

審査の結果の要旨

氏名 夏秋 嶺

本論文は、"Distortion and Its Reduction in Synthetic Aperture Radar Interferogram (合成開口レーダー干渉画像における歪みとその解消に関する研究)"と題し、干渉型合成開口レーダ(interferometric synthetic aperture radar: InSAR)イメージングによって正確な地形図を得るため、主散乱源の交代による歪み生成の機序の実験的解明、局所的位置合わせの2つの新手法の提案と実証、適応的フィルタリングが位相値に与える影響の実験的解析、の3点について研究を行ったものであり、英文で執筆され6章からなる。

近年、高機能のInSARシステムが人工衛星や航空機に搭載され始めている。それによって得られる地形およびその変化情報が、地震や火山噴火などの災害の状況把握や減災、山岳氷河や極地氷山の増減の観測による地球温暖化や水源状況の把握など、社会的に重要な分野での具体的な有効活用が期待されるようになってきた。この期待にこたえるため、InSARによって得られる地形情報の一層の高精度化が求められている。本論文は、その際に生じる歪みとその除去に関する研究を行ったものである。

第1章は"Introduction"であり、論文の背景と目的を述べている。

第2章は"Background"と題し、InSARシステムとそのデータ処理の基本を概観している。特にレンジ方向の位置の補正方法、SAR干渉画像の生成方法とそこに含まれる情報、そこに生じる位相特異点の特徴と問題点、その従来 of 解決方法、および局所的な歪みについて記している。

第3章は"Research on Distortion Generation by Dominant Scatterer Change"と題し、主散乱源の変更にともなうひずみの生成の機序について実験的研究を行った結果を述べている。実験室内で衛星InSAR観測を模擬した電波伝搬実験を行い、観測波入射角がわずかに変化した時に単位ピクセル内で主散乱

源が交代する現象がおこることと、その結果として位相特異点が生じることを示した。これまで不明であった位相特異点の発生機序のひとつを明らかにしている。

第4章は"Local Co-registration Methods for Distortion Reduction"と題し、InSAR 干渉画像の生成に不可欠な複数画像の精密な位置合わせの新手法を2つ提案し、それらを組み合わせることにより極めて優れた特性が得られることを実証している。著者はこれまでに修士論文でいわゆる局所的精密位置合わせの手法として SPEC 法を提案している。これは位相特異点の数を指標に局所的なサブピクセルの位置合わせを行うものであるが、望ましい位置合わせの候補が複数現れることがあるという問題があった。本章は、振幅画像を参照してその陰影を使用する **shape-from-shading** の考え方をこれに組み合わせる **SFS-SPEC** 法を提案しその効果を実証している。さらに、多解像度の干渉画像を用意し、粗い解像度の干渉画像を参照しながら最適候補を選択する **Multiresolution SFS-SPEC** 法を提案し、一層の性能向上を実証している。

第5章は"Research on Statistical Approach for Filtering Methods"と題し、統計的なフィルタリング手法である複素マルコフランダムフィールド(CMRF)モデルに基づく干渉画像フィルタの特性を、特に複素および実数ニューラルネットワークのダイナミクスを比較するという立場で解析している。CMRF フィルタは、InSAR 画像処理の多くのデータで、相関学習およびその結果による位相特異点構成ピクセルの補正という処理に簡素化できる。その相関学習では複素ニューラルネットワークの枠組みが構築基盤として本質的に重要であることを、フィルタ処理結果の位相値統計を比較することにより明確に示している。

第6章は、"Conclusion"であり、本研究の成果をまとめている。

以上これを要するに、本論文は InSAR イメージングによる地形図作製の高精度化のため、主散乱源の交代による位相歪みという位相特異点生成機序のひとつの実験的解明、局所的な位置合わせ手法の2つの新提案とその極めて優れた効果の実証、および CMRF フィルタが位相値に与える影響の解析の3点について研究を行ったものであり、電気電子情報工学、特にレーダ工学および信号処理工学への貢献が少なくない。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。