

進化的学習エージェントによる役割分担の創発

3N-1

鈴木 利和 森脇 康介 犬塚 信博 世木 博久 伊藤 英則

名古屋工業大学

1 はじめに

近年、未知の環境において振る舞うエージェント群に対して試行錯誤的に学習を行わせることで、それらの間に何らかの協調関係を組織化させることが試みられている。本研究では遺伝子表現としてこれまでに提案した n 出力二分決定グラフ (n -BDD)(図1) を用いて遺伝的アルゴリズムにより進化的に学習させ、エージェント間に生じる協調行動、役割分担について観察する。 n -BDD は BDD(二分決定グラフ) の出力を複数に拡張したもので疑似生態系のシミュレーションにおいて遺伝子表現として効果的に作用することが確認されている [1],[2]。



図1: n 出力二分決定グラフ (n -BDD)

2 問題設定

$n \times n$ のトーラス状の2次元空間に1体の逃亡者エージェント(以下逃亡者)と4体の追跡者エージェント(以下追跡者)が存在する。追跡者の目的は逃亡者を捕獲することである。捕獲とは逃亡者と同じマスに入ることとする(図2)。

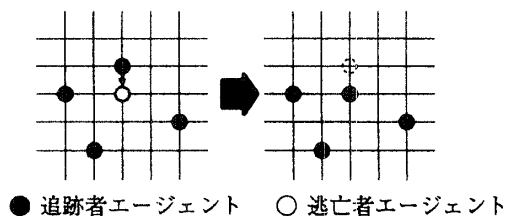


図2: 捕獲の例

追跡者はそれぞれ n -BDD を遺伝子として所有し、この n -BDD は環境から得られる知覚情報を表したビット列を入力とし、得られる出力を行動として決定する。環境から得られるビット列は逃亡者との距離(2bit)、自分以外の追跡者がいる区域($2\text{bit} \times 3$ 体)などから構成される(図3, 図4)。出力は逃亡者に向かって、前、後、右、左に動くの4種類にその場に留まるを加えた5種類である。

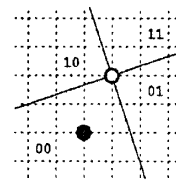


図3: フィールドの区域分け

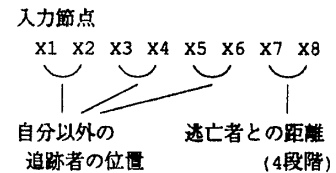
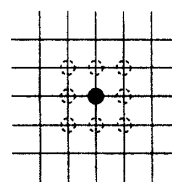
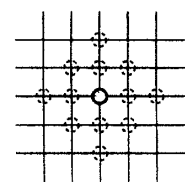


図4: 入力ビット列の割り当て

逃亡者は以下のような(進化しない)アルゴリズムに従って行動を行う。追跡者が近くにいない場合はその場に留まる。追跡者が近くにいる場合は自分が行動できる場所の中で最も近くにいる追跡者からの距離が最も離れている場所に移動する。逃亡者の移動能力は追跡者の移動能力よりも優れている(図5)。



追跡者エージェント



逃亡者エージェント

図5: 各エージェントの移動可能範囲

3 システム概要

4体の追跡者はそれぞれ複数(k 本とする)の n -BDD を所有する。追跡者集団の評価は各追跡者から順番に1つずつ取り出した n -BDD の組に関して行われる。各世代に k 回の試行が行われる。各試行では4体の追跡者の組に対して一定時間試行を行い、捕獲できた回数を適応度とする。この時追跡者が捕獲に成功すると逃亡者も含めた全てのエージェントはランダムな位置に再配置さ

Emergence of Individual Roles Among Evolutionary Agents

Toshikazu Suzuki, Kousuke Moriwaki, Nobuhiro Inuzuka, Hirohisa Seki and Hidenori Itoh.

Nagoya Institute of Technology.

Gokiso-cho, Showa-ku, Nagoya 466, Japan

れる。全ての組に対して試行が終わった後、得られた適応度に従って遺伝的操作を適用することで次世代の n -BDD を生成する。ただし、適応度の高かった何組かは遺伝的操作を加えずにそのまま残す。初期値は4体全てにランダムに作った同じ n -BDD を用いた。

n -BDD に対する遺伝的操作としては図6に示す節点から出る枝の変更 (mutation)、節点の追加 (insertion)、節点の削除 (deletion) の3つを用いた。

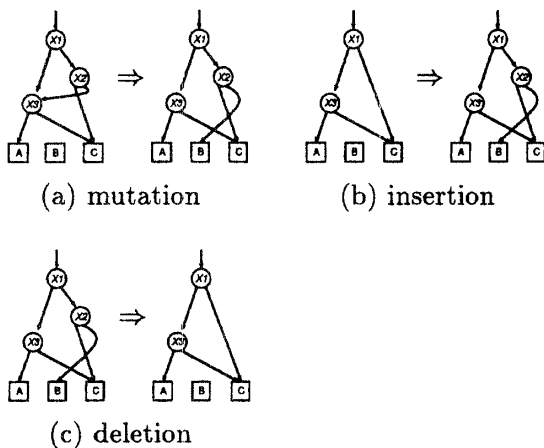


図6: n -BDD の遺伝的操作

4 実験とその評価

環境の広さを 15×15 にして実験を行った。追跡者の視界は半径7の円である。各追跡者は16本の n -BDD を所有する。初期の段階では、全ての追跡者が似た n -BDD を所有しており、協調行動が全くみられないため、捕獲することができずに終わるものが多く出た。しかし、図7に示すように進化をするにつれ捕獲回数は増加することが確認できる。

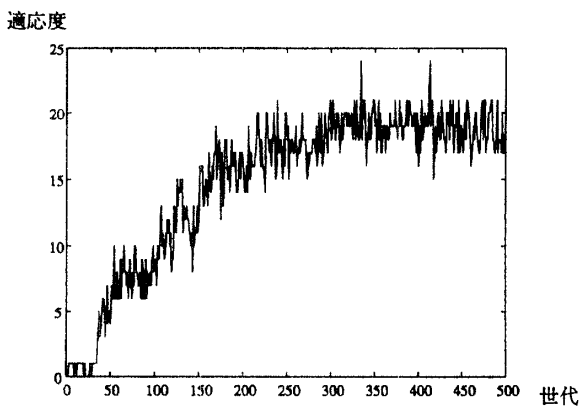


図7: 適応度の世代推移

追跡者の行動戦略を調べてみると、初期の段階では全ての追跡者がただやみくもに逃亡者に接近していき運良く4体を取り囲むような位置から接近した時のみ捕獲している。また、実際に捕獲する追跡者は特に決まっていなかった。しかし、進化するに従って最終的に逃亡者を捕獲する追跡者は決まっていき、その他の追跡者は逃亡者にある程度接近するとその場に留まるようになる。150世代を越えたあたりからは最終的に捕獲する追跡者は1体に決まる。

本実験では表1に示されるように、捕獲時における追跡者の逃亡者に対する位置が固定されるといった追跡者の間の位置関係に関する役割分担はみられず、逃亡者の逃げ道を塞ぐだけの追跡者と実際に捕獲をする追跡者という役割分担が生じた。これは、この問題では実際に捕獲を行う追跡者は1体であることと、追跡者が近くに寄ってこない限りその場に留まるといった逃亡者の性質の影響と考えられる。

表1: 各エージェントの捕獲回数と捕獲時の位置

エージェントのNo	100 世代目				200 世代目			
	1	2	3	4	1	2	3	4
捕獲回数 (回)	5	22	5	8	0	0	0	126
North (%)	30	18	30	23	25	22	26	29
West (%)	15	30	27	27	24	24	28	23
East (%)	37	27	20	18	29	20	28	21
South (%)	18	25	23	32	22	34	18	27

・N,W,E,S は捕獲時の逃亡者エージェントから見た追跡者エージェントの位置を表す

5 おわりに

本研究では n -BDD を遺伝子として用いた遺伝的アルゴリズムによる進化的学習機能を持つエージェント群における協調作業について述べた。エージェント間の明確な役割分担の創発を確認した。

参考文献

- [1] K.Moriwaki: Self Adaptation of Agent's Behavior using GA with n -BDD, Proceedings of The Fifth IEEE International Workshop on Robot and Human Communication(RO-MAN) (1996)
- [2] 森脇康介: n 出力二分決定グラフを遺伝子とした GA による疑似生態系の最適化, 人工知能学会全国大会, (1996)