

遺伝的プログラミングを用いた協調戦略獲得の検討*

4 J-8

中村 敦† 宮内 新† 石川知雄†

武蔵工業大学‡

1 はじめに

遺伝的プログラミング（GP）は自動プログラム合成の一手法であり、様々なエージェントの行動学習に適用されている。複数のエージェントで目標を達成するには個々のエージェント間における協調、戦略の獲得が必要とされている。

その複数のエージェントを同時に学習する手法として、獲物と捕食者の競合を行なうことによって互いに進化する共進化が注目されている。S.Lukeらはロボットサッカーにおいて共進化を実現し [1], E.Uchibeらは個々のロボット間の競合協調というアプローチから共進化を実現した [2]。従来の方法では大局的に協調戦略を生成しているが、局所的なサッカー戦術について仲間のエージェント同士で競合すれば結果として協調した戦略を獲得することができると考えられる。

本稿では GP を用いて局所的なサッカー戦術に固有の共進化現象を適用させることで協調戦略を獲得する手法を報告する。

2 本手法の概要

エージェントに与える環境はサッカーゲームとし、GPにおけるサッカー行動の終端関数（記号）は Table 1 に示す。これらの終端関数を使用し、ゴールするまでの戦略を生成、獲得する。ゴールするまでに仲間エージェント間の協調を行なうために、サッカーにおける戦術の一つであるスルーパスを取り入れる。スルーパスは、パスの出し手がパスの受け手の前方のスペースにボールを送り、受け手が前進することでパスを受け取るものとする。

*Acquisition of Cooperation Tactics using Genetic Programming

†Atsushi Nakamura, Arata Miyauchi, Tomoo Ishikawa

‡Musashi Institute of Technology

Table 1: terminal function

function	behavior
Kick	Kick the ball
SearchBall	Search for the ball
SearchTeamMates	Search for teammates
SearchGoal	Search for the goal
EvalTeamMates	Evaluate teammates

スルーパスが行なわれた場合仲間エージェントから評価を受けることができ、パスの受け手と出し手が互いに評価することでより高いレベルで競合しスルーパス行動の共進化を行なう。その評価は、以下の3方法を行なう。

- スルーパスを行なった場合、スルーパス行動に関する評価を仲間エージェントから互いに受ける
- スルーパスを行ないながら仲間からの評価を得ることができない場合、パスの出し手の戦略個体の評価は下がる
- スルーパスを受けとったが仲間からの評価を得ることができない場合、パスの受け手の戦略個体の評価は下がる

これらをエージェント間評価とし、スルーパスという局所的な行動を進化させ協調することで、結果としてゴールするという目標の適応度をあげる。

3 実験方法

実ロボットに本手法のエージェントを与える。実験で使用するロボットには、カメラ、赤外センサを搭載

しており、カメラからボール・ゴール・仲間ロボットの情報を、センサからボールのキープ状態について情報を取得する。また、サッカーを行なうフィールドは、 $100 \times 100\text{cm}$ のスペースにゴールをつけたものとし、各ロボットには同仕様の GP を与え、遺伝子数は 50 体とし、世代交代数は 60 と設定する。

実験ではゴールするまでのステップにより評価し適応度を求め、ゴールに結びついたステップの中でのスループスの頻度によりロボット間の協調した割合を求める。

4 実験結果

Fig.1 にスループスを行なった場合のゴールまでの行動例を示す。Robot1 が Robot2 へスループスを行ない Robot2 がゴールすることを示している。スループス行動というロボット間の協調戦略によりゴールすることを確認できる。

Fig.2 (a) にエージェント間評価を用いない場合の適応度を、(b) にエージェント間評価を用いた場合の適応度をそれぞれ示す。Fig.2 より、エージェント間評価を取り入れ、スループスを実行したほうがより適応度の高いことがわかる。これは、多大なスペースを一台のロボットでカバーしようとするのが困難であり、二台のロボットが協調した方がより効率的にゴールすることができるためと考えられる。

また Robot2 に比べ Robot1 の適応度が低いのは、Robot1 がスループス行動を含む個体を多く生成し、ゴールをねらう戦略に比べスループスを送るというアシスト戦略の評価が高くなったためであり、ゴールをする Robot2 は適応度が高くなる。そのためゴールするロボット (Robot2) とアシストするロボット (Robot1) という役割分担ができたと考えられる。

5 おわりに

本稿では仲間ロボットからの評価をもとに協調戦略を獲得する手法を提案した。スループス行動というサッカーの戦術において互いを評価し、行動に対して競合することでより高いレベルでの協調行動を含んだ戦略を獲得することができた。

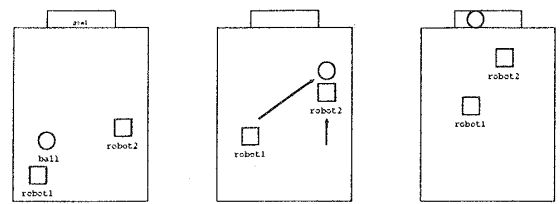
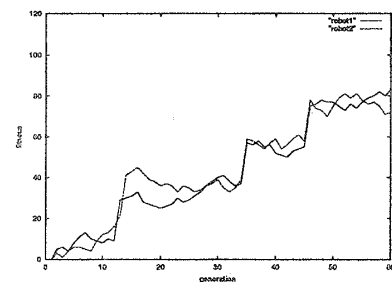
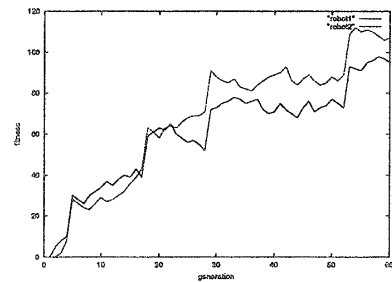


Fig. 1: Behavior Example



(a) fitness without evaluation from teammates



(b) fitness with evaluation from teammates

Fig. 2: fitness

参考文献

- [1] Luke, S. et al. Co-evolving Soccer Softbot Team Coordination with Genetic Programming. In RoboCup-97: Robot Soccer World Cup I (Lecture Notes in Artificial Intelligence No. 1395), H. Kitano, ed. Berlin: Springer-Verlag. 398-411. 1998.
- [2] E. Uchibe, M. Nakamura and M. Asada. Co-evolution for Cooperative Behavior Acquisition in a Multiple Mobile Robot Environment, Proc. of IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, 1998.