

2002年度 修士論文

合成開口レーダのスライド・ルック処理を利用した
海洋画像のノイズ低減と応用

Noise Reduction and Application of Ocean Images
Using Synthetic Aperture Radar Slide-Look Processing

2003年2月21日提出

指導教員 大内和夫 教授

高知工科大学大学院
工学研究科基盤工学専攻 博士前期課程
物質・環境システムコース

1055147 玉木慎祐

要約

合成開口レーダ (SAR: Synthetic Aperture Radar) は世界最先端技術を持った高分解能画像レーダで、天候に左右されず、さらには昼夜の別なく観測することができる。合成開口レーダのアジマス (プラットフォーム進行) 方向の高分解能は、小さなアンテナを使い大きな開口を合成することによって達成される。開口を合成するには 0.5~2 秒の時間を必要とするため、受信信号には強度情報のみではなく、合成時間内の海面波や船舶の動きに関する情報も含まれる。そのような動きのある対象物の情報を高精度で定量的に抽出するには、シングル・ルック処理された画像では時系列のデータでないために、情報の抽出が困難になってしまう。一方、合成時間を分割して画像生成処理をするスプリット・ルック処理、及び、合成時間を重複させたスライド・ルック処理は、分解能が劣化するものの時系列的な画像となり、ルック画像間の相関関係を利用することで対象物の抽出が可能である。

本研究は、スライド・ルック処理された複数の画像から相互相関関数を算出して、スプリット・ルック処理による船舶検出の結果と比較し、ノイズに埋もれた船舶画像の高精度な抽出を行うアルゴリズムを開発を目的とする。異なる時刻で生成された船舶画像は、ルック間で相関しているが、海面画像は相関していない。従来のスプリット・ルック処理を用いた手法は、各ルックの海面画像に相関は無いものの、開口の合成時間を重複させることなく分割しているため、得られるルック数に限界がある。ところが、海面の相関時間 (形状の保持時間: コヒーレンスタイム) は開口を合成する時間と比べて短いため、合成時間を一部重複して分割しルック数を増加させるスライド・ルック処理によってノイズを軽減する理論が提唱されていた。この提唱は理論のみに止まり、現在に至るまで実験的に証明されていない。

本研究では、スプリット・ルック処理とスライド・ルック処理によるノイズ軽減の結果を比較検証し、海洋のノイズ信号に埋もれた船舶画像の抽出に最適な処理法を確認した。まず、シミュレーションの強度画像より相互相関画像を算出し、ターゲット検出精度の比較を行った。さらに、複素画像に含まれる位相情報の相関性を加えることで、強度画像を使った手法と比べてより高精度な船舶抽出の可能性が提唱されており、本研究ではシミュレーションによってその理論を検証した。次に、Radarsat 衛星搭載 SAR によって観測された熊野灘のデータから、時間差のあるスライド・ルック画像を生成し、加法平均をとった平均相互相関画像を作成してターゲット抽出精度の確認を行った。

結果としてスライド・ルック処理を使った手法は、スプリット・ルック処理の手法と比べて、船舶画像の相関値は上昇するものの、ノイズの相関値も上昇することが判明した。その理由は、海面画像の相関値が理論値よりも高いため、このような海面には相関時間の長い砕波などが存在し、その影響が表れていると考えられる。従って、スプリット・ルック処理とスライド・ルック処理を利用した船舶の検出アルゴリズムは、海面の状態によって使い分けが必要である。

今後の展開としては、2004 年打ち上げ予定の地球観測衛星 ALOS 搭載の合成開口レーダへ本手法を応用することと、スライド・ルック相関を利用した海洋波の相関時間の測定が挙げられる。