

壁面仕上剥離清掃ロボットの開発(その3)

—画像処理による剥離状態の識別—

杉村 正次* 芦川 正行*
Masatsugu Sugimura Masayuki Ashikawa

岡本 修*
Osamu Okamoto

1. はじめに

これまでに、ロボットの走行および剥離実験を行いそれらの基礎的性能を把握した^{1),2)}。

今回は、ロボットの自動剥離運転に関連するものを取りあげた。自動で適正な剥離を行うためには、剥離後の壁面の状態の評価を人間ではなく、ロボット自身が行う事が必要である。そこで画像処理を用いて壁面状態(剥離不足面、剥離適正面、剥離過剰面)の識別を試みたので、その結果について報告する。

2. 画像処理

画像処理したサンプルは、薄付け仕上塗材(リシン)で仕上げた壁面からコア抜きしたものである。

今回、処理した画像は、3CCDカラービデオカメラから取り込んだ画像を画像入出力装置で510画素×480画素、1画素がR(赤)G(緑)B(青)各256階調のデジタル画像に変換したものである。実際に処理を行ったのは448画素×448画素の部分で、これは実寸20cm×20cmに相当する部分である。

また、画像を取り込む際には、外乱光の影響を受けないようにカメラとサンプルをボックスで囲った。そして、ボックス内には改めて照明装置で均一光を与えた。

画像取り込みシステムの概略図を図-1に示す。

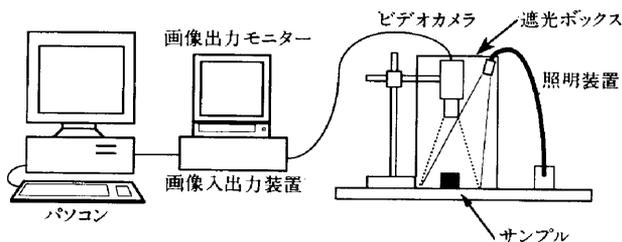


図-1 画像取り込みシステム図

3. 画像処理方法および結果

(1) 色解析による剥離状態の識別

①RGB成分による色解析

図-2は剥離不足面、剥離適正面、剥離過剰面、それぞれについてRGB各成分の濃度値の頻度分布を求めたものである。このヒストグラムからわかるように各状態面の濃度分布は互いに重なり合う領域が多く存在しているこのためRGB成分による識別はできなかった。

②HLS成分による色解析

RGB成分による識別は困難であったため、RGB成分をH(色相)L(明度)S(彩度)成分(H:360度、L:256階調、S:256階調)に変換し、HLS成分の濃度値の頻度分布を求めたものが図-3である。

このヒストグラムから、H成分において剥離不足面と他の2つの面との存在領域が明らかに違うことが確認できる。よって、このヒストグラムからしきい値を設定し、

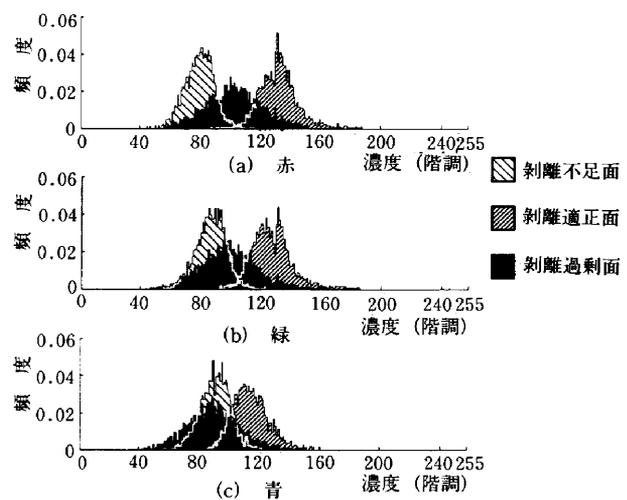


図-2 RGB成分のヒストグラム

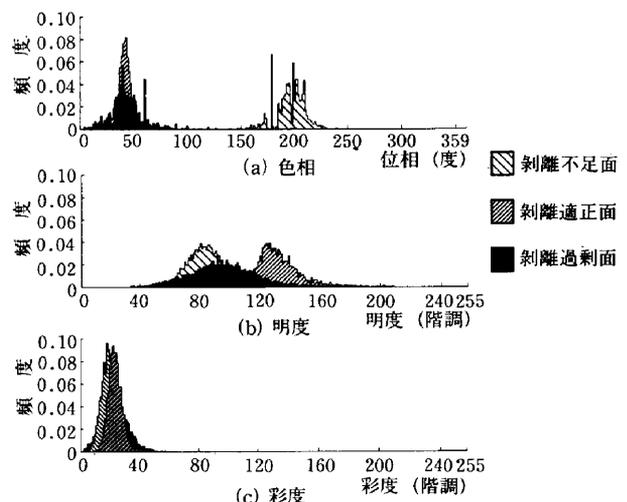
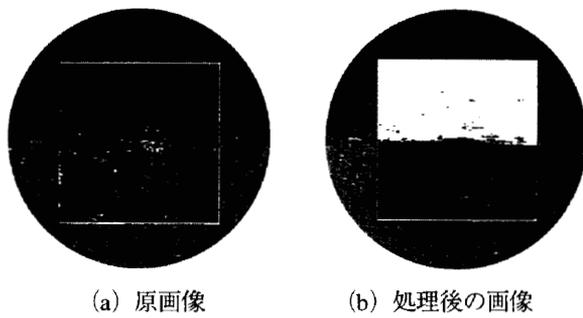


図-3 HLS成分のヒストグラム

* 技術研究所機電課



(a) 原画像 (b) 処理後の画像

写真-1 HLS成分による識別結果

2値化処理を行なった。

その結果が写真-1である。このように剝離不足面とその他の面は識別できた。しかし、剝離適正面と剝離過剰面との識別はできなかった。

(2) テクスチャ解析による剝離状態の識別

テクスチャ解析する1つの領域を64画素×64画素にする。この領域が剝離不足面であれば、塗装は単色であるので色の変化は小さく、同様に剝離適正面はコンクリート表面であるので色の変化が小さい。一方、剝離過剰面はコンクリートの表面が削れてしまって内部の骨材が見えるので表面に色々な色成分が現われ、色の変化が大きい。よって、この特性を利用し、剝離過剰面と他の剝離面との識別を行なった。

以下にその手順を述べる。

- ①64画素×64画素の領域を作成する。
- ②領域内のある1つの画素について、その4近傍の濃度値の平均を求める。
- ③そのある画素の濃度値と、②の平均値との差を求める。
- ④この値を自乗する。
- ⑤領域内の端を除く全ての画素について②～④を行い合計する。
- ⑥RGB各プレーンについて同様の計算をする。
- ⑦これらの3つの値の平均を求める。
- ⑧統計的に求めたしきい値と⑦の値を比較して、剝離過剰面であるか否かの識別をする。

3つの剝離状態について上記手順(①～⑦)により計算をした結果から得られたヒストグラムが図-4である。

このヒストグラムから、剝離過剰面の計算結果は他の2つの面より大きいことがわかる。よって、このヒストグラムから、剝離過剰面であるか否かの判断をするためのしきい値を 4×10^5 にすれば識別が可能になる。

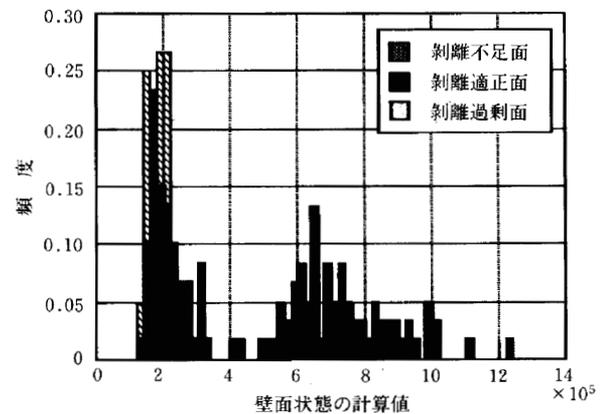


図-4 テクスチャ解析結果のヒストグラム

4. まとめ

色解析(HLS)による剝離状態の識別においては、剝離不足面の抽出ができた。また、テクスチャ解析においては、剝離過剰面の抽出ができた。

したがって、この2つの処理を組み合わせることにより3つの剝離状態の識別を実現することができる。

5. おわりに

今後は、ロボットにカメラを搭載し、実際に剝離した直後の壁面について今回行なった手法により剝離状態の識別を行なう予定である。

本研究を行なうに際し、東京電機大学の柿倉正義教授に御指導を賜りました。また、画像処理においては天野勝氏(同大学大学院)に多大な助力を頂きました。ここに謹んで感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 芦川正行: 壁面仕上材剝離清掃ロボットの開発(その1), 西松建設技報, Vol.15, pp.234~235, 1992.
- 2) 芦川正行: 壁面仕上材剝離清掃ロボットの開発(その2), 西松建設技報, Vol.16, pp.214~215, 1993.
- 3) 尾上ほか: 画像処理ハンドブック, 昭晃堂, 1986.
- 4) 高木, 下田ほか: 画像解析ハンドブック, 東京大学出版協会, 1991.