

艶あり塗装品・メッキ品向け 外観検査手法の開発

Development of an automated visual inspection method for gloss coating and plating products

バイスリープロジェクト(株)

菅野 直

表面が鏡面体である“艶あり塗装品”や“メッキ品”は、画像処理による外観検査を行う際に鏡面であることによる対象物以外の写りこみなどによって処理が複雑になり実現性に乏しいものになっていた。当社では、鏡面体である対象物にスリット光を発光する照明を写すことでこの課題を解決した。また、スリット光を1/N周期毎にシフトしながら撮影したN枚の画像を比較的簡易な処理で合成することで欠陥を強調できるアルゴリズムを開発した。また、欠陥の法線の向きによっては単純なスリット光の光源では欠陥を強調できない場合がある。スリット光を「波型」や「三角波型」にすることで、様々な特徴を持つ欠陥に対応できるような光源を開発した。

はじめに

本稿は、画像処理を用いて“艶あり塗装品”や“メッキ品”の外観検査を行うための手法として開発した「Slit Shift Min/Max法」(以下SSMM法)について解説するものである。

SSMM法は、「画像処理組込みソフトを用いた汎用表面欠陥検査装置の開発」というテーマで平成24年度の「ものづくり中小企業・小規模事業者試作開発等支援補助金」の採択を受けて開発を行い、平成27年5月に実願2015-001216号「表面検査装置および表面検査方法」として実用新案の認定を受けた画像処理手法である。

目視検査の現状

自動車などの艶あり塗装された製品や自動車のフロントグリルなどのメッキ部品の多くは、目視検査によって欠陥の検査を行っている。

目視検査では、以下の問題点が指摘されている。

- 判定能力における個人の能力差
- 判断基準が疲労や習熟などにより変化する

- 検査員の健康状態の変化により判断基準が変化する
- 再現性の欠如
- 単純作業による検査員の疲弊
- 厳しい作業環境による検査員の健康被害

このため、画像処理による欠陥検査について、多方面で検討・開発を行ってきた経緯がある。

一方、目視検査では、検査員はいろいろな角度から検査を行い自動外観検査装置では検出することができない欠陥を検出できる場合がある。また、ユーザの判定に近い検査を実施できるなど、まだまだ優位な点も多くある。

当社では、目視検査が苦手な部分を補完し最終的には、無人で自動外観検査を行うことができる検査手法の開発に取り組んでいる。

本手法の概要・特徴・原理

メッキ品の欠陥による光学特性

当社では、メッキ品の検査について開発・評価を行ってきた経緯があり、本稿ではメッキ品への

対応状況について記載する。

メッキ品は、ほぼ鏡面とみなすことができるため、欠陥については以下の特徴がある。

①鋭利なブツ欠陥、ヘコ欠陥、線上のキズ欠陥

鋭利な凹凸形状を持つブツやヘコ欠陥の法線は、対象ワークの表面を介してスリット光照明と正反射方向にあるカメラに交わらない。

そのため、スリット光をシフトした場合でも輝度の変化が無い（もしくは僅かである）。

②緩やかなブツ欠陥、ヘコ欠陥

緩やかな凹凸形状を持つブツやヘコ欠陥の法線の一部は、対象ワークの表面を介してスリット光照明と正反射方向にあるカメラに交わらない。

そのため、スリット光をシフトした場合に①の場合より少ないが輝度の変化がある。

③緩やかな線上のキズ欠陥

緩やかな凹凸形状を持つ線上のキズ欠陥の法線は、スリット光源の方向に依存して輝度変化を生

じる。線上欠陥に平行なスリットの場合には輝度変化が大きく、線上欠陥に垂直なスリットの場合には輝度変化が少ない。

④異物やメッキ無し欠陥

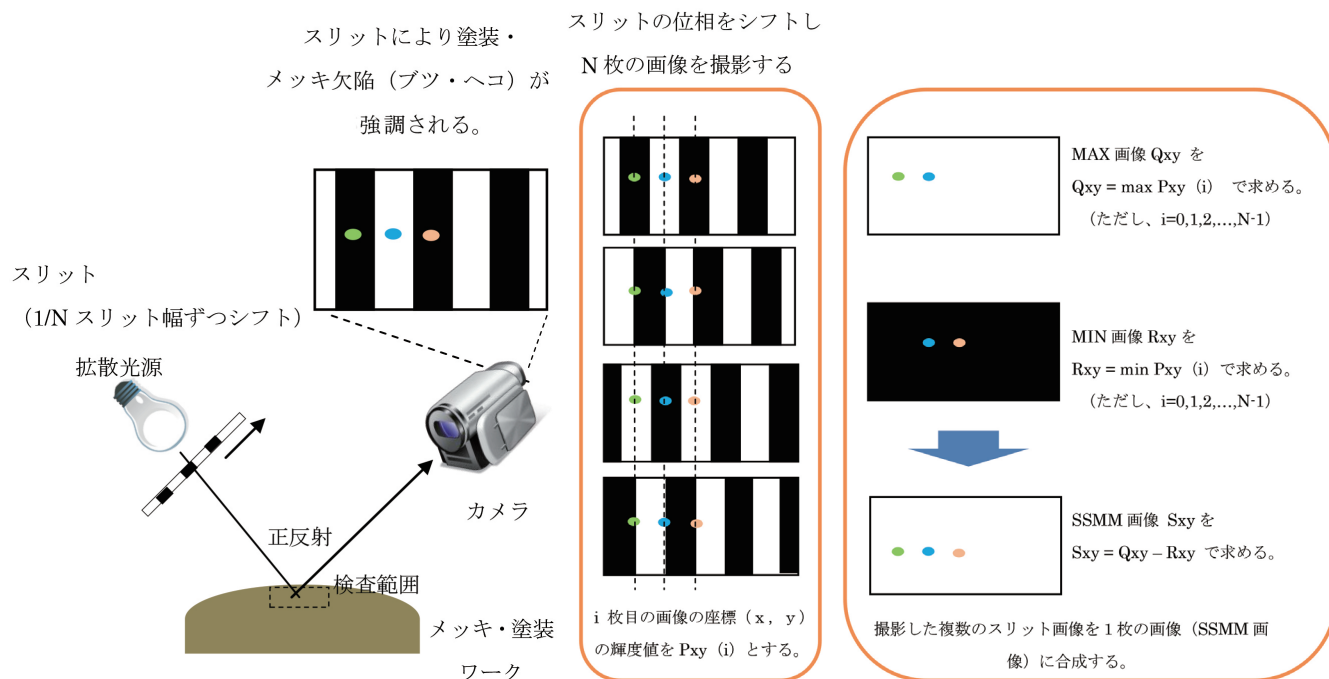
異物やメッキが無い箇所については、スリット光の明部によって本来得られる輝度を得ることができない。

欠陥強調手法について

上記で述べた欠陥の光学特性に基づき、欠陥の強調手法の開発を行った。

SSMM法の基本原理は、スリット光をシフトすることによって生じる対象ワークの輝度変化が欠陥の有無で異なることを利用した手法である。欠陥の無い対象ワークは、対象ワークの表面を介してスリット光照明と正反射方向にあるカメラで撮影される画像の画素毎のMax値とMin値は反射率により一定である。

一方、欠陥の部位では、欠陥の形状により輝度に差が生じる。



第 1 図

装置の試作

当社は、SSMM法の理論を実践するための装置を試作しメッキ品のサンプル評価を行った。以下に装置の概要と評価結果を記載する。

試作装置の概要

試作装置は、以下の構成品によって構成される。

①スリットパターン発生およびカメラ

同期撮影トリガ出力用CPUボード

スリットパターンを生成しHDMIに出力し、スリットのシフトと同期したトリガをカメラに出力するためのCPUボード。

ARM CortexA-9 800MHz

②高輝度スリット光照明

スリット光を発光する高輝度照明。

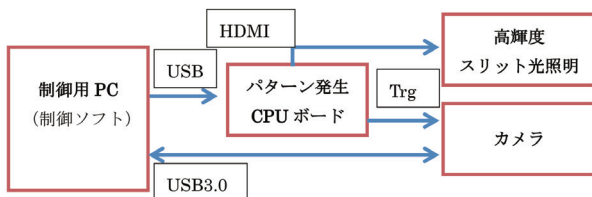
15.9インチ、1,280×512、1,000CD/m²

③カメラ・レンズおよび視野

撮影用カメラおよびレンズ。

カメラ：東芝テリー製、BU238M、2.3Mピクセル、165fps、USB3.0

レンズ：ミュートロン製、HF2514V、焦点距離、25mm、F1.4



第2図 装置構成図

視野：約100mm×60mm

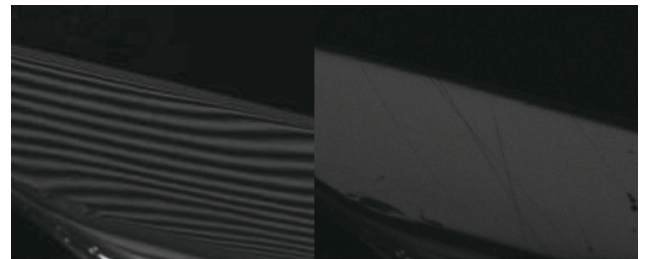
④SSMM法ソフトウェア

SSMM法評価用ソフトウェア。

評価

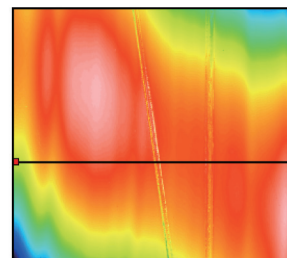
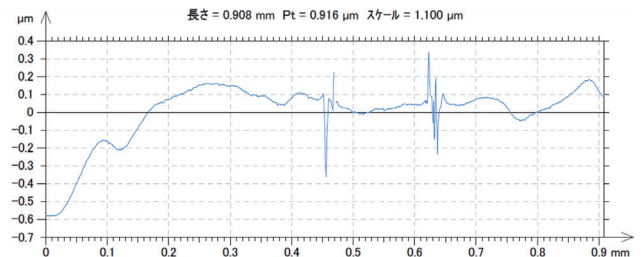
本手法の有効性を確かめるために、細い線キズのあるメッキ品および目視検査で見逃しやすい、緩やかなエッジの線キズとヘコキズのあるメッキ品について検証を行った。

キズの形状計測は、宮城県産業技術総合センターに協力をいただき、光干渉の原理を用いた非接触三次元表面形状測定装置「テーラーホブソントリサーフCCI6000」を使用して行った。



(a) スリット画像

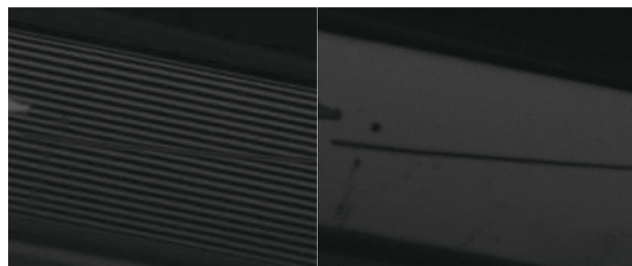
(b) 強調画像



プロフィールが抜き出された

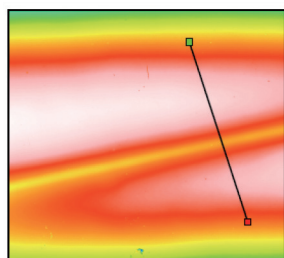
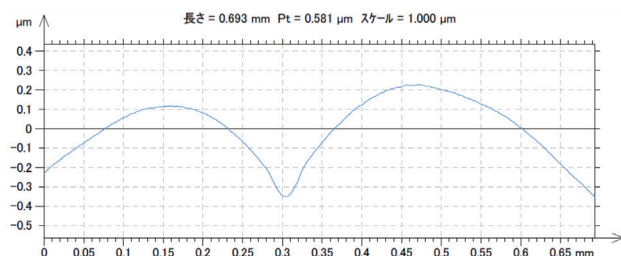
(c) タリサーフCCI6000による測定結果 (細い線キズ)

第3図 細い線キズの強調

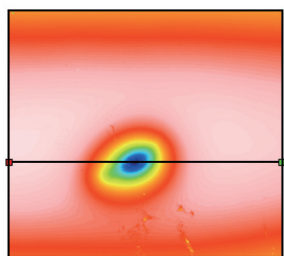
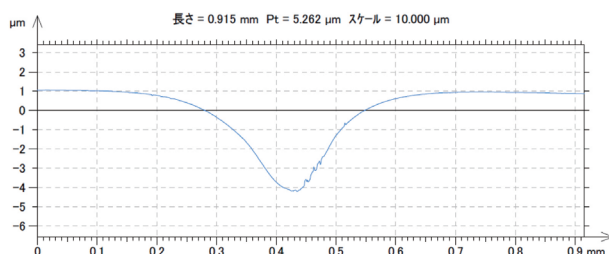


(a) スリット画像

(b) 強調画像



プロフィールが抜き出された

(c) タリサーフCCI6000による測定結果
(緩やかなエッジの線キズ)

プロフィールが抜き出された

(d) タリサーフCCI6000による測定結果 (ヘコキズ)

第4図 緩やかなエッジの線キズとヘコキズの強調

評価結果

細い線キズ、緩やかなエッジの線キズおよびヘコキズに関して、強調画像を得ることができた。強調画像以降の検出処理に関しては、従来の画像処理手法で十分対応可能である。

おわりに

当社で開発した、「SSMM法」は比較的簡易な画像処理によって欠陥の特徴を強調することができるため、組込み型のコントローラに実装することが可能である。

次期の開発計画として、NI社製組込みコントローラであるCompact Vision Systemへの実装を計画しており2016年2月に販売を開始する予定である。

謝辞

本開発において、サンプルのご提供および評価へのご協力をいただいた皆様およびキズの形状計測に於いてご協力いただいた宮城県産業技術総合センターの皆様には感謝の意を表します。

【筆者紹介】

菅野 直

バイスリープロジェクト(株) 代表取締役