

逐次学習における記憶の引き込み領域に関する研究

A Study of Memory Basin in Incremental Learning

報告者 木村俊貴 (Kimura Toshiki)
指導教官 出口利憲 (Deguchi Toshinori)

1. はじめに

カオスニューラルネットワークを用いた学習法として、ヘップの学習則に基づいた逐次学習法がある。この学習法では学習を繰り返すごとに個々のニューロンが自らの内部状態から学習を行うかどうかを判断し、結合荷重の値を変化させることで学習をする。この逐次学習法では連想記憶が実現でき、学習を終えたパターンに近いパターンを入力したとき、そのパターンに修正することができる。これがどのくらいの違いまで学習を終えたパターンに修正できるか(引き込めるか)確かめることを本研究の目的とする。ここで、学習を終えたパターンに修正できる入力パターンの範囲を引き込み領域とする。

2. 引き込み領域

本実験では100素子のネットワークに対し、学習させるランダムパターンの数を増やしていったときの引き込み領域の変化を調べた。学習を終えたパターンのビットを反転させて、学習を終えたパターンに近いパターンを生成した。ここではランダムパターンを使用するため、反転ビットをランダムに抽出する必要がないとして、先頭から順番にビットを反転させて実験を行う。⁽¹⁾ Fig.1は、学習させたパターンに対して横軸に入力パターンの反転したビット数を取り、縦軸に引き込めたパターン数をとったグラフである。入力パターンの反転したビット数が少ないときには、学習させたパターンを全て引き込めていることがわかる。入力パターンの反転したビット数を多くしていくと、だんだん引き込めるパターン数が少なくなり、やがて1パターンも引き込めなくなる様子が確認できた。

3. 素子数における引き込み半径

入力パターンの反転したビット数を多くしていったときに、学習させたパターンを全て引き込めている範囲に着目した。その範囲の中で入力パターンの反転ビット数が最大の値を、本研究では引き込み半径と定義する。Fig.2は、横軸に学習させたパターン数、縦軸に100、200、300、400素子のネットワークの引き込み半径をとったグラフである。学習させたパターン数が

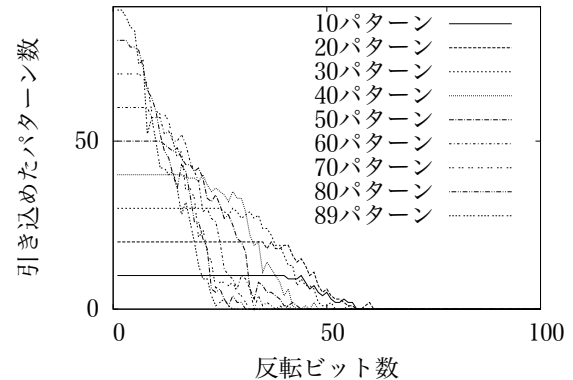


図1 100素子における引き込み領域

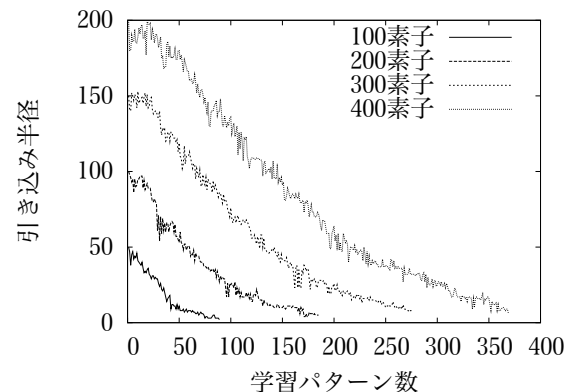


図2 100-400素子における引き込み半径

多くなるにつれて、引き込み半径が小さくなっていくことが確認できた。各素子数での1パターンだけ学習させたときの引き込み半径に着目してみると、学習を行った素子数の50%であるとわかった。各素子数の最大完全学習数のパターンでの引き込み半径を調べると、およそ2%であるとわかった。

4. パターンの2値の比率における引き込み半径

引き込み半径の実験から得た結果が、入力するパターンの2値の比率によってどのような変化があるのかを調べた。本実験では100素子のネットワークに対して学習させるランダムパターンの2値の比率を変え

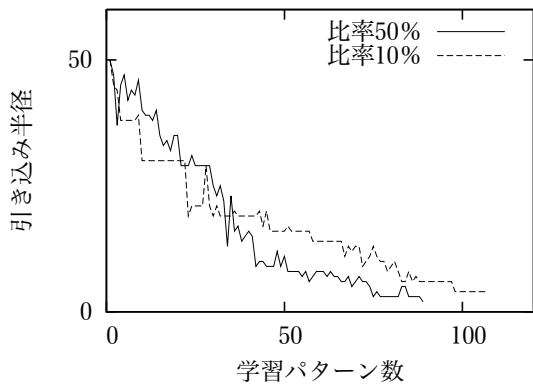


図3 100 素子における引き込み半径

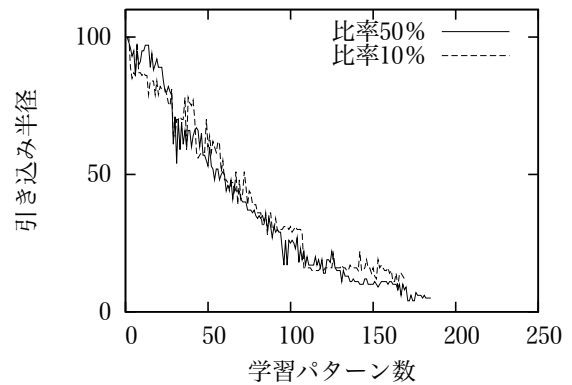


図4 200 素子における引き込み半径

ていったときの引き込み半径の変化を調べた。パターンの2値のうちの1の比率を10%~50%まで10%ずつ増やすことで、比率を変化させたパターンを生成した。Fig.3は、横軸に学習させたパターン数、縦軸にパターンの1の比率が10%、50%の引き込み半径をとったグラフである。従来のパターンの1の比率が50%のグラフと比べると10%のように相関が高いパターンにおいては、学習パターン数が増えていることがわかる。過去の研究でも同様に100素子における比率の変化で最大学習成功パターンが増加する傾向が見られた。引き込み半径に関しては、どのパターンの比率においても減少する傾向は従来のパターンとほぼ同じであり、パターンの比率によってはさほど影響しないことがわかった。最大完全学習数のパターンでの引き込み半径を調べると、1の比率が10%の時は素子数に対しておよそ4%となった。

5. 素子数ごとの引き込み半径

100素子においてパターンの2値の比率を変えていったときの引き込み半径は、従来のパターンとほぼ同じ傾向で減少していたが、素子数を変化させたときにも同様な結果が得られるのかを調べた。Fig.4、Fig.5は200素子、300素子の引き込み半径のグラフで、横軸に学習パターン数、縦軸にパターンの1の比率が10%、50%の引き込み半径をとったグラフである。引き込み半径の減少の傾向はどの素子数においても、多少の振り幅の違いはあるものの従来のパターンのグラフとほぼ同じであり、素子数においてもさほど影響しないことがわかった。200素子の1の比率が10%のグラフにおいて学習パターンが170パターン目で、今まで同様の傾向で減少していたものが途切れている様子が確認できた。

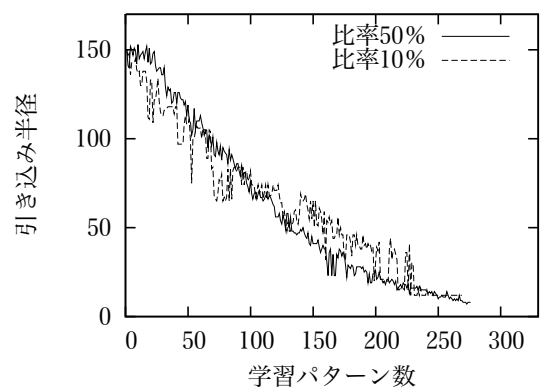


図5 300 素子における引き込み半径

6. まとめ

学習パターン数が増えると、どの素子数においても引き込み半径が減少していく傾向が見られた。この結果がランダムパターンの2値の比率に関係なく同様の傾向で減少していくことが確かめられた。100素子においては2値の比率が学習に影響を及ぼしていたため、引き込み半径についても僅かに増加していた。しかし、この結果は僅かな変化のため、ランダムパターンによる誤差なのか相関の違いによる変化なのか、今後様々な乱数の種を用いて調べる必要がある。200素子において引き込み半径のグラフが170パターン目で途切れている点があった。これは170パターン目のパターンが特殊で全てのパターンを学習できなかった可能性も考えられる為、今後他のランダムパターンを用いて検討する必要がある。

文献

- (1) T.Deguchi, K.Matsuno, T.Kimura and N.Ishii: Error Correction Capability in Chaotic Neural Networks, Computer and Information Science 2009, p295-302, 2009