

G 4

衛星測距マイクロシステムの検討 Study of satellite ranging micro system

相河 幸昭 , 大山 昌宣 , 洲崎 保司
Koushou Aikawa , Masanobu Ohyama , Yasuji Suzuki
日立製作所 情報通信事業部
Telecommunications Division , Hitachi Ltd

Abstract

Downsizing of the satellite laser ranging system is one of the problem for satellite ranging. According to the single photon ranging system , 0.1mJ/pulse laser can be used for satellite ranging , in case the pointing accuracy should be designed with 5 arc sec. In this paper we introduce an image tracking method to correct the pointing accuracy of these system . If we apply this method to ranging system , the systemsize of these systems can be reduced from 3.8 w/cm² to 0.42 w/cm² . It is 1 to 10 sizes about HTLRS-1 .

1. はじめに

衛星測距装置の小型化はレーザ測距における一つの課題であるが、シングルフォトン受信方式を前提とした装置の小型化を考えると、装置の受信能力はシステムサイズ(S)

$$S = n \cdot E_o \cdot A_r \cdot \alpha \beta \gamma \cdot \eta \dots\dots\dots (1)$$

但し、n : レーザ繰返し数 (shot/s) E_o : レーザ出力 (w)

A_r : 受信鏡面積 (cm²) α β γ : 光学系効率 η : 検知器量子効率である。

で表される。このシステムサイズを横軸にポインティング精度(ビームダイバージェンス)を縦軸にとると各衛星から1フォトン/秒を受信するのに必要なサイズはFig-1で示すことができる。国内開発例のHTLRS-1ではS=3.8 W・cm²であるのでLAGEOSを測距する場合にはビームダイバージェンスが90秒程度あれば毎秒1個のフォトンが受信可能である。また、ポインティング精度が5秒以下であればS=0.01程度のシステムでも測距可能であることになる。

さて、測距装置の実際の運用を考えてみると衛星に対するポインティング精度は現状システムでは衛星の軌道要素、大気差の補正、装置の機械精度などに依存しており、観測時にはオペレータがポインティング方向やビームダイバージェンスの細かな制御を行っている。

2. 小型化する上での課題

衛星測距装置の小型低価格化を進めていくためには装置を構成するサブシステムのうちでも①光学マウントの小型化②駆動装置の小型化③望遠鏡の小口径化などが特に重要であるが、それぞれ①水準設定が困難②角度位置決め精度の低下③受信光量の微弱化などの問題が考え

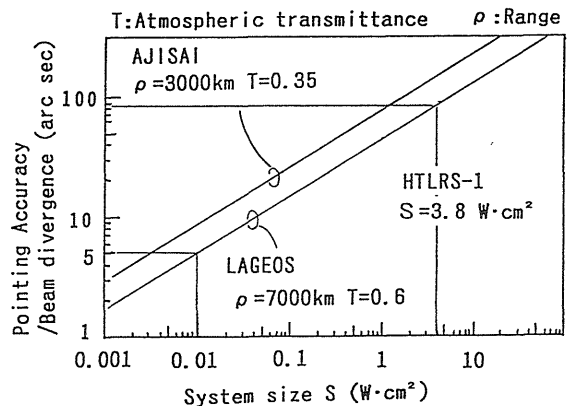


Fig.1 Condition of one count detection per sec for single photon satellite ranging system.

られ、その結果「ポインティング精度の低下」による受信率の低下を招く。しかしながら上述した

ようなポインティング精度の低下を適切な方法で補正することができれば、精度を維持したまま小型低価格化を実現することが可能となる。

このような意味でポインティング方向を如何に補正し衛星に対する相対誤差を低く抑えるかという点が衛星測距装置小型化のキーポイントであるといえる。

3. 画像追尾によるポインティング方向の補正

以上述べたように小型低価格の衛星測距システム実現のためにはポインティング方向の簡便な補正手段が必要となるが、この一手法として高感度CCDなどの撮像素子を用いた画像追尾による補正方法を検討した。画像追尾による補正原理はFig-2に示すように望遠鏡により捕らえた測距対象のイメージ（輝点）を画像処理装置により認識し望遠鏡指向方向に対する対象のずれを算出し光学系架台を制御するという方法である。この方法によれば衛星のイメージを捕らえることが出来ない場合を除き高精度のポインティング精度を小型のシステムで実現することが出来る。

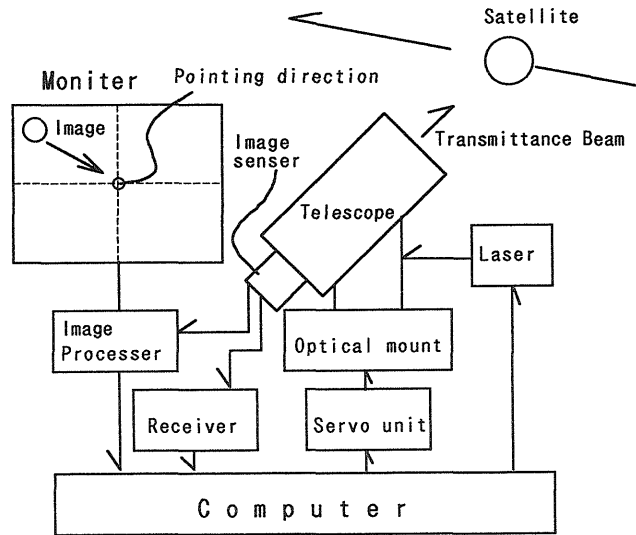


Fig.2 Image Tracking System

4. 装置構成例

以上の検討に基づき装置を構成した具体例をFig-3に示す。このシステムはこれまで開発した固定式測距装置(口径60cm/120mJ)及び可搬式測距装置(HTLRS-1 口径38cm/50mJ)の次に位置付けられるシステムであり、口径は20cm程度を、レーザ装置にはLD励起のQスイッチモードロックYAGなどの小型のパルスレーザを想定している。この装置のシステムサイズを(1)式に従い算出すると $0.42W \cdot cm^2$ とHTLRS-1の $1/10$ 程度となりHTLRS-1では装置全体を2つのシェルターに分けて収納していたものが、1つのシェルターで収納可能になる。

5. まとめ

以上述べたように画像追尾によるポインティング方向の補正機能を付加することにより精度を維持したまま装置の小型低価格化が可能となる。また、衛星以外の飛翔体などへの応用も考えられる。

参考文献

- 1) M.Sasaki and Y.Suzaki : "Satellite laser ranging system at the Simosato hydrographic observatory and the transportable system ; HTLRS" SIXTH INTERNATIONAL WORKSHOP ON LASER RANGING INSTRUMENTATION , VOLUME 1, p.45~(1986)
- 2) 洲崎 保司 , 橋 篤志 : "レーザによる人工衛星測距の受信確率について" , 信学論(B), 55-B, 10, p. 569(1973/11).

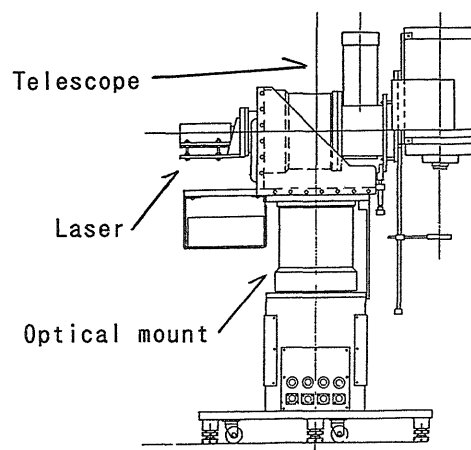


Fig.3 An example of optical mount