

図 11 $(n_1, n_2, p)=(10, 5, 0.5)$ におけるタカハトゲームの平均利得（実線）と最大利得（+）

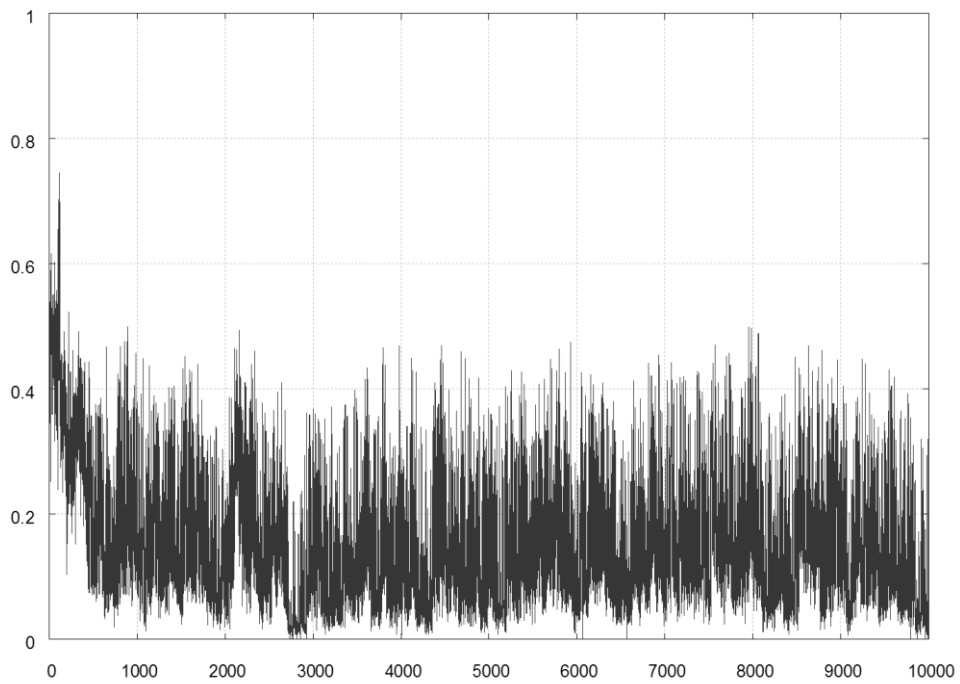


図 12 $(n_1, n_2, p)=(10, 5, 0.5)$ におけるタカハトゲームの協調率

ネットワーク構築のパラメータを $(4, 3, 0.5)$ とした際に行動主体が獲得したプログラムのうち、 $1/3$ の割合でタカ派の行動を実行する結果が生じた 399 ステップの結果を図 13 に示

す。このプログラムは行動主体 No.0 と 1 で同一であり、相手の 1 回前と 2 回前の行動が等しければ(1)から計算される「相手の 1 回前と逆の行動」を出力するが、そうでなければ(8)から計算される「相手の 1 回前と 2 回前の行動が等しければタカ派、それ以外ならハト派の行動を行う」内容となっている。どちらの主体もゲームの開始前にデータセットに記憶している値は全て **False** (ハト派) であり、最初の対戦時は相手の 1 回前と 2 回前の行動が等しいことから、双方が前回の相手の行動と異なるタカ派を実行する。2 回目の対戦時は、相手の 1 回前 (タカ派) と 2 回前 (ハト派) の行動が異なるため、共にハト派を実行する。3 回目の対戦では、相手の 1 回前と 2 回前の行動がハト派で等しいため、タカ派の行動を行う。その後はタカ派を 2 回、ハト派を 1 回実行する行動が繰り返される。

以上のとおり提案モデルでは、行動主体の行動をプログラム形式で獲得して詳細に分析できる。そのため、実社会において生じるさまざまな状況をモデル化し、その中で行動主体がどのように適応して行動しているのかを、得られたプログラムを詳細に検証して分析することに応用できると期待される。

行動主体 No.0, No.1

- (1) \$10=not \$4
- (2) swap \$4 \$0
- (3) swap \$6 \$9
- (4) \$4=\$0 and \$5
- (5) \$6=\$4 swap \$5 \$2
- (6) \$8=\$10
- (7) \$11=\$5 or \$8
- (8) \$4=\$1 and \$7
- (9) if \$9==\$5 node=10 else node=12
- (10) \$2=\$6 and \$0
- (11) output \$8
- (12) output \$4

図 13 構築されたルール (399 ステップ)

5. おわりに

本研究では、実社会でみられるネットワーク構造にもとづき接続された行動主体が、その行動ルールをコンピュータプログラムの自動生成手法である **GRAPE** により構築して進化させるモデルを提案した。提案モデルは、行動がプログラム形式で得られるという特徴がある。提案モデルを用いたシミュレーションにおいて、2 種類のパラメータ設定におけるネットワークを構築し、2 つの異なるジレンマの生じるゲームを繰り返し行う状況において、得られる利得を最大化するという目的を持つ行動主体がどのように行動ルールを変化させ、どのような社会状況が生じるのかを分析した。

参考文献

- (石堂 2009-1) 石堂眞大、白川眞一、長尾智晴：“グラフ構造プログラム自動生成手法のための子個体生成方法の提案”、FIT2009、A-001 (2009)
- (石堂 2009-2) 石堂眞大、白川眞一、長尾智晴：“グラフ構造のプログラム自動生成手法への ADF の導入”、電子情報通信学会総合大会、D-8-8 (2009)
- (片桐 2002) 片桐宏伸、平澤宏太郎、胡敬焮、村田純一：“Genetic Network Programming とその応用システム”、電気学会論文誌 C、Vol.122-C、No.12、pp.2149-2156 (2002)
- (川越 2007) 川越敏司：「実験経済学」、東京大学出版会 (2007)
- (小林 2009) 小林重信：“実数型 GA のフロンティア”、人工知能学会誌、24 巻、1 号、pp.128-143 (2009)
- (今野 2008) 今野紀雄、町田拓也：「よくわかる複雑ネットワーク」、秀和システム (2008)
- (佐藤 1997) 佐藤浩、小野功、小林重信：“遺伝的アルゴリズムにおける世代交代モデルの提案と評価”、人工知能学会誌、Vol.12、No.2、pp.175-184 (1997)
- (白河 2007) 白川眞一、長尾智晴：“Graph Structured Program Evolution による複雑なプログラムの自動生成とその解析”、情報処理学会研究報告、2007-MPS-66、pp.21-24 (2007)
- (谷本 2008) 谷本潤、相良博喜：“戦略とネットワークの共進化による協調の創発と Assortative mixing”、信学技報、AI2007-49、pp.31-36 (2008)
- (塚本 2009) 塚本鋭、内田誠、白山晋：“協調の進化に与える初期ネットワーク構造の影響”、人工知能学会論文誌、24 巻、5 号、pp.438-445 (2009)
- (星野 1998) 星野力：「進化論は計算しないとわからない」、共立出版 (1998)
- (増田 2005) 増田直紀、今野紀雄：「複雑ネットワークの科学」、産業出版 (2005)
- (脇山 2008) 脇山宗也、谷本潤、相良博喜、萩島理：“社会構造が持続可能型社会創発可能性に及ぼす影響”、日本建築学会論文集、73 巻、628 号、pp.831-838 (2008)
- (Koza1992) Koza, J. R. “Genetic Programming”, The MIT Press (1992)
- (O’Neill2003) O’Neill, M., Ryan, C. “Grammatical Evolution”, Kluwer Academic Publishers (2003)
- (Shirakawa2007) Shinichi Shirakawa, Shintaro Ogino, and Tomoharu Nagao: Graph Structured Program Evolution, Proceedings of the Genetic and Evolutionary Computation Conference 2007 (GECCO '07), Vol.2, pp.1686--1693, London, England, 7-11 July (2007)