

31 自律ロボットを実現する人工神経回路網コントローラの作成と検証

伍賀正典, 中本裕之, 北川洋一

1 目的

現在の日本において急激な少子高齢化のため、高齢者の介護や生活支援を行う家庭用ロボットに多大な期待が寄せられている。人間と直接相互作用するロボットは、これまでの産業ロボットと異なり、自律機能や知的行動が必要とされるが、知的制御技術は依然未知の領域が多い。このように、ロボットの自律行動を創発的に獲得させることを目指した研究分野として、進化ロボティクス (Evolutionary Robotics: ER) がある。そこでは制御手法の一つとして進化した人工神経回路網 (Evolving Artificial Neural Networks: EANNs) を用いる場合が多い。EANNs の手法は単独のロボットの振る舞いを調整するのに有望なアプローチであると言われている。EANNs の機能をソフトウェアから、ハードウェア (ワンチップマイコン、FPGA 等) に実装しコントローラを作成するための検討を行う。

2 実験方法

ロボットに知的で自律的な振る舞いを獲得させるため、計算機実験で協調行動を伴う物体搬送問題を扱う。実験で扱うフィールドには、エージェントが 2 台、これらによって搬送される荷物が 1 つ配置されている (図 1)。荷物には仮想的な静止摩擦係数と質量が設定されており、2 台のロボットで同時に押さなくては動かさない設定となっている。この荷物がフィールドの右端まで移動するとタスクが達成されたことになる。ロボットは左右独立二輪駆動であり、前方に 6 つ、後方に 2 つの IR センサ、中心に全方位視覚と向いている方角を検知する方位センサを持つものとする。これらによって相手ロボットと荷物への距離と相対角度を検知することができる。これらの情報をセンサによって外部から取得し、コントローラであるリカレントニューラルネットワーク (Recurrent Neural Network: RNN) の入力信号とする。図 1 (b) に示すように RNN の構造は隠れ層ノード三つ (16, 17, 18)、出力層ノードは左右の車輪のモータ出力の二つ (20, 21) である。これらのノード間のリンクの結合荷重は実験開始時ではランダムであるが進化計算を用いて最適化される。ロボットは荷物と初めて接触したときに適応度 1000、その後、荷物に接触している時間ステップ毎に 0.1 を加算する。(10, 70)-ES と呼ばれる進化戦略手法を用い個体集団を発生させ一つの個体遺伝子型を二台のロボットに実装し試行を行う。計算機実験と実際の環境を近づけ

るため入出力信号に正規分布を加算しノイズとする。このため、試行を 1, 3, 5, 10 回行わせ評価の妥当性を高める。

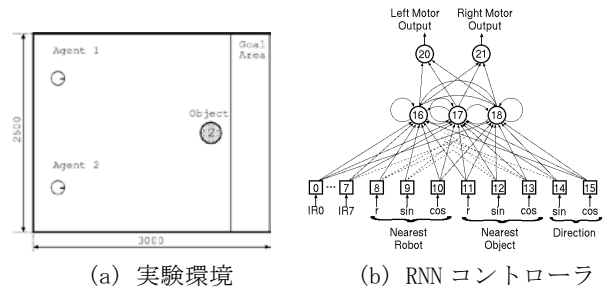


図 1 実験設定

3 結果と考察

図 2 に実験結果を示す。図 2 (a) に示す最良個体の適応度の推移から 1 回の評価でもタスクを達成することがわかるが、(b) に示すように平均適応度は低く推移する。評価が 1 回のみでは平均適応度の変動も激しく、評価回数を増加させることで集団が安定することがわかる。また、評価回数が 10 回では、5 回と差はなく、進化計算の停滞が起こっていると考えられる。この環境においては、3 から 5 回が適当な評価回数であることがわかる。

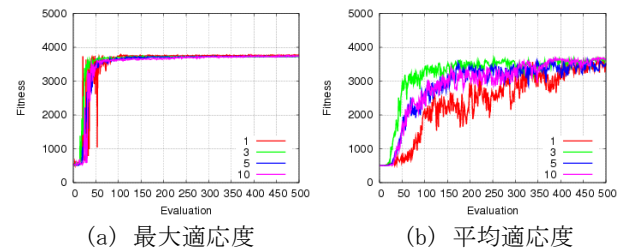


図 2 適応度の推移

4 結論

本研究では、ハードウェアに実装するための人工神経回路網の計算機実験を行った。RNN を用いたロボットコントローラでロボットは自律的で協調的な振る舞いを獲得することを示し、この場合の評価回数の適切な範囲を明らかにした。今後、他の実験環境での計算機実験を行い、その結果からハードウェアへ実装するのに適した設定を探る。

(文責 伍賀正典)
(校閲 松本哲也)

