

E7 FM-CW レーダシステムを用いた

Polarimetric SAR Interferometry について

松井 克宜 佐藤 晃一 山田 寛喜 山口 芳雄 阿達 透

新潟大学工学部

1:まえがき

マイクロ波リモートセンシングによるレーダ画像解析は地球環境を正確に把握するための手段として、重要な位置付けが成されている。しかし、植生等に代表される複雑なターゲットの詳細な散乱特性は、画像解析においても不明な点が未だ多い。そこで、その解明のために実験室レベルで測定可能なシステムを構築し、散乱特性を明らかにすることにより、画像解析の際の基礎参照データとして取り扱うことができる。

本研究では、そのための測定レーダシステムとして Polarimetric SAR Interferometric FM-CW レーダシステムを構築した。さらに、本システムを用いた基礎運用実験として、電波暗室内において観葉植物を測定し、その散乱特性について検討を行った。

2:測定システム

本システムで我々が用いる FM-CW レーダは、周波数変調が施された連続波を送信信号としてターゲットに照射し、ターゲットからの反射信号と送信信号から得られるビート信号の周波数(ビート周波数)から、ターゲットまでの距離を測定するものである^[1]。図1は、本研究で作成した測定システムの構成図である。

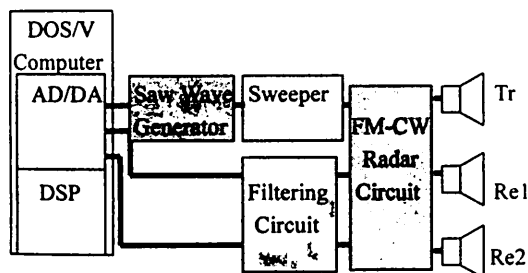


図1 測定レーダシステム構成図

本システムは、制御用 DOS/V コンピュータと送信信号生成ユニット(鋸歯状波発生回路、掃引発振器)、送受信アンテナ、FM-CW レーダ回路と受信信号処理ユニット(フィルタリング回路)から構成されている。受信アンテナを2つ用いることにより、受信信号の位相差から測定対象物の基準面からの起伏変化を測定する技術である Interferometry を実現している。また、送受信アンテナの組み合わせを換えることによって、Polarimetric 測定が

可能である。さらに、送受信アンテナを測定対象物に対して水平に走査させて測定し、合成開口処理を施すことで SAR を実現している。以上の機能を FM-CW レーダに搭載することにより、本システムは Polarimetric SAR Interferometric FM-CW レーダシステムとして機能する。

3:Coherence

Interferometry における受信信号から得られる散乱行列[S]を用いて、Coherence が求まる^[2]。Coherence は、受信信号の各偏波成分間における相関を示すものであり偏波の違いによる測定対象の散乱の変化の度合いを相関の違いとして評価することができる。Interferometric な測定による、ある測定対象からの受信信号をそれぞれ S_1, S_2 とすると、Coherence γ は以下のように求まる。

$$\gamma = \frac{\left| \langle S_1 S_2^* \rangle \right|}{\sqrt{\langle S_1 S_1^* \rangle \langle S_2 S_2^* \rangle}} \quad (1)$$

但し

$$0 \leq \gamma \leq 1$$

である。

4:実験

電波暗室内において、構築したシステムの基礎運用実験を兼ねた植生(観葉植物)の測定実験を行った。図2に実験概要を示し、図3に測定した観葉植物を示す。また、実験パラメータを表1に示す。実験は Repeat Pass Interferometry による1次元走査で測定を行っている。

表1 測定パラメータ

使用アンテナ	Rectangular Horn (X-Band)
中心周波数	10.0[GHz]
周波数帯域幅	2.0[GHz]
測定距離	128[cm]
測定間隔	1.0[cm]
アンテナ高さ	140[cm]
ベースライン長	5.0[cm]
送受信偏波	HH, HV, VH

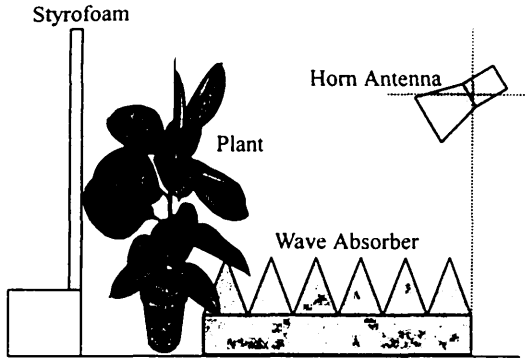


図2 実験状況図



図3 測定対象(観葉植物)

5:解析及び考察

図3に各偏波成分による合成開口処理後の振幅画像を示す。図3より、VVにおいて反射の強い場所が中央付近に集中しているのが見られるが、これは植物の茎の部分に沿って固定されている金属棒とVVとの相互作用による散乱の影響であると推察される。またHVでは植物の茎や枝との相互作用が小さいため、葉からの散乱(表面散乱)を表していると考えられるが、HHやVVに比べると葉からの反射の度合いは小さい。

図4にCoherence画像(HH-VV)を示す。なおCoherence画像において、白い部分はCoherenceの値は1に近く、黒くなるに従って0に近くなっていく。図4で、画像の上下の部分は雑音による影響であると思われるが、画像の中央付近でCoherenceが低くなっている部分(黒い部分)では、植物の茎や枝による散乱(体積散乱)による奇与により、Coherenceの値が低くなっていることが分かる。

6:まとめ

本報告では、FM-CWレーダシステムにPolarimetryとInterferometryを組み合わせて構築することにより、本システムがPolarimetric SAR Interferometric FM-CWレー

ダシステムとして機能し、実際の運用が可能であることを示した。また、各偏波成分間におけるCoherenceを求め、植物の散乱特性を評価できることを示した。今後はシステムの操作性向上や性能改善、測定パラメータの再検討を行い、様々な測定を行うことが挙げられる。なお、この研究成果の一部は科研費によるものである。

参考文献

[1] 原, 山口, 山田, 阿部, “インターフェロメトリックFM-CWレーダに関する基礎的検討,” 信学技報, AP97-119, pp. 33-39, Oct. 1997.
 [2] L. Sagues, J. M. Lopez-Sanchez, J. Fabregas, A. Broquetas, and A. J. Sieber, “Indoor Experiments on Polarimetric SAR Interferometry,” *IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing*, vol. 38, pp. 671-684, Mar. 2000.

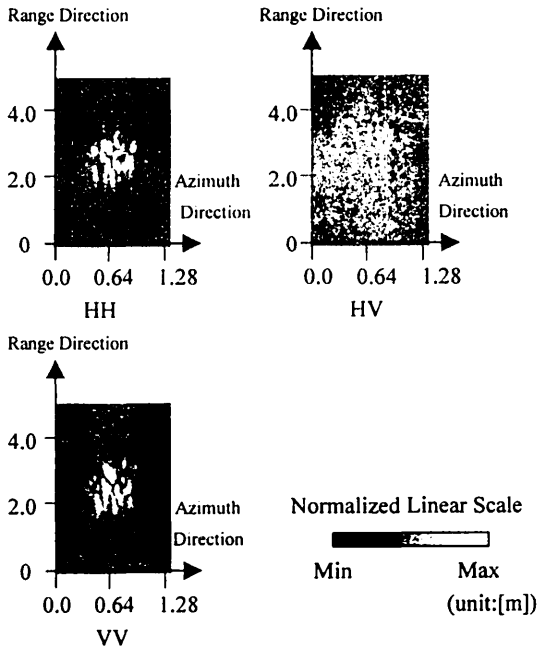


図3 各偏波成分による振幅画像

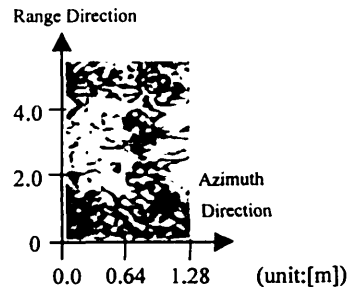


図4 Coherence画像(HH-VV)