

塗装仕上がり状態自動評価システムの開発

機械システム課 金森直希 株式会社トップ工業 田畑知三*1、奥山泰男、高橋 洋

1. 緒言

部品などへの塗装終了後の検査工程における塗装仕上がり状態の評価や良否判定は、熟練作業者の官能検査に頼っているのが現状であり、塗装不良品の検出漏れや個人差による品質不安定が問題となっている。本研究では、この問題を解決するために、一定品質で塗装不良の検出を可能とする塗装仕上がり状態自動評価システムの開発に関する研究を行うこととし、(1)塗装不良撮影技術、(2)塗装不良検出のための画像処理アルゴリズム、および(3)システム構成の3項目の要素技術について検討した。

2. 塗装不良撮影技術

本研究で対象とする塗装物は、単一平面的な物体ではなく、平面や曲面から構成される三次元的な物体である。このような物体をカメラにより撮影する場合、実際の画像は、カメラ、照明、および物体の幾何学的関係により著しく異なることは容易に推察される。非平面的で複雑な形状を有する検査対象物内に存在する塗装不良箇所をより鮮明に捉えることが求められる。

そこで、高品質でかつ後述の画像処理アルゴリズムを適用しやすい画像の取得に必要な撮影条件を検討した。実際の塗装部品を使用して、カメラの位置・姿勢、照明の種類・位置・姿勢、対象物の設置場所など撮影実験を繰り返し、複数の塗装不良の種類に対応できる撮影条件を見出すことができた。

3. 塗装不良検出のための画像処理アルゴリズムの試作

塗装仕上がり状態の可否を判定するためには、塗装不良部位の撮影画像に現れる特徴を検出した後、検出結果を評価・判定することが必要である。本年度においては、前者のみ検討を行った。前述の撮影技術により複数の塗装不良種類の画像を撮影し、それらの画像を対象として、塗装不良を検出するオフラインの画像処理アルゴリズムを試作した。アルゴリズムの検討・試作には制御・信号処理分野の研究開発で広く用いられている対話型数値計算ソフトウェア MATLAB および数式処理ソフトウェア Maple を用いた。試作アルゴリズムによる塗装不良部の検出試験を行った結果、得手不得手はあるものの複数の不良種類に一つのアルゴリズムで対応できること、および明るさにある程度のムラがある場合や不良部位の大きさや形状がある程度異なる場合にも検出できることが分

かった。撮影画像例およびその画像を試作アルゴリズムに入力した際の出力画像例をそれぞれ Fig. 1、Fig. 2 に示す。これらの図より、画像の中心部分と右部分に存在する仕上がり状態不良を検出できている（ここでは Fig. 2 の白い部分が不良を表している）ことがわかる。

4. システム構成の検討

将来的に塗装仕上がり状態自動評価システムを製造工程へ設置・導入することを考慮し、低価格カメラや汎用 PC を用いる実時間画像処理システムを検討することとした。実時間処理化への足掛かりとして、本画像処理アルゴリズムの並列処理化を行った。GPU (グラフィック・プロセッシング・ユニット)の計算能力を活用することで非並列処理時と比較して数倍以上の処理速度を得られることがわかった。

5. 結言

塗装仕上がり状態を自動評価するシステムを構築するための要素技術を検討・開発した。塗装不良の状態や明るさのムラなどに対して堅牢な画像撮影技術および画像処理アルゴリズムを試作することができた。

実用化のためには、塗装良否の自動判定アルゴリズムの開発、アルゴリズムの実時間処理化、実時間処理のためのシステム構成を検討する必要がある。



Fig. 1 Example of painting defect.

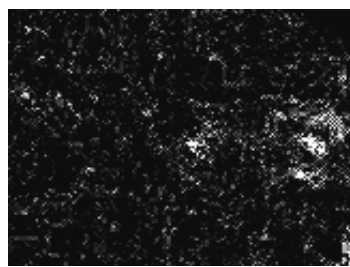


Fig. 2 Image processing result of painting defect

*1 現 株式会社 TJC