

曖昧さを含んだ目視検査の自動化技術に関する研究（第2報）

－ 工業製品の目視検査と HLAC 特徴 －

大高 理秀* 富長 博*

1. はじめに

県内の機械部品やプリント基板の製造現場では、製品の品質向上のために検査員による目視検査が行われているが、一方では、海外や地域間の価格競争に打ち勝つために、さらなる自動化が求められている。

代表的な目視検査として外観検査があるが、キズの有無などの検査では、良・不良の判断に幅があるため事前に判定データを準備できないことが多い。また、従来のテンプレート・マッチング等による画像認識が難しいことから、自動化が遅れている。このため、曖昧な判断要素を含んだ目視検査を自動化するためには、新たな手法の開発と適応が必要である。

2. 目的

従来の画像認識装置では、判定条件として、形状や寸法等の明確な基準が必要である。このため、面積と長さなどを複合的に判断する場合や、「多い」・「少ない」などの曖昧な条件の場合には基準の数値化が難しく、また数値化に時間を要するため、多品種少量、短納期、サイクルが短い工業製品では、自動検査装置が導入できない場合が多い。

本研究では、画像の認識に統計的手法を用いることにより、判定基準を数値化しなくても（または、判定基準が曖昧であっても）判定結果が得られる画像認識技術について研究を実施する。統計的手法は、主に画像データからの特徴抽出と統計処理による学習で構成されるが、本研究では、工業製品に適した特徴抽出法と学習法について研究するとともに、従来の画像処理技術との組合せによる曖昧さを含んだ画像認識アルゴリズムを開発することを目的とする。

3. 実験方法

3.1 高次局所自己相関特徴

高次局所自己相関 (HLAC) 特徴は、独立行政法人 産業技術研究所の研究成果である。この HLAC 特徴パターン (図1) を利用し、参照点まわりの 3×3 画素の特徴パターンに対応した画素の値の積和を計算する。全領域についてスキャンニングし特徴量を求める。各サンプルの特徴量とサンプル名との相関関係を求め関係式を決定する。この関係式を未知データに対し、使用して画像認識を行う。

HLAC の特徴の一つは、位置普遍性である。画像の位置が変わっても特徴量は変化しない。もう1つの特徴は、画面加法性が成り立つ。画像を追加した場合、画像全体の特徴量は、それぞれの画像の特徴を足すことで求まる。

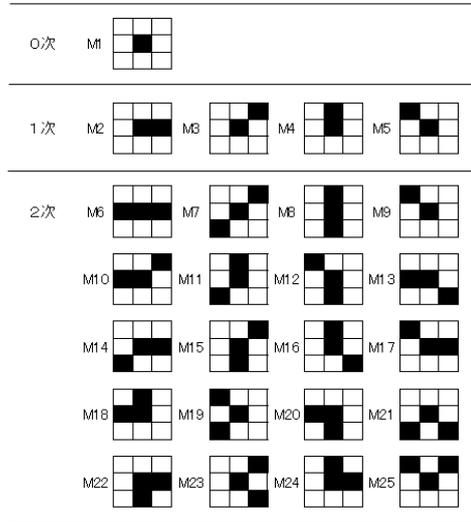


図1 高次局所自己相関 (HLAC) 特徴パターン

3.2 製品の判別

生産現場では、一部仕様の違う製品を生産しているため、混入しないようにしなければならない。同系製品 (図2) の目視判別は非常に難しいため、画像処理による判別が求められている。図2の製品A・Bは、リングから出ているアームの角度・長さが違う。また穴加工の前後の製品も判別する必要がある。

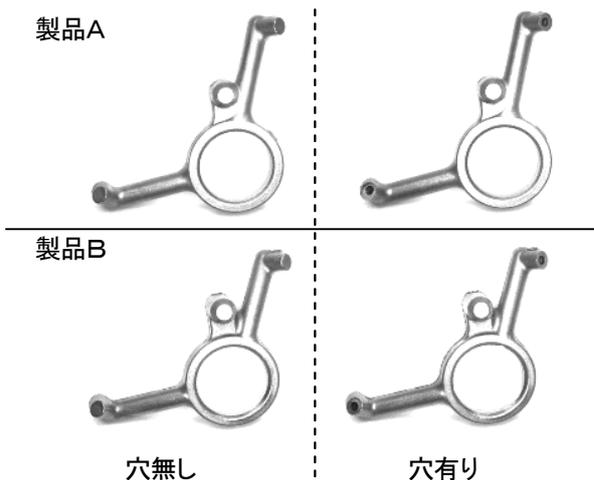


図2 同系製品

製品A・Bの2種類の判別と穴加工の有・無を含めた4種類の判別について、HLAC 特徴と判別分析を用いて実験を行った。画像処理の手法は、取得画像からエッジ処理を行い、HLAC 特徴を抽出する。既知の HLAC 特徴を学習させて、未知の HLAC 特徴から製品の判別を行う。画像取得条件として製品の回転方向を拘束した

*技術基盤部門

時の判別結果を図 3 に示す。製品の回転方向を拘束しない時の判別結果を図 4 に示す。

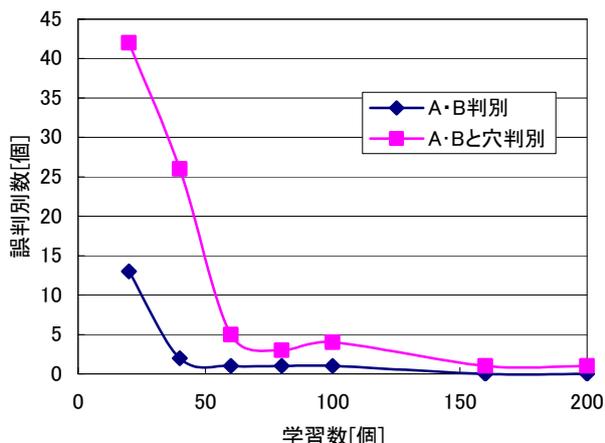


図 3 製品の判別結果 (回転拘束)

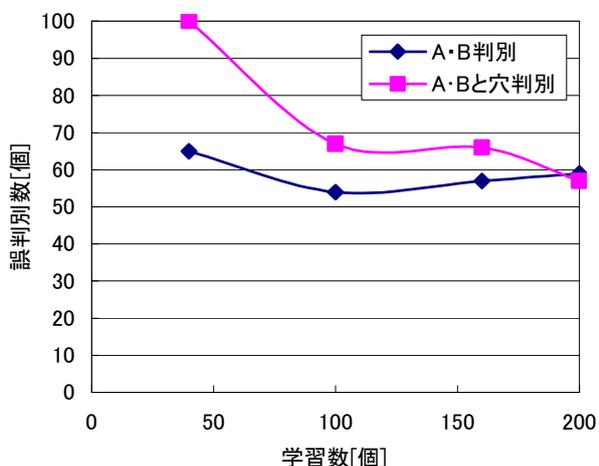


図 4 製品の判別結果 (回転あり)

図 3 より、ある程度学習が進めば、製品の判別が可能であることが分かった。これは HLAC の位置普遍性という特徴を表している。但し、穴加工の部分は全体の画像に対する穴部分の画像が小さいため、HLAC 特徴の変化が小さく、全てを学習させても誤判別が発生した。また、製品画像が回転する場合は、図 4 のようにいくら学習をしても誤判別が減らないことが分かった。これは、HLAC 特徴が画像回転により全く違う値を示すからである。今回製品の特徴 (アームの角度・長さ) を数値化することなく、製品の判別が可能となった。しかし、HLAC 特徴を使用する場合、製品の回転の拘束と、特徴を抽出する領域が重要となる。

3.3 製品の傷検査

企業の検査で多いのが、傷や汚れの有無を検査する外観検査である。外観検査として図 5 のような基板の傷検査を行った。この基板は、不規則な模様の上に傷が発生するため従来の画像処理のパターンマッチングでは検査ができない。今回は、次のような方法で検査を試みた。

- ① 検査部分を切り出す。

- ② エッジ処理を行う。
- ③ HLAC 特徴をあるエリア毎に抽出する。
- ④ HLAC 特徴を主成分分析して、良品の基板と比較検査する。

検査結果を図 6 に示す。検査結果は不良のあるエリアを塗りつぶして表示している。不良の基準 (傷の大きさ・数) を数値化することなく検査可能なことが分かった。検査の精度に関して、画像処理による前処理と HLAC 特徴を抽出するエリアの大きさが重要であり、検査対象により変更する必要がある。



図 5 基板

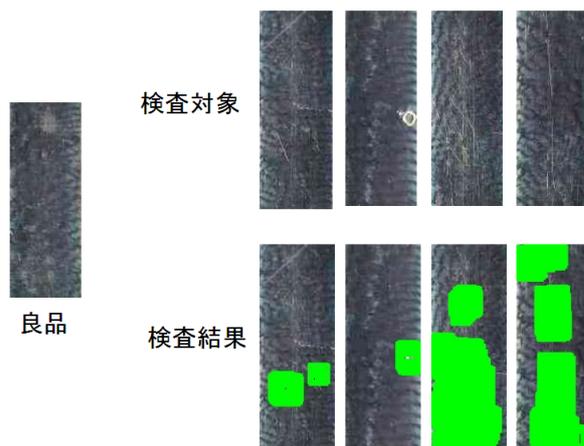


図 6 HLAC 特徴による検査結果

4. まとめ

従来の画像処理と HLAC 特徴+統計処理を組み合わせることで検査の基準を数値化することなく検査可能なことが分かった。検査対象により、従来画像処理による前処理や HLAC 特徴抽出エリアの工夫をすることで、今まで難しかった検査が可能になる。今後も、様々なサンプルに適用して、目視検査の自動化技術を検討する。

謝辞

本研究において、実験方法や HLAC 特徴・統計処理についてご指導いただいた独立行政法人産業技術研究所フェロー大津展之氏に深謝いたします。

参考文献

- 1) 大津, 栗田, 関田, パターン認識, 朝倉書店, 1996.
- 2) 茨城県工業技術センター研究報告書 第 35 号