

# マルチアンテナ GPS を用いた小型飛行体の姿勢計算における

## 短時間アンビギュイティ解法

Fast ambiguity resolution on attitude determination of small flying vehicle using multi-antenna GPS

大阪府立大学大学院 江口 健介, 辻井 利昭

Osaka Prefecture University Graduate School, Kensuke Eguchi

For the precise attitude determination of small flying vehicle using GPS, it is necessary to resolve an unknown integer (ambiguity) in the observation data. Therefore, we focused on the fast ambiguity resolution by using multiple antennas. In this study, we developed an attitude determination algorithm and verified it by mobile experiments. As a result, it was demonstrated that ambiguities were correctly resolved instantaneously.

Key words: Attitude determination, Ambiguity resolution, Mobile experiment

### 1. 研究テーマの背景・目的

現在、ドローンのような小型飛行体は持ち運びが容易であることや、離着陸のスペースを必要としないといった理由から、民間での運用に期待が高まっている。一般に GPS 衛星を利用した姿勢計算には GPS からの搬送波位相、観測データに含まれる未知の整数 (アンビギュイティ) を求める必要があり、それに長時間を要する。特に速度ベクトルが求められない静止時・ホバリング状態では飛行体の方向推定に時間がかかり、運用上の課題となっている。そこで本研究では複数のアンテナを利用し、アンビギュイティ決定を短時間で行うことで、姿勢決定の高速化を目指した。

### 2. 今回得られた知見や成果

#### 2-1 研究の方法

アンビギュイティ決定は観測された衛星それぞれについて行う必要があり、高精度な決定が必要となる。これまでの解析計算アルゴリズムではアンビギュイティ二重差の組み合わせの選択に問題があった<sup>(1)</sup>。そこで今回はアンテナと衛星間の距離の二重差の標準偏差  $SSR$  に加えて基線長 (アンテナ間距離) にも着目し、以下のような指標  $eva$  を定義した。そしてこれが最小となるようなアンビギュイティ二重差の組み合わせを選択して姿勢計算を行った。ただし  $dnorm$  は単位基線長誤差である。

$$eva = SSR + dnorm \quad (1)$$

アンビギュイティ二重差の組み合わせの選択については 1 エポック目で  $eva$  の小さい組み合わせを残し、3 エポック目でただ一つの組み合わせに決定するといった、3 エポック目で決定されるような形を繰り返す。

また、図 1 に示す移動体の観測実験によりアルゴリズムの評価・検証を行う。



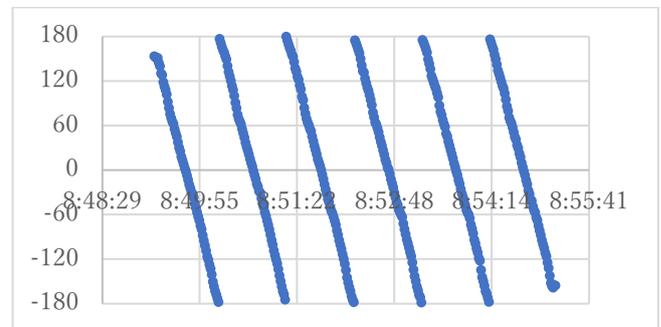
(a) GPS パッチアンテナ

(b) 実験装置

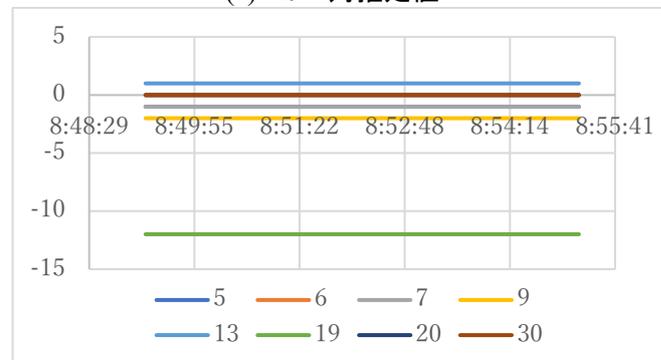
図 1 移動体実験(回転実験)

#### 2-2 結果と考察

今回の解析アルゴリズムによって得られた姿勢角およびアンビギュイティ二重差の推定結果の一例を示す(図 2)。これは回転台を用いて 2 つのアンテナを一定の速度で回転させた実験の解析結果である。これらの結果を見ると、移動体について予測値と計算結果が良く一致していることがわかる。またアンビギュイティについても初期エポックから一定の値を出力していることから、瞬時に正確な姿勢計算ができており、アルゴリズムの信頼性が向上していることが確認できた。



(a) ヨー角推定値



(b) アンビギュイティ二重差の推定値

図 2 解析結果

### 3. 今後の課題

2つのアンテナを用いた高速姿勢決定について観測実験および解析を行い、これまでの課題でもあった移動体の姿勢計算について解析計算アルゴリズムの信頼性向上を確認することができた。今後は実用性の向上のため、さらなるプログラムの修正や都市部などの閉鎖環境(マルチパス環境)におけるアルゴリズムの評価・検証を行っていく予定である。

#### 参考文献

(1) 2020年2月14日, 渡邊亮太, 小型飛行体におけるGPSを用いた姿勢決定アルゴリズムの提案, 大阪府立大学卒業論文