

## 複数アンテナを用いた物体の姿勢推定シミュレータの開発 Simulator Development of an Attitude Estimation of an Object Using Multiple Antennas

○梅山勝大<sup>1</sup>, 望月寛<sup>2</sup>\*Katsuhiro Umeyama<sup>1</sup>, Hiroshi Mochizuki<sup>2</sup>

Abstract: At present, remote sensing technology has been researched in order to realize high-accuracy measurement using artificial satellites and so on. Then it is important for improving measurement accuracy to understand an attitude of objects. We proposed an attitude estimation method of an object. In this proposed method, multiple antennas that are received a modulation signal in usual wireless communication such as GPS are employed, and an attitude of an object is estimated by detecting the delay between signals that are received from multiple antennas. In this paper, in order to verify the effectiveness of the proposed method, we developed a simulator for an attitude estimation using MATLAB/Simulink.

### 1. はじめに

現在、高域での測定などを実現するためにリモートセンシングの研究が盛んに行われている。例えば、小型人工衛星を用いたリモートセンシングもその一つに該当するが、小型人工衛星のような移動物体の場合、その姿勢が時刻によって変化するため、アンテナの指向性などにより、高精度なセンシングが行えない問題点がある。そのため、各時刻における物体の姿勢推定し、制御を行うことが重要となる。本研究では、通常無線通信で用いられる電波を用いた姿勢推定手法について検討する。具体的には、複数アンテナに到達する受信信号の遅延を測定することによって、姿勢推定を行う。今回、この提案手法の評価を行うために科学技術計算ソフトである MATLAB/Simulink を用いて、物体の姿勢推定シミュレータを開発し、基本性能を評価したので報告する。

### 2. 姿勢推定の原理とシミュレータ開発

今回、姿勢推定をする物体として小型人工衛星への適用を目指して検討を進める。また、アンテナから受信する信号については汎用性を考慮し、GPS 信号を用いることを想定した<sup>[1]</sup>。対象物体に約 1m の間隔  $l$  で設置された 2 つのアンテナに入射する GPS 波形は図 1 に示すようにほぼ平行だと考えられるため、これらの時間差  $t$  を測定することによって、GPS 衛星から見た対象物体の傾きを求めることができる。このことを踏まえて、図 2 のようなアンテナ設置を想定した際の、2 つのアンテナから得られる受信信号の相関特性を MATLAB/Simulink により計算した。図 3 にその特性を示すが、2 つの受信信号の遅延に比例する位相差によって、複数の零点が存在することを確認した。

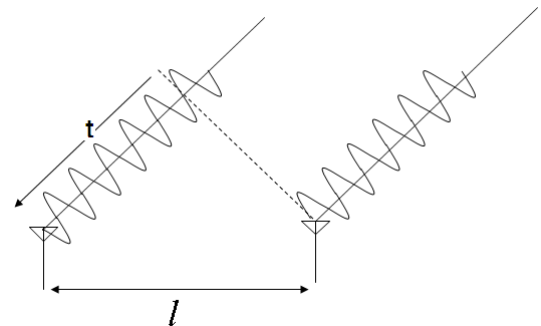


Figure 1. Principle of the delay measurement between multiple antennas.

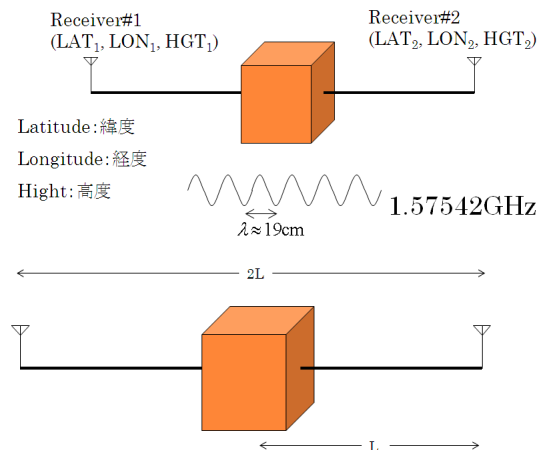


Figure 2. Allocation of the antennas on the object.

Symulink 上で図 3 のようなプログラムを構築し、GPS 信号の処理を行った。

図 3 より、 $L=0.5[m]$ の時は零点 20、 $L=1[m]$ の時は零点 40、 $L=2[m]$ の時は零点 80 といったようにアームの長さ  $L$  を増加させていくことにより零点が増加する。この零点を検知して角度算出を行うことを想定すると、アームの長さを長くすることにより角度分解能

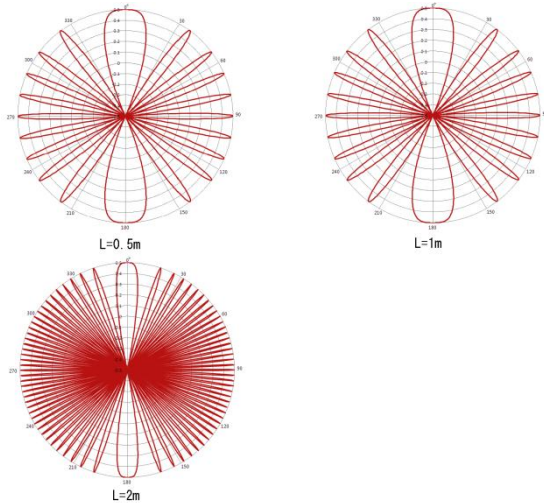


Figure 3. Correlation characteristics between two signals.

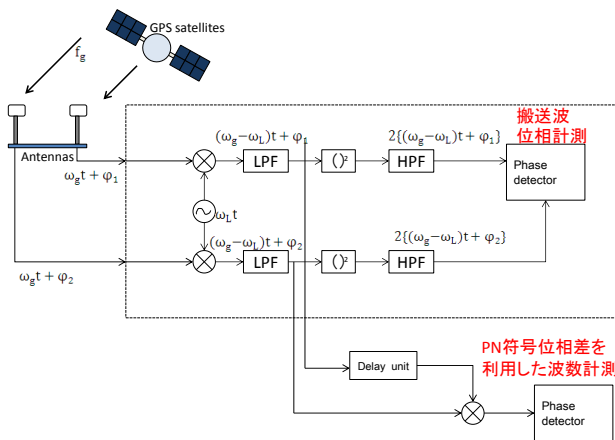


Figure 4. Block diagram of the proposed method.

が上がる事が分かるが、物体に複数のアンテナを設置する間隔には限界があり、この長さを長くすることによる分解能向上は現実的でない。また、この相関特性は2つの信号の直流分を使用しているため、耐雑音性にも優れていない。

以上のことを踏まえて、図4に示すような新しい姿勢推定モデルを検討した。この図より、2つの受信信号を搬送波レベル、及びデータレベルでの位相差情報に分けている。具体的には、2つの受信信号の大まかな遅延時間をデータ信号の位相差を検出することにより算出し、1波長未満の遅延時間は受信信号を2乗することにより得られる搬送波の位相成分を用いて算出することとする。また、搬送波の周波数を落としても、位相成分は保持されることから、実際の処理においては、局部発振器で周波数を落とした上で位相差を測定する。これにより、先ほどの手法で問題となっていた直流分を用いない手法とすることが可能なため、耐雑音性の点で有利であるとともに、小型人工衛星のような高速移動する物体の際に問題となるドップラーシフトの問題も解消することができる。

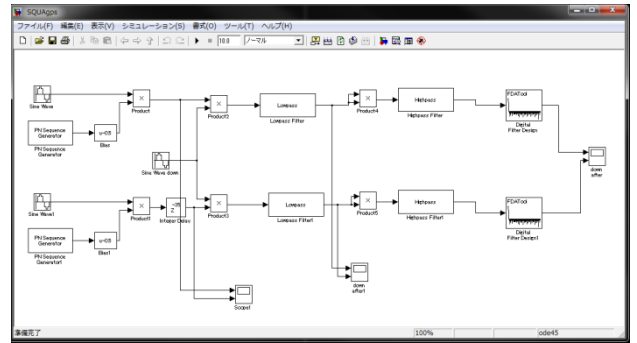


Figure 5. Simulation model of attitude estimation.

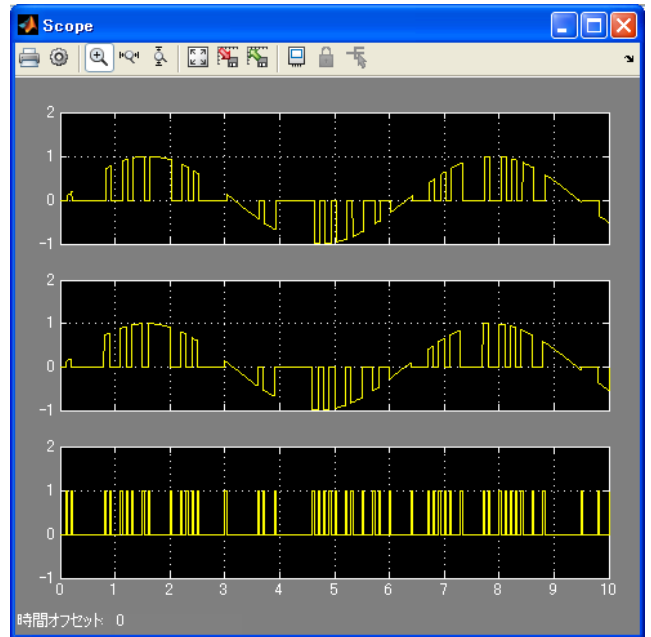


Figure 6. Output waveform of Simulation model.

このモデルに基づき、MATLAB/Simulink上で図5のようなシミュレーションモデルを構築し、図6のような出力波形を得た。これらのことより、提案手法において2つの受信信号のデータレベルでの変化量、および位相差情報が保持された波形の出力を確認した。

### 3. まとめ

今回、複数アンテナに到達する受信信号の遅延を測定することによって、姿勢推定を行う手法について検討、実際のシミュレーションモデルを構築し、基本性能を検討した。今後、GPS信号など実際の搬送周波数や伝送速度を踏まえたシミュレータの精緻化を行い、研究の深度化を図りたい。

### 4. 参考文献

[1] 日本測地学会編集：「GPS-人工衛星による精密測位システム-」(1986).