中のルートにて振動成分が乗っているのはサンプリングレートが高いためであると考えられる。また、前回の結果同様  $(x, y) = (1, 0)$  の点において DOP の影響から推定値の分散が大きくなっている。また、多々なるプログラムの書き換えにより、UWB のマルチパスへのフィルタリング機能がうまく働いておらず、マルチパスの影響により推定値が  $(x, y) = (0.5, 0.8)$  付近において発散している。これらの結果より、台を用いて線をトレースする形で位置推定を行っても、それほど大きく精度が向上するという結果は得られなかった。しかし、各休止点では手持ちと異なってクアッドが静止状態にあるため、以前より分散が小さくなっていると言える。次に本試行時におけるオプティカルフローセンサから得た速度計測値も示す。

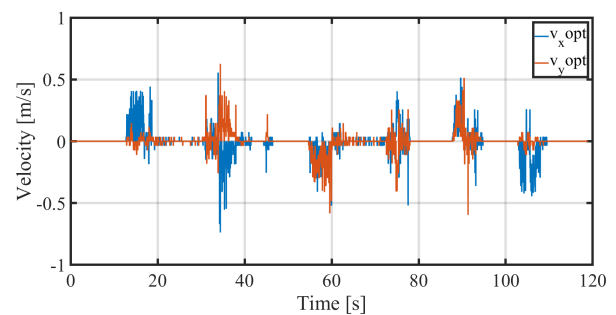


Fig.6: オプティカルフローセンサから得た速度計測値

図より、20s, 60s 付近において静止状態においても微振動を計測している事が分かる。これの原因としては、クアッドの固定に用いたアルミ棒が台の移動中にしなり、その振動が静止状態においても収まらなかったためだと言える。また、この試行時のオプティカルフローセンサ値の積分値も次に載せる。

図より分かるように、本来なら移動距離が1mでなければいけないが、それがおよそ0.6mとなっており、正確に移動距離を算出できていないことが分かる。原因と

しては、先にも述べた通り、棒の振動により、正の方向に動かしている際にも負の速度が乗ってしまい、積分値に影響を与えたことや、オプティカルフローセンサの下側に余計なケーブルが垂れており、それが観測時に影響を与えた（ケーブルは被らないよう改良済み）ことなどが考えられる。これらのことより、次回はきちんと振動対策やマルチパスの発生に対する処理を行った上でもう一度実験を行う予定である。

### 3. 今後の予定

- ・ 実験器具の振動対策
- ・ マルチパス発生時の処理プログラム

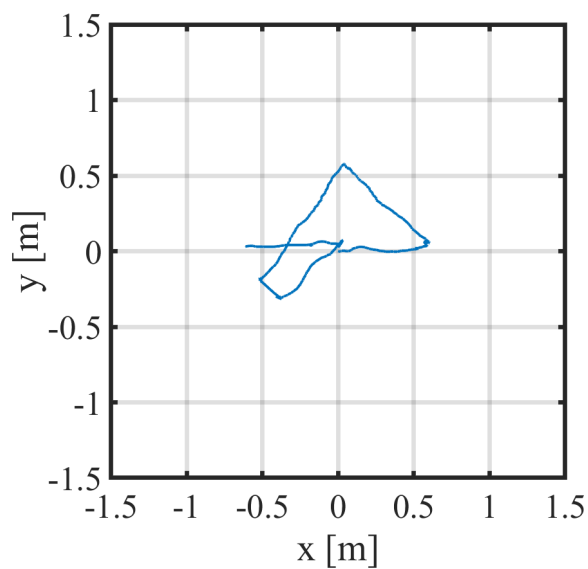


Fig.7: オプティカルフローセンサから得た速度の積分値