

遺伝的アルゴリズムを用いた画像認識
永松 秀人

1 はじめに

商品管理は、効率よく商品を流通させ、売り上げを確保する上で必要不可欠である。現在広く用いられている商品管理システムでは、バーコードをはじめとして商品を一意に識別するためのタグを商品に付けておく必要がある。そのため、タグを貼り付けることができない特殊な商品を専門に扱う小売業者にとって、これらの商品管理システムの導入は困難である。また、利益率が低い商品を扱う場合には、商品の価格に対してタグにかかるコストが相対的に高くなる。

そこで本研究では、新たな識別方法を用いた商品管理システムを提案する。具体的には、最適化手法の一つである遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm: GA) を用いた画像認識によって識別を行う。

2 画像認識のための処理

画像認識はパターン認識の一種と考えることができる。パターン認識とは、観測されたパターンをあらかじめ定められた複数の候補のうちの一つに対応させる処理のことである。計算機上でパターン認識系を構築する場合、一般に Fig. 1 の形をとる¹⁾。

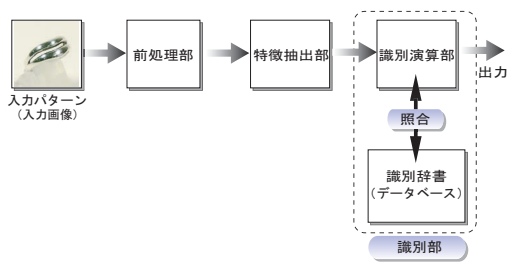


Fig. 1 認識系のシステム

まず、パターンが入力されると前処理部でノイズ除去、正規化などの処理を行う。続いて特徴抽出部では、識別に必要な本質的な特徴量のみを抽出する。この特徴量を元に識別部では識別処理を行う。識別処理は入力パターンに対して複数の候補のうちの一つを対応させることによって行われる。そのため、あらかじめ識別辞書 (特徴量データベース) を用意し、抽出された特徴量をこの辞書と照合することにより入力パターンの候補を出力する。

3 特徴量の種類

商品画像から抽出される特徴量は、次に示す 3 種類に分類することができる。

1. 撮り方を変化させた場合でも、値がほとんど変動せず、安定して抽出される特徴量
2. 撮り方を変化させると、値が大きく変動する特徴量
3. 撮り方を変化させると、特定の商品においてのみ変動する特徴量

つまり、特徴量データに関して信頼性の高いデータと低いデータが存在する。すなわち、特徴量の比較を行う際、マッチングに使用できるデータと使用できないデータがある。そこで、特徴量の信頼性を表す尺度として、重み w という係数を考える。マッチングの際には、重み係数である w を動的に決定しなければならない。

4 重み係数を用いた画像のマッチング

重み係数 w は、商品、特徴量の組み合わせ、すなわち $w(i, j)$ と表すことができる。重み係数は 0 か 1 の値をとり、1 である特徴量のみがマッチングに用いられる。商品ごとに最適な重み係数が存在し、これを用いることにより、信頼性の高いマッチングが行えると考えられる。

マッチングに最適な重み係数の決定方法として、全数探索的に重み係数を決定する方法を考える。例えば、商品数が 1000 個で、特徴量の種類が 30 種類あったとする。このときの重み係数の組み合わせは 2^{30} 通りであり、加えて、商品数が 1000 個であるので、その組み合わせは 10^{12} 通りという膨大な組み合わせ数になってしまう。この膨大な探索空間に対して全数探索を行うのは現実的でない。そこで本研究では、最適な重み係数の決定に最適化手法の一つである遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms: GA) を用いる。GA を用いたマッチングの概念図を Fig. 2 に示す。

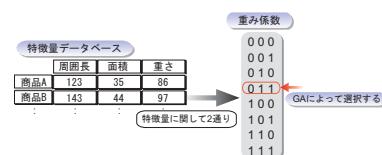


Fig. 2 GA を用いたマッチングの概念図

5 GA を用いた画像認識問題の定式化

GA を画像認識に適用するために、問題を式 (1) の形に定式化する。重み $w(i, j)$ の値を並べて N (N : 特徴量数) ビットの 2 進記号列を遺伝子型とする。また、最大化問題であり、適合度は目的関数の評価値を用いる。式 (1) に本問題における目的関数を定義する。 $a(i, j)$ は特徴量データベース上の特徴量データであり、 i は商品 ID を表し、 j は特徴量の種類を表す。 $a(X, j)$ は入力となる商品の特徴量を表す。

$$Fitness(i) = \sum_{j=1}^N \left\{ w(i, j) - \frac{w(i, j) | \Delta data|}{\alpha} \right\} \quad (1)$$

$$\Delta data = \frac{a(X, j) - a(i, j)}{a(i, j)} \times 100 \quad (2)$$

式 (2) は特徴量の差を正規化するものであり、 α は特徴量同士の誤差を何%まで許すかというパラメータである。GA によるマッチング処理のフローチャートを Fig. 3 に示す。提案する手法では、データベース上の商品と入力データとのマッチングに最適な重み係数の組み合わせを、商品ごとに一つずつ GA で決定する。

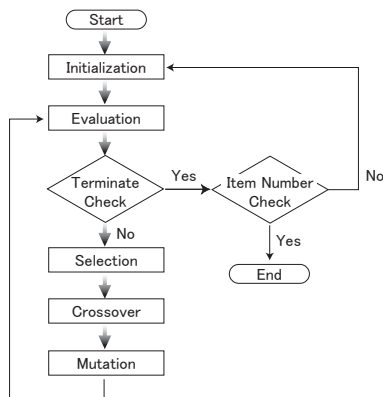


Fig. 3 GA によるマッチングのフローチャート

6 実験

6.1 実験方法

商品を撮影した画像より特徴量を抽出し、GA によるマッチングを行う。対象とする商品は 45 商品である。対象商品を分類すると、イヤリング 14 種類、指輪 10 種類、ピン 9 種類、ネックレス 6 種類、その他 6 種類となる。実験に際して、商品の画像は 2 種類用意する。一つは特徴量データベースに格納するデータを抽出するための写真、もう一つは入力となるデータを抽出するための画像である。このとき、データベース上の写真と入力用の写真は、商品の置き方以外の条件を同一にして撮影を行っている。

6.2 提案手法の評価方法

GA を用いた画像認識の結果としては、ある入力商品に対して適合度の高い順に商品候補が出力される。そこで、提案手法の評価方法として、入力商品が何番目の候補に提示されたかを用いることにする。

商品を完全に管理するには 100% の確率で識別する必要がある。そこで当面は、GA を用いた画像認識で一意に識別できない商品があったとしても、ユーザが介入することにより、正しい識別を可能にする。そのため、ある程度までの商品候補の絞り込みが成功すれば良い。最終的な判断を行う人間の負担の軽減、ならびに瞬時に判断が行える数などを考慮した上で、第四候補までの絞り込み、つまり、入力商品が第四候補までに提示されることを目標とした。

6.3 実験結果

全商品を対象としたときの認識結果を Fig. 4 に示す。

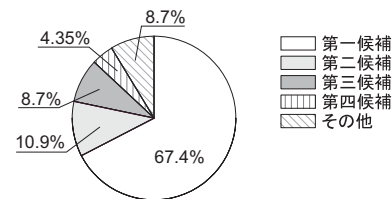


Fig. 4 認識結果

Fig. 4 より、商品の一意な識別には約 67% の確率で成功し、第四候補までの絞り込みには約 91% の確率で成功することが確認できた。

7 結論

本研究では最適化手法の一つである GA を用いた画像認識の提案をした。具体的には、GA を用いて重み係数を決定することにより信頼性の高いマッチングを行う。

アクセサリを用いて実験を行ったところ、GA を用いた画像認識では、約 7 割の商品に関しては一意に商品識別が行えることが明らかとなった。また、最終的な判断をユーザが行うことを想定した第四候補までの絞り込みに関しては、約 9 割の商品に関しては成功することが確認された。1 割の誤認識は、イヤリングによるものであり、イヤリングを除く全商品を対象とすると 100% の確率で成功する。GA を用いた画像認識は、非常に高い精度で画像認識が可能であることが示せた。

参考文献

- 1) 石井 健一郎・上田 修功・前田 英作・村瀬 洋．わかりやすいパターン認識．オーム社出版局．1998
- 2) 三宮 信夫・喜多 一・玉置 久・岩本 貴司．遺伝アルゴリズムと最適化．朝倉書店．1998