

B4-1 対話型遺伝的アルゴリズムを用いた生物型ロボットの情動行動生成

福井大学 工学部 知能システム工学科 進化ロボット研究室
 地下 達彦 (指導教員：前田 陽一郎、高橋泰岳)

1. 緒言

近年、コミュニケーションロボットや医療・福祉ロボットなど人間の生活に近い環境で活動しているロボットが増えている。これらのロボットには、人間との相互コミュニケーションの必要性が求められており、ヒューマンロボットインタラクション (HRI) の研究がより重要となってきた。

機械としてのロボットに人間が違和感なく接するためには、ロボットの中に生物のような「情動」を持たせるというアプローチが考えられる。本研究では、このロボットと人間の情動を使ったコミュニケーションを図るための研究、開発を行っているが、ここでは「人間の情動行動を認識する」、「ロボットの情動を生成する」、「ロボットの情動を行動で表現する」などの要素技術が必要になってくる [1]。

これらの要素技術の中で、「ロボットの情動を行動で表現する」に関しては、まだ研究を未着手である。これに関する研究としては、例えば宮腰ら [2] は、ユーザとのインタラクションを通して、人間の好みに応じた行動をロボットが学習するシステムの構築を行った。また、鈴木ら [3] は、ユーザの好みを反映可能な学習システムを IGA により構築して、そのシステムを用いて動作生成実験を行い、愛着感の獲得につながり得るかどうかの検証を行った。しかしながら、これらは、あらかじめパターンを用意し、ある状況に対する行動パターンを学習しているにすぎない。そこで本研究では、ロボットの情動行動を表現するために、対話型遺伝的アルゴリズムを用いた情動行動生成の一手法を提案する。ここでは、生物型ロボットの行動をランダムに生成し、対話型遺伝的アルゴリズムを用いてユーザに行動を提示しつつ学習を行い、想定した情動に感じられる行動を生成する手法の検討を行う。さらに提案手法の有効性を確かめるために、ユーザに対してアンケート評価を行う。

2. IGA によるロボットの情動行動生成

本研究では、生物型ロボットの行動をランダムに生成し、ユーザに行動を提示しつつ IGA により人間に行動の評価を行ってもらい、目標情動に感じられる行動を生成する手法を提案する。

ここでは、ロボットの学習に対話型遺伝的アルゴリズム (Interactive Genetic Algorithm: IGA) [4] を使用する。IGA は、GA で行われる初期個体生成・評価・選択・交叉・突然変異というアルゴリズムのうち、評価 (適応度関数) により行われていた適応度の算出を、人間の主観的評価により行う。

本手法では、ユーザは提示されたランダムに生成されたロボットの行動を、想定された情動にどれだけ感

じられるかを評価する。ここでは、IGA を用いて、ロボットが生成する行動を人為的評価によって学習していくことによって、喜びや怒りなどのユーザが想定した情動に感じられる行動を徐々に獲得することを目的とする。ユーザの人為的評価によって行動を生成することによって、ロボットの対人親和性の向上が期待できる。

図 1 に IGA による情動行動生成の流れを示す。まず、ユーザに想定して欲しい情動 (例えば Joy[喜び]) を目標として与える。次に、初期集団を生成する。このとき生成される遺伝子は、関節角 (m 関節) をそれぞれ l bit で表し、ロボットの行動を操作するための遺伝子長 ml bit の n 個体がランダムに生成される。ユーザは生成された遺伝子を α 段階で評価し、これを評価関数として IGA の操作が行われる。

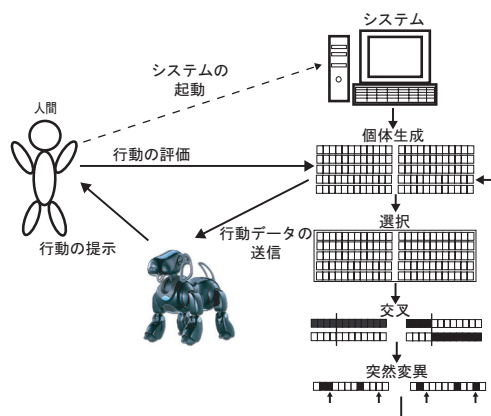


図 1: IGA による情動行動生成の流れ

3. 情動行動生成実験

提案手法の有効性を確かめるために、Joy[喜び]の情動行動に着目し、個体数 $n = 50$ で実験を行った。実験の手順は以下のとおりである。なお、被験者には事前に情動行動の基準となる AIBO の動きを提示してから実験を開始した。表 1 に実験で用いた IGA のパラメータの値を、図 2 に遺伝子コーディング、図 3 に実験風景を示す。

Step1. 行動の基準となるロボットの動きのデモンストレーションを被験者に提示する。

Step2. シミュレータを起動し、初期個体 (ロボット動作) を生成する。(0 世代)

Step3. ロボットを起動し、生成された個体を転送する。

Step4. 被験者にロボットの行動を提示し、10 段階評価を行ってもらう。ここでの行動とは、原点状態

から学習した最終的な関節状態まで動作させたものである。これは、収束時間を短くするためにやっている。

Step5. 評価値をシミュレータに入力する。

Step6. IGA の遺伝的操作 (選択・交叉・突然変異) を行う。

Step7. Step3~6 を 50 回繰り返して終了する。

表 1: 実験に使用した IGA の主なパラメータ

個体数 n	20
世代数	50
遺伝子長 ml	84(21bit × 4 脚)
評価値 α	10 段階 (1~10)
選択	適応度比例戦略
交叉率	70%
突然変異率	20%



図 2: 遺伝子コーディング

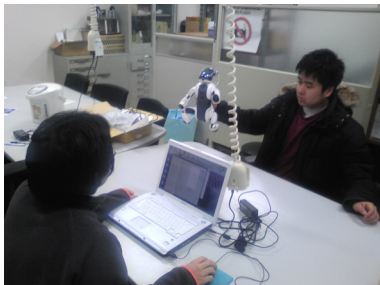


図 3: 実験風景

実験の結果を図 4 に示す。また、図 4. に生成された 20 個体中の優良 8 個体のロボットの情動行動を示す。平均評価値及び最大評価値は学習が進むにつれて、共に徐々に増加していることが分かる。また、最大評価値では、評価値=10 の行動を得ることはできなかったが、評価値=9 の高い評価を得た行動を獲得できた。

本実験では十分な回数の学習が行えず、学習結果からは適応度が収束するまで学習が完了していないと考えられる。本実験で用いた遺伝子長は個体数の割に大きく、より個体数を増やし、十分な回数の学習を行う必要があると考える。しかしながら、本実験の場合でも約数時間を学習に要しており、今後はより効率的に学習実験を行う方法を検討する必要がある。

4. 結言

本研究では、ロボットの情動行動を表現するために、対話型遺伝的アルゴリズム (IGA) を用いたロボットの

行動生成の一手法を提案した。また、生物型ロボットの行動を IGA を用いてユーザに提示しつつ学習を行い、想定した情動に感じられる行動を生成する実験を行った。結果としては、ほぼ想定する情動を得ることができた。今後は、Joy[喜び]以外の情動についても実験を行い、より効率的な学習を行うための手法を検討すると共に、滑らかな情動行動を行えるようにする予定である。

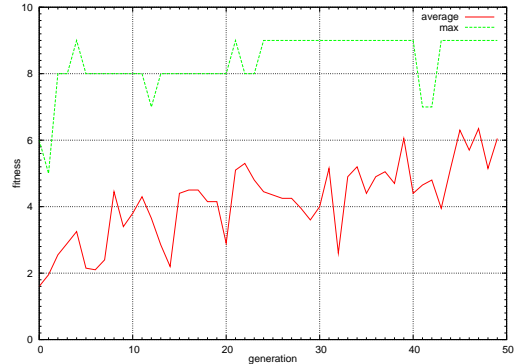


図 4: 実験結果 (平均評価値及び最大評価値)



図 5: 生成されたロボットの情動行動

5. 謝辞

本研究は平成 21 年度科学研究費補助金 (基盤研究(c):課題番号 20500203) の助成を受けて行われたものである。

参考文献

- [1] 前田陽一郎, 田辺奈々, “生物型ロボットによるインタラクティブ情動コミュニケーションの基礎研究,” 自動計測制御学会論文集, Vol.42, No.4, pp.359-366 (2006)
- [2] 宮腰陽文, 井上博行, 塚本充, “インタラクティブ GA を用いた四脚ロボットの行動獲得,” 日本知能情報ファジィ学会第 21 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集, pp.818-819 (2005)
- [3] 鈴木保匡, 星野由紀子, 稲邑哲也, 稲葉雅幸, 井上博允, “ユーザの愛着獲得のための対話型 GA によるロボットの行動生成,” 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 '99 講演論文集, pp.2A1-76-114 (1999)
- [4] 高木英行, 畝見達夫, 寺野隆雄, “対話型進化計算法の研究動向,” 人工知能学会誌, Vol.13, No.5, pp.692-703 (1998)