

条件付き CutPaste を用いた異常検知の高精度化

本田 晴己 (指導教員: 山内 悠嗣)
中部大学

1. はじめに

近年, AI を活用した異常検知が急速に進展している. 異常検知モデルを構築する際の大きな課題として異常データの不足が挙げられる. この課題に対処するため, 擬似的に異常画像を生成する CutPaste と呼ばれる手法が提案されている [1]. CutPaste は画像の一部を切り取り, 同じ画像の別の位置に貼り付けることで異常画像を擬似的に生成する手法である. しかし, CutPaste ではランダムな位置に切り貼りをするため, 現実には存在し得ない不自然な異常画像が生成されることがある.

そこで, 本研究では条件付き CutPaste を用いた異常検知法を提案する. これにより, 微小な疑いを含んだ異常画像を生成し, 現実で発生し得る異常画像に類似した画像のみで学習することで分類精度の向上が期待できる.

2. 提案手法

図 1 に提案手法の流れを示す. 提案手法では正常な画像で構成される学習用画像からランダムに 2 枚の画像を選択し, 画像同士の類似度を計算する. 類似度の評価には, SSIM (Structural SIMilarity) を使用する. SSIM の値が閾値以上の場合, 片方の画像からランダムな領域を切り取り, もう一方の画像の同じ位置に貼り付ける. これにより, 現実には発生し得る微小な異常を含む画像を自動的に作成することが可能となる.

しかし, ランダムな領域を切り取る過程において, 背景領域のみが切り取られる場合があり, 異常検知の対象となるオブジェクト自体は正常な状態の異常画像が生成される. この問題に対処するため, 生成した異常画像と元画像の類似度を計算する. SSIM の値が閾値を超える場合, 生成された画像は背景領域の貼り付けと判断し, 異常画像データセットから除外する.

提案手法により構築した異常画像データセットを用いて異常検知を行うモデルを学習する. モデルには ImageNet で事前学習済みの ResNet-18 に 2 層の MLP を追加したものを採用する.

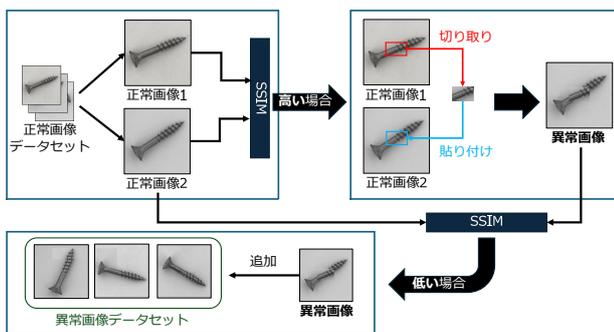


図 1 提案手法の流れ

3. 評価実験

提案手法の有効性を検証するために, 評価実験を実施する. 通常の CutPaste [1] により生成した異常画像で学習した異常検知モデルの性能と, 提案手法により生成した異常画像で学習した異常検知モデルの性能を比較する. 評価指標として ROC Area Under the Curve (ROCAUC) を採用した. 実験には MVtecAD データセットを使用し, 多種多様な 10 種類のオブジェクトを対象として性能を評価した. MVtecAD では, オブジェクト毎に用意されている画像枚数が異なる. 学習には 60 から 391 枚の正常画像, 異常画像については 3,000 枚を用いた. 評価には正常画像として 12 から 60 枚, 異常画像として 30 から 123 枚を用いた.

オブジェクトごとに性能を比較した結果を図 2 に示す. 図 2 の結果から, 提案手法は半数のオブジェクトにおいて従来手法を上回る精度を示していることが確認できる. 特に, screw に関しては約 20 % の精度が向上し, capsule, hazelnut についても 15 % 以上の精度の向上が確認できた. 10 オブジェクトの平均精度としては 4.7 % の向上が確認できる. 精度が向上したオブジェクトは, 通常の CutPaste を適用した際に, 不自然さが顕著に現れる傾向にある. 一方, cable, pill, toothbrush, transistor, zipper では, 提案手法により性能の低下が見られた. これは, データセット内において姿勢が同一のデータしか存在しないため, 本手法では疑似的な異常の生成が困難であることが原因だと考えられる.

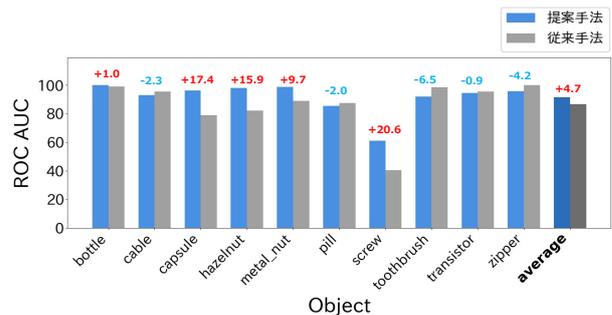


図 2 オブジェクトごとの精度比較

4. おわりに

本研究では, 条件付き CutPaste を用いた異常検知法を提案した. 提案手法は, 通常の CutPaste と比較して, より現実的な異常画像を生成し, 異常検知モデルの性能向上に寄与することを示した. 今後の課題として, 生成した異常画像を用いた他の異常検知モデルへの適用や, 異常画像生成手法のさらなる改良が挙げられる.

参考文献

[1] C.-L. Li, et al., "CutPaste: Self-Supervised Learning for Anomaly Detection and Localization," CVPR, 2021.