

L-15

異常検知アルゴリズムを用いた非整備環境におけるひび割れの検出に関する基礎検討 Basic Study on Crack Detection in Unstructured Environments Using Anomaly Detection Algorithms

○池田光希¹, 門馬英一郎²*Kouki Ikeda¹, Eiichiro Momma²

Abstract : This research explores the application of various anomaly detection algorithms to identify cracks in outdoor signage on steel structures. The results suggest that detection is feasible, even in unstructured environments with inconsistent lighting and background elements.

屋外看板などの構造物の破損は安全性のみならず状況によりメーカーや店舗の印象に影響するため早急に修復・交換が必要となる場合がある。その診断・判断は技術者が現地で目視し経験に基づくものとなるが、対象の多さと多様さから自動化の必要性が高まっている。コンピュータビジョン分野においては異常検知問題として、撮影された画像を利用した機械学習による製品に発生し欠損等の検出の研究が進められ様々なアルゴリズムが考案されている。しかし、異常検知問題は整備された環境で撮影された画像が前提となる場合が殆どであり、本研究の対象は照明の変動や関連しない背景物が含まれていることが多く、一貫性の確保が困難で、適した画像の選別および加工などの前処理が必要となっている。

本研究では、画角や照明が均一化されてなく、背景物も含まれている非整備環境下で撮影された鋼構造物の屋外看板に対して、複数の異常検知アルゴリズムを適用し、背景物の映り込みに対する有効性やその精度への影響を評価する。使用する異常検知アルゴリズムは、2020年以降に発表された PatchCore^[1], FastFlow^[2]の2つのアルゴリズムを選定した。これらの学習には専門家が劣化がないと判断した屋外看板を現地で撮影した画像(以降正常画像)の800枚を使用し、ひび割れが生じている画像(以降異常画像)の前処理としてのトリミングの程度が異なるデータセットを作成した。データセットに含める異常画像は、6枚の異常画像を基にトリミング後のサイズが異なるものとし、大, 中, 小の3種のデータセットを作成した。図1はその例であり、左からオリジナルに近い背景を含む画像, 自動検出等を想定して凡その範囲を切り抜いた画像, 背景を含まず非整備環境における画像としては異常検知アルゴリズムに適した画像で、それぞれ大, 中, 小となる。



Fig.1 Comparison of Large, Medium, and Small Image Sizes

各アルゴリズムの性能は、画像での異常の有無 (image 判定), または局所的な異常の存在 (pixel 判定) を比較した。使用した評価指標は、F1score, AUROC, Precision, Recall の4つであり、これらを基に各モデルの異常検知性能を評価した。F1score は Precision と Recall のバランスを評価する指標であり, AUROC は異常検知アルゴリズムの性能の指標となる。Precision は異常を検出する際の正確さを評価し, Recall は実際に存在する異常をどれだけ検出できたかを示す。

試行の結果、画像サイズが小さくなるにつれて異常検知の精度が向上する傾向が確認された。特に FastFlow モデルでは、小サイズの画像において最も高い性能が示され、AUROC は 0.994, F1score は 0.8333 に達し、他のサイズを大きく上回る結果を得た。同様に、PatchCore モデルにおいても、小サイズの画像で最も高い性能が観察され、AUROC は 0.8821, F1score は 0.3636 となり、他のサイズに比べて優れた精度を示した。本結果は、背景や照明条件が整備されていない環境でも、異常検知が可能であることを示している。また、背景を含む場合でも、異常の程度を示すヒートマップでは pixel 単位で異常箇所付近につれて値が高くなる傾向が確認されており、背景の影響を受けながらも異常箇所を特定できる可能性が示唆された。今後は、背景の影響をより詳細に分析し、精度向上のための改善が必用である。

参考文献

- [1] Karsten Roth et al. : "Towards Total Recall in Industrial Anomaly Detection", arXiv:2106.08265v2 [cs.CV], 2022.
- [2] Jiawei Yu1 et al. : "FastFlow: Unsupervised Anomaly Detection and Localization via 2D Normalizing Flows", arXiv:2111.07677 [cs.CV], 2021.