

回転パターンを自動生成するニューラルネットワーク

2 L - 8

須崎 健一* 荒屋 眞二* 中村 良三**
(福岡工業大学) (熊本大学)

1. まえがき

回転パターンを学習認識する従来のネットには、回転の影響を除去するスクランブルモデル⁽¹⁾、⁽²⁾や、標準パターンとの類似度に応じて分類するモデル⁽³⁾がある。前者のモデルは回転角認識能力がなく、後者のモデルも、未学習の回転パターンに対して回転角認識能力がないなど、問題点があった。

本稿では、入力パターンからその回転パターンを自動生成する3層ニューラルネットモデルを提案する。モデルは入力パターンを回転させる時期によって命名した、①学習時回転モデル、②認識時回転モデル、③学習認識時回転モデル、からなる。②の認識時回転モデルは、未学習の回転パターンに対しても回転角認識能力をもつ。この他、提案モデルは従来モデルに比べてネット規模が小さい利点も持つ。

以下では、提案モデルの学習・認識機構を述べたあと、実験により提案モデルの有効性を示すと共に、スクランブルモデルと比較考察する。

2. パターン回転モデル

パターン回転モデルのネット構造を図1に示す。このモデルは入力層から入力層への層内結合 II と二つのゲートをもつ。この層内結合は完全結合ではなく、図2(文字 $N \times N$ のメッシュ)に示すように、入力層の出力(活性値)パターンを右回りに90度だけ回転させるように結合されている。層内結合の数は、 N が偶数なら N^2 、奇数なら $N^2 - 1$ となる。回転によって、信号の大きさが変化しないように、結合の重みは全て1に固定され、かつ、入力層のユニットの入出力関数は線形関数である(他の層のユニットは全てsigmoid関数である)。このモデルは、二つのゲートの切り替える時期によって、学習時回転、認識時回転、及び学習認識時回転、となる三つの機能をもつモデルになる。

2.1 学習時回転モデル

このモデルは、標準パターンから、それ以外の回転角をもつパターンを学習時に逐次生成し、それら全回転パターンを同じカテゴリとして学習する。学習時

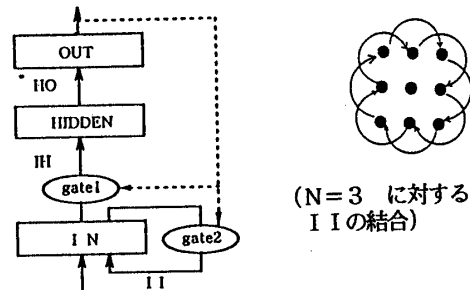


図1. パターン回転ネット構造 図2. 入力層の層内結合

には、ゲート1は常に開け、全ての訓練パターンに対して、出力誤差が十分小さくなるまで以下の処理を繰り返す。

(s1)ゲート2を閉じ、一つの標準パターンを入力層 IN の訓練パターンとする。

(s2)訓練パターンに対して、BP法により結合 HO と IH の重み、および層 OUT と $HIDDEN$ のバイアスを修正する。もし、全ての回転パターンを訓練したなら、次の標準パターンを取り出して(s1)に戻り、それ以外なら(s3)に進む。

(s3)ゲート2を開き、入力層の活性値パターンを結合 II を通して入力層 IN に戻し、それを新たな訓練パターンとする(これは前回の訓練パターンを90度だけ右回転したものになる)。ゲート2を閉じ、(s2)に戻る。

認識時のネット動作はゲート2を常に閉じ、層内結合なしの通常の3層ネットとして動作する。

2.2 認識時回転モデル

このモデルは、学習時には、ゲート2は常に閉じられており、通常の3層ネットとして、標準パターンだけを学習する。

認識時には、次のような処理が行なわれる。

(s1)ゲート2を閉じ、外界から与えられた認識すべきパターンを入力層 IN の入力パターンとする。

(s2)入力パターンに対して、出力層 OUT の出力を計算する。その値が標準パターンでの出力値と一致すれば、それを認識結果として終了する。全ての回転処理が済んだならば、認識不能として終了する。それ以外ならば(s3)に進む。

(s3)ゲート2を開き、入力層の活性値パターンを結合 II を通して入力層に戻し、それを新たな入力パタ

A Neural Network Which Automatically Produces Rotated Patterns.

Kenichi Suzaki*, Shinji Araya*, Ryoza Nakamura**

*) Fukuoka Institute of Technology.

**) Kumamoto University.

ーンとする。ゲート2を閉じ、(s2)に戻る。

2.3 学習認識時回転モデル

回転の刻みが小さくなるほど、一つの標準パターンに対する回転パターンの数が多くなる。その場合、学習時回転モデルでは、必要な隠れ層ユニットと学習時間が増加する。一方、認識時回転モデルでは、学習時間とユニット数は増加しないが、平均認識時間が増加する。これら二つのモデルを組み合わせることにより、計算負荷を学習時と認識時に、応用分野に適した割合で配分できるようにしたものが、学習認識時回転モデルである。

学習時において、ゲート2の開閉により標準パターンを回転させながらネットに記憶させる点は、学習時回転モデルと同じであるが、回転パターンを全て記憶させるのではなく、ゲート1の開閉によりk個おきに記憶させる点だけが異なっている。認識時には、ゲート1は常に開かれた状態になり、ゲート2の開閉により、認識時回転モデルの認識時処理と同様の処理が行なわれる。回転パターンはk個おきに記憶させているので、高々k回の回転で認識が可能である。

3. 実験と考察

提案モデルとスクランブルモデル⁽¹⁾をニューラルネットシミュレータSunNetを用いて実現した。実験では回転のない3文字“T”、“C”、“L”の標準パターンを学習させ、その後で、それらの回転パターンを認識させた。ネット構造は、入力ユニット数(64個、各文字8×8)と出力ユニット数(3個)は各モデルとも同じにし、隠れユニット数は各モデルが十分な精度で学習認識できるのに必要な数とした。ネット出力は、文字“T”、“C”、“L”の各カテゴリに対して、それぞれ100、010、001となるようにした。回転の刻みは90度とした。

実験において、実現した全てのモデルのパターン認識率は100%であることを確認した。実験結果は、紙面の都合により、提案モデルの中で学習時回転モデル

と認識時回転モデルの両方の機能をもつ学習認識時回転モデルにおいて、kを1とした場合の認識結果だけを示す(表1)。数値のアンダーラインは、出力層のユニットの中で1に近い出力を表わし、認識ができたことを示す。なお、“T”以外の文字の認識結果も、同様の傾向が得られた。結果から、認識テストに失敗したときだけ、そのテストパターンを右90度回転させて認識していることがわかる。

3.1 ネット規模 ネット規模は、標準パターンだけを学習する認識時回転モデルが最も小さく、その隠れ層のユニット数は4で充分だった。他のモデルは回転パターンを学習するため、学習認識時回転モデルで5個、学習時回転モデルで6個となった。最大のネット規模を必要とするのは、固定ネットと可変ネット部をもつスクランブルモデルである。

3.2 学習時間 学習時間が最も早いのは、標準パターンだけの学習で、ネット規模が最小の認識時回転モデルである。最大なのは、全ての回転モデルを学習する学習時回転モデルである。スクランブルモデルは固定ネット部の処理だけ認識時回転モデルより長い。

3.3 認識時間 認識時間が最も早いのは、1回の認識で済む学習時回転モデルである。最も長いのが認識時回転モデルである。スクランブルモデルは固定ネット部の処理だけ学習時回転モデルより長い。

3.4 回転角認識能力 スクランブルモデルは、回転角認識能力はなく、文献2のモデルは未学習の回転パターンに対して回転角認識能力はなかった。これに対して、認識時回転モデルは、回転数によって回転角を認識することができる。

4. まとめ

回転パターンを学習認識するニューラルネットとして、三つのモデルを提案し、実験により、それぞれの有効性を示した。本モデルは従来モデルに比べ、(1)ネット規模が小さい、(2)通常のBP法で学習できる、(3)回転パターンの回転角認識能力をもつ、などの点で優れていることを示した。

参考文献

- (1)Widrow, B. et al.: Layered Neural Nets for Pattern Recognition, IEEE Trans. Acoust., Speech & Signal Process., 36, 7, pp. 1109-1118(1988).
- (2)福見、細川、大松: ニューラルネットワークによる位置ずれ・回転に不変なパターン認識システム、電学論(c)、110-c、3、pp. 148-155(1990)。
- (3)池田、鳥岡: ニューラルネットにおける回転パターン表現について、信学論(D-11)、J73-D-11、1、pp. 100-108(1990)。

Test pattern	出力層ユニット値		
	OUT[0]	OUT[1]	OUT[2]
	<u>0.959</u>	0.024	0.028
	0.082	0.038	0.815
	<u>0.959</u>	0.024	0.028
	<u>0.973</u>	0.038	0.007
	0.016	0.094	0.854
	<u>0.973</u>	0.038	0.007

(表1) 学習認識時回転モデルの出力結果