

偏波 Orientation 角を用いた四成分散乱モデル分解法に関する検討

A Study on Four-Component Decomposition using Polarization Orientation Angle

内田 範昭 内山 健太郎 山口 芳雄 山田 寛喜
 Noriaki Uchida Kentaro Uchiyama Yoshio Yamaguchi Hiroyoshi Yamada

新潟大学大学院自然科学研究科
 Graduate School of Science & Technology, Niigata University

1 まえがき

偏波レーダ観測で、アジマス方向に対して傾いた市街地においては RCS が弱く、偏波 Orientation 角が変化することが報告されている。そこで、我々は実験データ、人工衛星の観測データから推定した偏波 Orientation 角を用いて、レーダ波と建造物の壁が正対するように回転した後に四成分散乱モデル分解法を適用することにより、市街地を正しく検出できることを示した。しかし、偏波 Orientation 角を用いる手法では森林領域において P_v 成分が減少、 P_s 成分が増加するという問題点が存在していたため、本稿では、偏波 Orientation 角を用いる手法と人工物の検出に適している円偏波相関係数とを組み合わせることにより、他の領域に影響を与えず、かつ、市街地を正しく分類できるかを検討した結果を示す。

2 建造物の壁と偏波 Orientation 角の関係

建造物の壁と偏波 Orientation 角の関係式は、式 (1) で表現される [1]。

$$\tan \theta = -\frac{\tan \alpha}{\cos \phi} \quad (1)$$

ただし、 θ 、 α 、 ϕ はそれぞれ偏波 Orientation 角、建造物とアンテナの走査方向とのなす角、オフナディア角である。

3 円偏波を用いた偏波 Orientation 角推定

市街地を観測する際に変化する偏波 Orientation 角 θ を考慮すると、レーダ波と建造物の壁が正対するように回転した散乱行列 $S(\theta)$ は式 (2) のようになる。

$$\begin{bmatrix} S_{HH}(\theta) & S_{HV}(\theta) \\ S_{HV}(\theta) & S_{VV}(\theta) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} S \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \quad (2)$$

ここで、 S は実際に測定される散乱行列である。

Lee 等によると、測定データから偏波 Orientation 角 θ は円偏波アルゴリズムを用いて式 (3) のように与えられる [2]。

$$\theta = \frac{1}{4} \left[\tan^{-1} \left(\frac{4 \operatorname{Re} \left(\langle (S_{HH} - S_{VV}) S_{HV}^* \rangle \right)}{\langle |S_{HH} - S_{VV}|^2 \rangle - 4 \langle |S_{HV}|^2 \rangle} \right) \right] \quad (3)$$

である。また、これは交差偏波成分を最小化することと等しい。

4 円偏波相関係数

円偏波相関係数 $|\gamma_{LL-RR}|$ は人工物で高い値を示すことが知られており、下式のようになる。

$$\gamma_{LL-RR} = \frac{4|c|^2 - |a-b|^2 - j4 \operatorname{Re}(c^*(a-b))}{\sqrt{\langle |a-b+j2c|^2 \rangle \langle |a-b-j2c|^2 \rangle}} \quad (4)$$

簡単のため、ここでは $S(HV) = \begin{bmatrix} a & c \\ c & b \end{bmatrix}$ としている。

5 四成分散乱モデル分解法

平均化 Coherency 行列を式 (5) のように表面散乱成分 P_s 、2 回反射成分 P_d 、体積散乱成分 P_v 、Helix 散乱成分 P_c に寄与する行列として対応させる。

$$\langle [T] \rangle = P_s \langle [T] \rangle_{\text{Surface}} + P_d \langle [T] \rangle_{\text{Double}} + P_v \langle [T] \rangle_{\text{Volume}} + P_c \langle [T] \rangle_{\text{Helix}} \quad (5)$$

6 ALOS/PALSAR データ解析

今回解析に用いたデータは 2006 年 10 月 21 日に取得された L-band の ALOS/PALSAR 画像データである。データ諸元を表 1 に示す。

表 1 ALOS/PALSAR データ諸元

解析領域	北海道 札幌市北区周辺
観測日時	2006 年 10 月 21 日
偏波	HH HV VH VV
周波数	1.27 GHz
入射角	21.5 deg.

Coherency 行列を回転しない場合、レーダ波と建造物の壁が正対するように全領域を回転した場合、円偏波相関係数が一定の値以上の領域だけを回転した場合の森林領域、市街地領域の四成分散乱モデル分解の四成分比をそれぞれ図 1、2 に示す。

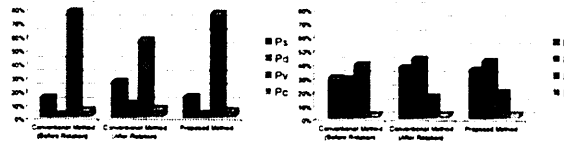


図 1 四成分比 (森林) 図 2 四成分比 (市街地)

7 まとめ

解析結果より、円偏波相関係数が一定の値以上の領域だけを回転した場合には森林領域の P_v 成分の減少を抑え、かつ、市街地を検出できていることが分かる。

また、ALOS/PALSAR 画像データを提供していただいた JAXA に深く感謝いたします。なお、この研究の一部は科研費による。

参考文献

[1] H. Kimura, K.P. Papathanassiou, and I. Hajnsek, Proc. of the 2005 IRARSS, pp.4863-4867, 2005.
 [2] J. S. Lee *et al.*, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., vol.40, pp.30-41, Jan. 2002.