

画像処理による検品アシストシステムに関する研究

Research on part inspection support system using image processing

D-11 田淵 雅陽[†] 高橋 正信[†] 中山 升太[†] 石垣 恒雄[†] 渋谷 敬一[‡]

Masahiro Tabuchi Masanobu Takahashi Shota Nakayama Tsuneo Ishigaki Keiichi Shibuya

[†]芝浦工業大学

[‡]株式会社ワイエス工業所

[†]Shibaura Institute of Technology

[‡]YS Industries Co., Ltd.

1. 背景・目的

検品(外観検査)とは部品表面にあるキズや欠陥を検査することである。小型金属部品を製造する株式会社ワイエス工業所では、図1の検査箇所を拡大鏡や顕微鏡カメラを用いて目視によりおこなっている。当該箇所の検査時間は1個当たり約20秒で、人手(コスト)がかかる。また、検査精度が検査員の能力に依存し長時間作業も難しい。本研究の最終目的は部品の検品を支援するシステムを実現し、検査時間の短縮と精度向上を実現することである。そのために、画像処理によりキズを自動検出する機能の実現を目的とした。

2. 手法

2.1 撮影機材

顕微鏡カメラ(1600×1200画素、サンワサプライ(株)、400-CAM056)を光学定盤に固定し、撮影を行う。照明はカメラ付属のLEDライトに拡散板を当てて使用した。

2.2 円環部の長方形画像への変換

本研究では、部品の円環部分(図1黄色破線)にあるキズ、特に内側へ飛び出したキズを検出する。そこで、円環部を部品中央を原点とした円柱座標で表現し、 $R \pm \Delta R$ の範囲について横軸 θ 、縦軸 r として変換し、長方形画像とする(図3上)。なお、長方形画像の1画素は約 $6\mu\text{m}$ に相当する。

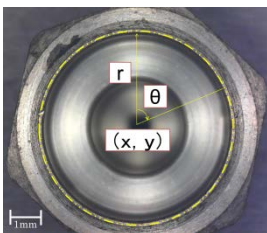


図1 部品検査箇所

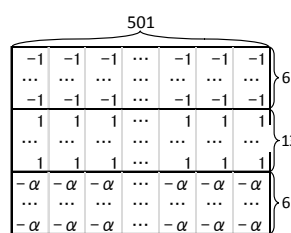


図2 フィルタイメージ

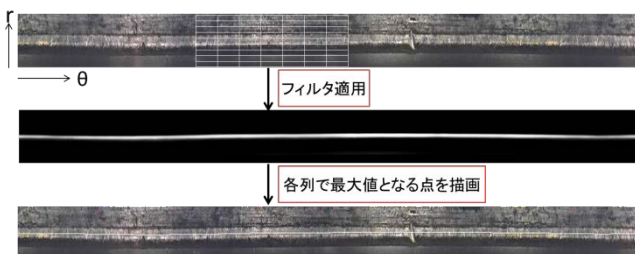


図3 上：長方形画像，中：フィルタ出力，下：中心線

2.3 中心線検出

図2のフィルタを用いて円環部の中心線を検出する。フィルタの係数1の行は円環部の上下方向の幅に対応する。円環部の上下は円環部より暗いため、そこに掛ける係数を負にすることで、円環部の中心でフィルタ出力が最大となる。そこで、各列についてフィルタ出力最大の画素を中心線として抽出する。なお、 α は円

環部上下の明るさの違いを補正する係数であり、自動的に最適化される。(図3)。

2.4 特徴量算出, キズ検出

特徴量を6個算出する。図4は中心線のうち黄色い画素に注目した場合である。Aは中心線から3画素下左右と4画素下左右の計6画素の平均画素値。D4は円環部境界から4画素下の画素値。D5, D6, D7はそれぞれ円環部境界から5, 6, 7画素下の画素値である。

特徴量1はA-D4(又はD5, D6, D7)で、キズでAが小さく(暗く)D4(又はD5, D6, D7)が大きくなる(明るく)すると減少する。特徴量2はA-A平均(周辺500画素のAの平均値)で、キズでAが局所的に小さくなると減少する。なお、明るさ変動へのロバスト性を高めるため、キズと判定する閾値はA平均に比例させる。特徴量3はD4-D4平均(周辺のD4の平均)で、キズで局所的に画素値が大きくなると増加。特徴量4, 特徴量5, 特徴量6は特徴量3と同様で、D5, D6, D7に対応するものである。

特徴量1, 2はキズで円環部が暗くなった位置を検出し、キズの可能性を示唆する。最も重要な内側へ飛び出すキズは特徴量3, 4, 5, 6を用いて検出し、検出した特徴量によりキズの大きさの度合いを判断する。

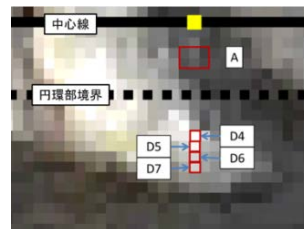


図4 特徴量算出

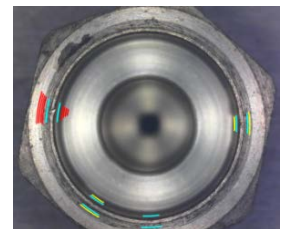


図5 検出結果表示

2.5 キズ検出結果の部品画像への提示

キズ検出で得られた結果を部品画像に書き加える処理を実現した(図5)。円環部に近い方から特徴量1(シアン), 特徴量2(黄), 特徴量3, 4, 5, 6(赤)によりキズと判定された位置である。これにより視認性の向上, 検査時間の短縮および検査員の負担低減が期待できる。

3. 実験結果

内側へ飛び出すキズを自動検出する実験をおこなった。自動検出したものがキズかどうかの最終確認は目視でおこなった。キズのある部品71個に対して実験をおこなったところ、85箇所がキズ(24 μm 以上内側に飛び出し)として検出された。このうち検出すべきキズは82箇所、誤検出は3箇所であった。誤検出の主な原因は、小さな凹みにより明るくなった部分をキズと誤認識したことであった。今後の課題としてキズのより正確な定義, キズ検出精度の向上が挙げられる。

本研究はさいたま市研究開発人材高度化タスクフォース事業(さいたま市産業創造財団)として実施した。