

深層学習を用いたマイクロ波放射計からの降水強度推定

林浩希^{1,3}, 塩尻大也², 金丸佳矢³, 小槻峻司²

(1: 千葉大学融合理工学府, 2: 千葉大学国際高等研究基幹, 3: 情報通信研究機構)

要旨

従来の GSMaP におけるマイクロ波放射計による降水強度推定では、輝度温度と降水プロファイルの対応関係を事前に構築した Look-Up-Table (LUT) を参照することで降水強度を推定している。LUT は周波数帯や陸域・海域などの条件に応じて構築され、各センサ特性を踏まえた経験的な最適化を必要とする。そのため、新規センサへの展開や応用に伴う整備コストが大きい点が課題である。さらに近年、高周波チャンネルを搭載した小型衛星の開発・計画が進んでおり、多様なセンサに柔軟に適用可能な降水強度推定手法の重要性が高まっている。深層学習は、高次元かつ非線形な輝度温度-降水強度の関係をデータ駆動で学習できることから、離散的な LUT に比べてより柔軟な対応関係を獲得できる可能性がある。そこで本研究では、LUT に代わる手法として深層学習を用いた降水強度推定を試みた。

本研究では、GPM 主衛星に搭載された GMI 輝度温度 (13 チャンネル) から、DPR が観測した地表面降水強度を推定する深層学習モデルを構築した。GMI と DPR は同一衛星に搭載され、ほぼ同時に観測されることから、時空間方向の対応付けに伴う不確実性が比較的小さく、深層学習の枠組みに乗りやすいデータ構造となっている。深層学習モデルには、NASA で開発が進められている GPROF-NN (Pfreundschuh et al., 2022) を参考に、多層パーセプトロンを基盤とした Quantile Regression Neural Network (QRNN) を用いた。QRNN では、観測に条件付けた地表面降水強度の事後分布を、分位点列として近似する。具体的には、複数の分位点に対応する推定値をニューラルネットワークが同時に出力し、それらを用いて累積分布関数 (CDF) を再構成する。訓練には、分位点損失を用い、分位点ごとの損失の総和を最小化することでモデルを最適化した。推論時には、再構成した CDF から期待値を算出し、地表面降水強度の推定値とした。

実験の結果、GMI 輝度温度を入力として推定した地表面降水強度は、DPR の降水分布を概ね再現しており、深層学習に基づく降水リトリバルの実現可能性を初期的に確認した。今後は、従来の LUT ベース手法との定量比較を通じて推定性能を評価するとともに、地表面降水強度に加えて DPR が観測する鉛直プロファイルを同時に推定する枠組みへ拡張する予定である。