

ランダムにシナプス荷重を与えた多層ニューラルネットワークの学習

秋田県立由利高等学校 理数科3年 遠藤 諒 小野 遥斗 佐藤 逸樹 鈴木 栄瑛 藤本 大海

Abstract

パターン判別を目的とした多層ニューラルネットワークの学習方式について研究を行った。その結果、ランダムにシナプス荷重を与えた2つニューラルネットを比較し、正解に近い方にシナプス荷重を少しずつ変化させるという、非常に単純な学習規則でパターン判別できるようになることを確認した。また、初期状態や学習過程の違いによっては、未知のパターンに対する反応が異なるネットワークが完成するなど、個性を持つことも確認した。(この点に関しては本稿では割愛)

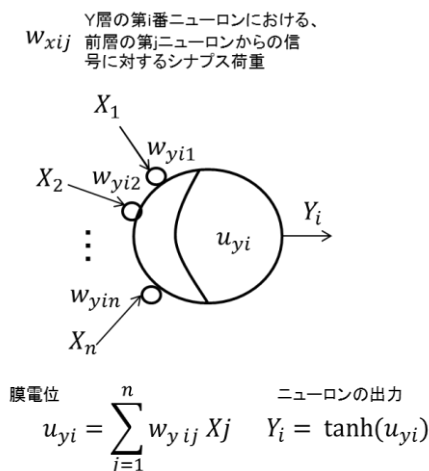
ニューラルネットワークとは

近年、急激な発展を遂げている人工知能の基本アーキテクチャの1つが、ヒトの神経回路網をモデル化したニューラルネットによる深層学習である。

ニューロン(神経細胞)・シナプス荷重・膜電位

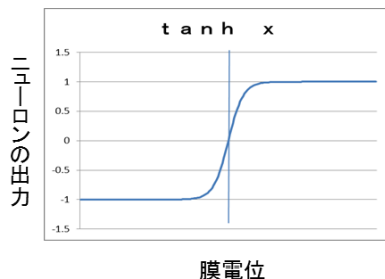
他のニューロンからの出力信号に対し、重み付け(「シナプス荷重」という)をして足し合わせたものが「膜電位」である。

この膜電位の値がある閾値を超えた場合にニューロンは“発火”して次のニューロンに信号を伝える。



しきい関数(シグモイド関数)

$$\tanh x = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$$



本シミュレーションで用いたモデル

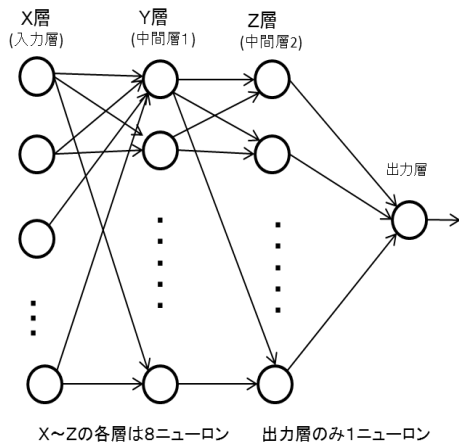
本来のニューロンは「発火していない/発火している」の{0, 1}モデルであるが、ニューロンの特性としてシグモイド関数を用いることで閾値の設定が簡易であること等の理由から、ニューロンには{1,-1}モデルを用いた。({0,1}モデルと同等の計算が可能であることが甘利らによって証明されている。)

ネットワーク形態は、4層モデルで、層内の結合はなしとした。1~3層が各8ニューロンで1層めに入力パターンを設定し、4層目(1ニューロン)の発火によってパターン判別を行うシステムである。

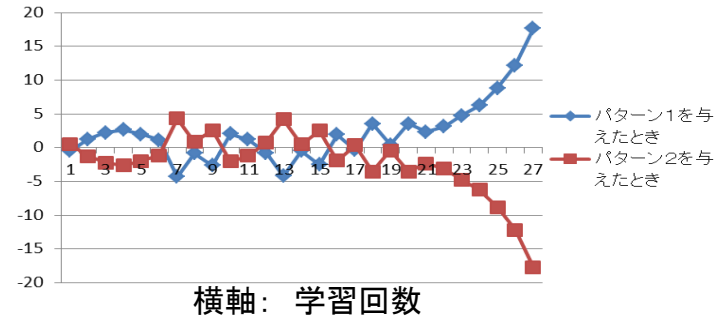
入力パターンを2つ用意し、その判別を最終層ニューロンの発火(膜電位)で判断する。

シナプス荷重の変更規則

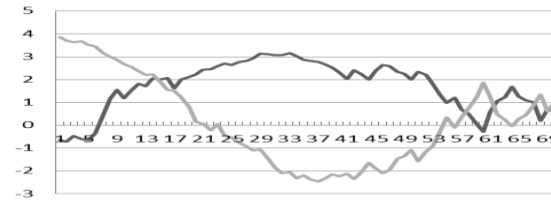
現在のシナプス荷重で入力した場合と、ランダムに生成したシナプス荷重で入力した場合で最終層ニューロンの膜電位を比較し、より正解に近い方にシナプス荷重を少しずつ変更していく。(2通りのシナプス荷重の差の0.01倍ずつ強化あるいは変更をした。)



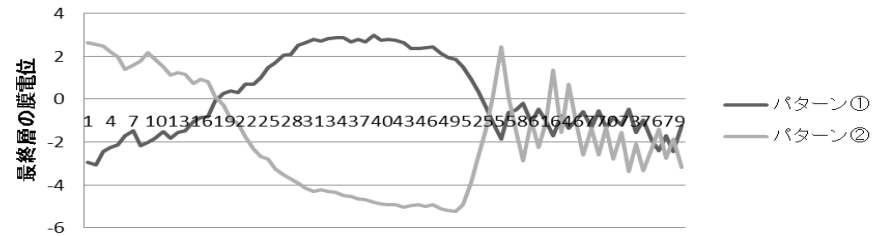
最終層ニューロンの膜電位の変化 (例)



学習過程の例 (まだ収束していない例)



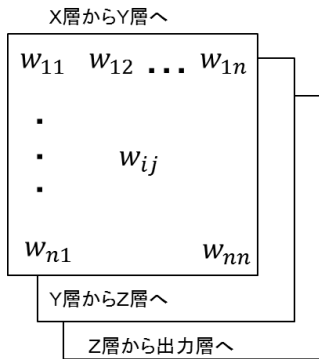
学習がうまくいかない例 (学習しすぎ?)



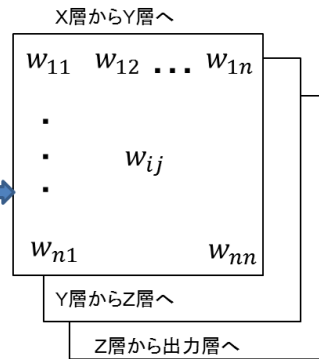
成果と課題

- ・非常に単純な学習規則で、パターンを判別できるようになることを示した。従来の学習規則(バックプロパゲーションなど)に比べ、計算量を大幅に減らせる可能性がある。
- ・シナプス荷重を記録しておくためにメモリ領域を多く必要とする。
- ・単純なパターン判別ではなく、連続時間ニューロンによる動的モデルに拡張することによって、知的な動作をするシステムを構築できないものか、研究を続けていきたい。

現在のシナプス荷重



ランダムに生成したシナプス荷重



出力層の膜電位を比較する

差をとる

現在の方が正解に近い場合は、差の0.01倍を強化

ランダムな方が正解に近い場合には、差の0.01倍ランダムな方に近づける

