E8　多周波POL-SAR画像による地表面解析について

石堂　基　　山口　芳雄　　山田　寛喜
新潟大学工学部

1. まえがき

現在，地球環境の変化を捉えるためにリモートセンシングの技術が用いられている．この研究の目的はPi-SAR画像データを用いて詳細な地表面ターゲットの識別を行うことにある．解析で用いたデータは散乱行列からなるPi-SARのL-band(NASDA)，X-band(CRL)である．この二つの周波数のPi-SAR画像データを用いて解析を行ったので報告する．

2. 散乱行列

送信アンテナから電波をターゲットに送り，ターゲットからの散乱波を受信アンテナで受信することにより，ターゲットの情報を取得することができる．一般に，ターゲットからの後方散乱電力は，レーダがどのような偏波状態で送信するかにより変わる．送信波の偏波状態と散乱波の偏波状態は異なり，また散乱波は散乱する方向によって偏波状態は異なる．このような現象を一般的に表すものとして散乱行列がある．散乱行列は以下の式で表される．

$$[S] = \begin{bmatrix} S_{HH} & S_{HV} \\ S_{VH} & S_{VV} \end{bmatrix} \tag{1}$$

この行列を用いて様々なパラメータを生成し，解析を行う．

3. 解析手法

3.1 単周波による解析

Pi-SAR画像データより得られる散乱行列の要素を用いて次に示すCoherency vectorを生成する．

$$k_p = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} S_{HH} + S_{VV} \\ S_{HH} - S_{VV} \\ 2S_{HV} \end{bmatrix} \tag{2}$$

このCoherency vectorを用いてCoherency matrix Tを次のようにして求める．

$$T = kk^{*T} \tag{3}$$

この3×3のCoherency matrixを固有値展開することにより，固有値と固有ベクトルが得られる．これらを用いて画像解析を行うことができる．

3.2 多周波による解析

L-band,X-bandのCoherency vectorをそれぞれk_{pl}, k_{px}とし，このk_{pl}, k_{px}を用いて次のvectorを定義する。

$$w = \begin{bmatrix} k_{pl} \\ k_{px} \end{bmatrix} \tag{4}$$

このwを用いて次式の6×6のCoherency行列を求める。

$$T = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} w_i w_i^{T*} = \begin{bmatrix} T_{LL} & T_{LX} \\ T_{XL} & T_{XX} \end{bmatrix} \tag{5}$$

ここでnは平均化処理を行ったpixel数である．

4. 平均化処理

PI-SAR画像データは非常に高分解能なデータであるため，同一クラスの隣接するピクセルで散乱行列が大きく異なることがある．また，SAR画像データの中には位相のずれから生じるspecle noiseがある．これは，画像解析をする上で解析の精度をを下げる原因と成り得る．画像データの分解能の低下とspeckle noiseの軽減を行うには，隣接する複数個のピクセルの平均化処理（マルチルック処理）を行うのが効果的である．本稿では平均化サイズは全て8×8pixelとした．

5. 解析パラメータ

本研究で用いたパラメータは，Entropy H，Alpha bar $\bar{\alpha}$，Anisotropy A，Total Power TP，そして各固有値の振幅画像である．

Hは散乱の複雑さを表すパラメータであり，0から1の範囲をとる．植生などでは，表面散乱，二回反射，体積散乱などの散乱が混在するために，複雑な散乱を持ち，Hの値は1に近くなる．Hは次式で表される．

$$H = \sum_{i=1}^{3} P_i(-log_3 P_i) \tag{6}$$

ただし

$$P_i = \frac{\lambda_i}{\sum_{i=1}^{3}} = \frac{\lambda_i}{\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3} \tag{7}$$

ここで，λはCoherency matrixの固有値を表す．

$\bar{\alpha}$は偏波依存性を表すパラメータであり，0°でプレート，45°でワイヤ，90°でコーナーリフレクタを表す．

$$\bar{\alpha} = P_1\alpha_1 + P_2\alpha_2 + P_3\alpha_3 \tag{8}$$

Aは固有値の大きさの比を表すパラメータであり，次式で表される．

$$A = \frac{\lambda_2 - \lambda_3}{\lambda_2 + \lambda_3} \tag{9}$$

TPは反射波の全電力を表すパラメータでCoherency matrixの固有値の総和から得られる．このパラメータは，水域や海面，またグランドのような後方散乱がないターゲットであれば小さくなり，橋，ビルなどの二回反射の起こりやすいターゲットではTPは非常に大きくなる．

6. 解析結果

図1～図4にEntropy, $\bar{\alpha}$, A, TPによる多周波解析画像を示す．平均化サイズは8×8である．TPによる画像では，人工建造物の領域で値が大きくなっており，単周波を用いた解析に比べて，はっきりと識別できていることがわかる．多周波解析とL-band, X-bandそれぞれ単独で解析した結果とを比較すると，単周波での結果を加えた形で多周波の結果が現れていることがわかった．しかし，$\bar{\alpha}$に関しては全領域において値が高くなっており，ターゲットの識別においてはより詳細に解析できるパラメータとは言えない結果であった．結論として多周波による地表面解析では必ずしも単周波の時と比べて明確に識別できるとは限らないが，単周波での解析に比べ水田領域は精度よく識別することができた．

7. まとめ

本稿では，二つの周波数帯のデータを組み合わせ，Coherency matrixから固有値を求め，各パラメータの画像解析を行った．多周波解析で用いたパラメータは必ずしも最良とは言えないが，今後はこのパラメータを用いた地表面分類を行い，より詳細な地表面ターゲットの識別を行う予定である．

謝辞

本研究を行うにあたり，Pi-SARデータを提供して頂いたNASDA, CRLに深く感謝する．また，この研究の一部は科研費による．

参考文献

[1] L. Ferro, E. Pottier, J. Lee. IEEE. Trans. Geosci. Remote Sensing, vol.39, No.11, pp.2332-2342, Nov. 2001.

図 1. Entropy

図 2. $\bar{\alpha}$

図 3. Anisotropy

図 4. Total Power