

SAR 干渉画像のための位相特異点を除去した位相アンラッピング法の提案

川越俊輝 西本昌彦
(熊本大学大学院自然科学研究科)

1. はじめに

大規模自然災害による地表面の標高や変位量を求める有力な手法として、合成開口レーダ(SAR)データに対して干渉処理を行う SAR インターフェロメトリ技術がある[1]. SAR インターフェロメトリでは、同じ領域を 2 回観測して取得したデータを干渉させ、その位相情報を用いて変位量を求める[2][3]. 干渉によって得られる位相は $[-\pi, \pi]$ の範囲に折りたたまれているため、これを絶対位相値に戻す位相アンラッピング処理は、SAR 信号処理における最も重要な技術の一つである. 実際の観測データによって得られた位相情報にはアンラッピング処理を困難にする位相特異点が多く存在するため、アンラッピングによる結果の向上には位相特異点を考慮した方法を用いなければならない. 本稿では、位相特異点を除去した位相アンラッピングを行い、その有効性についてシミュレーションにより検討する.

2. 位相特異点の抽出と除去

SAR インターフェロメトリにより得られた干渉画像中のあるピクセル (i, j) の位相を $\varphi(i, j)$ とし、周回位相

$$Q(i, j) = W\{\varphi(i, j+1) - \varphi(i, j)\} + W\{\varphi(i+1, j+1) - \varphi(i, j+1)\} + W\{\varphi(i+1, j) - \varphi(i+1, j+1)\} + W\{\varphi(i, j) - \varphi(i+1, j)\} \quad (1)$$

を計算する. 但し、 $W\{\cdot\}$ は次式で与えられる.

$$W\{x\} = \begin{cases} x + 2\pi & (x < -\pi) \\ x & (x \leq \pi) \\ x - 2\pi & (x < \pi) \end{cases} \quad (2)$$

ここで、位相が $|Q(i, j)| > \pi$ であればピクセル (i, j) は $(i+1, j)$, $(i, j+1)$, $(i+1, j+1)$ とともに位相特異点とみなす. 位相特異点を除去する簡単な方法として、ここでは、特異点周辺の位相の相加平均により置き換えることとする. 特異点が孤立していれば、比較的良好な結果が得られると期待できる.

3. シミュレーション

地球観測衛星 ALOS により取得された富士山周辺のデータを用いてシミュレーションを行う. 解析には MATLAB を用いている. 位相特異点を含む干渉画像と相加平均処理により位相特異点を除去した干渉画像を図 1 に示す. 前者のアンラッピング処理においては、特異点を避けてアンラッピング処理を行ったが、位相のズレが生じ良好な結果は得られなかった (図 2 参照).

後者については、アンラッピング処理後に平滑化処理を施すことにより位相のズレの修復を試みた. この手法は精度にはやや問題があるが、全箇所絶対位相値を取得することが可能である. 図 3 にアンラッピング結果、及び標高の 3 次元表示を示す. 富士山の形状は概ね良好に得られているが、愛鷹山山頂の複雑な地形を得るまでには至っておらず、更に検討が必要である.

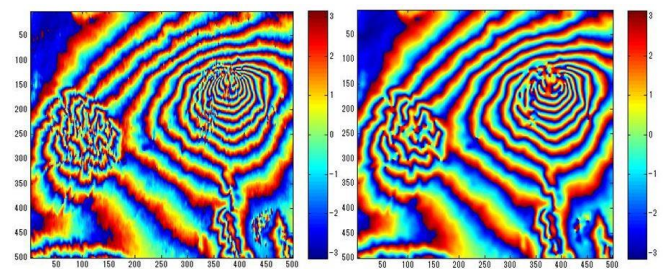


図 1. 干渉画像 (左) と相加平均処理後の干渉画像 (右)

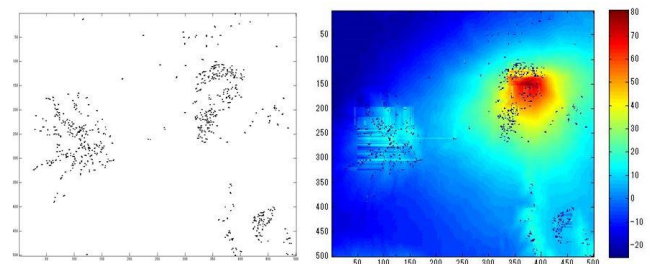


図 2. 位相特異点分布 (左) と位相アンラッピング結果 (右)

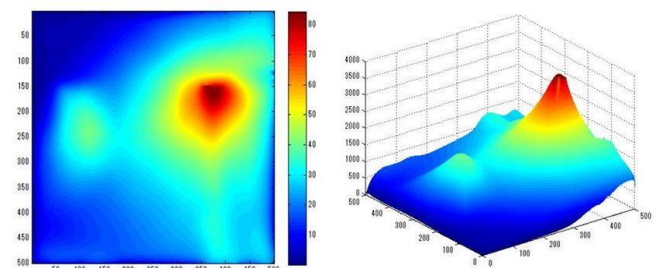


図 3. 位相アンラッピング結果 (左) と三次元表示 (右)

謝辞

本研究の一部は JSPS 科研費 16K06303 の助成による.

参考文献

- [1] 大内和夫, “リモートセンシングのための合成開口レーダの基礎” (第 2 版), 東京電機大学出版局, 2009.
- [2] W. G. Rees (久世他 訳), “リモートセンシングの基礎” (第 2 版), 森北出版, 2012.
- [3] 国土地理院干渉 SAR ホームページ
URL: <http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/sar/gsisar/gsisar.html>