

概要

光学衛星データの性能を最大限に引き出すためには、次で挙げられるような2つのハードウェア的な限界を克服することが重要となる。一つ目は、光学センサにおける空間・波長分解能間のトレードオフである。これは、波長分解能を増やすと1バンドあたりの光量が少なくなるため、空間分解能を下げることで光量を増やす必要があるというセンサのハードウェア的な限界に起因する問題である。多くの光学衛星はパンクロマティックセンサと低解像度マルチスペクトルセンサの両方を搭載し、データを組み合わせることによりトレードオフの問題を軽減している。二つ目は、悪天候に起因する光学センサの観測頻度の低下である。観測頻度は時間分解能とも言われ、通常は観測幅や衛星の軌道周期により決まる。光学衛星においては悪天候時に観測が不可能であるためその分観測頻度が低下する。

本研究ではこれらの問題解決のため深層学習技術を応用し、光学センサにおける空間・波長・時間分解能の向上を目的とした情報処理技術を開発した。研究アプローチは主に次の2つである。

- 空間・スペクトル分解能間のトレードオフの解消のため、畳み込みニューラルネットワーク(CNN)によりパンクロマティック画像と低解像度マルチスペクトル画像から両者の長所を併せ持った画像を合成する手法の開発。
- 光学センサに関する時間分解能の問題の解消には、全天候で観測可能なマイクロ波レーダー画像を光学画像に変換する技術の開発

これらについて、具体的には以下の提案・実装・評価を行なった。

1) 畳み込みニューラルネットワークを用いたパンシャープン技術の開発

前述のように、光学センサにおいて空間・波長分解能間のトレードオフが存在する。このトレードオフの解消のため、本研究では畳み込みニューラルネットワークを用いたパンシャープン手法を開発した。パンシャープンとはパンクロマティック画像と低解像度マルチスペクトル画像から高解像度マルチスペクトル画像を合成する手法であり、パンシャープン画像は次のような性質を持つべきであると考えられる。1) パンクロマティック画像はパンシャープン画像の各バンド画像の重み付き和により復元できる。2) パンシャープン画像をダウンサンプルすると低解像度マルチスペクトル画像が復元される。我々は、この2つの制約を考慮した自己教師学習により畳み込みニューラルネットワークを最適化した。

2) 条件付き敵対的生成ネットワークによる合成開口レーダデータの光学画像への変換

光学センサによる地表面の観測は気候条件に大きな影響を受ける。例えば、光学センサデータは大気状態や太陽位置などに起因する歪を含む。また、太陽光は厚い雲により遮られてしまうので雲の

下にある地域の観測は原理的には不可能である。その結果、本来の周期よりも実際に観測データが得られる頻度が低下してしまうことになる。本研究では、気候条件による光学地球観測センサの観測頻度の低下に対処する方法として、条件つき敵対的生成ネットワークの応用による合成開口レーダ (SAR: Synthetic Aperture Radar) の光学センサデータへの変換手法を提案する。