

# 事例ベース推論と GA 学習を用いた画像処理プログラムの生成

3W-04

— 類似事例検索による概略処理手順作成の試み —

當田 遂充†

末田 直道‡

島田 毅‡

渡辺 貞一†

†福井大学工学部

‡株式会社東芝

## 1. はじめに

画像処理プログラムを用いた外観検査プログラムの開発には、長い開発期間と高い専門性が要求される。これまでに、さまざまな画像処理アルゴリズムやパッケージが開発され、応用事例も多数報告されているが、まだ画像処理プログラムを体系的に組み立てる方法はない。また、高い信頼度で良否判定を行う検査プログラムを作成するには、画像処理特有の多数のパラメータを適切に設定することが求められる。このため、画像検査プログラムの開発は、画像処理に精通した専門家が、大量のサンプル画像を対象にテストを繰り返しながら、時間をかけて開発している。

この問題を解決するため、これまでに画像処理プログラム生成システム<sup>(1)</sup>を開発し、プログラムを効率よく生成する研究開発を続けてきたが、今回事例ベースを導入<sup>(2)</sup>し、良い結果を得たので報告する。

## 2. 画像処理プログラム生成システム<sup>(1)</sup>

画像処理プログラム生成システム (MMS: Mother Machine System) は、画像処理プログラムを効率よく開発することを目的に考案されたシステムで、①人手による画像概略処理手順の作成及び②GA 学習によるプログラムの自動生成の2段階からなる。即ち、適当な概略処理手順を与えると、画像処理部品を組み合わせ且つ画像処理パラメータを調節し、目的に合った画像処理プログラムを自動的に生成するシステムである。このシステムを、これまで各種の製品外観検査に試用してきたが、開発期間の大幅な短縮が見込まれ、良好な結果を得ている。

## 3. 事例ベース推論の導入<sup>(2)</sup>

概略処理手順の作成は、「エッジ強調」、「色情報変換」という単位機能レベルの画像処理を適切に組み合わせることで画像処理フローを作成するものである。専門家は、これまでの経験と過去の事例を踏まえて、目的に合ったフローを作成している。

一方、概略処理手順作成の事例を分析してみると、類似したものが多い。そこで、概略処理手順作成に、事例ベース推論の枠組みを導入することを考えた。事例ベース推論の流れは以下の通りである。

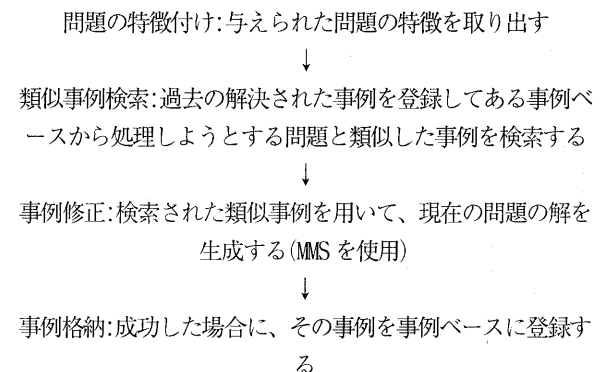


図1. 事例ベース推論の流れ

## 4. 類似事例検索

### ・事例のインデックス

類似画像の事例検索を行うために、画像を特徴づける属性、即ち画像全体の平均濃度、濃度の標準偏差、非対称度、尖度及び対象画像(オブジェクト画像)の平均濃度、濃度の標準偏差、非対称度、尖度、面積割合の9種類を選び、事例検索のインデックスとした。

### ・事例ベース

事例ベースには、上記の属性をインデックスにして、

- ① 概略処理手順
- ② 遺伝子情報
- ③ 事例画像
- ④ 事例画像の属性の標準偏差が格納されている。

### ・類似評価式

検査画像を  $P$ 、類似画像を  $X$  とし、両者の類似度  $Sim(P, X)$  を次の①式のように定め、評価式とする。即ち、ユークリッド距離を基本に、それぞれの属性  $k$  に重み  $W_k$  をつけて類似距離としそれを属性の事例ベース内での標準偏差  $S_k$  で正規化している。

Automated Program Generation System

for Image Processing using Case Based Reasoning

Yukimitsu Touda† Naomichi Sueda‡

Tsuyoshi Shimada‡ Sadakazu Watanabe†

†Fukui University ‡TOSHIBA Corporation

$$Sim(P, X_j) = \sqrt{\sum_{k=1}^n \frac{W_k (P_k - X_{jk})^2}{S_k^2}} \dots \textcircled{1}$$

## 5. 評価実験

今回用意した事例は、IC パッケージ傷検査、粒子形状不良判定、漢字の書体判別、顔画像の上下判別の 4 種類である。次に例として IC パッケージ傷検査の画像を示す。



図2. IC パッケージ画像(左:良品 右:不良品)

以下の 2 つの方法で上述の類似評価式を用いて検索が可能かを実験し、評価式の妥当性を検証する。

### a) 実験1

まず、今回用意した事例の画像を検査画像として各対象画像ごとに 40 枚ずつ取り出し事例ベースに登録し、登録していない画像を用いて検索する。各対象画像ごとに 40 枚、全体で 160 枚について重み( $W_k$ )を付けない場合と付けた場合に分けて検索実験を行った。また、ここでの重みは 3 値用意し、実験により最適な組み合わせを選定した。

実験結果を次の表 1 に示す。

表1. 実験1の検索結果

	重み付けなし	重み付けあり
IC	40/40(100.0%)	40/40(100.0%)
顔	40/40(100.0%)	40/40(100.0%)
書体	40/40(100.0%)	40/40(100.0%)
粒子	31/40(77.5%)	40/40(100.0%)
全体	151/160(94.4%)	160/160(100.0%)

重み付けを行わない場合に、粒子画像の検索率が悪くなった。これは、粒子画像と書体画像が類似した属性値を持っているため粒子画像を書体画像と誤判断し検索した結果である。一方、重み付けを行った場合には、類似している事例であっても検索が可能であることが分かる。

### b) 実験2

次に、実験1の事例ベースで別の IC 画像を与えて分類が可能かを実験する。この実験2に用いた画像の例を下の図3に示す。



図3. 実験2に用いた IC 画像

図3のように先ほどの実験で用いた IC 画像とは、画像のサイズや、表面の色の濃度が違うものである。この画像を用いて上述の実験1と同様に重みを付けない場合と付けた場合について実験する。実験に用いた画像は 80 枚である

結果を次の表 2 に示す。

表2. 実験2の検索結果

	重み付けなし	重み付けあり
成功率	60/80(75.0%)	80/80(100.0%)

この結果、重み付けを行わない場合、同じ種類の画像であっても検索に失敗することがあると分かる。それに対し、重み付けを行うことによって高い検索率が得られた。

この2つの実験により、重み付けを行うことで事例ベース内にすでに登録してある事例と同じ種類の類似画像を分類することができ、分類した事例の概略処理手順を用いて MMS が効率よく画像処理プログラムを生成できる可能性があることが分かった。

## 6. おわりに

事例ベース推論を用いることにより、画像処理プログラムを効率よく生成する方法とその画像検索の実験結果を述べた。これにより、これまで専門家が作成していた概略処理手順を自動的に作成できる可能性が出てきた。更に、事例ベース推論と GA 学習を組み合わせた新しい画像処理プログラム生成システムを構築できる見通しと可能性があることが分かった。

今後は、画像の種類と事例を増やして実験を行い、上記の方式の検証と改良を進め、実用に耐える画像処理プログラム生成システムの構築を行って行く。

### 参考文献

- [1] 島田 毅 他: 「遺伝的アルゴリズムによる画像処理プログラムの自動合成」(人工知能学会 第 11 回全国大会, pp494-497, 1997)
- [2] 末田直道 他: 「事例ベース推論を用いた画像処理プログラム自動生成システム」(電気学会 論文誌 C, 投稿中)