

# 光学画像を用いたSAR画像の超解像

D-11

Super resolution of SAR image using optical data

菅家 遼平

高橋 正信

Ryohei KANKE

Masanobu TAKAHASHI

芝浦工業大学 システム理工学部

College of Systems Engineering and Science, Shibaura Institute of Technology

## 1. はじめに

Synthetic Aperture Radar (SAR) 衛星画像は災害時の被災状況の把握や地上のモニタなど様々な用途で利用されており、正確な情報を得るため、より高解像度の画像が望ましい。しかし、高解像度画像を得るためには観測域を狭める必要があるほか、観測機器の更新には大きなコストがかかる。そこで、得られた解像度のSAR画像の高解像度化が行われている[1]。

SAR画像の高解像度化には一般的にはSAR画像のみが用いられるが、我々は他の情報を追加することで精度を改善できると考えた。具体的には、SAR画像とともに光学画像が入手できる状況では、光学画像を追加することで精度を改善できる可能性がある。

またCNN（畳込みニューラルネットワーク）を用いた超解像を行ってみると、低解像度画像の画素値と超解像された高解像度画像の対応する領域の平均画素値が一致しない問題があることがわかった。そこで本研究では、光学画像を用いるとともに、超解像前後の画素値の不整合を補正することにより、SAR画像超解像の精度を改善することを目的とする。

## 2. 提案手法

深層学習ネットワークの入力に光学画像を追加するとともに、その出力を補正することで精度を改善する。図1に提案手法の処理手順を示す。SAR画像の超解像を補助するため、光学画像をSAR画像に対しチャンネル方向に結合したもの（SAR/R/G/Bの4チャンネルの画像）を入力に用いる。その後、ネットワークの出力(高解像度画像)に対し、低解像度画像と同じ領域の平均画素値が等しくなるように補正を行う。具体的には、低解像度画像の画素値と高解像度画像の対応する領域の平均画素値の差分を求め、各画素に加算して最終的な高解像度SAR画像を得る。

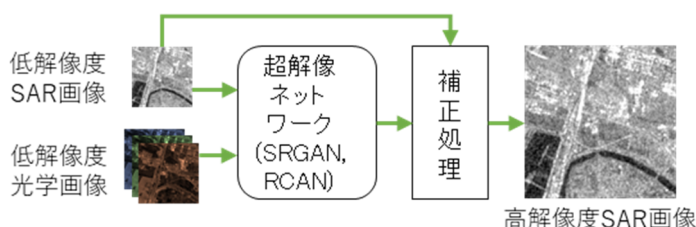


図1 提案手法の処理手順

## 3. 実験方法

実験にはSEN12MS[2]のデータを用いた。このデータセットはSentinel 1, 2のデータで構成されており、8bitの256×256画素、地上分解能は10×10mに統一されている。この内、単偏波VVのSAR画像と、可視光に

あたるバンド4, 3, 2 (RGB) の光学画像を用いた。全データの内、オーバーラップのない10,409ペアの画像を用いた。データ拡張としては、上下左右反転、90/180/270度回転を行った。

ネットワークは超解像タスクにおいて優秀な結果が得られているSRGAN[3], RCAN[4]の2種類で実験した。拡大率は4倍とし、低解像度画像は高解像度画像の4×4画素の平均画素値を求めて作成した。入力サイズは4 (SAR/R/G/B) × 64 × 64とした。また比較対象として、光学画像を用いず、補正も行わない超解像も行った。

## 4. 性能評価

図2に実験結果を示す。評価指標にはPSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio), SSIM (Structural Similarity Index Measure) を用いた。SRGAN, RCAN共に、光学画像を入力に加え補正を行うことで、PSNRとSSIMの両方を改善できた。従来手法と比較して、SRGANではPSNRが0.0331[dB], SSIMが0.0027, RCANではPSNRが0.0559[dB], SSIMが0.0045改善した。

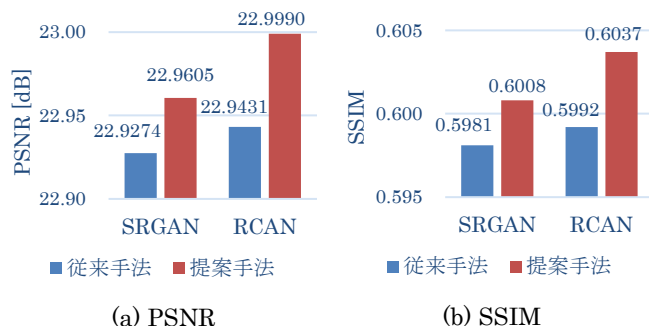


図2 超解像の精度評価

## 5. おわりに

光学画像をネットワークの入力に追加することで、超解像の精度(PSNR, SSIM)を改善できた。また、超解像前後での平均画素値の整合性を保つために、画素値の補正を行うことでSSIMを保ちつつPSNRを改善できた。

今後は他の波長のデータも利用することでさらに改善できないか検討するとともに、超解像ネットワークそのものの改善にも取り組みたい。

## [参考文献]

- [1] Shen, Huanfeng, et al.: ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, Vol. 161, pp. 90-108, 2020.
- [2] Schmitt, Michael, et al.: arXiv:1906.07789, 2019.
- [3] Zhang, Yulun, et al.: Proc. of the ECCV, pp. 286-301, 2018.
- [4] Ledig, Christian, et al.: Proc. of the IEEE conf. on CVPR, pp. 4681-4681, 2017.