

位置ずれ・スケール変換などに不変な 6E-7 ニューラルパターン認識システム

福見 稔, 大松 繁
徳島大学

1 まえがき

人工的ニューラルネットワークとその応用に関する研究が、近年活発に行われている。特に、文字認識などパターン認識に関連した研究が多い。変形パターン認識に関して、これまでにネオコグニトロン[1]やWidrow[2]のシステム、その改良型など多数のシステム[3]-[8]が提案されている。しかし、位置ずれ・回転・スケール変換・太さ(線幅)の変化などのすべてに対して不変なシステムは提案されていない。

本稿では、位置ずれ・スケール変換およびパターンの線幅の変化などに不変なパターン認識システムをニューラルネットワークにより構成する。そして、変形数字認識へと適用した予備的計算機シミュレーションの結果を示す。

2 ニューラルパターン認識システム

本稿で提案するシステムを図1に示す。本システムは、前処理ネットワーク(前処理部)と学習可能な多層ネットワーク(学習層)から構成されている。前処理部では、まず入力パターンのサイズの正規化が行われる。この正規化を行うネットワークは、すでに著者らの報告しているシステム[5]と同じネットワークであり、入力パターンの位置と大きさの検出を行うことが可能である。原理は、以下の通りである。まず受容野のサイズが異なったニューロンを数種類用意する。各種類のニューロンごとに受容野を重複させながらRetinaを埋め尽くすように並べる。各ニューロンの有する重みは、受容野中心部では正、周辺部では負の大きな値となっている。そして、すべてのニューロンが競合を行い、最大値出力を出したニューロンの受容野に入力された信号を特徴検出ネットワークへの出力信号とする。この際、サイズの変換も行われる。

図2の特徴検出ネットワークでは、入力パターンの線分(エッジ)方向成分を検出し、入力パターンを方位選択性細胞の集合体の活性化パターンへと変換して出力する。線分方向検出の際、図3のLUに受容野のサイズが異なったニューロンを用意する。受容野のサイズが大きいニューロンほど線幅の広い線分特徴を検出する。

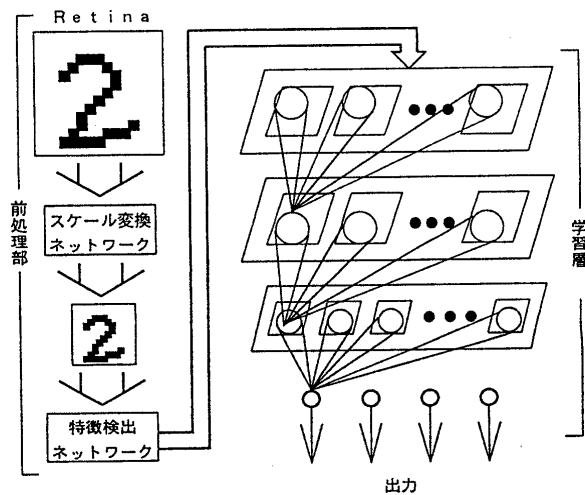


図1: ニューラルパターン認識システム

本稿では、各サイズとも8方向の線分を検出するニューロンを用意した。つまり、受容野の中心位置が等しい各サイズ8個のニューロンは同じパターンを入力される。そして、ほぼ同じ位置にあるすべてのサイズのすべてのニューロンが競合し、最大値出力のニューロンだけが対応する位置にある方位選択性細胞を活性化する。競合した他のニューロンは抑制されて出力をださない。このとき、線分方向成分だけではなく、より複雑な特徴を検出することも可能であるが、本稿では線分方向特徴だけを用いて認識可能かどうかを検討した。特徴検出ネットワークからの出力パターン(今の場合、方位選択性細胞の活性化パターン)が学習層への入力パターンとなる。

学習層では、方位選択性細胞の活性化パターンを望ましい応答に変換するように教師有り学習を行い、改良型BP[6](誤差逆伝播)法を使用する。この際、多少の位置ずれ・拡大縮小・歪みなどに影響されないように、制約条件つきのBP学習を行う。

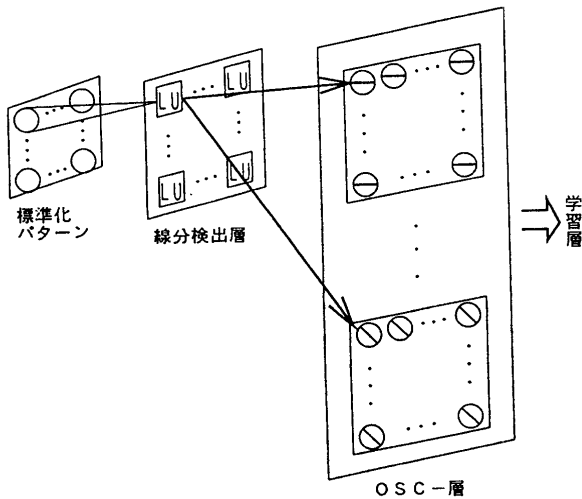


図 2: 特徴検出ネットワーク

この学習法は、ネオコグニトロンなどで用いられている位置ずれ不変性の原理をBP学習に導入したものである。以下で簡単に述べる

多層ネットワークの各中間層は面の集合から成っており、第 i 面内のニューロンはすべて同じ重み W_i を持つ。さらに、各ニューロンの受容野は少しずつ位置ずれしており、入力パターンの多少の位置ずれを許容する。面が異なれば異なる重みを有する。学習途中においても面内のニューロンの重みが同じであるように、 i 面のニューロンの重み W_i の修正量 ΔW_i は i 面内のすべてのニューロンの平均値とする。この制約付き学習により、多少の位置ずれや歪みに影響されないシステムを構成することが可能となる。

3 計算機シミュレーション

本稿でのシステムを用いて、簡単な予備実験を行った。手書き数字認識を想定し、0~9の変形パターンを多数作成して認識実験を行った。Retinaのサイズを 30×30 の正方領域とした。ただし学習は、 15×15 のサイズの Retina を用いてより小さなパターンだけで行い、大きなサイズで線幅の広いパターンをも認識可能かどうかを検討した。各種類5個の学習サンプルを使用した場合、約70%程度の識別率であった。サイズの大きなパターンの場合若干識別率が低下した。詳しい結果については、当日述べる。

参考文献

- [1] Fukushima et al.: "Neocognitron...", *IEEE Trans. Syst., Man, Cybern.*, 13, p.826 (1983)

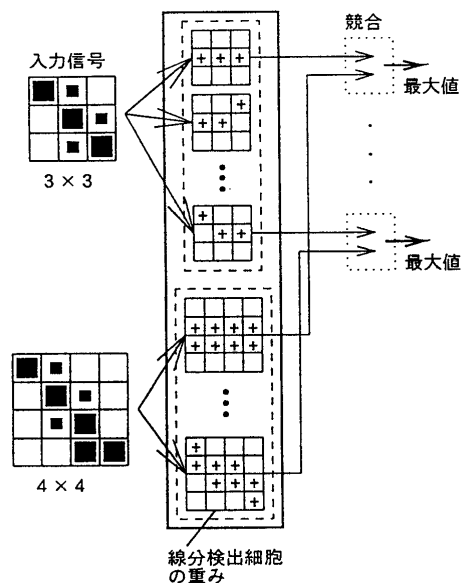


図 3: 線分検出ユニット (LU)

- [2] Widrow et al.: "Layered Neural ...", *IEEE Trans. Acoust., Speech, Signal Process.*, 36, p.1109 (1988)
- [3] 福見、他: 「パターンの回転に対して...」、システム制御情報学会論文誌、5、p.9 (1992)
- [4] M.Fukumi et al.: "Rotation-Invariant ...", *IEEE Trans. Neural Networks*, 2, p.272 (1992)
- [5] 寺西、他: 「ニューラル...」、第34回システム制御情報講演会、2025、p.105 (1990)
- [6] 福見、他: 「高速な収束特性...」、信学論、Vol. J73-D-II, p.648 (1990)
- [7] 福見、他: 「ニューラルネットワーク...」、電学論C、Vol.110, 3, p.148 (1990)
- [8] 福見、他: 「パターンの回転に不変な...」、電学論C、Vol.112, 8 (掲載予定)