

合成開口地対空レーザ・レーダによる 移動物体イメージングの基本プロセス

Fundamental Process of Moving-Object Imaging

by a Synthetic Aperture Ground-to-Air Laser Radar

吉門 信、有賀 規

Shin YOSHIKADO and Tadashi ARUGA

郵政省通信総合研究所

Communications Research Laboratory

Abstract

A concept of a synthetic aperture ground-to-air laser radar using a one-dimensional receiving aperture array and the fundamental process of imaging moving objects from its data are presented. The feasibility of the imaging process is investigated through numerical simulations. Effects of the variation of the object range and moving direction on formed images are also mentioned and discussed.

1. はじめに

合成開口レーダ(Synthetic Aperture Radar: SAR)は、主に地球や惑星表面の高分解能イメージングを目的として、広く利用されてきている。マイクロ波リモート・センシングの分野では、開口合成(Aperture Synthesis)は、通常単一の移動開口(アンテナ)から送信されるレーダ波によって連続的に照射された区域のイメージを得るための、信号処理の過程を意味し、電波波長領域では確立された技術である。

赤外や可視光の波長に対しても、単一開口の望遠鏡の角分解能 $\sim \lambda/D$ (λ :波長; D :開口直径)より高い分解能で、対象物のイメージを取得したいという場合が当然起こり得る。2次元開口アレイによる受信信号を処理してイメージングを行う、サンプル開口イメージング(Sampled-Aperture Imaging:SAI)技術の研究が進められており、これも広義の開口合成と見なすことができる。その回折限界の角分解能は、ほぼ λ/L (L :開口アレイの大きさ)となる。

我々は、1次元の受信開口アレイを用いて、アレイ方向と交差する方向に直線運動をする対象物の高分解能イメージングを行う合成開口赤外レーザ・レーダ(Synthetic Aperture Infrared Laser Radar: SAILR)のイメージング過程の数値シミュレーションによるフェージビリティスタディを行ってきた。以下に、その概念及び基本プロセスについて概説する。

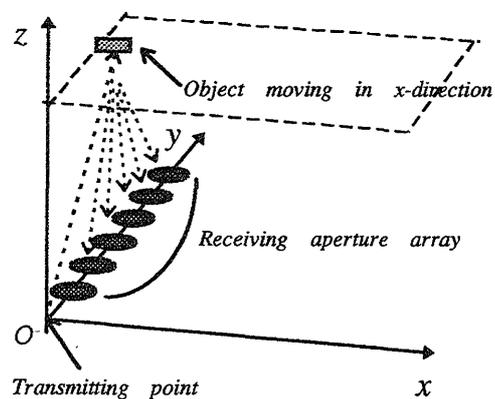


Fig.1 Concept of data acquisition by a SAILR with a one-dimensional aperture array for moving object imaging.

2. SAILRの概念とデータ取得

上述のように、一般に地対空サンプル開口イメージングにおいては、2次元開口アレイが必要であるが、直線運動をする対象物で、且つ、データ取得時間内の姿勢変化が無視できるような場合には、対象物の運動方向と交差する方向に配列された1次元開口アレイによる受信データの処理により、イメージングが可能となる。Fig.1に、データ取得の概念を示す。受信開口は図のy軸に沿って配列され、対象物が各々の視界内を通過する間に、対象物によって散乱され戻ってくる信号波を受信する。

イメージングのためのデータ処理過程として、ここではマイクロ波SARでも用いられる参照点標的相関(Reference Point-Target Correlation: RPTC)法を採用し、シミュレーションを行う。Fig.2は、この方法の手順を示すブロック図である。

参照点標的は、対象物の近傍に想定する基準反射体で、対象物と同速度で運動すると仮定すると、それに反射され戻ってくるはずの信号は、計算することができる。対象物から実際に戻ってくる信号に対してこれで除算を行い、逆Fourier変換を施すと、対象物の2次元イメージが得られる。

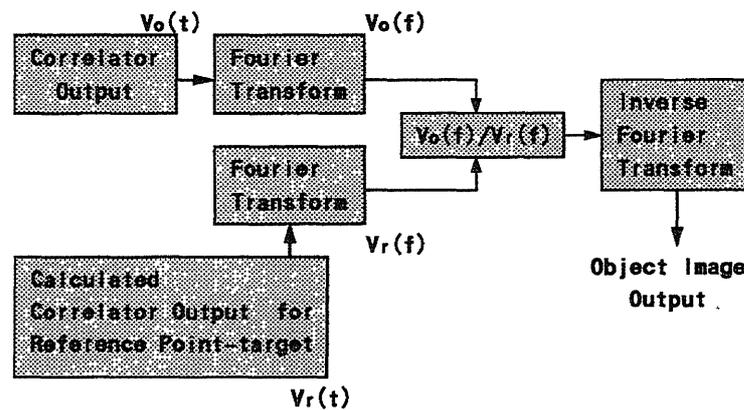


Fig.2 Block diagram of a basic SAILR imaging process (Reference point-target correlation method).

3. 対象物距離及び運動方向のイメージへの影響

対象物の実際の距離が参照点標的の想定距離と異なる場合には、当然焦点の合わない、ぼやけたイメージが得られる。参照点標的の想定距離は任意に選んで計算することができるので、これを利用して、距離分解能のあるイメージングが可能となる。また対象物の運動方向のFig.1のx軸方向とのずれは、対象物上の正方形が平行四辺形へと変形するような、イメージの歪みを引き起こすが、これは取得データの前処理等によって、補正することができる。これらを含めて、イメージングのシミュレーション結果は、発表時に例示する。

4. おわりに

SAILRによるイメージングは、原理的には明快であり、特に大気の影響がない月面や宇宙空間での利用に対するポテンシャルは大きい。ヘテロダイン検波による信号位相検出の前提である位相キャリブレーションの成否が、実現の鍵である。1次元アレイでは、この点でも困難性が減少することになる。