

移動体通信装置の開発

杉村 正次* Masatsugu Sugimura
 小栗 利夫* Toshio Oguri
 岡本 修* Osamu Okamoto

1. はじめに

映像等の膨大なデータを遠距離間で無線通信するには、電波法の制限や通信コストの点からパラボラアンテナを使用した簡易無線装置の利用が一般的である。建設機械等の移動体に対してパラボラアンテナを使用したデータ通信を行う際には、移動体の動きに対応してパラボラアンテナを常に正対させる必要がある。そこで、GPS等を利用して互いのアンテナを自動追尾することにより、移動体でも遠距離間で映像が送受信できる無線通信制御装置を開発した。

本報告では、開発した通信装置の概要と現在行っている評価試験について述べることにする。

2. 通信装置の概要

(1) 装置概要

本装置は、移動する建設機械と事務所といった数kmにおよぶ遠距離間を映像、制御データが無線通信できるように試作したものであり、簡易無線装置、姿勢角計測装置（以下、IMU）、GPS、角速度計、二軸のジンバル等から構成されている。図-1に装置の概念図、図-2に装置の構成図を示す。また、表-1に装置の性能を示す。

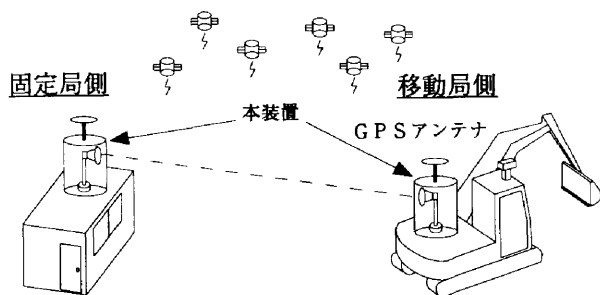


図-1 装置の概念図

(2) 制御手法

本装置はパラボラアンテナの正対を維持するため、移動体の動きに対応して固定局および移動局を制御するもので、その制御手法は姿勢制御と追従制御（図-3参照）より構成される。

①姿勢制御

移動体は姿勢変化や振動といった外乱の影響によりパラボラアンテナに正対ずれを生じるが、これを補正するのが姿勢制御である。この制御は姿勢変化を生じる移動局が必要となる。ジンバルの二軸各軸に設置した角速度計により姿勢変化で発生する角速度を計測しており、これを打ち消すように制御を行う。

②追従制御

移動体の移動（位置変化）により、固定局および移動局のパラボラアンテナに正対ずれを生じるが、これを補正するのが追従制御である。GPSより得られる固定局および移動局の相対位置より制御角度を算出し、両局のジンバルを制御する。移動局では姿勢変化も起こすため、IMUにより姿勢角を計測し、それを基準に制御を行う。

表-1 装置の性能表

項目	性能値	
	アンテナ自由度	水平軸廻り
	垂直軸廻り	±4.5°
アンテナ追従性速度	2°/s	
アンテナ姿勢制御動特性	10Hz	
GPS測位精度	水平	±20mm
	垂直	±40mm

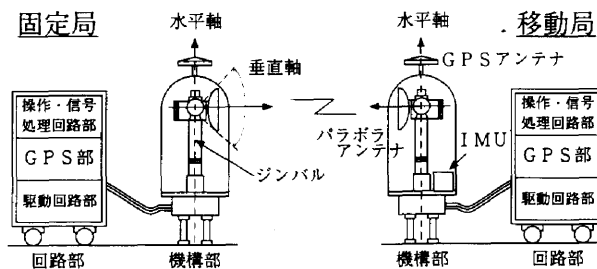


図-2 装置の構成図

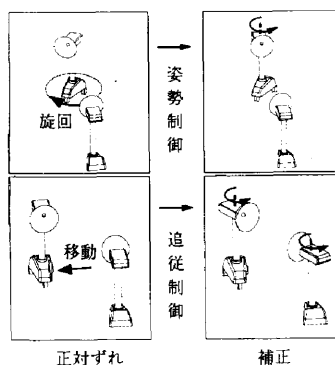


図-3 正対ずれ発生と補正制御

*技術研究所機電課

3. 評価試験

装置の性能確認のため、現在評価試験を行っている。今回行ったパラボラアンテナの追従性能試験について以下に述べることとする。

(1) 試験概要

試験は平坦なコンクリートスラブ上に固定局を設置、移動局は台車に乗せて移動可能とし、固定局より約8m離れた付近を中心に運動を与えることとした。写真-1に試験状況を示す。なお、今回の実験は追従性能試験であることから、両局間の制御データ通信は有線にて行っている。センサ計測値、制御データは本装置よりパソコンに取り込み解析を行った。

(2) 結果および評価

本装置の制御は、姿勢制御と追従制御により構成されるため、それらを個別に評価する。また、ここでは代表的に水平方向の制御について評価することとする。

① 姿勢制御

移動局の振動や姿勢変化によるアンテナの正対ずれを補正するため、移動局では姿勢制御が行われる。姿勢制御のみを評価するため追従制御を停止して試験を行った。移動局を載せた台車を旋回させたとき、IMUの計測した移動局姿勢角を真値とし、角速度計を基に装置が制御する制御姿勢角を評価する。ただし真値となるIMUの水平姿勢角（方位角）は、一般的にドリフトと呼ばれる誤差が含まれており、この比較による正確な評価は困難である。ただし、ドリフトはごく短時間であれば定常誤差として扱うことが可能であることから試験直前にドリフト誤差を計測し差引くことで評価を行った。図-4にIMUのドリフト誤差を示す。ドリフト誤差は約 $-5^{\circ}/\text{min}$ であった。図-5にドリフトの影響を除いた移動局姿勢角と制御姿勢角の比較を示す。制御の時間遅れ、角度誤差は見受けられず制御は良好に行われているといえる。

② 追従制御

移動局の移動によるアンテナの正対ずれを補正するため固定局および移動局では追従制御が行われる。追従制御を評価するため、移動局を固定局と平行に約2m水平移動させたときのGPS測位データより算出した制御すべき角度を真値とし、これを実際の装置制御角度と比較した。

図-6に、固定局における追従制御の結果を示す。制御の時間遅れは見受けられないが、角度誤差が最大 1° 生じた。現在、原因の追究を行っている。また、移動局における追従制御は、IMUを基準に制御を行うためドリフトの影響によりアンテナの正確な補正が困難である。

4. おわりに

本報告では、開発した移動通信装置の概要ならびに制御手法について紹介をした。また、現在行っている追従性能試験について評価結果を示した。

評価結果より、姿勢および追従制御はおおむね良好であり、制御手法に問題がないことがわかった。しかし、移動局の姿勢を計測するIMUのドリフトが大きく、これを基に動作する移動局の追従制御に実用上問題を残すこととなった。これは開発当初から予想されており、コスト等の考慮を含め解決策を検討中である。また、移動局の移動に伴う追従制御速度が現在 $2^{\circ}/\text{s}$ であり、近距離での高速移動に対して追従しきれないという問題がある。これは制御方法を改良することで追従性の向上を検討している。

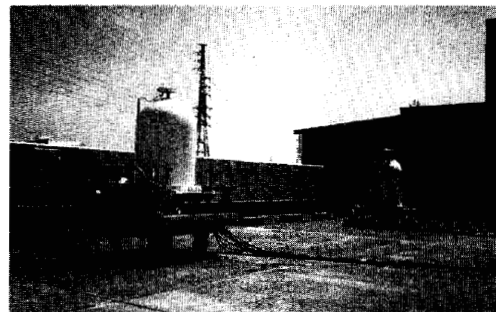


写真-1 試験状況

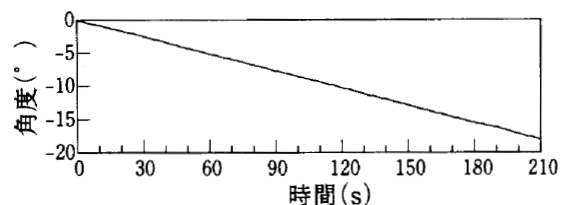


図-4 IMUのドリフト誤差

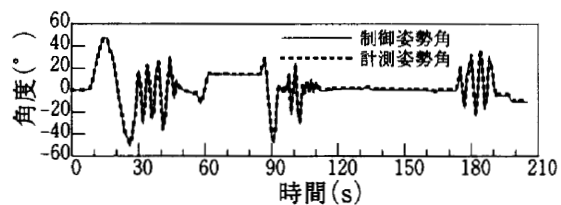


図-5 計測制御角と装置制御角の比較

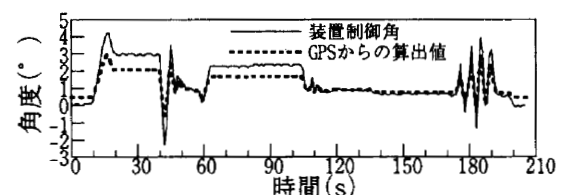


図-6 GPSより算出した制御すべき角度と装置制御角の比較