九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

Generative Anomaly Detection Based on Self-Supervised Learning in Human Monitoring

董, 寧

https://hdl.handle.net/2324/5068232

出版情報：Kyushu University, 2022, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：

KYUSHU UNIVERSITY

（様式 2）

氏　　名　：董　寧

論 文 名　：Generative Anomaly Detection Based on Self-Supervised Learning in Human Monitoring
（人間見守りにおける自己教師付き学習に基づく生成的異常検知）

区　　分　：甲

論　文　内　容　の　要　旨

人間を見守る際に画像から異常を検知する問題は，セキュリティやモニタリングを始めとする数多くの応用例があり，重要である．この問題における異常は，大多数のデータである正常例とは異なる機構で生成されたと考えられるため，あらかじめ収集するコストが高く，すべての種類を網羅することが困難である．よってこの問題は，訓練フェーズにおいて正常例だけに基づいて検知器を構築し，テストフェーズにおいて異常を検知する，1 クラス異常検知の枠組みで扱われることが一般的である．本論文も多くの先行研究に倣い，1 クラス異常検知の枠組みにおける，画像レベルでの異常検知問題を扱う．

敵対的生成ネットワーク（GANs）など生成モデルに基づく手法は，画像データに対してエンコーダとデコーダを用い，自然に見える人工画像の生成や医療画像データにおける高精度な異常検知など，種々の大きな成功を収めた．もっともそれらの種類の手法は，本論文の対象問題に関しては，たとえばスマートフォンなどのような微小物体に基づく異常を見逃しがちであり，画像領域の組み合わせに基づく異常を検知しづらいという欠点がある．ここでの画像領域の組み合わせとは，ある画像領域中の人物が別の画像領域中にある他人の持ち物を持っている 2 領域異常や，背景画像領域で示される環境中においてある画像領域中の人物が特異な行動をとっている背景領域異常を示し，いずれも単一の領域で判断できる単一領域異常に比較して検知が困難である．一方，画像キャプショニングなどによる重要領域の自動検知に基づく手法は，微小物体に基づく異常や画像領域の組み合わせに基づく異常にもある程度有効に対処できる．もっともそれらの種類の手法は，画像領域と重要度の誤推定に弱い．本論文ではこれら 2 種類の手法を統合することで上記の欠点を高い水準で解決することを目指した．

本論文ではまず，GANs に基づく代表的な異常検知手法である Lawson らの手法と GANomaly を，自律移動ロボットやビデオカメラレコーダで撮影した人間見守りデータを用いた実験で評価・分析している．ただし，Lawson らが取り組んだパトロールロボットが作動する環境に比べてわれわれが対象とする人間見守り環境がより複雑であることを考慮し，彼らの手法において線形層を畳み込み層に置き替え，FA-GAN と名付けた．実験の結果，両手法の長短所や閾値依存性など，興味深い知見が得られた．これらの知見は，研究の次段階における基盤として有用であった．

次に，画像キャプショニングに基づく画像からの異常検知手法に，自動的に教師信号を設定する自己教師付き学習と生成モデルを導入し，領域の見逃しと重要度の誤推定に対処した．この自己教師付き学習は，マスキングした部分画像を修復することによって行われ，注意機構を用いた重要度付与の併用などにより，従来手法では対処しきれなかった重要領域ペアの全組み合わせに起因する異

常も考慮する．提案手法を，GIAD（Generative Inpainting-based Anomaly Detection：生成的画像修復に基づく異常検知）と名付けた．後に，GIAD を，識別器において敵対的学習に加え回転推定と貼付推定も行うマルチタスク学習に拡張し，検知性能の向上を目指した．拡張手法は，GIAD-MT（Generative Inpainting-based Anomaly Detection method via self-supervised Multi-Task learning：自己教師付きマルチタスク学習による生成的画像修復に基づく異常検知）と名付けた．2 種類の人間見守り用実世界データを用いた実験の結果，提案手法は，最新の自己教師付き学習に基づく異常検知手法を含む比較手法群に比べ，AUROC を 0.933 から 0.989 へ，0.911 から 0.953 へと向上した．さらなる実験により，GIAD-MT の各タスクが検知性能に関して重要な役割を果たすことも確認した．たとえば，マルチタスク学習の導入は，注意マップの改善を通して検知性能を向上させる．以上より，上記の当初目標を達成したと考える．