地形・地形変動観測のための 干渉画像の修正に関する研究



outline

はじめに

- 複素マルコフ・ランダム・フィールドモデルを 利用したフィルタリング(CMRF)
- 位相特異点拡散法によるアンラッピング
- 位相特異点と振幅を指標とした位置合わせ
- おわりに

SAR干渉画像の修正

- SAR干渉画像はさまざまな理由で不鮮明(e.g. 電波 伝搬の環境、散乱源の変動、masterとslaveの歪 みなど)
- 複素振幅を扱う適応的信号処理によるアプローチ
 より高性能なフィルタ、アンラップ法、干渉画像作成 法の試み

SAR干渉画像と位相特異点(SP)問題 生の干渉画像 平滑化フィルタ(例)





位相特異点とは

・ 位相特異点 (SP): 位相マップにおける回転成分の存在
・ 地形:保存場

◆ 標高の決定が困難になる



outline

はじめに

- 複素マルコフ・ランダム・フィールドモデルを 利用したフィルタリング(CMRF)
- 位相特異点拡散法によるアンラッピング
- 位相特異点と振幅を指標とした位置合わせ
- おわりに

before







干渉縞が不鮮明でも人間は干渉縞を"見る"ことができる不鮮明な部分も周囲の様子から想像できる

・単純なフィルタリングでは干渉縞が潰れる場合がある
 ・干渉縞の潰れは定量的な地形の評価を困難にする
 →干渉画像の情報を減らさず位相特異点を消す必要がある

マルコフ・ランダム・フィールド(MRF)モデルを用いた 複素MRFフィルタ(CMRF)



* ·隣接するピクセルセットとの相関(CMRFパ ラメータ) Λ_{mn} の計算 $\Lambda_{mn} = z_{smn} q_s^* / (q_s^* \cdot q_s)$

·局所的な ∧_{mn} の推定

$$\hat{\boldsymbol{\Lambda}}_{mn} = \sum_{p \in P} w(p) \boldsymbol{\Lambda}_{mn}(p)$$

CMRF パラメータによる重み付け

$$w(p) = \frac{1}{r_p^2} \exp(-N_{st}(p)) \left[\sum_{p \in P} \frac{1}{r_p^2} \exp(-N_{st}(p)) \right]^{-1}$$

 r_p : あるピクセルセットからの距離

 N_{st} : 窓中に含まれる位相特異点の数

- Suksmono, Hirose, IEEE TGRS (2002)
- Yamaki, Hirose, IEEE GRSL (2009)

実験結果











G. W. Filtered Image

0

 $-\pi$

 $+\pi$





outline

・はじめに

- 複素マルコフ・ランダム・フィールドモデルを 利用したフィルタリング(CMRF)
- 位相特異点拡散法によるアンラッピング
- 位相特異点と振幅を指標とした位置合わせ
- おわりに

アンラッピングの問題

例:最小コストネットワーク フロー法 (MCNF)

Mario Costantini, 1998

+1 と -1 のSPを組み合わせる経路を 最小にする 問題点:

1. SP**の集中する地域に棘のような** 地形が出来る

2. 組み合わせの経路が長くなると 不自然な地形になる

3. SP数が増えると計算時間が増加



位相特異点拡散法によるアンラッピング

- SP周辺のピクセル値が含む歪みを解消することで、位相不整合(SP)の問題を解決する
 - = 位相特異点の拡散



Yamaki, Hirose, IEEE TGRS (2007)

位相特異点拡散法によるアンラッピング



DEMの比較



提案手法

最小コスト法

計算コストの低減



従来、SP数が増える とアンラップ時間は 増加する 提案手法では、SP 数によってアンラッ プ時間が変化しない 低周波の歪みが残 ることがある(解決)

outline

・はじめに

- 複素マルコフ・ランダム・フィールドモデルを 利用したフィルタリング(CMRF)
- 位相特異点拡散法によるアンラッピング
- 位相特異点と振幅を指標とした位置合わせ
- おわりに

位相特異点を指標とした位置合わせ

- 従来の相互相関処理による位置合わせでは、崖やレイ オーバなどが無い場合にもSPが生じる
- SPがmaster と slave の局所的な歪みにより生じている 可能性(電波伝搬環境の変動、散乱源の細かな移動)
 SPの生じない位置が正しい位置合わせではないか



振幅からの形状知覚との組み合わせ 人間の視覚は陰影から形状を推定できる



干渉画像の比較



従来手法(初期状態) #SP = 5716

干渉画像の比較



提案手法 #SP = 864

DEMの比較



従来手法(初期状態)



おわりに

InSARに関する新しいフィルタリング、アンラッ ピング、位置合わせを提案した
複素振幅を扱う適応的なアプローチで問題を 解決した

振幅と位相だけでな〈偏波も扱うとどうなるか
 ALOS-2により、広域、高分解能かつ多偏波の情報を入手可能になることへの期待

Acknowledgment

SARデータをご提供くださいましたEORC/JAXA島田政信先生に 改めて御礼申し上げま<u>す。</u>