

論文内容の要旨

博士論文題目 Associative Memory Model under Artificial Evolution

氏名 Akira Imada (今田 彬)

本論文は、相互結合型神経回路網および各ニューロン間の相互荷重値が実数値をとる連想記憶モデルにおいて、所望の記憶パターンに収束させる相互荷重値を進化的手法を用いて求め、記憶容量（最大記憶パターン数）、多次元荷重空間における適応度超曲面の形状など、シミュレーションを通して得られた研究成果をまとめたもので、序論・結論を含め11の章からなっている。

第1章では、本研究の背景、目的、およびその意義を述べるとともに、本論文の内容を概説している。

第2章では、本研究内容を理解する基礎的知識を与える目的で、進化的手法を概説している。

第3章では、本対象の連想記憶モデルにおいて、所望の記憶パターンに収束できる各ニューロン間の荷重値を、進化的手法を用いて求め、記憶容量などを議論している。この中で、とくに、BGA (Breeder Genetic Algorithm) を用いた場合、理論的最大値に近い記憶容量となる荷重値を発見している。

第4章では、Hebb規則により求める荷重値を進化的手法を用いて枝刈りすることにより、Hebb規則によるものよりもさらに記憶容量を大きくできることを示している。

第5章では、2つの遺伝方法を反映させた進化的手法を用いた場合の荷重値を求めるとともに、その効果を議論している。

第6章では、所望の記憶パターンに収束させる荷重行列の性質を行列の対称性に着眼して調べ、適切な対称度があることを指摘している。

第7章では、所望の記憶パターンに収束できる初期ニューロンパターンの範囲（引き込み領域）を調べている。その結果、Hebb規則で保証できる記憶パターン数以下では、進化的手法を用いて求めた荷重値よりもHebb規則で求めた荷重値の方が、引き込み領域が広いことを実証している。

第8章では、多次元荷重空間において、適応度超曲面の形状を調べている。その結果、記憶パターン数を大きくするに従って、適応度超曲面の頂上が狭く、斜面の傾斜も緩やかになる傾向があることを指摘している。

第9章では、適応度超曲面を見やすくするための予備的研究として、多次元空間内の点を2次元表示する方法について考察している。さらに、本手法を用いて、適応度超曲面の頂上の分布を調べた結果、記憶パターン数を大きくするに伴って、適応度超曲面の頂上が局在化する傾向にあることを指摘している。

第10章では、進化的計算のテスト関数として、本論文で扱った相互結合モデルの適用の可否を議論している。

第11章では、以上の研究成果についてまとめ、今後の課題を明らかにしている。

氏 名	今 田 彬
-----	-------

論 文 審 査 結 果 の 要 旨

本論文は、各ニューロン間の相互荷重値が実数値をとる相互結合型神経回路網を対象とした連想記憶モデルにおいて、所望の記憶パターンに収束するニューロン間の相互荷重を進化的手法を用いて求めることにより、記憶容量（最大記憶パターン数）および多次元相互荷重空間における適応度超曲面の形状を明らかにするとともに、進化的手法を用いることの有効性を示したものである。本論文の主な成果は以下に要約される。

まず、本論文の研究は、下記で示す2つの大きな新規性を有している。

1. 荷重値を求める際に、進化的手法を適用したこと。

2. 進化的手法のモデルに関しては、染色体の要素の値として従来は、0, 1の2値の整数であったのに対し、本論文では、実数を対象としたこと。

さらに、上記の連想記憶モデルに対して、シミュレーションを通して以下のことを明らかにした。

1. いくつかの進化的手法を提案するとともに、提案手法と従来を進化的手法を用いて、荷重値を求めた。さらに、求められた荷重値を用いれば、従来知られているHebbルールによるものよりも記憶容量を大きくできることを示した。とくに、BGA(Breeder Genetic Algorithm)を用いた場合、理論的最大値に近い記憶容量となる荷重値を発見した。

2. 多次元荷重空間において、適応度超曲面の形状は、所望の記憶パターン数が小さい場合は、適応度超曲面の頂上が広く、斜面の傾斜が急であるのに対し、所望の記憶パターン数を大きくするに伴って、頂上が狭くなり、斜面の傾斜も緩やかになる。また、頂上の分布については、記憶パターン数を大きくするに伴って、頂上が多次元荷重空間内で局在化する傾向にある。

3. Hebb規則により求まる荷重値を進化的手法を用いて枝刈りすることにより、Hebb規則によるものよりもさらに記憶容量を大きくできる。

4. 所望の記憶パターンに収束させる荷重行列の性質を行列の対称性に着眼して調べた結果、荷重行列には適切な対称度が存在する。

以上のように、本論文は、各ニューロン間の相互荷重値が実数値をとる相互結合型神経回路網の連想記憶モデルを対象とし、進化的手法を用いて荷重値を求める研究を網羅的に行い、記憶容量および多次元荷重空間の形状について言及したものであり、連想記憶に関して重要な基礎的成果をあげたものである。よって、本論文は、博士（工学）の学位論文に値すると認める。