

エージェント社会における依存関係の発現について

4C-6

久保長徳 西野順二 小高知宏 小倉久和
福井大学

1 はじめに

自律的に進化する生命を基本的なモデルとする自己適合性、進化可能性、自律性を示すシステムの基本原理を解明し、これを生命以外の媒体で実現しようとする人工生命の研究分野においてさまざまな研究がされている。その中でも複数エージェントが互いに相互作用を行なうことで環境に適応したり、より複雑なエージェントを生成する共進化の仕組みはとても興味深い。

本研究ではエージェント集団の共進化によるジレンマゲームの戦略獲得の試みを行なっている。ジレンマゲームにおいて「裏切の手(以下,裏切)」を選択する戦略は相手が「協調の手(以下,協調)」を選んだときには最高の利得を得て、また「裏切」を選んだときにも最悪の局面にならない妥当な戦略といえる。しかし、相手と「協調」しあうことができれば「裏切」を選択するときよりも平均的により高い利得をお互いに得ることができる。

そこでエージェント同士に繰り返し取引をさせ、遺伝的アルゴリズムの手法を用いて、「協調」することで集団としての利得を高くするようなエージェントを獲得し、その過程を解析することで共進化に必要な条件(戦略や環境の性質)を調べるのが本研究の目的である。

2 システム

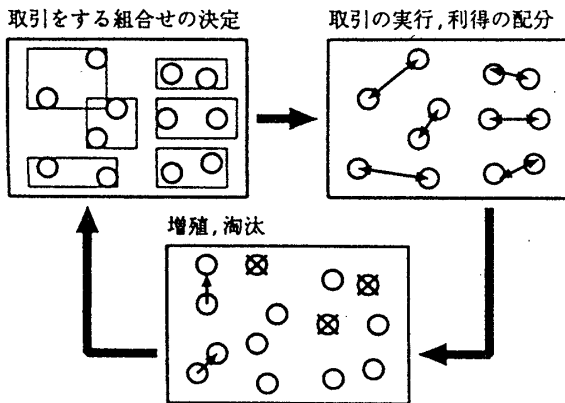


図1: 処理の流れ

エージェント同士の相互作用を行ない進化させる場として、図1のようにジレンマゲーム形式の取引を行ない

The occurrence of dependence in a community of Agents.
Takenori Kubo, Junji Nishino, Tomohiro Odaka,
Hisakazu Ogura (Fukui University)

ながら遺伝的アルゴリズムの手法を用いて戦略を進化させていくシステムを用いる。

また処理過程において、特定のエージェントに取引の偏りや淘汰されたエージェントとの取引などの処理上の矛盾がないように、(1)取引相手の決定(2)取引の実行と資産の移動(3)淘汰や増殖の実行などの各処理は、集団中の全エージェントの処理が終了してから次の処理に移る。

2.1 エージェント

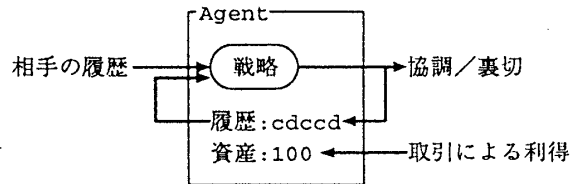


図2: エージェント

個々のエージェントは戦略、資産、履歴などの情報を各々持っている。特に戦略はそのエージェント個体の性質を示すものでエージェントが生成されてから変化することはない。

本研究では以下のような3種類の戦略について調べた。ここでは「協調」を'c',「裏切」を'd'で表わす。

- 繰り返し戦略
文字列によって表わされた一定の行動を繰り返す。
例: "ccd"は"cdcccdcccdcccd...."といった行動をする。
- マスク戦略
マスク文字列と相手の履歴を比較して自分の手を決定する。
例: "#cd"は3つ前の取引が裏切、2つ前が協調、1つ前はどちらでも良いので相手が「3つ前が裏切、2つ前が協調」という履歴を持つとき'c'を選択する。
- 確率的戦略
ある一定の確率で'c'を選択し、それ以外は'd'を選択する。

資産や履歴などはエージェントが取引を1回行なうごとに更新され、資産は取引による利益の合計を、また履歴は取引における自分の行動と取引の結果を記録する。

資産はエージェントの優劣を決めるためにシステムに利用され、履歴はエージェントが取引での行動を決定する時に利用する。

2.2 相互作用

エージェント間の相互作用として、ジレンマゲーム形式の取引を用いている。エージェント間で取引を行なうと、環境として定められた利得行列に基づいた資産の移動が行なわれる。

ジレンマゲームは以下に示されるような利得行列に基づいて行なわれる2人ゲームである。

A \ B	協調	裏切
協調	3 \ 3	0 \ 5
裏切	5 \ 0	1 \ 1

表 1: 利得行列

エージェントには「協調」「裏切」の2つの選択肢があるが、高利得を得ようとして「裏切」を選択したとき、相手が「協調」ならば利得は最高になるが、相手も「裏切」を選択したときは利得は最低になる。両者とも「協調」を選択すれば最高ではないが中間の利得を得ることができる。

2.3 進化

エージェント集団を扱うために、ここでは遺伝的アルゴリズムで遺伝子集団や遺伝子を扱うのとほぼ同様な方法を用いる。ここではエージェントの戦略表現を遺伝子として扱っている。

- 増殖、交叉、突然変異
戦略表現(またはそれを変換したもの)を遺伝子として、交叉、突然変異を行ない新しい戦略を持つエージェントを生成する。
- 評価
取引に繰り返しの資産の累積を評価値として用い、資産が多いほど優秀なエージェントと評価する。
- 淘汰
資産が少なく優秀と評価されないエージェントを淘汰することで、エージェント集団中の優秀と評価されるエージェントの比率をあげる。

3 実験

エージェント集団における共進化について調べる前に一対一対戦による戦略の評価を行なった。

上述の3つの戦略から、長さ3の繰り返し戦略、長さ3のマスク戦略、10種の確率的戦略(0~1の範囲で0.1きざみ)について各組合せにつき20取引の総当たり戦を行ない、獲得した総利得を調べた。

3.1 結果

(1) 同じ相手との繰り返し取引を行なっても協調行動が発現していない。

(2) 獲得した利得の統計	
d(裏切戦略、繰り返し)	1256
c(協調戦略、繰り返し)	582
c(しつぺ返し戦略、マスク)	829
0.2(確率)	1062
0.5(確率)	876
0.8(確率)	693

(3) 資産の合計	
裏切戦略同士	20 \ 20 → 40
協調 × 裏切	0 \ 100 → 100
0.3 × 0.7	70 \ 25 → 95
0.8 × 0.8	54 \ 54 → 108
協調戦略同士	60 \ 60 → 120

表 2: 結果

(2) 全般的に「裏切」を選択するエージェントが多く、資産を得る。(3) 「協調」を選択するエージェント同士ほど資産の合計が多くなる。といった傾向がみられた。

3.2 考察

これらは結局「協調行動が発現しないときは、裏切が有利」といったジレンマゲームの性質であり、さほど意外なものではない。ただ「協調行動が発現しない」ということには、(1)繰り返し戦略、マスク戦略ともかなり静的なものなので取引の経験を戦略にほとんど還元できない。(2)一対一対戦の場合だと初期状態と個々の戦略の組合せだけで全てが決ってしまい、途中経過は全く結果に影響しない。(3)一対一なので依存関係をもつグループが一切構成されない為と考えられる。

4 結び

エージェント集団における相互作用による共進化について、ジレンマゲーム形式の取引を相互作用のモデルとした実験を行ない。同じ相手と一対一の繰り返し取引を行なったとき協調行動があまり見られないという結果を得た。

協調行動の発現には集団内での複数のエージェントとの相互作用が必要と考えられるため、今後は「同一戦略集団」「集団対集団」などのエージェント集団における実験を行なっていくことが課題である。