

2 R-4 遺伝アルゴリズムによるアトラクタの形成に関する検討

加藤 誠己 二瓶 克己
(上智大学理工学部)

1 はじめに

ホップフィールド型ニューラルネットワークを用いて連想記憶を行なうとき、想起するパターンをアトラクタとし、従来の相関による方法ではなく、目的のアトラクタを形成するためにネットワークの結合の重みを遺伝子とし、遺伝アルゴリズムを適用する手法について検討し、遺伝アルゴリズムによりアトラクタの形成が可能であることを確認した。

2 アトラクタ

ここでは連想記憶で記憶させたパターンにノイズを加えても記憶パターンへと引き込む現象を対象とし、記憶パターンをアトラクタとした。アトラクタの型として、平衡点アトラクタと周期アトラクタを形成した。

平衡点アトラクタ

ここでは平衡点アトラクタとは連想記憶で想起するパターンとした。想起パターンへと引き込まれたならばネットワークを遷移させてもそれ以上変化せず平衡点となっている。

平衡点アトラクタを形成するネットワークは、相互結合型であるホップフィールド型ニューラルネットワークを用いた。出力値は1:発火、0:非発火である。出力関数はステップ関数を用いた。出力ユニット数25とし、 5×5 のメッシュパターンにして各アトラクタパターンを作成した。

周期アトラクタ

ここでは周期アトラクタとは連想記憶で想起パターンへと引き込まれたならば、以降のネットワークの出力が周期的になるものとした。アトラクタパターンはサイクルを持ち、図1のHとTの形をしたパターンを埋め込んだ場合には、ネットワークを状態遷移させると、H、T、H、T、H、T、...と周期的な出力となる。

周期アトラクタを形成するネットワークは平衡点アトラクタのネットワークから、結合行列の対称性、自己結合無し条件をはずしたものを用い、同期的に状態遷移する。

3 遺伝アルゴリズムの適用法

遺伝子 (gene)

ネットワークのユニット間の結合の重み (結合行列) を遺伝子とした。ただし、先験的ではあるが、重みは相関に

よるものとの比較のために、1パターンの記憶ならば、とりうる値は1, -1とした。

手順

以下のような操作を繰り返すことにより世代を進め、遺伝子を進化させていくと適合度が高くなり、目的のアトラクタが形成されていく。

1. 遺伝子を必要な数 (個体数 population) だけ用意し、ランダムに初期化。
2. 遺伝子からネットワークの結合行列作成。
3. ネットワークに初期値としてアトラクタパターンをセット。
4. ネットワークを規則にしたがって状態遷移させる。
5. ネットワークの出力から遺伝子の適合度を計算。
6. 適合度の高い遺伝子を増やし、低い遺伝子は減らす選択 (selection) の実行。
7. 交叉 (cross-over)。
8. 突然変異 (mutation)。
9. 2.へ。

適合度 (fitness) の評価

適合度とは遺伝子のおかれた環境において、その遺伝子が環境にどれだけ適しているか (子孫を増やしやすいか) を示すものであり、この場合ではアトラクタを形成する遺伝子の適合度が高くなるような環境とした。

そこで基本的には記憶 (アトラクタ) させたいパターンと同じパターンをネットワークの初期状態として与え、規則にしたがって遷移させていき、ネットワークの出力と記憶させたいパターンとのハミング距離をゼロに近づくように適合度を評価し、遺伝子を進化させていく。

平衡点アトラクタの場合には状態遷移終了後のネットワークの出力に対して、周期アトラクタの場合は1回状態遷移するごとに (ユニット数 - ハミング距離)² を適合度とした。

4 結果

実験に用いた遺伝アルゴリズムのパラメータは、個体数50、交叉率0.6、突然変異率0.001である。実験は以下の場合に対して行なった。

A Consideration on generating an Attractor by Genetic Algorithm

Masami KATO, Katsumi NIHEI
Sophia University

アトラクタ	記憶パターン数	遺伝子長
a. 平衡点	1パターン	300
b. 平衡点	2パターン	300
c. 平衡点	2パターン	600
d. 周期	1パターン×2サイクル	625
e. 周期	1パターン×2サイクル	1250

記憶パターン数が同じ b と c、d と e は遺伝子の表現方法を変えている。b と d は 2 パターン記憶するので遺伝子のとりうる値は -2, 0, 2 と重みの値そのままであるが、c と e では遺伝子のとりうる値は -1, 1 とし、二つの遺伝子の和で一つの重みとした。各場合における完全適合個体数（アトラクタを形成した個体数）の世代による推移を図 2 に示した。

図 2 より、すべての場合においてアトラクタが形成されているのが確認できた。a の平衡点アトラクタはかなり早くほとんどの個体でアトラクタを形成した。b は a に 1 パターン加えたもので、アトラクタの形成は a より遅く、その個体数も少なくなった。これは記憶パターン数が増え、遺伝子のとりうる値が増えたためと考えられる。c は b より遺伝子長が長くなったが、早くアトラクタが形成できた。これは c では遺伝子が二値であることが有効であるためと思われる。周期アトラクタの d と e でも平衡点アトラクタの b と c と同様に、e の方が遺伝子長は長いが遺伝子の値が二値であるためアトラクタの形成が早かった。平衡点アトラクタ b、c と周期アトラクタ d、e の比較では、平衡点アトラクタの方が形成が早かった。これは平衡点アトラクタの方が遺伝子長が短いためと考えられる。アトラクタの型による性質の違いははっきりとは見られなかった。相関による重みとの比較では、値は違っていたがアトラクタは形成できていた。ステップ関数の性質より、他のユニットからの入力との和が正または負（値の大小によらない）で出力値が決定されるためと考えられる。

5 むすび

単にアトラクタを形成したいのならば相関によるものと比較すると実行時間などの点からあまり有効でないといえるが、相互結合型のネットワークで一種の学習（アトラクタパターンを教師信号とする）である遺伝アルゴリズムにより目的のアトラクタの形成が確認できた。

最後に、有益な御討論をいただいた本学マルチメディア・ラボの諸氏に謝意を表す。

参考文献

- [1] 西川、玉置: "ジョブショップ・スケジューリング問題に対する遺伝アルゴリズムの一構成法", 計測自動制御学会論文集, 27-5, pp.593-599(1991).
- [2] 中村禎里編: "遺伝学の歩みと現代生物学", 培風館(1986).
- [3] 合原一幸編著: "カオス -カオス理論の基礎と応用-", サイエンス社(1990).

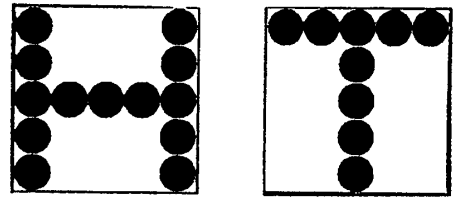


図 1 アトラクトパターン例

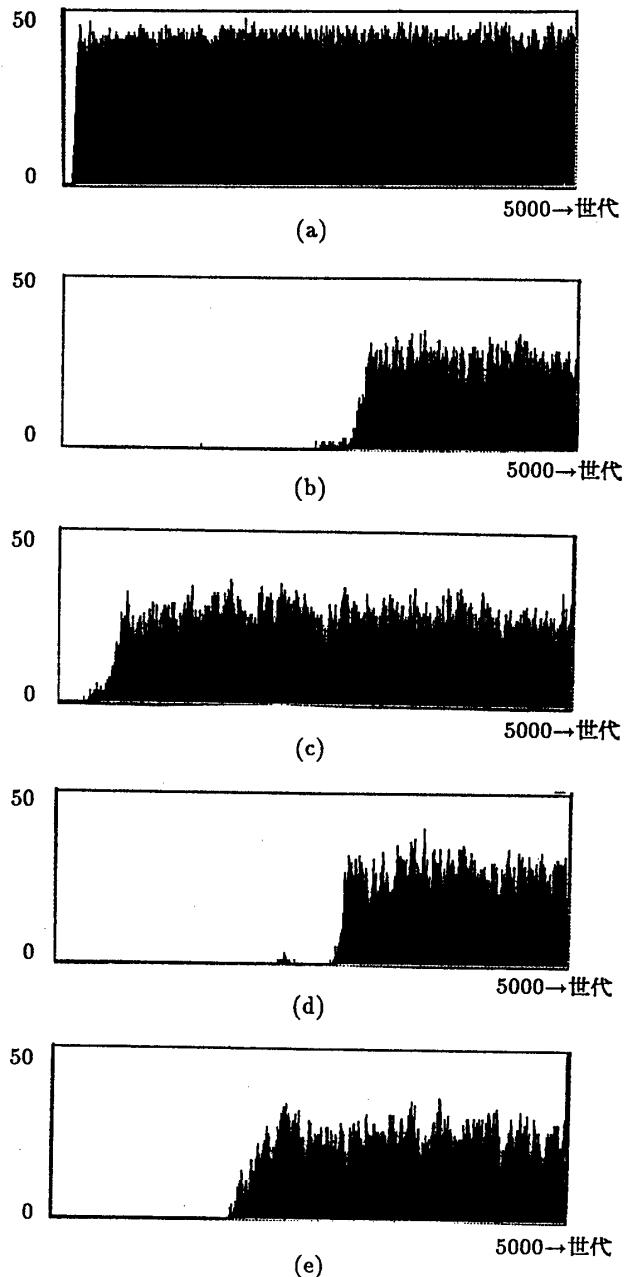


図 2 完全適合個体数の世代による推移