

画像処理による自動車ボディのキズ抽出に関する基礎的研究

加藤 彬[†] 河村 圭[†] 藤田 悠介[†] 浜本 義彦[†]山口大学大学院[†]

1. はじめに

現在、自動車製造現場では、自動車ボディのキズ、色むらなどの外観検査は、人間の目視により行われている。しかし、目視検査には、個人差による判定のぶれや、疲労による誤判定の可能性など多くの問題点がある。そのため、外観検査の自動化が強く求められている。

本研究では、自動車ボディのサンプルプレート上のキズを対象とし、キズの撮影実験および抽出実験を行った。

2. 撮影方法

プレートには 3 つのキズがあり、上から順にキズ①（長さ:3.9mm, 幅:0.05mm 未満）、キズ②（長さ:4.1mm, 幅:0.10mm）、キズ③（長さ:2.9mm, 幅:0.05mm 未満）とする。撮影条件および撮影環境を、それぞれ表 1 と図 1 に示す。撮影実験では、図 1 のプレートの角度 θ を 30° から 150° と変化させ、キズを撮影した。なお、使用したカメラは市販のデジタルカメラである。ここで、図 2 には、撮影画像例（ $\theta = 120^\circ$ ）を示す。

3. キズ抽出法

本研究では、画像解析ソフト HALCON を用いて、以下の処理手順でキズ抽出を行った。

- A) グレースケール変換
- B) ガウシアンフィルタ
- C) 濃度補正
- D) LoG (Laplacian of Gaussian) フィルタ [1, 2]
- E) 2 値化 (dual threshold)

まず、カラー画像をグレースケール画像に変換する。本実験で用いたプレートの色がグレースケールであったため、カラー画像をグレースケール画像に変換した。次に、プレート表面の素地などのエッジが抽出されないように、ガウシアンフィルタにより平滑化する。続いて、濃度補

表 1 撮影条件

カメラと対象との距離 L (cm)	3
解像度 (pixel)	2592 × 1944
階調数	256
照度 (lux)	500
プレートの角度 θ (°)	30, 45, 60, 90, 120, 135, 150

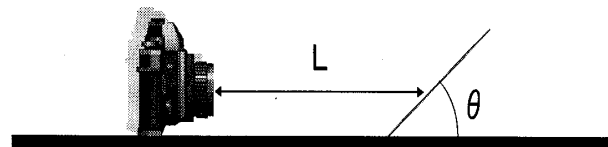


図 1 撮影環境

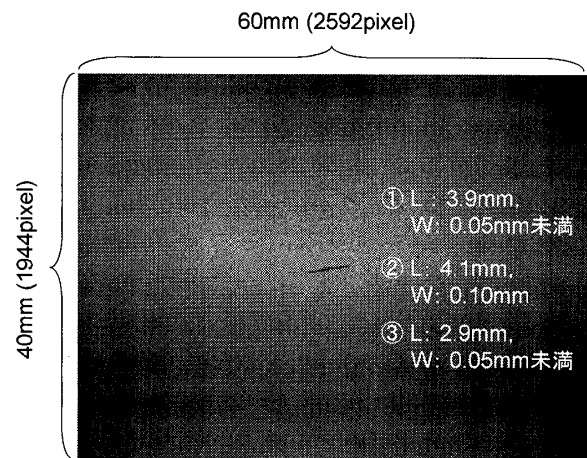


図 2 撮影画像例

正でコントラストを強調する。なお、濃度補正には単純な線形変換を用いる。コントラストが強調された画像に対して、LoG フィルタにより、キズを抽出する。最後に、2 値化により 2 値画像に変換する。ここではまず、LoG フィルタの出力にしきい値を設けてキズ候補とそれ以外の 2 値画像を作成する。次に、抽出されたキズ候補の中で面積がしきい値 (MinSize) 未満であればノイズとして除去する。さらに、各キズ候補の LoG フィルタの出力の最大値がしきい値 (MinGray) 未満であれば、その領域をノイズとして除去する。

A Fundamental Study on Automobile Body Scratch Detection using Image Processing
Akira KATO[†], Kei KAWAMURA[†], Yusuke FUJITA[†],
Yoshihiko HAMAMOTO[†]
[†]Yamaguchi Graduate School

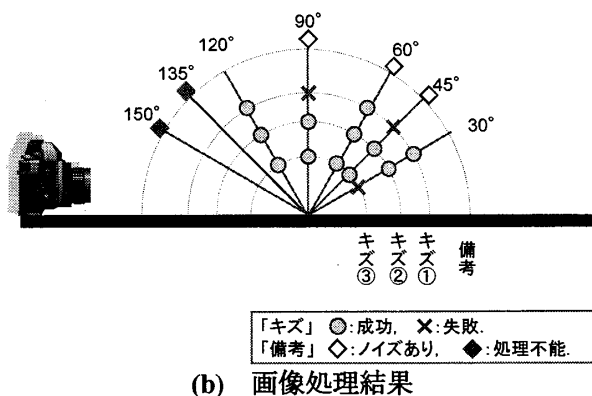
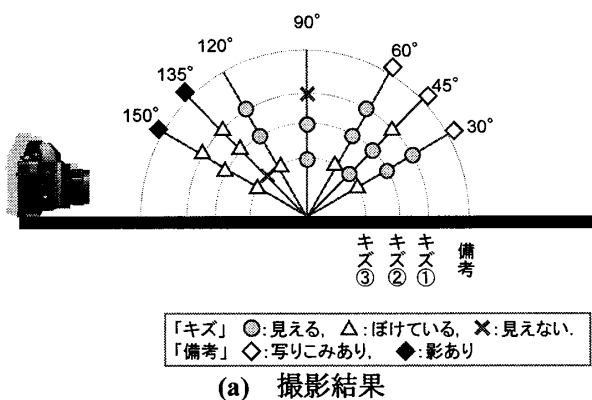


図 3 撮影角度の影響

4. 実験

本研究では、撮影角度を変えることにより、キズの写り具合の変化に対する抽出精度のロバスト性を調査した。続いて、撮影された画像に対して本抽出法によりキズの抽出が可能かを確認した。ここで、図 3(a)および(b)は、それぞれ「撮影角度とキズの視認性の関係」、および「撮影角度と画像処理結果との関係」である。なお、図 4 には、図 2 の画像に対する処理結果を示す。

4.1. 撮影結果

プレートの角度 θ が 30° から 60° の場合は、蛍光灯がプレート表面に写った。角度 θ が 90° の場合は、キズが白く写り、それ以外の場合は、キズが黒く写った。角度 θ が 135° および 150° の場合は、キズがぼけた。これは、対象が暗くなり、カメラのピント調整が困難であったためである。

4.2. 画像処理結果

角度 θ が 30° から 60° の場合、撮影画像には

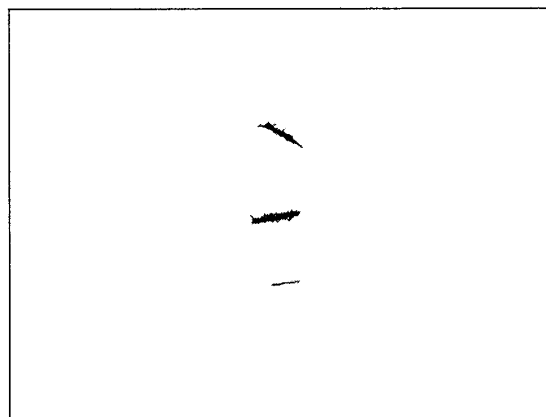


図 4 結果画像例

蛍光灯が写りこんでいるが、蛍光灯の影響はなく、キズは抽出された。その理由は、キズのエッジ部分は階調値の変化が急で、写りこみは変化が緩やかであるのに対し、LoG フィルタで処理できたためである。角度 θ が 45° から 90° の場合には、ノイズが発生した。特に角度 θ が 90° のときに、ノイズが多く発生した。角度 θ が 135° , 150° の場合は、撮影画像のキズがぼけていたため、すなわち、キズの階調値の変化が緩やかであったため、本抽出法ではキズを抽出することができなかった。

5. おわりに

本稿では、画像処理による自動車ボディのキズ抽出法について述べた。

実験結果より、撮影時に蛍光灯がプレートに写りこんでいても、画像処理に影響がないということがわかった。また、キズが良好に撮影されている画像では、本抽出法でキズを抽出することができた。

今後の課題として、処理手順の検討、撮影画像と画像処理精度の関係の分析、撮影方法の変更などが考えられる。

謝辞：本研究を遂行するにあたり、日産自動車(株)飯田望氏および織田雅行氏により、貴重なご意見を賜った。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- [1]高木幹雄, 下田陽久, 新編画像解析ハンドブック, 東京大学出版会, 2004
- [2]西山由高, 久野裕次, 坂本常豊, 寺境弘之, 航空機用リベット欠陥検出方式, 全国大会講演文集第 42 回平成 3 年前期(2), 55-56, 1991