

# 都市変化抽出のための2時期多偏波 SAR を用いた差分セグメントソート法

芝浦工業大学 正会員 中川 雅史

## 概要：

2 時期多偏波 SAR データの差分情報を差分空間上でクラスタ化し、変化している可能性が高い順番に並べ替え、地図空間上へ投影しセグメント生成することで、都市変化抽出の効率性を向上させる手法を提案した。近年の都市変化が目立つ晴海およびお台場エリアを対象とし、ALOS/PALSAR データを用いた実験を通し、都市を構成するオブジェクトをおおまかに分類することができる多偏波 SAR データを差分処理することで地表の表面状態の変化を都市の変化状況として把握し、都市変化抽出の効率化を向上させることができるかを検証した。

## 1. はじめに

都市/地球規模の災害状況に関する分析結果を迅速に情報配信する上で、高分解能衛星画像を用いた被害状況把握の自動化が求められている。また、空間情報インフラ利用の面で地図には高い更新頻度が求められるが、現状は数年に一度の更新頻度である。こうした背景において、都市変化抽出の自動化手法の開発が取り組まれている。国内外における、都市スケール（地図情報レベル 500 から 2500 程度）を対象とした変化抽出自動化の既往研究は、主に 2 手法にまとめられる。

### ①航空/衛星画像の色情報を用いた差分[1]

広域における変化抽出を実現できる利点がある。しかし、天候や季節に左右されるといったことから、建物影や日射方向を画像処理の面で考慮しない限り、100%精度での変化抽出自動化の達成は難しい。

### ②航空レーザーデータの高さ情報を用いた差分[2]

単純な処理で高さ情報の差分をとることができる。しかし、形状のみの変化に着目しているため、変化したもの自体を認識することが難しい。

これらの課題は、完全性の高い基準データ（3次元テクスチャモデル）を用いて解決できる[3]。しかしながら、完全性の高い基準データ構築が制約条件となる。そこで、本研究では、天候や時期に左右されない SAR データを用いることで、地表の表面状態を推定できる点に着目し、地表の表面状態の変化を都市の変化状況として把握し、都市変化抽出の効率化を向上させることができるかを検証することを目的とする。

## 2. 手法

本研究における処理の流れを図 1 に示す。まず、レジストレーションされた多偏波 SAR データに対してパウリ分解を行い、1 回反射, 2 回反射および体積散乱の後方散乱成分を算出する。次に、式 1 に示すように、パウリ画像上の各ピクセルにおいて、時間軸での差分の絶対値を取得する。

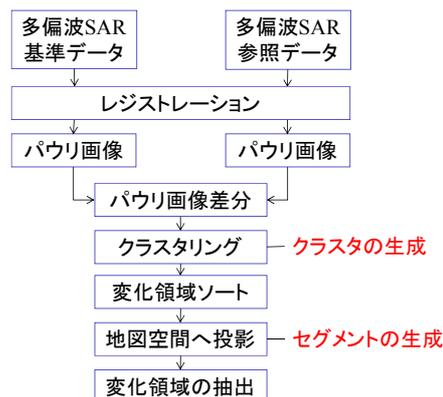


図 1. 本研究における処理の流れ

$$P_{sub}(N) = |P_{ref}(N) - P_{base}(N)| \tag{式 1}$$

$P_{base}$ : 基準画像,  $P_{ref}$ : 参照画像,  $P_{sub}$ : 差分画像,  $N$ : レイヤ番号

ここで、1 回反射差分, 2 回反射差分および体積散乱差分の 3 軸を持つ差分空間を定義する。この差分空間上へ、パウリ画像上の各ピクセルに対して計算された差分値群を投影し、差分値群の「クラスタ」を発生させるように K-means 法やベイジアンネットワーク等によりクラスタリングする。差分値と差分空間原点間の距離は、オブジェクトが変化している可能性の高さに

キーワード：都市変化抽出, 多偏波 SAR, パウリ分解, ALOS

芝浦工業大学工学部土木工学科 中川研究室 〒135-8548 東京都江東区豊洲 3-7-5 mnaka@shibaura-it.ac.jp

関する指標となるので、クラスタごとに原点からの平均距離を算出し、変化している可能性が高い順番に連番のインデックスを付与する。この段階では、任意のピクセルに対して、地図空間上での隣接情報は考慮されていないので、地図空間上における差分値群は変数として独立である。

このインデックス順に、各クラスタの差分値群を地図空間上へ投影する。これにより、地図空間上での任意ピクセルの隣接情報を利用できるので、差分値群の局所的集合体「セグメント」を構造物等のオブジェクトとして認識させることが可能となる。同時に、各セグメントに対して、変化している可能性が高い順番がインデックスとして付与されているので、これを用いた地図空間上でのオブジェクト検索により、変化抽出における閾値決定問題が容易となる。

3. 実験

ここ数年で劇的に変化を遂げている東京・江東区の豊洲をテストフィールドとし、都市における変化検出実験を行った。使用したデータは表1のとおりである。

表1. 実験において使用したデータ

ALOS/PALSAR	フルポラリメトリ	
処理レベル	Level 1.5 (Geocoded)	
ピクセルスペーシング	12.5m	
画像取得時期	基準画像	2006年5月19日
	参照画像	2009年8月27日

本実験における差分値のクラスタリングには、K-means 法を用いた。クラスタリング結果（クラスタ数 50、クラスタリング反復数 10）を図2に、差分値群を地図空間へ投影した結果を図3に示す。

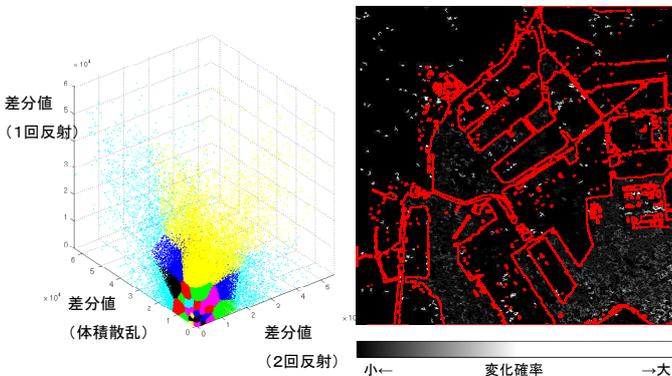


図2. クラスタリング結果 図3. 地図空間投影結果

さらに、この設定により得られた、海面セグメントを除く領域上の 1468 セグメントを対象とし、ほぼ同時

期の ALOS/AVNIR2 画像を用いた目視判読結果との比較により、PALSAR データを用いた変化検出結果の検証を行った。図4に示すように、面積処理を経た 27 クラスタ中、20 クラスタが目視判読結果と正確に対応づけられた。ただし、7 クラスタは、変化状況の目視判読結果が混在していた。しかしながら、この混在領域の各セグメントは、目視でも変化判読が困難であったため、ここでは変化検出精度よりも、「変化あり」と「変化なし」を並べ替えた上で、そのセグメント群を切り分け、かつその境界領域を絞ることで、変化検出の閾値設定が容易になり、効率的な都市変化抽出が実行可能となることに着目できる。

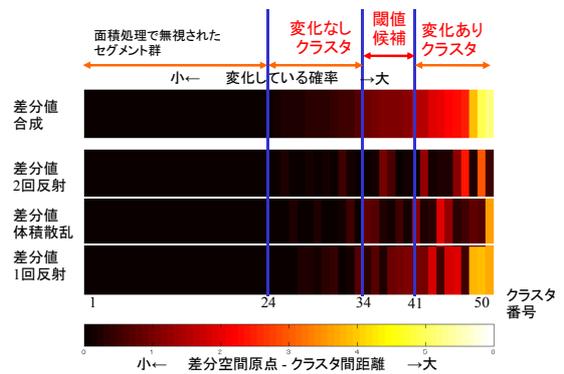


図4. 変化検出の検証結果

5. まとめ

本研究では、2 時期多偏波 SAR データの差分情報を差分空間上でクラスタ化し、変化している可能性が高い順番で地図空間上へ投影し、セグメント生成することで、都市変化抽出の効率性を向上する手法を提案した。ALOS/PALSAR データを用いた実験結果から、多偏波 SAR データを用いることで、効率的な変化検出が可能であることを確認できた。

参考文献

[1] C. Zhang, C. S. Fraser, "AUTOMATED REGISTRATION OF HIGH RESOLUTION SATELLITE IMAGERY FOR CHANGE DETECTION", Proceedings of International Society for Photogrammetry and Remote Sensing Hannover Workshop, 2005.

[2] Tuong Thuy VU, Masashi MATSUOKA and Fumio YAMAZAKI: LIDAR-based Change Detection of Buildings in Dense Urban Area, Proc. International Geoscience and Remote Sensing Symposium, IEEE, CD-ROM, 4p, 2004.9.

[3] Masafumi NAKAGAWA, Ryosuke SHIBASAKI, "Building Change Detection Using 3-D Texture Model", ISPRS XXIIth Congress: International Society for Photogrammetry and Remote Sensing, 2008.