

カオスニューラルネットワークによる逐次学習に関する研究

Study using Incremental Learning in Chaotic Neural Network

報告者 松野圭将 (Matsuno Keisuke)

指導教官 出口利憲 (Deguchi Toshinori)

1. 研究の目的

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がある。この学習では学習を繰り返すごとに、結合荷重の値が変化する。現在までの研究結果より、この時変化する変化量がパターン画像の学習量に影響する事が明らかになっている。⁽¹⁾ 本研究の目的は、この結合荷重の変化量が学習にどのような影響をもたらすのかを素子数と関連づけて明らかにする事である。

2. 逐次学習

本研究では、入力パターンと同じパターンを出力するようにネットワークを学習させる。この学習に逐次学習を用いている。逐次学習では何度もパターンを入力し学習を行う。また、一つのパターンが入力される度に、各々のニューロンが学習の必要性を判断する。それに応じて、ニューロンごとに結合荷重の値 w を変化させる。この変化量を Δw で表す。さらに各素子数において、入力したパターンを全て学習した中で最大のものを最大完全学習数とする。また、最大完全学習数を行ったときの Δw を、最適な Δw とする。逐次学習は、従来の相関学習と比較して、多くのパターンを学習する事ができる事が明らかになっている。⁽²⁾

3. 実験方法

本研究では、ネットワークに学習させるパターンは乱数によって生成された2値のランダムパターンとする。また逐次学習では1つのパターンを連続で入力する必要がある。この回数を学習回数と定義する。さらに、これを全てのパターンに対して行うことを、1セットとし、このセット数を学習セット回数と定義する。

4. 実験1 (複数の乱数の種を用いる)

現在までの研究結果⁽¹⁾ については一つの乱数の種によるランダムパターンを用いていた。しかし、学習させるパターン画像に偏りがあると学習量に影響が出てしまう事が明らかになっている。⁽³⁾ そこで、3種類の乱数の種を用いて学習量と最適な Δw について再度調べた。この時学習回数は50回、学習セット回数は100セットとした。結果を図1に示す。

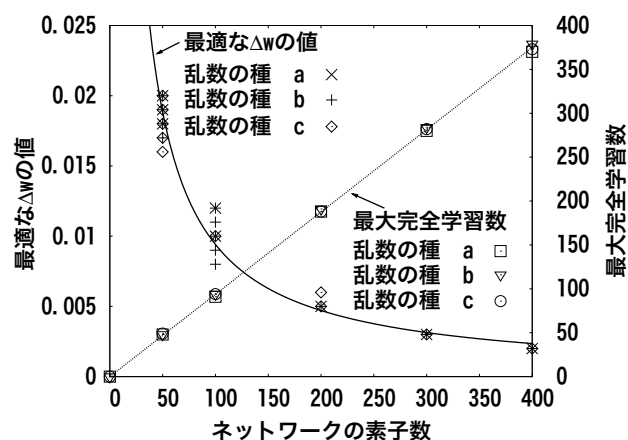


図1 ネットワークの素子数 -

最適な Δw の値 と 学習したパターン数

この結果より3種類の乱数の種によるランダムパターンでも、ほぼ同様な振る舞いが確認できた。ネットワークの素子数が増加すると、それに伴い学習成功数も増加している。一方で、左の縦軸である最適な Δw の値は減少している。また、最適な Δw の値が取りうる範囲も狭くなっている事がわかる。但し、乱数の種によってその幅が多少変動している。50,100素子ではその違いが大きいが、200素子以降はほぼ収束している。これは学習するパターン画像の偏りが、素子数の小さいネットワークでは大きく影響することを示していると考えられる。そして、各々の素子数における最大の最適な Δw の値は、素子数との間に反比例の関係がある事がわかる。

5. Δw の時間的变化

次に、 Δw の学習に対する影響を調べるため、結合荷重の値 w そのものがどのように変化するかを調べた。その結果、学習を行う前半と後半とで結合荷重の変動の大きさが異なる事が分かった。特に、前半は大きく変動する一方で後半は、細かく振動している。実際に学習しているパターン数を調べても、前半は大きく学習しているが後半はほとんど学習量が変わらない。そのため、 Δw の値を学習時間と共に変化させ

ば、後半においても学習が進むのではないかと考えた。

6. 実験2

本実験では、 Δw の値を学習時間と共に変化させる事が、学習にどのような影響を与えるのかを調べた。 Δw の値は学習セット回数に対して反比例の関係を持たせ実験を行った。また、変化量にも違いをもたせるため3種類の比例定数を設定した反比例式を用いた。この比例定数は、最適な Δw の値が25,50,75セット時に使用されるように設定した。

まず始めに、200 素子、学習回数 100 回、セット回数 100 回における実験を行った。その結果を図2に示す。また、同条件で素子数のみ300,400 に変えて行った実験の結果を図3に示す。

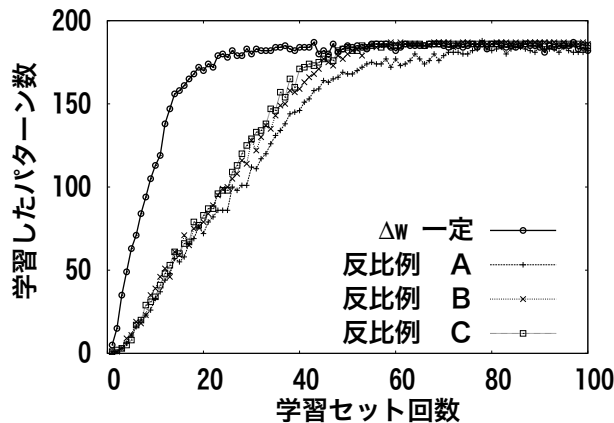


図2 学習セット回数 - 学習したパターン数

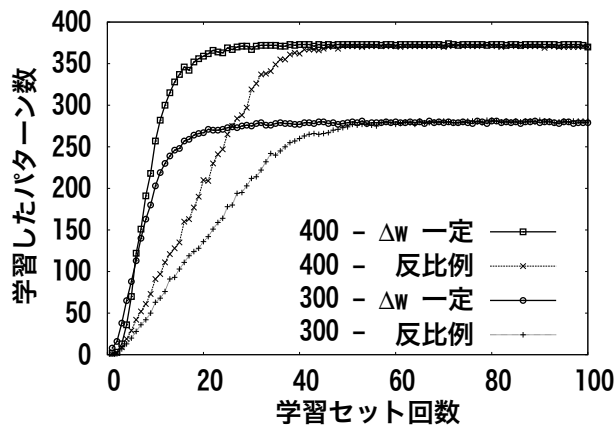


図3 学習セット回数 - 学習したパターン数

この結果より Δw の値が一定の場合と変化させた場合とでは、前半の学習量に大きな違いが現れている事がわかる。一方で、学習の後半では学習量が落ちているものもあるが、基本的には同様の振る舞いをみせている。前半の学習については、 Δw の値が学習セット回数に反比例しているため、 Δw の値が大きすぎて、

学習が効率的に進まなかったと考えられる。後半の学習については、学習量の増加は見込めず、一定の場合と比べ変化は見られなかった。これは本実験で用いたネットワークが相互結合型である事が要因の1つではないかと考えられる。いかに Δw の値が小さくとも一度学習を行うと、その影響は学習をしたニューロンに結合している他の全てのニューロンに影響が出てしまう。そのため、 Δw の値を小さくして結合荷重の値 w の変動量を小さくしても、学習量の増加にはつながらなかったのではと考えられる。

7. 今後の展開

これまでの結果より、 Δw の値が学習に影響がある事は明らかである。また、ネットワークの素子数に対して、最適な Δw の値が反比例することが分かった。さらに、 Δw の値は一定値に固定した方がよいといえる。

現在は、学習に対する不応性の影響について研究を進めている。現段階での結果を図4に示す。

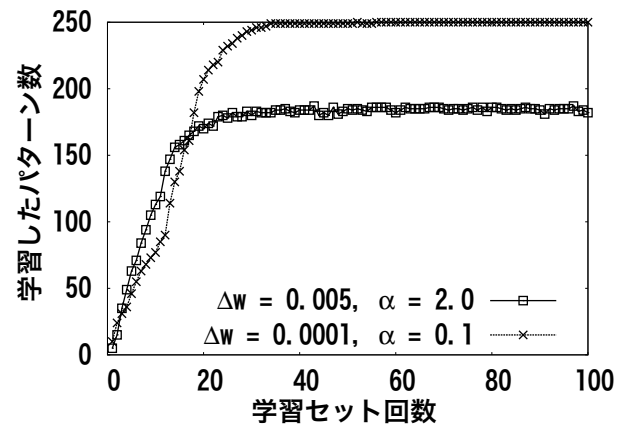


図4 学習セット回数 - 学習したパターン数

この結果によると、不応性と Δw の値を調整する事で学習量が大きく増加している事が確認できる。従来、不応性は過去の研究から最適な値が選定されていた。しかし、素子数の増加や最適な Δw の値の発見により、その有効性には疑問が残る。今後は、これらの関係性を明らかにする事を目的として研究を行っていく。

文 献

- (1) 松野圭将:カオスニューラルネットワークによる逐次学習に関する研究, 岐阜工業高等専門学校卒業研究報告書 (2007)
- (2) 出口利憲・酒井哲平・石井直宏:逐次学習によるカオスニューラルネットワークの記憶容量, 岐阜工業高等専門学校紀要第40号 (2005)
- (3) 神戸陽介:カオスニューラルネットワークによる逐次学習法における結合荷重について, 岐阜工業高等専門学校電気情報工学科卒業研究報告書 (2005)