

面型 LED 照明を用いた塗装表面検査システムに関する検討

山本 匠[†] 竹川 周吾[†]
山田 宗男[†] 内田 敦^{††}
[†] 名城大学理工学部

久田 勇貴[†] 中野 倫明[†]
大仲 幸司^{††} 室山 智志^{††}
^{††} 内浜化成株式会社

1. はじめに

車体部品の製造工場においては、製品の品質を保証するために、キズや塗装ムラなどの欠陥検査が行われている。検査方法としては、微細な欠陥に対応すべく、目視検査に頼らざるを得ない状況であるが、欠陥の判定が検査員の主観評価となっている点や、疲労の蓄積により検査精度が維持できないことが課題となっている[1]。

そこで本検討では車体部品の欠陥に対して客観的な評価を行うことと検査精度の維持を目的とし、検査員の目視検査に近い撮影系において画像を撮像し、画像処理を施すことによって、車体部品における塗装表面の欠陥検出を行う自動検査システムの構築に関する検討を行った。

2. 塗装表面検査システムの構築

2.1 システム概要

本検討では、車体部品を設置した検査台を移動制御することにより撮像範囲を変更し、車体部品全体に対して欠陥検出を自動で行うことが可能なシステムを構築した。

図 1 に示すように、LED 照明を用いて車体部品の塗装表面に対して 2 次元的に光を均一に照射し、産業用カメラ (The Imaging Source 社製 DMK24UP031) により塗装表面の画像 (2592×1944) を撮像し、画像処理を施すことで欠陥を検出する。カメラと照明の設置角度については車体部品に対して、それぞれ 45° の角度で対向して設置した。制御用 PC (OS: Windows7 64 ビット, CPU: Intel Core i5 3.20GHz, メモリ: 24GB) と USB 接続されたデジタル入出力デバイス (CONTEC 社製 DIO-8/8(USB)GY) からシーケンサ (三菱電機社製 FX3G-60M) によって電動シリンダ (IAI 社製 SSEL RCS2) を移動制御することで、検査台が任意のピッチで移動可能とする。これにより検査領域を変更し、車体部品全体に対して欠陥検出を行う (図 2)。このシステムでは、200 μ m 程度の欠陥を検出でき、1 部品あたり約 22 秒で検査を行うことができる。

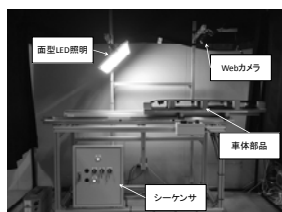


図 1 システム外観

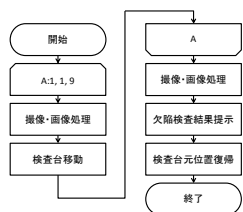


図 2 塗装表面検査手順

2.2 画像処理による欠陥検出

検査対象である塗装表面に LED 照明による光が照射されると、欠陥が存在しない部分では光が正反射し、欠陥が存在する部分では乱反射する。欠陥検出については、前述した欠陥の有無で濃度値が異なる性質を利用する。

画像処理の内容を以下に示す。

- ① 塗装表面の画像を 1 ピッチあたり 6 枚取得し、加算平均処理を行うことで、カメラの熱雑音による影響を抑制する。
- ② 二値化処理により、欠陥抽出を行う。
- ③ 黒色領域 (背景・欠陥領域) に対してモルホロジー処理 (膨張処理: 10 回, 収縮処理 10 回) を行うことで、ノイズを軽減する。
- ④ ラベリング処理を行い、領域画素数に基づいてノイズを除去すると共に、欠陥の座標を取得する。(欠陥として扱う画素数は 2 画素以上とした)。
- ⑤ ラベリング処理により取得した欠陥画素座標を用いて、車体部品全体における欠陥位置を呈示する。

3. 欠陥検査精度検証実験

本検討システムの欠陥検出精度について検証するために、スライドレールカバー全 10 色のサンプルに対して塗装表面欠陥検査を行った。その結果を以下の図 3 に示す (検出率 = $1 - (\text{未検出欠陥数} + \text{誤検出欠陥数}) / \text{目視欠陥数} \times 100$)。ここで、目視欠陥数は、目視により確認されたスライドレールカバー表面に存在する欠陥数である。

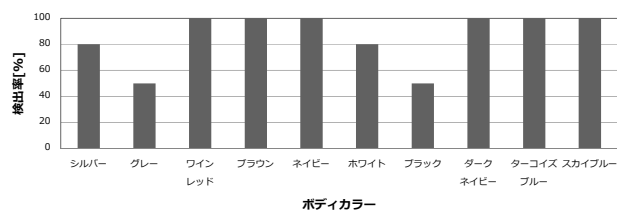


図 3 塗装表面検査結果グラフ

この結果より、平均検出率が 90[%] と高い精度で欠陥を検出できることが確認された。また、誤検出はすべての場合において確認されず、本提案システムの有効性が示唆された。

4. まとめ・考察

本検討では、車体部品表面に存在する欠陥を画像処理によって自動検出するためのシステムを構築すると共に、目視検査結果との比較検証を行った。その結果、構築したシステムによって、精度よく欠陥を自動で検出することが可能であり、その有効性を確認した。

一方、未検出となった欠陥は、平均で 10[%] であった。この欠陥は、透明な塗装 (クリア塗装) による欠陥であり、乱反射が起きにくい性質にある。この問題については、照明の色を変える等、引き続き検討していく予定である。

参考文献

[1] 青木公也 他:「特集:自動車関連産業における外観検査とビジョン技術」, 画像ラボ, Vol.26, No.10, pp.39-78, 2015