

加工部の抽出にグラフカットを用いた円形加工における不良品判別法

A Method for Identifying Defects in Circular Machining Products Using Graph Cuts for Extraction of Machining Parts

垣内 悠人[†] 大坪 樹[‡] 宮田 統馬[†]

Yuto Kakiuchi[†] Tatsuki Otsubo[‡] Toma Miyata[†]

[†] サレジオ工業高等専門学校

[‡] 長崎大学大学院工学研究科

[†] Salesian Polytechnic

[‡] Graduate School of Engineering, Nagasaki University

1. はじめに

金属に対してドリルによる穴あけ加工を実施した際に、工具の摩耗などにより、加工穴に歪みやバリのある不良品が発生することがある[1]。そのため、出荷前の外観検査にて不良品を検出することが必要となる。先行研究[2]では、画像処理を用いた、CFRP にドリルで円形穴あけ加工した際の不良品判定法が提案された。この方法は、良品は真円に近く、不良品になるほど輪郭に歪みが発生することに着目し、加工穴の中心から輪郭までの距離のばらつきにより不良品判別を行い、また、加工穴が貫通した部材部分表面の傷などの表面欠損が無い対象に対しては有効であった。一方で、加工穴中に切り屑が残るような非貫通穴及び、部材部分に表面欠損のある対象に対しては判別を行えない場合があった。本研究では、領域分割にグラフカットを導入することで、非貫通穴及び、部材部分に表面欠損のある対象に対応可能な手法を提案する。

2. グラフカットを用いた領域の自動抽出と不良品判別法

領域の抽出に用いるグラフカットは、画像の各ピクセルが、背景・前景のどちらかに明度が似ているか、そして、隣接するピクセル間とのコントラストの差を基準に領域分割を行う。この分割法は、前景と背景をあらかじめ指定する必要があるが、本稿では以下のように領域指定の自動化を行う。

まず、マイクロスコープにより加工部を撮影し、取得した画像のグレースケール化及び二値化を行う。部材部分に存在する表面欠損の影響を減らすため、収縮膨張処理を施し、ソーベルフィルタを用いて輪郭を抽出する。このように前処理を行った画像に対して、グラフカットにより、部材と加工穴部分を領域分割する。図 1 の左側と右側にそれぞれ原画像と前処理後の画像を示す。

前処理を行い抽出した輪郭に対して、最小二乗中心法[2]を用いて、加工穴の中心と半径の算出を行う。前景となる加工穴部分の領域は、算出した加工穴の中心を基準とした円形の領域とし、その半径より小さくなるように設定する。また、背景とする部材部分の領域指定は、加工穴部分に掛からないように画像の外周とする。図 2 に、左側の前処理を行った画像に領域指定を行った様子に対し、グラフカットの実行結果を右側の画像に示す。図 2 より明らかなように、加工穴中央部に存在する切り屑に影響されずに加工穴部分を抽出できていることが確認できる。

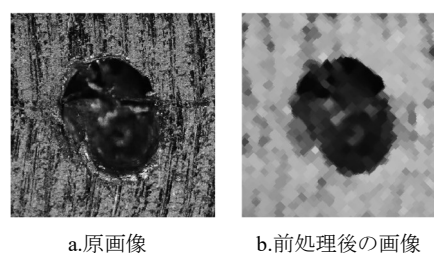


図 1 原画像に対して前処理を行った様子

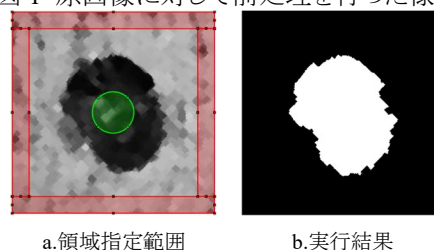


図 2 領域指定範囲とグラフカット実行結果

次に、以下に示す従来法[2]と同様な方法により不良品の判別を行う。得られた画像に対して、再度、前述の方法により、加工穴の輪郭抽出と中心の算出を行う。中心から輪郭までの距離のばらつきにより不良品判別をするために、極座標変換を行い、中心から輪郭までの距離を全周にわたり算出する。ただし、変換後のデータは角度が等間隔でないため、等間隔のデータに変換する。得られた距離の値を用いて標準偏差を算出し、閾値により、加工穴の不良品判別を行う。

3. 実験結果

ここでは、提案法の有効性の検証を行う。アルファーマージュ株式会社製のマイクロスコープ DIM-03 を用いて、解像度 1280×720pixel で撮影された画像を良品・不良品それぞれ 4 枚ずつ、合計 8 枚使用した。その結果、良品と不良品それぞれの標準偏差の平均は、良品では 4.5234pixel、不良品では 23.143pixel となり、良品と不良品の数値が離れていることが分かる。ゆえに、提案法を用いることで、非貫通穴の加工穴や部材部分に表面欠損のある特徴を持つ対象に対しても、不良品判別を行えることを確認した。

参考文献

- [1]キュリアス精機株式会社, “複雑微細穴明け加工プロセスの最適化,” 科学技術コーディネート事業「育成試験」成果発表会, 2012
- [2] 垣内悠人, “CFRP のドリル加工における不良品判定法に関する研究,” サレジオ高専 2020 年度卒業論文, 2021