

3 L-1 ニューラルネットワークを用いた画像認識の一考察 ~幾何学的変化に対する不変性と未知パターンのリジェクト機能について~

○牧野辰夫 山下 透 和田正尚
 川崎重工業(株) 岐阜技術研究所

1. はじめに

画像の特徴量に不変モーメントを用い、その分類にニューラルネットワーク(以下、NNと略記)を使用した画像認識方法に関して報告する。画像認識では画像中の物体の位置、方向等に関係なく認識できることが必要であるが、不変モーメント特徴を使用することで、平面的な幾何学的変化に対してロバストな認識が可能となる。

また、バックプロパゲーションNNを分類に使用した場合の問題点を述べ、それに対処するための一手法を提案する。比較的複雑な画像パターンを用いて本手法の検証実験を行う。

2. 画像認識システム概要

2.1 画像の特徴抽出

不変モーメント特徴^{1,2)}は回転補正等に使用される(1)式のモーメント³⁾を非線形に組み合わせることによって得られ、画像パターンの位置、大きさ及び回転角に依存しない性質を有する。

$$M_{pq} = \int x^p y^q f(x, y) dx dy \quad (1)$$

M: モーメント, f(x, y): 画素値, p, q: 正の整数

図1に不変モーメント特徴の例を示す。ここでは、一つの画像パターンから1~6次成分の不変モーメント特徴を求めている。同図から胴体と翼からなる基本的な構造には違いがないものの、細部は比較的複雑な航空機形状に対して、各成分に差が現われることが確認できる。

2.2 特徴ベクトル分類用NN

抽出した不変モーメント特徴の分類に、3層の

On the Image Recognition with Artificial Neural Networks
 ~Invariant Characteristics and the Ability to Reject Quite Strange Patterns~

Tatsuo Makino, Tooru Yamashita, Masanao Wada
 Gifu Technical Institute, Kawasaki Heavy Industries.Ltd
 1.Kawasaki, Kakamigahara, Gifu 504, Japan

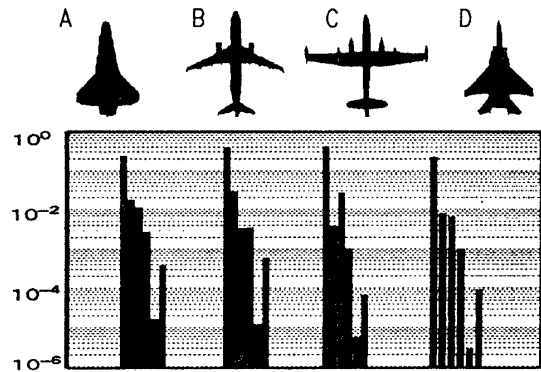


図1. 不変モーメント特徴例

バックプロパゲーションNNを使用する。入力層のユニット数は不変モーメント特徴の成分数に合わせ(6ユニット)、出力層は識別する画像パターンの数(11ユニット)に合わせる。中間層は経験的に決めるものとする。ネットワークには成分毎に0~1に正規化した不変モーメント特徴を入力する。

2.3 リジェクト機能

パターン認識では入力がかどのカテゴリーに属するかを決定すること以外に、いずれのカテゴリーにも該当しない未知パターンの入力に対して”未知”と判定すること、すなわちリジェクト機能が重要である。特に実用的な画像認識では、入力の多くが未知パターンと考えられるため、この機能が必要である。しかしながら、先のバックプロパゲーションNNは、既存カテゴリーとの類似度を表しているわけ

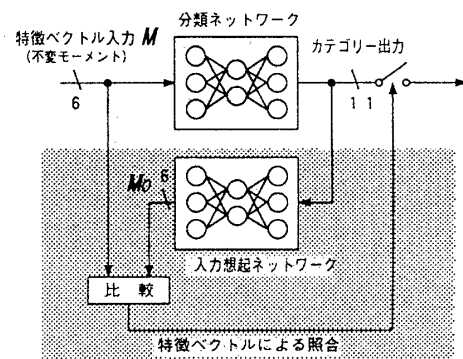


図2. 認識結果判定アルゴリズム

ではないので、出力値の大小により未知パターンであるか否かを判断することはできない⁴⁾。このため、類似度を求めるクラスタリング型のNN（例えば、LVQ等）を利用することも考えられるが、ここではより容易に未知パターンのリジェクトを行う。すなわち、未知パターンの不変モーメント M は該当カテゴリーの不変モーメント M_0 と全く異なる点に着目して、図2に示した様に出力結果に対応した M_0 を呼び出して M と比較することで最終判定を下す方法を用いる。図2では分類と同様に、 M_0 の想起にもNNを使用しているが、これによりサンプル点間が内挿補間できると考えている。

3. 実験結果

3.1 2次元形状による検証

図1のパターンを含んだ11種類の2次元形状の画像パターンを識別する。実験にはCCDカメラで入力した実画像を使用し、前処理として2値化処理、ノイズ除去及び領域分割処理を施す。不変モーメント特徴は、切り出された各パターンに対してそれぞれ求める。図3は認識結果の例である。画像中央の完全なシルエットに対して正しく識別しており、幾何学的変換に不変な認識ができています。また、画像周辺の不完全なシルエットは未知パターンに相当するが、本システムではこれらに対してリジェクト機能が働き、未知であることを示す“?”を表示している。

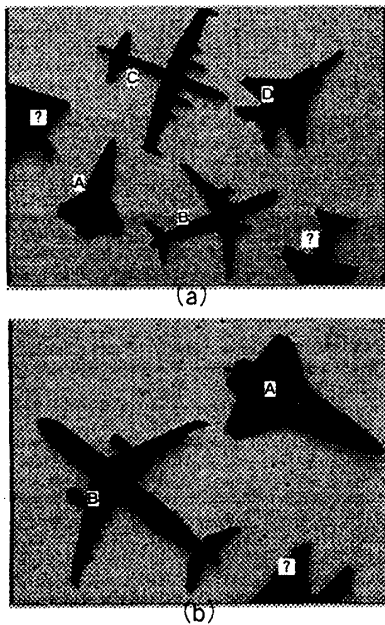


図3. 認識結果例

3.2 3次元物体認識の検討

3次元物体では観測方向によりシルエットが変化するので、一つの物体に対して複数の不変モーメント

特徴が存在する。厳密に言えば、物体を球の中心に置き球表面から観測すると考えた時、不変モーメント特徴は観測位置を示す緯度と経度の2変数で表される陰関数となる。このことは、不変モーメント特徴空間では一つの物体は超曲面で表されることを意味している。図4は3個の不変モーメント特徴で張られた特徴ベクトル空間において、3種類の3次元航空機モデル

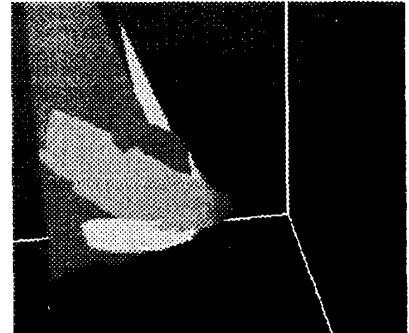


図4. 不変モーメント特徴空間

の領域を示したものである。各領域は接近した空間配置になっており、さらに複雑に交差していることも分かる。これより分離面をNNで形成することは困難であることが予想される。

4. おわりに

2次元形状の画像パターンに関して、幾何学的変化に対する不変性、及び未知パターンをリジェクトできる画像認識が本手法により可能であることを示した。多少の3次元的な変形に対しては学習データを加えることで対応できると考えている。

しかしながら、不変モーメント特徴を用いると情報量が大幅に削減できる反面、画像パターンと特徴量が1対1に対応しなくなるため、本格的な3次元物体認識には問題がある。これに対処するには、複数の画像あるいは動画像を利用することが有効と思われる。今後はこれらを検討すると共に、画素情報を扱う画像認識手法を検討していきたい。

参考文献

- (1) McAulay.A.D, "Effect of noise in moment invariant", NAECON, May 1991
- (2) Maitra S., "Moment Invariants", Proceedings of the IEEE, Vol.67, No4, April 1979
- (3) 舟久保, パターン認識, 共立出版
- (4) 酒匂, 「AIC情報量基準を用いたクラスタリング型ニューロの最適化」, 電子情報通信学会春季大会, D-35, 1992