

遺伝的アルゴリズムを用いた特徴選択によるパターン認識

Feature Selection for Pattern Recognition using Genetic Algorithms

正 三木 光範 (同志社大工) 正 廣安 知之 (同志社大工)

非 永松 秀人 (同志社大院)

Mitsunori MIKI, mmiki@mail.doshisha.ac.jp, Doshisha University, Kyo-Tanabe, Kyoto

Tomoyuki HIROYASU, tomo@is.doshisha.ac.jp, Doshisha University

Shuto NAGAMATSU, shuto@mikilab.doshisha.ac.jp, Graduate School of Engineering, Doshisha University

Key word: Pattern Recognition, Image Recognition, Feature Selection, Genetic Algorithms

1 はじめに

画像認識は種々のパターン認識問題において重要な研究課題の一つである。人間は網膜上に投影された2次元像から、色、輪郭、形状等の特徴を選択的に抽出し、それらの情報を統合することによって物体を識別している。特徴選択は、与えられた特徴量の中から識別に有用な特徴量の組み合わせを選択するものであり、識別系における計算コストの低減、また識別器の識別能力の向上をもたらすことになる。特徴選択法を確立するためには、特徴評価関数とその最適化手法を定めなければならない。全ての組み合わせを評価する総当り法による識別は、評価に要する計算量が膨大となる。そこで、より少ない計算量でどの程度よい特徴を選択できるか、ということが重要な課題となる。

本研究では、同一物体が異なる見え方を示す場合における画像認識において、遺伝的アルゴリズムによって識別処理に使用する特徴量の組み合わせを適応的に決定する手法の提案を行う。また、実画像を用いた識別処理を行うことにより、有効性の検証を行う。

2 画像認識のための処理

最も単純な特徴量を用いた画像認識は、入力画像から得られる特徴量を、特徴量データベース上の各候補と全ての特徴量を用いて比較することである。そのとき、特徴量間の誤差が最も小さくなる候補が識別結果となる。しかし、特徴量は撮影条件、対象物体に依存し、全てのデータが安定して得られ、識別処理に用いることができるとは限らない。

2.1 特徴量の種類

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、特定の対象物体においてのみ変動する特徴量

つまり、特徴量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、識別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。識別の際には、特徴量の使用、不使用に関する重み係数である w を動的に決定しなければならない。

2.2 重み係数を用いた識別

ある未知入力に対して、データベース上の各候補で最適な重み係数を決定しなければならず、各候補、ならびに特徴量の組み合わせによって重み係数 w は変化する。 w は0か1の値をとり、1である特徴量のみが識別に用いられることになる。候補ごとに最適な重み係数が存在し、これを発見することにより、信頼性の高い識別が行えると考えられる。

候補画像が1000個、特徴量の種類が30種類ある場合、各候補に対して重み係数の組み合わせは 2^{30} 通りとなる。全数探索を行うには、その探索空間、計算回数が膨大であり現実的ではない。そこで本研究では、最適な重み係数の決定に遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms: GA) を用いる (図1)。

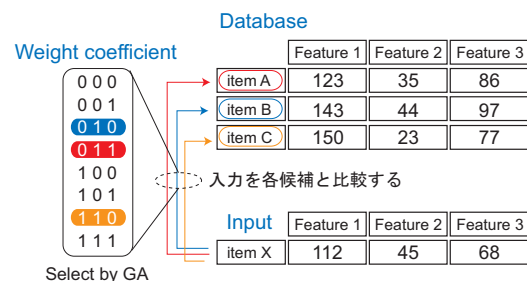


図1: Detection of weight coefficient

3 画像認識問題の定式化

3.1 遺伝的アルゴリズム

遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithms: GA) は生物が環境に適応して進化していく過程を工学的に模倣した学習的アルゴリズムである¹⁾。GAでは、探索空間上の

探索点を生物個体とみなす．個体の母集団 (Population) に対して，選択 (Selection)，交叉 (Crossover)，突然変異 (Mutation) などの遺伝的操作を繰り返し行うことによって解探索を行う．

3.2 遺伝的アルゴリズムによる特徴選択

提案手法のフローチャートを図 2 に示す．提案する手法では，入力画像 Y とデータベース上の各候補 X_i を順に比較し，その際 GA で識別のための重み係数を決定する．

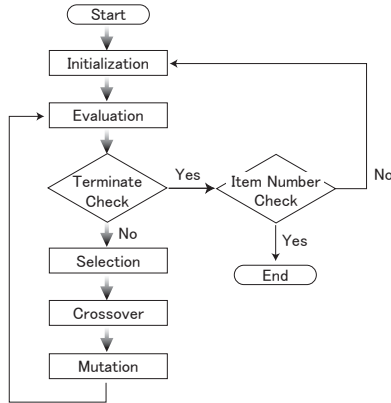


図 2: The flow chart of image recognition by GA

GA を識別における重み係数の決定に用いるために，問題を以下の形に定式化する．

- 各重み w_j の値を並べて m ビットの 2 進記号列を遺伝子型とする (m : 特徴量数)
- 遺伝子型をそのまま表現型とする (重さ 0, 1)
- 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) に目的関数を定義する． X_i はデータベース上の候補， Y は入力画像，そして入力画像と比較されるデータベース上の候補を Z とする． n はデータベース上の候補数， m は特徴量数，そして $size$ は使用する特徴量の数である． $distance(X, Y)$ は式 (2) で計算される 2 つの画像， X と Y の特徴量空間における距離を示す．

$$fitness = \frac{\sum_{i=1}^n distance(X_i, Y)}{distance(Z, Y) + 1} \times size \quad (1)$$

ただし，式 (1) の分子の X_i は Z を含まない．また，分母の $+1$ は距離 0 の場合を考慮したものである．

$$distance(X, Y) = \sqrt{\sum_{j=1}^m w_j (x_j - y_j)^2} \quad (2)$$

距離計算の際には，特徴量間でスケールが異なるため，各特徴量における値を 0 ~ 100 までの値に正規化したものを用いる．

4 数値実験

4.1 実験方法

本手法の有効性を検証するため，一般的に市販されているアクセサリを対象とした画像認識に関する実験を行った．データベースに 45 種類のアクセサリの特徴量データを格納し，識別対象として，そのうち 31 種類を入力した．実験に際して，画像はデータベースに格納するための写真と入力となる写真を用意した．このとき，2 つの写真はアクセサリの置き方以外の条件を同一にして撮影を行っている．

パラメータは経験的に良い値である，個体数 100，エリート保存 5 個体，遺伝子長 (L) 39，トーナメントサイズ 4 のトーナメント選択，交叉率 0.6 の二点交叉，そして突然変異率 $1/L$ とした．また，100 世代続けて最良個体に変化が見られなかった場合を終了条件とした．

4.2 実験結果

実験結果を図 3 に示す．本実験における識別結果は，ある入力画像に対して，適合度の高い順に候補画像が示される．そこで，提案手法の評価方法として入力とした画像と同じ対象物体が写っている画像が何番目の候補に提示されたかを用いた．図中の凡例は提示される候補の何番目に正しい候補が得られたかを表す．

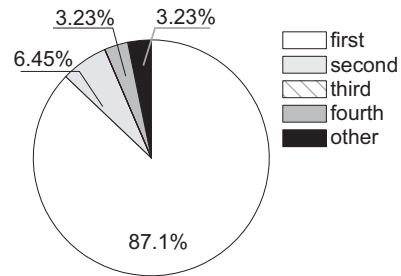


図 3: Result of discrimination

図 3 より，87% の確率，つまり，31 の入力画像中，27 個について第一候補として識別されることが確認された．

5 結論

本研究では GA を用いた特徴選択による画像認識の提案を行った．GA を用いて識別に用いる特徴量を動的に決定することにより信頼性の高い識別を実現する．アクセサリを撮影した画像を用いて実験を行ったところ，本手法は 87% の確率で一意に識別できることが明らかとなった．本手法は特徴量が変動する条件下において非常に高い精度で画像認識が可能であることがわかった．

参考文献

1) D.E.Goldberg. *Genetic Algorithms in Search Optimization and Machine Learning*. Addison-Wesley, 1989.