

背景変更による画像拡張法と畳み込みニューラルネットワーク(CNN)の転移学習を用いた工業製品の欠陥検出と可視化

永田研究室 F118054 眞鍋 星也

1. 目的

工業製品の製造過程には、熟練した検査員による検査工程が設けられている。しかし、検査員の疲労によるミスが発生や検査基準の統一が難しいなどの問題がある。そこで、このような問題に対処するために検査工程の自動化が求められている。近年、画像認識の性能で高い性能を発揮している畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を製品の欠陥検出に応用する試みがなされている。本研究では、学習済みのCNNモデルの転移学習により新たなCNNモデルを構築し、工業製品の欠陥検出と欠陥箇所の可視化を行う。さらに、背景変更による画像拡張法を新たに提案し、Grad-CAMによる可視化性能の改善を試みたので報告する。

2. 研究内容

本研究では企業から提供された工業製品の画像を実験に用いた。まず、GoogLeNetの転移学習により新たに4つのCNNを設計した。ネットワークの構造は同じであり、転移学習を行う際の共通の学習条件として、最大エポック数を30、ミニバッチサイズを32、学習率を0.0001とした。4つのCNNは、学習に用いるデータセットがそれぞれ異なる。オリジナル画像(良品100枚、不良品100枚)を用いて訓練し得られたCNNをGoogLe1、オリジナル画像に加え、製品画像を90度回転、180度回転、270度回転、垂直反転、水平反転した画像(良品600枚、不良品600枚)を用いて学習させ得られたCNNをGoogLe2、さらに製品の背景をランダムに変更した画像(良品36000枚、不良品36000枚)を用いて学習させ得られたCNNをGoogLe3とした。最後に、GoogLe2とGoogLe3の拡張法を組み合わせ、製品を1度ずつ回転させ、さらに背景をランダムに合成した画像(良品36000枚、不良品36000枚)を用いて学習させ得られたCNNをGoogLe4とした。Fig.1には、左からGoogLe1, GoogLe2, GoogLe3, GoogLe4の訓練に用いた画像の例を示す。設計したCNNの汎化性能を評価するために、訓練用のデータセットには含まれていなかった未学習のデータセット(良品20枚、不良品10枚)を用いて分類実験を行った。さらに、分類の判断根拠を視覚化可能なGrad-CAMを用いて可視化実験を行った。

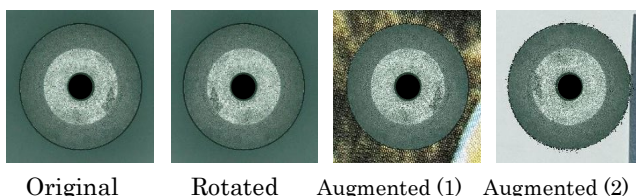


Fig. 1 Proposed augmentation methods.

3. 結果

GoogLe1では、分類実験で誤認識した画像枚数は1枚であったが、可視化時に製品以外のところや欠陥以外のところが注視されていることから性能は良くなかったと言える。次にGoogLe2では、分類実験で誤認識した画像枚数は1枚であり、可視化時にはGoogLe1と比較して欠陥領域の付近がマッピングされていた。これにより製品の回転処理は効果があることが分かった。次に、GoogLe3では、分類実験で誤認識した画像枚数が10枚とGoogLe1, GoogLe2と比較して増えたが、可視化時には欠陥付近のマッピング性能が改善されていた。これにより、背景変更によってCNNは、より製品をとらえることができるようになるという点で効果があることがわかった。最後に、製品回転と背景変更を同時に行ったGoogLe4の場合、分類実験の誤認識はなく全て正確に分類できていた。さらに、可視化時にも製品の欠陥箇所がより的確に認識され、マッピングされていた。Fig. 2には、左からGoogLe1, GoogLe2, GoogLe3, GoogLe4での可視化結果の例を示す。上段は入力画像であり、下段がGrad-CAMからの出力画像である。左上の数字は各CNNが分類したときのスコアであり、欠陥の箇所は白枠で示している。これらの結果から、製品回転による画像拡張法と背景変更による画像拡張法を組み合わせた画像拡張法は、分類性能と可視化性能の向上とともに有効であることが確認できた。

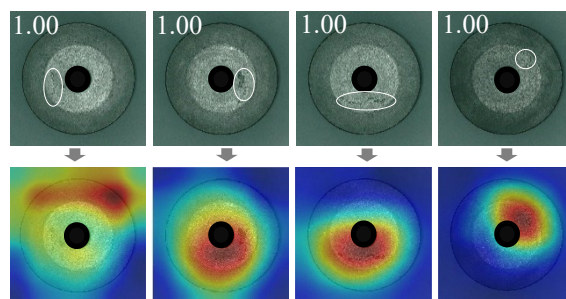


Fig. 2 Defects and visualization results.