

IoT とエッジコンピューティングによるヘルスケアおよび FA システムの研究

[研究代表者] 中條直也 (情報科学部情報科学科)
 [共同研究者] 中藤達哉 (三菱電機エンジニアリング(株))
 梶 克彦 (情報科学部情報科学科)
 内藤克浩 (情報科学部情報科学科)
 水野忠則 (情報科学部情報科学科)

研究成果の概要

製造業は国内における GDP の約 2 割を占める基幹産業である。製造物の多様化によって生産や検査の工程が増加している一方で、工場では人手不足が深刻となっている。これに対応するために FA (ファクトリーオートメーション) の研究開発が行われている。しかし、すべての工程の自動化は実現できていない。特に多品種少量生産の電子基板などでは、人手による配線を使用する製品も生産されている。このような配線は立体的な形状であり、従来の検査方法の適用は困難である。

そこで本研究では深層学習による立体的な配線の検査を研究テーマとした。深層学習では膨大な数の学習用の画像データが必要となる。このため学習用の画像データに CG モデルを用いた画像生成を利用することで学習の効率化を図った。立体的な配線に対応するために、2 方向からの撮影についても検討した。

学習用画像の作成では、3DCG モデルにアニメーションとレンダリングを用いることで、人手による撮影に比べてデータ作成時間が 1/24 に削減できた。一方、CG モデルからの画像生成だけでは十分な性能には得られなかった。また、1 方向から撮影した学習用画像でも、2 方向から撮影した場合と同等の結果が得られた。評価実験では、配線を撮影した実写画像と CG 画像を組み合わせ 11000 枚の学習データを作成し、深層学習を行って交差検証を行った。最終的に正解率 100% で配線を識別できるという結果が得られた。

研究分野：組込みシステム、FA システム

キーワード：FA システム、配線検査、立体配線、深層学習、3DCG

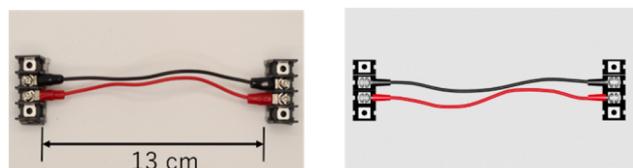
1. 研究背景

FA システム分野では、製造できる製品の多様化が進むなか、製造や検査の自動化のニーズが高まっている。大量生産される製品に対しては、専用の検査機器も開発され、自動検査が一般的である。しかし、多品種少量生産では、自動化が難しい人手による立体的な配線が用いられる場合がある。基板間の電源配線などではこのような立体的な配線が用いられることがある。このような立体的な配線では、目視による検査が行われてきた。一方、深層学習の進展により、産業分野での画像処理への応用が進んでいる [1]。

2. 研究の目的

本研究では深層学習を用いた立体的な配線の画像による検査を目的とする

対象とした正しい配線の例を示す。基礎検討として 2 本のみの配線を対象とした。(a)は配線を撮影した実写画像であり、(b)は 3DCG モデルから生成した画像である。



(a) 実写画像 (b) CG画像

図1 対象とした配線

これに対して識別対象とした誤配線を図 2 に示す。(a)断線、(b)間違った配線、(c)配線の外れ、(d)ねじれ、(e)かぶせを象とした。特に(e)は1方向からでは検査では難しいと考えられる。

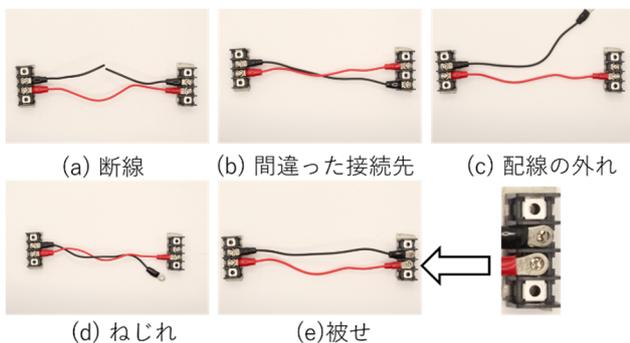


図2 誤配線の種類

3 研究の方法

想定した立体的な配線に対して、深層学習で配線の識別を実施する。研究項目として以下の3つを設定した。

- (1) 深層学習で必要となる学習データ作成の効率化
- (2) 立体的な配線に対する2方向画像の必要性の検討
- (3) 立体的な配線に対する識別性能の評価

学習データ作成の効率化に関して、配線を撮影した実写画像と3DCGモデルからレンダリングで作成したCG画像の作成時間を比較した。3DCGモデルからMayaのアニメーション機能を用いて、ねじれなど多様な配線を自動生成できるようにした。1000枚の画像作成において、CGモデルのアニメーションからのレンダリングで、人手の作業時間を1/24に削減できることが分かった。

また、(1)実写画像90枚とCG画像300枚、(2)CG画像390枚の、2種類の学習データを用い、Keras[2]による深層学習と交差検証を行った。その結果、(1)では正解率100%となった。一方、(2)のCG画像のみでは正解率87%となり、十分な性能が得られなかった。

立体的な配線に対する2方向からの画像の必要性の検討に関しては、上方からのみの単体画像と、2方向からの画像を組み合わせた複合画像の、2種類の画像データ500枚を用意し比較した(図3参照)。400枚の画像を用いて学習し、100枚の画像を用いた交差検証を行った。その結果、両者とも正解率100%となった。本研究に関しては1方向からの学習用画像で十分であることが分かった。

以上の予備実験の結果を参考にして、学習用画像を増やして評価実験を行った。実写画像3000枚CG画像8000枚

の計11000枚を用意した。内訳は正配線50%、誤配線50%である。検証用に200枚の実写画像を用いて交差検証を行った。その結果、正解率、適合率、再現率、F値すべて100%という結果が得られた。誤検出、未検出はなかった。

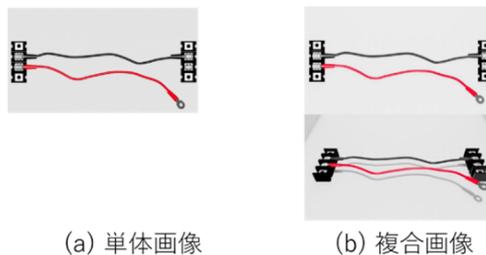


図3 立体的な配線のための学習画像

4.研究成果

深層学習用の学習データ作成では、CGモデルによるアニメーションとレンダリングで画像データ生成の効率化を行った。人間での画像データ撮影に比べて作業時間が1/24に削減できた。なおCG画像のみでの深層学習では十分な結果が得られなかった。

また、上からの1方向の学習用画像データのみで、2方向からの学習用画像と同等の結果が得られた。

評価実験として11000枚の学習データを用いて深層学習を行って検証を行ったところ、正解率100%、誤検出、未検出は0%となり、全ての配線画像を正しく識別できることが分かった。

今後の課題としては、配線の本数を増やすなど、より実環境に近づけた環境での検証がある。

5.本研究に関する発表

田中颯,他: 立体的な配線における接続間違い,端子外れ,断線の検査の検討,第85回情報処理学会全国大会,4J-03,2023.

参考文献

- [1] Krizhevsky Alex, Ilya Sutskever, and Geoffrey E. Hinton: Imagenet classification with deep convolutional neural networks, Communications of the ACM 60.6, pp. 84-90, 2017.
- [2] Gulli Antonio and Sujit Pal: Deep learning with Keras, Packt Publishing Ltd., 2017.