

画像解析を用いた金属摩耗粒子の認識に関する研究

1N-8

中筋 元宏* 水野 武寛* 小川 均* 河内 二三夫** 松永 雅博**
 立命館大学理工学部情報学科* 株式会社関西テック**

1 はじめに

機器に使用される潤滑油をサンプリングし、これに含まれる金属摩耗粒子を識別することにより、機器の異常を発見する診断方法がある。これはフェログラフ分析診断と呼ばれ、現在、その認識作業は専門家が顕微鏡を用いて目視することにより行われている。しかし多大な労力を必要とするため、作業を自動化する要望がある。

本研究の目的は、これを達成するため、CCD カメラを使って得られる顕微鏡画像から、画像解析によって金属摩耗粒子を抽出し、認識を行なうことである。

今回対象とする顕微鏡画像には、画像解析上、以下のような問題点がある。

- 対象が自然画像である。
- 抽出、認識を行う対象の種類が複数である。
- 各対象の種類毎に、形状などの明確な特徴が判明していない。

これらを解決するために、画像以外の外部からの情報と、画像解析において利用される特徴（以降、認識データと呼ぶ）を複数用いて、総合的に粒子領域の解析を行い、粒子各々の特徴の定義を行った。

2 認識方法

フェログラフ分析において対象となる粒子は全部で14種類である。今回はこの中から、色情報による背景領域と粒子領域の分割が可能なもの9種類を対象とする。9種類各々について、サンプルとなる粒子画像からデータを取り、粒子を認識するための認識データの範囲を決定した。

認識は、対象となる粒子領域から認識データの値を抽出し、ここで得た範囲と比較することにより行う。

今回は認識データとして、画像解析において比較的一般に用いられているものの中から、専門家の示す特徴を元に有効と考えられたものを幾つか選んで使用した。表1に各々の説明を示す。

3 実験と結果

本研究の効果を測るため、実験画像として閾値設定の際に用いたものとは異なるものを各々2枚用意し、以下の方法によって認識率を評価した。

まず、正しく認識された場合の目標画像として、実験画像から、対象となる種類の粒子領域を人間が見て直接切り出したものを用意する。

表1：認識データ一覧

特徴名	特徴量	使用した目的
フィルタの種類	Filter	フィルタの種類毎に目的となる粒子が異なるため
倍率	対象画像の顕微鏡倍率 Mag	倍率により、認識不可能なものが存在するため
面積	画素数 A	領域の大きさを調べる
細長さ	モーメント特徴 [2] $E_f = \frac{m_{20} + m_{02}}{A^2}$	繊維や正常摩耗粒子のような細長い粒子と他の粒子を区別する
主軸方向	外接矩形領域の縦横比 $k_{vh} = \frac{h}{v}$	正常摩耗粒子は垂直に鎖状に配列していることから、その垂直成分を調べる
色	色彩 H, 明度 V, 彩度 C	微妙な色の変化に対応し易いようマンセル表色系に変換する
辺縁の粗さ	パターンスペクトル [3] [4] $PS_x(0, B) = A[X \setminus X \circ B]$	領域の色成分が黒色であった場合に、黒色酸化粒子と他の粒子の陰影成分との区別を付ける。

実験に使用した画像例として、薄層状粒子に対して認識を行なった結果を図1～図3に示す。

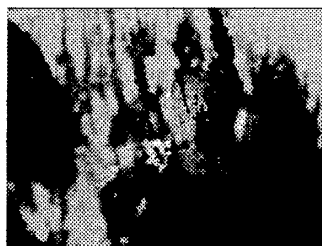


図 1: 原画像



図 2: 目標画像

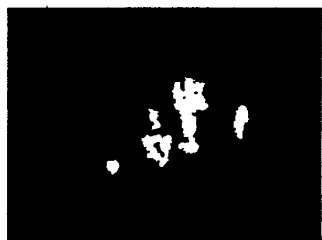


図 3: 処理結果画像

認識を行なった結果から、以下の方法によって K_1, K_2 を算出し、認識率を評価する。

K_1 : 粒子領域ではない部分を誤って抽出した割合

K_2 : 粒子領域であるが、抽出できなかった領域の割合

S_0 : 人間が見て抽出した粒子領域の総面積

S_c : 本研究で抽出した粒子領域の総面積

S_i : システムで抽出した同粒子の領域と、人間が見て抽出した領域との積成分の総面積

$$K_1 = \frac{|S_c - S_i|}{S_c} \quad K_2 = \frac{|S_0 - S_i|}{S_0}$$

結果を表2に示す。 K_2 はあまり良好とは言えないが、 K_1 は良好な結果を得る事ができた。これは、少なくとも抽出された領域は正しい事を示すものである。フェログラフ分析診断を行う際、異常箇所を示す粒子には、一定量を越えると異常を示すものと、存在した時点で異常を示すものがある。本研究は正確な粒子の計量はできていな

表2: 認識結果

Particle	K_1	K_2	Particle	K_1	K_2
正常摩耗粒子	0.024	0.412	球形粒子	0.471	0.985
薄層状粒子	0.030	0.439	赤錆	0.057	0.614
非金属結晶	0.040	0.595	平板粒子	0.005	0.182
黒色酸化粒子	0.034	0.257	繊維質	0.013	0.135
非鉄金属粒子	0.078	0.434			

いため、前者に対しては有効とはいえないが、粒子を誤認することは少ないので、後者に対しては使用に耐えるものと考えられる。

4 おわりに

本研究では、金属摩耗粒子の画像解析による認識を行なうため、多数の属性値を用いて粒子の特徴を定義した。結果、目的とする粒子領域を全て抽出することは出来なかったが、種類の誤認が少ないという点に関しては良好な結果を得ることが出来た。抽出できない領域が存在する理由としては、以下のようなものが考えられる。

- 粒子表面の陰影、及び光沢
- 同色の粒子の重なり

これらに対処するため、入力画像に陰影や光沢に対する前処理を施す、より多くの属性値を用いるなどを検討中である。

参考文献

- [1] 宮原 誠, 吉田育弘: 色データ (R,G,B) - (H,V,C) 数学的変換方法, テレビジョン学会誌, Vol.43, No.10 pp.1129-1136 (1989)
- [2] 金 華栄, 小畑 秀文: 乳房 X 線像における悪性腫瘤影の自動検出, 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J76-D-II, No.2 pp.288-295 (1993)
- [3] Petros Maragos: Pattern Spectrum and Multi-scale Shape Representation, *IEEE Trans. on Pattern Anal. and Machine Intell.*, Vol.11, pp.701-716 (1989)
- [4] 金 華栄, 小畑 秀文: 多重構造要素を用いたモルフロジーフィルタによる微小石灰化像の抽出, 電子情報通信学会論文誌 D-II Vol.J75-D-II, No.7 pp.1170-1176 (1992)