

主観に基づくチップ抵抗器捺印文字の自動品質評価

2J-8

○小林文朗, 斎藤 守, 中村 納, 南 敏

工学院大学

1. はじめに

チップ抵抗器は縦1.25mm, 横2.0mm程度の非常に微小な抵抗器(図1参照)であり, 近年の電子機器の小型化にともないその需要が増大している。この抵抗器の表面には抵抗値を示す数字がガラスペーストで印刷されている。現在, この文字の品質検査は熟練した検査員の目視により行われている。しかし, 目視による外観検査には, 検査員の疲労, 検査員の主観の違いによる検査基準の不均一といった問題あり, 生産コストの低減といった観点からも検査の自動化が強く望まれている。

本報告では, 検査員の評価基準を反映した評価基準をルール化することにより, より人間の主観に近い品質評価を行う手法に関する検討について報告する。



図1 チップ抵抗器

2. 評価対象とする欠陥

本手法では捺印文字に発生する欠陥を“捺印無し”, “欠け”, “かすれ”, “にじみ”, “文字かかり”の5種類に分類している。このうち“捺印無し”, “文字かかり”の欠陥は文字の切り出し処理において検出するものとして, 本報告ではそれぞれの文字に発生する“欠け”, “かすれ”, “にじみ”の欠陥から文字の品質を評価する手法について検討する。

3. 欠陥部の抽出法

本手法ではまず, チップ抵抗器の表面を縦480画素, 横512画素, 白黒256階調で入力する。入力された画像に対し2値化を施し, 白画素に着目した周辺分布を用いて文字の切り出し座標を決定し, それぞれの文字を入力画像から切り出す。この段階で“文字掛かり”, “捺印無し”の検出を行う。

切り出した文字に対し2値化を施す(このとき“かすれ”の欠陥は“欠け”と同じ状態となった部分とし,

以下“欠け”の欠陥として扱う)。検査文字とあらかじめ作成しておいた標準的な文字を最適な位置で重ね合わせ, その画像において検査文字に存在し, 標準文字に存在しない部分を“にじみ”欠陥, 標準文字に存在し, 検査文字に存在しない部分を“かけ”欠陥として抽出する。

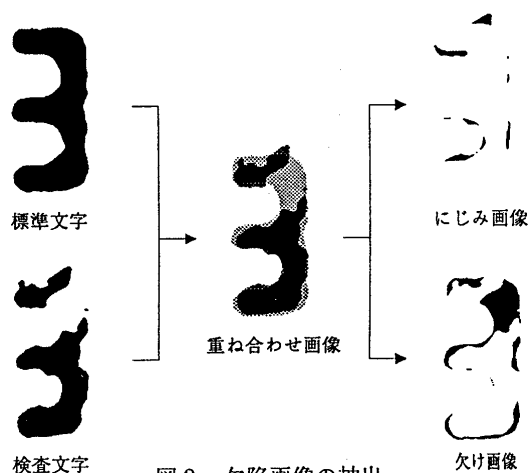


図2 欠陥画像の抽出

4. 評価基準のルール化

検査員の良品と不良品との判定基準は, 「文字が読め, 誤読の恐れがない」という人間の主観に依った非常に曖昧なものである。現在, 検査員には上記の原則に従った良品限度見本と判定の目安が示されている。この判定の目安は, 文字を構成する線分や, 線分により形成されるくぼみ等に注目したものである。

本手法では, 品質評価ルールに検査員の主観を反映させるために, 検査文字のある特定の欠陥毎にその欠陥を表現するルールを作成する。このルールの一つひとつを“単位ルール”と呼ぶ。

“単位ルール”は大きく2種類に区別できる。一方は文字自身の品質を評価するルールである。これは, それぞれの文字を構成する線分やくぼみの領域に発生する“欠け”や“にじみ”が, 文字自体の品質を著しく劣化させる場合を不良品とするものである。もう一方は, 文字が他の文字と読み間違える程度を評価するルールである。これは, 文字に発生する“かけ”や“にじみ”が他の文字と読み間違えるように発生した場合を不良品とするものである。

こうした基準により作成される単位ルールは、ある検査文字に対して、そのルールが着目する領域と、その領域が、単位ルールの表現している欠陥に対して持っている影響度により記述される。

4.1 注目領域の設定

注目領域は、検査文字の欠陥に対する影響度が等しく、同様の性質を持つ領域を矩形によって表現したもので、標準文字に対し、設定した単位ルールに従って、欠け画像に対する注目領域と、にじみ画像に対する注目領域をそれぞれ設定する。

1) の評価基準に基づく単位ルールの注目領域は、良品限度見本が示している線分、または領域を囲むように設定する。また、2) の評価基準に基づく単位ルールの注目領域は、標準文字同士を重ね合わせた時に発生する“欠け”、“にじみ”部分を注目領域の候補としその領域を囲むように設定する。

4.2 変換関数の設定

ある注目領域に発生した欠陥の、検査文字の品質に対する影響度は単位ルール毎に異なっている。例えば「ある特定の注目領域における欠陥は、“a”の単位ルールが表現する欠陥に対しては、その影響が大きい、“b”の単位ルールが表現する欠陥に対しては、影響が小さい。」といったことが起こる。このような注目領域の影響度の違いを表現するために、影響の度合いが、大きい、中くらい、小さいという3つの変換関数を設定した。この変換関数を単位ルールに記述してある影響度に従って選択し、注目領域から抽出した欠陥を主観的な大きさに変換する。

5. 品質評価処理

抽出した“欠け画像”と“にじみ画像”に対し設定した注目領域座標内に存在する黒画素数を計数する。この画素数を注目領域が取り得る最大の欠陥画素数で正規化したものを物理的欠陥度(P)と定義する。ここで最大欠陥可能画素数とは、“欠け”の場合、標準文字画像における注目矩形座標内の黒画素数であり、“にじみ”の場合、標準文字画像における注目矩形座標内の白画素数である。

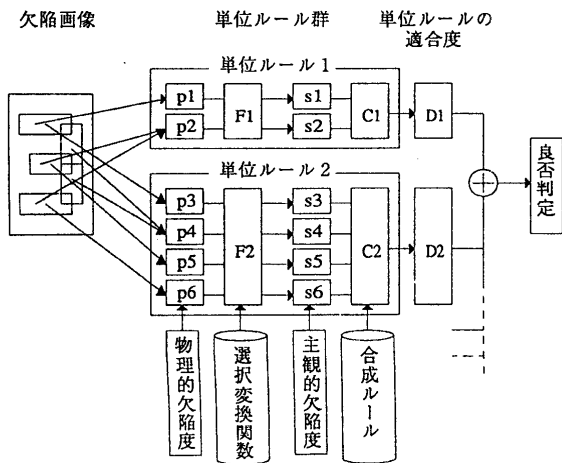


図3 品質評価処理の流れ

得られた物理的欠陥度は単位ルールの設定する変換関数により変換し主観的欠陥度(S)を算出する。単位ルールの適合度は、一つの注目領域で構成されている場合は、その注目領域の主観的欠陥度を取り、単位ルールが複数の注目領域によって構成されている場合は、主観的欠陥度のユークリッド距離をとる。検査文字の総合評価値D_iは、検査文字に設定してある単位ルールの適合度の最大値とする(図3参照)。総合評価値は0に近いものほど品質が高く、総合評価値が大きくなるに従って品質は低くなる。最終的な良品と不良品との判定は、しきい値を1.0とし、しきい値より大きな総合評価値をとるものを不良品とする。

6. 実験結果

予め良否の分かっている良品文字960文字、不良品文字29文字を用いて、良否識別実験を行った。この結果、良品では95.1%、不良品では100%、合計で95.2%の正識別率が得られ本手法の高い識別能力が確認できた。実験結果を表1に示す。

実験結果より、不良品に対しては100%の正識別率が得られた。また良品文字に関しても良好な結果が得られている。良品文字を誤識別にした例について調査した結果実際はかなり品質が低いものが多く含まれており、実用上の影響は小さいものと考えらる。

表1 良否識別実験結果

	良品文字	不良品文字	計
検査文字数	960	29	989
正識別文字数	913	29	942
誤識別文字数	47	0	47
正識別率	95.1%	100%	95.2%

7. まとめ

本報告で、著者らはチップ抵抗器に捺印されている微小文字の品質評価を自動化する手法に対する検討について述べた。本手法により良否識別実験を行い94.4%の正識別率を得た。この結果から1) 注目領域による欠陥領域の抽出、2) 検査員の主観を反映した特定の欠陥に対する評価ルール群、を用いる本手法が品質の低い文字の品質検査に有効であることを確認した。本手法は比較的構造の単純な文字、例えばアルファベットといった文字の品質評価にも応用できると考えられる。また、今後の課題として

- 1) 評価ルールの簡易化
 - 2) 品質評価ルールの自動生成
- について検討を行っていく予定である。

参考文献

- 1) 沼上, 中村, 南: "チップ抵抗器捺印文字の品質検査", テレビジョン学会研究会技術報告, IPCV-12, pp.31-36 (1991).
- 2) 小林, 沼上, 中村, 南: "文字種間の相違に着目したチップ抵抗器捺印文字の品質評価法に関する検討", 信学春季全大, D-552(1992).