

深層学習による傷が付いているプリント配線板画像の 2 値化に関する研究

1190361 早川 晋矢

【 画像情報工学研究室 】

1 はじめに

多層基板解析の際、基板を上部から除膜し、プリント配線板 (PWB) の画像を撮影して 2 値化を行う。しかし、除膜の際に傷や汚れが付着する為、一般的に 2 値化で使用する大津の 2 値化だけでは元のきれいなパターンを復元することが難しく、人の手で行うのが現状である。

この問題に対して、深層学習により PWB 撮影画像のパターンを推定することで 2 値画像の自動生成を行い、基板解析の効率化を計ることを考えた。

2 2 値画像の要求水準

基板解析は回路図作成と CAD データ作成を目的とする。回路図作成は領域の接続関係が重要で、2 値画像に断線や短絡がないことが要求される。CAD データ作成は配線の太さや円のサイズなど、パターンの正しさも重要で、上記に加えて 2 値分類の正解率が要求される。

3 PWB 撮影画像の特徴

図 1 の様に PWB 撮影画像には傷や汚れが多数付着しており、仮に大津の 2 値化をした際に、接続関係を狂わせ断線を生み出す要因となっている。また擦れたような歪みによって、配線の太さなどのパターンを構成するのに必要なきれいな境界を構成することができない。

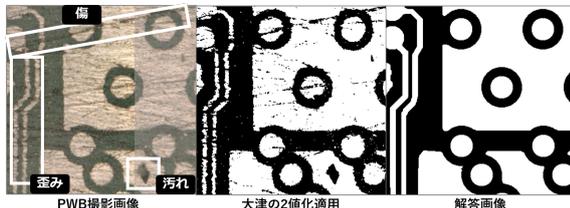


図 1 PWB 撮影画像特徴

4 提案手法

本研究は汚れた劣化文書の 2 値分類にも用いられ [1], 欠損値の復元に強いエンコーダデコーダモデルのネットワークによる 2 値分類手法を提案する。ネットワーク構造を図 2 に示す。16 層の畳み込みで構成され、最終層の出力を画素が白である確率とし、閾値 0.5 で判定する。

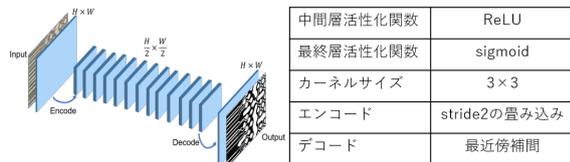


図 2 提案ネットワークの全体図

5 学習方法

学習の際、損失関数には 2 値分類で一般的な cross entropy を、最適化には Adam を使用し、過学習防止の為 Batch Normalization を使用した。畳み込み層ではゼロパディングが使われることが多いが、ゼロパディング

を用いると入力画像の外縁部では畳み込みの窓が入力画像の外に出る為、本来存在するはずの配線パターンがゼロに置き換わってしまう。これによって推定精度が落ちてしまうことが懸念される為、ゼロパディングを使わない構成とした。実際に別モデルでゼロパディングを使わないことで正解率が 0.03% 向上する結果を得た。

データセットは 24576 × 19608 の PWB 撮影画像 1 枚を、上下と左右で 4 つに分割し、1 つをテスト用、残りの 3 つを学習用として 4 セット作成する手法をとる。2 値出力として 640 × 480 を得る為に畳み込みによる出力サイズの縮小を考慮して 696 × 536 で切り取る。stride は 640 × 480 として、出力 2 値画像が連続するタイル状に並ぶようにした。テストデータと重なりが生じた学習データを除き、セット当たり学習用 1100 枚、テスト用 380 枚とした。テストデータの位置を固めたのは、短絡・断線判定時にデータセット毎のテストデータを結合し、外縁部を減らすことで誤検出を減らす為である。

6 実験結果

表 1 はテストデータの 2 値分類の正解率が一番高い学習結果を採用し、4 つのデータセットで平均したものである。また単純な 3 層畳み込みと 12 層畳み込みのネットワークによる結果も記載する。3 層畳み込みのみ最終出力 1 画素の視野を、12 層畳み込みと揃える為カーネルサイズが 9 × 9 であり、他は提案手法と同じである。図 3 は図 1 の PWB 撮影画像の各手法出力である。

手法	正解率	短絡	断線
エンコーダモデル	98.039%	8	15.75
3 層畳み込みネット	97.767%	32.75	74.25
12 層畳み込みネット	97.634%	25.75	34.25
大津の 2 値化	95.654%	2.75	6331.5

表 1 手法ごとの評価

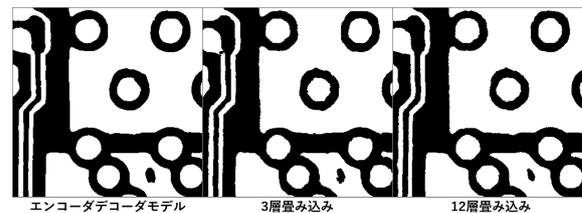


図 3 PWB 撮影画像特徴

7 まとめ

深層学習を用いた、PWB 撮影画像の 2 値画像自動生成について検討した結果、約 98% の正解率を示した。短絡・断線についても大津の 2 値化と比べ少なく、また実際に業務の効率化につながっている。しかし単純な画素毎の 2 値分類は限界を感じ、次の手法を検討していく。

参考文献

- [1] J. Calvo-Zaragoza, A. Gallego: "A selectional auto-encoder approach for document image binarization", in Pattern Recognition, **86**, p.34-47, (2019).