

合成開口レーダ画像からの目標姿勢推定 Improving Target Pose Estimation from Synthetic Aperture Radar Imagery

古川 英俊

Hidetoshi FURUKAWA

東芝インフラシステムズ株式会社

Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corporation

1. はじめに

合成開口レーダ (SAR) 画像からの自動目標認識 (ATR) は、長年研究が続けられている課題である。近年は、深層学習を用いた SAR ATR 用畳み込みニューラルネットワーク (CNN) が多く提案されているが、そのほとんどは SAR 画像から抽出された固定サイズのターゲットチップから目標のクラスを分類している。これに対し、我々は任意サイズ・複数目標の SAR 画像から検出した各目標の位置、目標クラス及び姿勢クラスを SAR ATR 画像として出力する End-to-End SAR ATR 用 CNN (以下、従来法) を提案している [1]。この中で、従来法の姿勢クラスの評価値は、目標クラスの評価値よりも低くなっている。本稿では、End-to-End SAR ATR の姿勢推定性能を改善する方法を提案する。

2. 提案法

従来法では、入力する SAR 画像のピクセル毎に、背景クラス、目標クラス及び目標クラス共通の姿勢クラスのスコアを出力している。

提案法では、入力する SAR 画像のピクセル毎に、背景クラス、目標毎に複数の姿勢クラスのスコアを出力し、後処理で目標毎の複数の姿勢クラスを、目標クラスと姿勢クラスにマッピングする。具体的には、提案法では、 i 番目の目標クラスの j 番目の姿勢クラスを T_{ij} とすると、後処理により T_{ij} を、 i 番目の目標クラス $T_i = \sum_j T_{ij}$ と j 番目の姿勢クラス $P_j = \sum_i T_{ij}$ にマッピングする。

3. 実験

SAR ATR 用データセットである MSTAR [2] の 10 クラスのターゲットチップを用いて実験を行う。

従来法では、入力する SAR 画像のピクセル毎に $\{BG, T_i, F\}, i = 1, \dots, 10$ の全 12 クラスのスコアを出力している。ここで、 BG は背景クラス、 T_i は i 番目の目標クラス、 F は全目標共通の front クラスを表す。提案法では、図 1 に示すように、入力する SAR 画像のピクセル毎に $\{BG, T_{ij}\}, i = 1, \dots, 10, j = 1, 2$ の全 21 クラスのスコアを出力する。ここで、 T_{i1} と T_{i2} は、それぞれ i 番目の目標クラスの front クラスと rear クラスを表す。後処理で目標クラス $T_i, i = 1, \dots, 10$ と front/rear クラス $P_j, j = 1, 2$ にマッピングする。

図 2 に、End-to-End SAR ATR 用 CNN の学習に用いた従来法と提案法の教師データの一例を示す。

評価指標には、従来法との比較のため、以下の式で表される IoU (intersection over union) を用いる。

$$IoU = \frac{TP}{TP + FP + FN}$$

ここで、TP は true positive, FP は false positive, FN は false negative を表す。

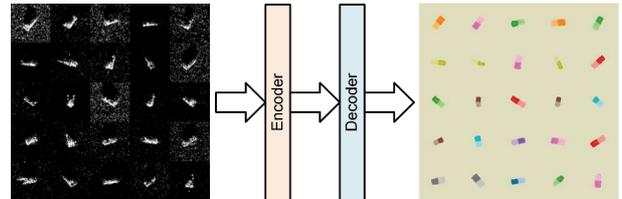


図 1 提案法の入出力 (SAR 画像と SAR ATR 画像)

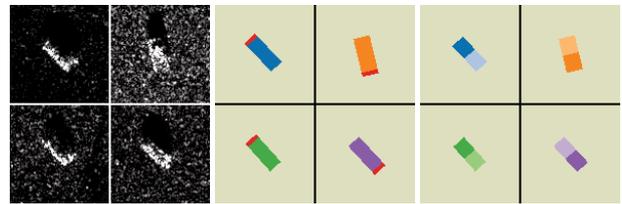


図 2 従来法 (中) と提案法 (右) の教師データの一例

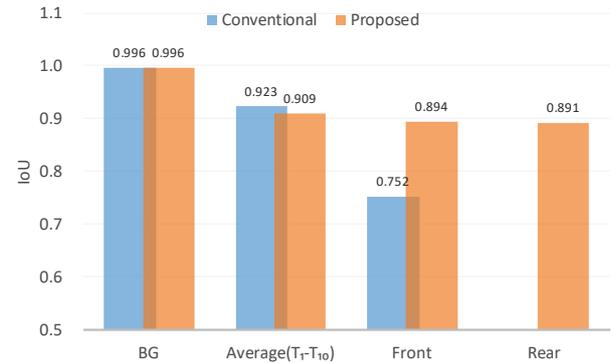


図 3 従来法 (左) と提案法 (右) の IoU

図 3 に従来法と提案法の IoU を示す。従来法の front クラスの IoU が 0.752 であるのに対し、提案法の front クラスと rear クラスの IoU はそれぞれ 0.894 と 0.891 であり、従来法と比較して、性能が約 0.14 向上していることが分かる。

4. まとめ

SAR 画像から検出した各目標の位置、目標クラス及び姿勢クラスを SAR ATR 画像として出力する End-to-End SAR ATR の姿勢推定性能を改善する方法を提案した。MSTAR データセットにおける提案法の姿勢クラスのスコアの IoU は約 0.89 であり、目標クラスのスコアと同等の性能を実現した。

参考文献

- [1] H. Furukawa, "Deep Learning for End-to-End Automatic Target Recognition from Synthetic Aperture Radar Imagery," IEICE Tech. Rep., vol.117, no.未定, 2018 (投稿済み).
- [2] T. Ross, et al., "Standard SAR ATR evaluation experiments using the MSTAR public release data set," Proc. SPIE 3370, 1998.