

戦略パッケージ法を用いた競合共進化による ゲーム戦略の獲得*

根路銘 もえ子 山田 孝治 遠藤 聡志 宮城 隼夫 †

琉球大学工学部‡

1 はじめに

ゲーム戦略の獲得に関する方法論の開発は、人工知能の分野において、重要な課題の一つである。本稿では、適応度関数を明示的に設定できないゲーム戦略獲得問題に対する解決策として、適応アルゴリズムの一種である競合共進化アプローチを採用する。しかし、競合共進化アルゴリズムは、サイクリックな戦略を含むゲームにおいては、最良戦略の獲得が困難である。従って、このようなゲームにおいて、より有効なゲーム戦略獲得システムを構築するため、複数の戦略を1戦略セットとするパッケージの概念を導入した競合共進化を提案する。

2 競合共進化

自然界において、生物間相互の作用・反作用のプロセスは、競合共進化という概念として知られており、このメカニズムは競合共進化アルゴリズムとして実現されている [1]。

競合共進化モデルは、遺伝的に区別された2つの集団で構成され、一方の集団内の1戦略（1個体）の適応度は、他方の集団の戦略との対戦結果により決定される。各々の競合共進化集団の戦略が交互に評価されることにより適応度は更新され、集団は相互作用的に進化する。このように、状況に適応した評価値に基づいて進化するため、対戦相手に応じて戦略の評価が異なるゲーム戦略獲得問題に対して有効であると考えられる。

競合共進化モデルを図1に示す。

3 競合共進化における問題点

競合共進化の有効性を示すために、全順序および半順序戦略ゲームに適用し、これらのゲームにおいて最良解を獲得した [3]。図2より、サイクリックな戦略を含むゲームにおいては、曲線は振動しており集団の単調な進化は確認されない。従って、サイクリックな戦略を含

むゲームにおいて各世代で得られた最良戦略は、戦略全体における最良戦略にはなり得ないことを示している。

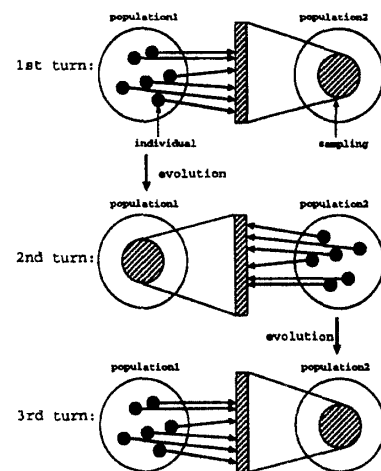


図 1: 競合共進化モデル

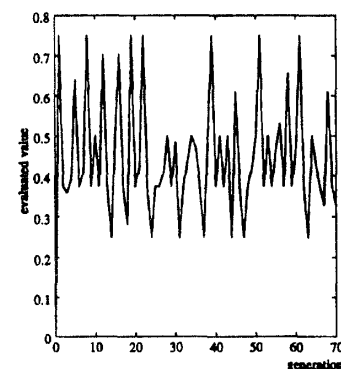


図 2: サイクリックな戦略を含むゲームにおける評価値

4 戦略のパッケージ化

3節のシミュレーション結果は、解がサイクリックな構造の問題において、1戦略を1個体として扱う競合共進化による最良戦略獲得は困難であることを示している。サイクリックな戦略に全勝するには、そのサイクリックな戦略を1セットとして保持しなければならない。例えば、ジャンケンにおいて常に勝ち続けるために

*Competitive Co-evolution Based the Acquisition of Game-Strategy Using Packaging Strategies Method

†M.Nerome K.Yamada S.Endo and H.Miyagi

‡Faculty of Engineering, University of the Ryukyus

は、3種全ての手を保持する必要があることと同様である。そこで本稿では、複数個の戦略をパッケージ化し、パッケージ内の戦略数が最小かつ最良戦略を獲得するアルゴリズムを提案する。

4.1 パッケージ内の戦略

パッケージ内の戦略同士は、お互い補填的である必要がある。

例えば、2つの戦略 S_1 , S_2 でパッケージが構成されている場合、敵 O_1 , O_2 に対して以下の条件を満たさなければならない。

condition 1: $S_1 > O_2$, $S_2 < O_2$

condition 2: $S_1 < O_1$, $S_2 > O_1$

このように、お互いを補填し合う戦略でパッケージを構成することにより、より強いパッケージの構成が可能となる。ここで、 $S_1 > O_2$ は、 S_1 が O_2 に勝つことを意味する。

4.2 戦略パッケージ法アルゴリズム

戦略パッケージ法を用いた競合共進化アルゴリズムを以下に示す。

step1: 2集団 ($Pop1$, $Pop2$) を生成 (1集団内のパッケージ数は n , 1パッケージ内の戦略数はランダムに設定)

step2: $Pop1$ の敵として $Pop2$ から戦略をサンプリング

step3: $Pop1$ の各戦略は敵と対戦し、結果から各評価値を計算

step4: $Pop1$ のパッケージの進化

step5: $Pop1$ の戦略の進化

step6: $Pop1$ が $Pop2$ に対して優位性を示すか終了条件を満たすまで、step3 から step5 までを反復

step7: $Pop2$ と $Pop1$ の役割を代えて、step2 から step6 までを反復

step8: 本アルゴリズムの終了条件を満たすまで、step2 から step7 までを反復

4.2.1 パッケージの進化

パッケージの進化アルゴリズムを以下に示す。

step1: 2パッケージをランダムに選択

step2: 2パッケージに交差、突然変異を適用

step3: 評価値の低いパッケージを淘汰し、新しいパッケージを集団に追加

4.2.2 戦略の進化

戦略の進化アルゴリズムを以下に示す。

step1: 2戦略をランダムに選択

step2: 2戦略に交差、突然変異を適用

step3: 新しい戦略をパッケージに追加

step4: 追加されたパッケージを敵と対戦させ、評価値を計算

step5: パッケージ内の各戦略の評価値を比較し、新しいパッケージを決定

4.3 シミュレーション

本アルゴリズムの有効性を示すために、サイクル戦略を含むゲームに適用する。全体の戦略数を8、1集団内のパッケージ数を $m=8$ と設定した。

各世代で獲得したパッケージを評価するために戦略全てと対戦させ、集団全体の評価値を以下の式により求める。

$$eval = \frac{1}{mT} \left(\sum_i^m Win(P_i) \right) \quad (1)$$

ここで、 $Win(P_i)$ はパッケージ i の勝ち数、 T は戦略数である。また、 $eval = 1.0$ は、集団内のパッケージが全て最良パッケージであることを示す。

各世代で得られた集団の評価値を図3に示す。

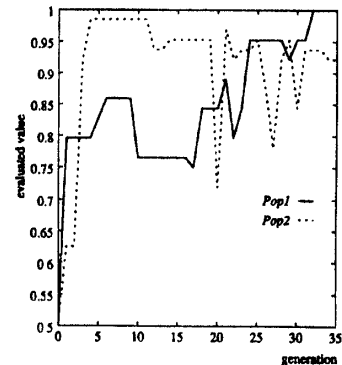


図3: サイクル戦略を含むゲームにおける評価値

図3より、 $Pop1$ が最良パッケージを獲得していることがわかる。従って、サイクル戦略を含むゲームにおいて、本アルゴリズムの有効性が示された。

5 おわりに

本稿では、複数戦略を1セットとする戦略パッケージ法を導入した競合共進化を提案した。また、シミュレーションにより本アルゴリズムの有効性を示した。

参考文献

- [1] C. D. Rosin and R. K. Belew. (1995) Methods of Competitive Co-evolution (Finding Opponents Worth Beating). In Sixth International Conference on Genetic Algorithms.
- [2] Gerhard Weiß. (1994) Some Studies in Distributed Machine Learning and Organizational Design. Techn. Rep. FKI-189-94. Institut für Informatik, TU München.
- [3] M. Nerome, K. Yamada, S. Endo and H. Miyagi. (1996) Competitive Co-evolution Model on the Acquisition of Game Strategy. In First Asia-Pacific Conference on Simulated Evolution and Learning(SEAL'96), pp.357-364.