

# 金属摩耗粒子診断のための画像処理知識に関する研究

5 K-4

岡田 真三弘 中筋 元宏 小川 均 河内 二三夫† 松永 雅博†  
立命館大学工学部情報学科 株式会社関西テック†

## 1 はじめに

フェログラフ分析診断は、各種機器に存在する潤滑油をサンプリングし、これに混入する金属摩耗粒子を調べることに、機器の異常を発見する診断方法である。現在、この診断における粒子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。本研究では、この過程の自動化を目標とする。

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。この中で認識の対象としているのは、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種類である。認識に用いる属性値(2章で述べる)の範囲は、これら9種類の各々について、以下のような流れで決定している。

1. 色情報によって領域の分割を行う。
2. 1で得られた領域分割画像中の各領域毎に属性値を抽出する。
3. いくつかのサンプルから、粒子の種類を特定するための属性値の閾値を決定する。
4. 3で求めた属性値の閾値を用いて粒子の認識を行う。

現行のシステムでは、入力画像に対して画像処理を行った後、対象とする粒子の認識を行っている[1]。この際に、全ての種類の粒子を対象として、認識を同時に行っていた。このため明確な特徴が得られず、認識結果は満足のいくものではなかった。しかし、専門家はどんな場合でもかなり正確に粒子の認識を行っている。その理由として、専門家は文章化されていない経験や知識を持っており、粒子の認識の際にそれらを使っているものと考えられる。そこで本研究では、現行の画像処理・認識システムに加えて、このような専門家の持つ経験や知識を導入するために、エキスパートシステム(知識処理部)の構築を考える。これにより、今まで画像処理・認識部(システム)で行っていた認識の方法、順番等の指示を、専門家の持つ経験や知識を画像処理知識として獲得した知識処理部が代行する。また、このような画像処理知識をまとめた知識ベースの構築を目指す。

Research to diagnose abrasive metallic particle using the knowledge of image processing  
Masahiro Okada, Motohiro Nakasuji, Hitoshi Ogawa  
Ritsumeikan University.  
Fumio Kawachi, Masahiro Matsunaga  
KANSAI TECHNICAL ENGINEERING CO.LTD.

## 2 領域パラメータについて

専門家の持つ文章化されていない経験や知識というのは感覚的なものであるため、これを画像解析で扱うためには、属性値を抽出して数値化する必要がある。本研究ではこれまでの研究で有効であった属性(下記に示す)を用い、それを数値化することにより画像解析、認識を行っている。この際の数値や数値化の方法を領域パラメータと呼ぶ。本研究で用いる領域パラメータには、各属性値の閾値、属性値同志の閾値間に現れる相関関係、他の種類の粒子の特徴と比較して得られる特徴の3つがある。

- ・フィルタの種類
- ・縦横比
- ・倍率
- ・色(H, V, C)
- ・面積
- ・辺縁の粗さ
- ・細長さ
- ・隣接粒子の情報
- ・主軸方向

## 3 画像処理知識の例

今回は認識の対象として赤錆粒子を選び、この粒子に関する画像処理知識の例を挙げ、その適用方法について考える。

### 3.1 フィルタ選択知識

フェログラフ分析診断においては、粒子を認識し易くするため、粒子サンプルを見る際に顕微鏡にフィルタをかける(画像例:図1)。

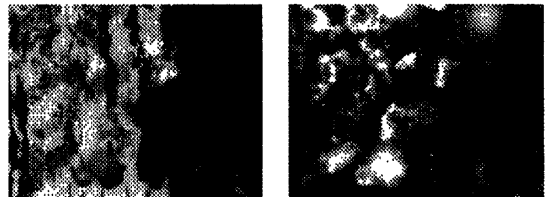


図1: 画像例(左:W/G フィルタ, 右:P/P フィルタ)

専門家は赤錆粒子を認識する時に、「W/G フィルタをかけた画像で見当を付け、P/P フィルタをかけた画像で絞り込んで粒子を認識する」という認識方法を用いて認識を行っている。そこで、この知識を画像処理知識として獲得し、画像処理、認識に適用することを考える。

システムの画像処理・認識部では、属性値の1つとしてフィルタを使用することで認識を行っている。このことに着目して以下のように知識を適用する。

1. 先ず W/G フィルタをかけた画像をシステムにより処理する。この時の認識対象を赤錆粒子にしておく。

2. 1で出力された結果の画像に赤錆粒子が含まれている場合は、知識処理部に赤錆粒子が存在することと、W/Gフィルタを用いたことを伝える。
3. これにより、知識処理部はフィルタをP/Pフィルタに換えることを画像処理・認識部に指示する。
4. 画像処理・認識部はフィルタを換えて再処理を行う。

### 3.2 赤錆粒子認識知識

現行のシステムでは、赤錆粒子に関して専門家が示す結果(目標)に、実験によって出る結果を近づけようとすると、必ず対象とする赤錆粒子以外の粒子領域まで抽出してしまう。これは色情報によって領域併合を行っているので、画像中で似た色をしている他の種類の粒子の領域も含まれてしまうためと考えられる。そこでこの場合に、より正確に粒子を認識するための知識の獲得とその適用について考える。

専門家は、「赤錆粒子が存在するならば、その周辺にも赤錆粒子が存在する可能性がある」という知識を持っている。そこで、この知識を画像処理、認識に利用するために、「認識された領域のうち、赤錆粒子の領域だと保証できる領域(以下領域1)から専門家が示す領域(以下領域2)まで赤錆粒子の領域を広げる」のように考える。

この際に、領域を広げる基準が必要となる。そこで、以下のような方法によりその基準を決定する。

- a. 画像処理・認識システムを用いて領域1を結果として求める。
- b. この結果から領域1の属性値のデータを取得する。
- c. 一方で、領域2からも属性値のデータを取得しておく。
- d. a, bで取得した属性値データを知識処理部に知識として持たせておく。
- e. 他の赤錆粒子を含む画像に対しても同様にa, b, cを行い、知識を増して行く。

このようにして得られた基準をもとに以下のように知識の適用を行う。

1. 領域1を得る(上記a.と同じく現行のシステムにより得られる)。
2. 上記の方法で学習した処理方法を領域1の周辺領域に適用する。
3. 2より、正しい赤錆粒子の領域を検出する。

以下にこの知識の適用の様子を示す(図2)。

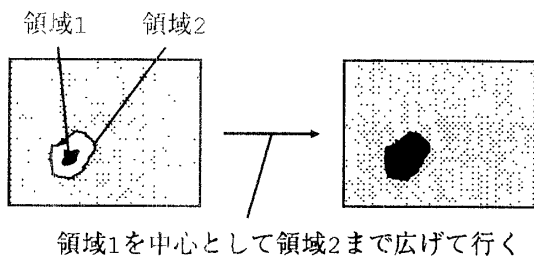


図2: 知識の適用例

## 4 実験と結果

今回の実験では、3.1に関して実験を行った。以下に専門家が示す赤錆粒子である部分の画像(目標画像)と、フィルタ選択知識を使用して認識を行った結果の画像を図3、図4に挙げる。



図3: 目標画像

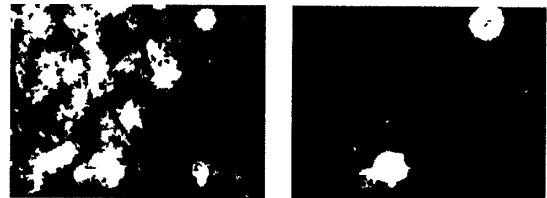


図4: 結果画像(左:W/Gフィルタ,右:P/Pフィルタ)

図4の左の画像はW/Gフィルタの使用によって画像処理・認識部が赤錆粒子と認識した領域が示されている。これにより、この入力画像中には赤錆粒子が存在することが確認された。そこでこの情報を知識処理部に伝えることで、知識処理部はP/Pフィルタの使用を指示する。これにより画像処理・認識部は、属性値のフィルタをP/Pに換えて再処理を行う。以上から得られた結果が図4の右側である。

以上により、専門家の持つ経験や知識を獲得し、画像処理、認識に合った属性値と対応づけして適用することにより、赤錆粒子である領域の絞り込みが行えることがわかる。また、赤錆粒子に限らず、他の粒子に関する専門家の持つ知識を導入すれば、粒子の体系的な認識が可能ではないかと思われる。

## 参考文献

- [1] 水野 武寛: 画像解析を用いた金属摩耗粒子の認識に関する研究, 立命館大学大学院理工学研究科修士論文, (1995).
- [2] 中筋 元宏: 画像解析を用いた金属摩耗粒子の認識に関する研究, 第3回 画像センシングシンポジウム講演論文集, pp.297-302, (1997).
- [3] 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).
- [4] 荒生 薫: 測色の基礎-色をはかる-, オプトロニクス社, これだけは知っておきたい「実用色彩学」基礎の基礎, pp.8-19, (1994).