

クアッドクローラーを用いたアルゴリズムに対する児童の学習意欲の向上

大谷 紀子 研究室

1972093 星 尚徹

1. 背景と目的

2020 年度より小学生のプログラミング学習が必修になった。高速で効率の良いプログラムを組むためにはアルゴリズムを学ぶ必要がある。しかし、現在の小学校のカリキュラムには、アルゴリズムを学ぶ授業がないため、アルゴリズムの考え方を身につけることは難しく、重要性を理解することもできない。アルゴリズム学習の支援方法のひとつとして、多関節四脚ロボットであるクアッドクローラーの使用が挙げられる。クアッドクローラーは、各家庭で購入ができ、組み立ても簡単なことから個人でのアルゴリズム学習が可能である。プログラムを実行すると、クアッドクローラーが動作し、アルゴリズムを視覚的に確認することができる。現在は、対話型の粒子群最適化 (PSO; Particle Swarm Optimization) で歩行を学習するプログラムが存在するが、歩行以外の動きには対応していない。小学生の興味を惹くためには、歩行以外の動きを追加することが必要である。

本研究では、クアッドクローラーを利用することで、小学生がアルゴリズムに興味を持つことを目的とし、対話型 PSO を取り入れたクアッドクローラーの動作学習手法を提案する。

2. ユーザの操作

クアッドクローラーは、4 つの脚の付け根と膝にサーボモータが 1 つずつ付属し、合計 8 つのサーボモータを駆動させて動作するロボットである。提案手法では、クアッドクローラーに歩行、ダンス、回転の 3 種類の動きを学習させる。歩行とは、クアッドクローラーの右脚と左脚を交互に動かし



図 1: リモコンの一部

前進する動作とする。ダンスとは、400Hz から 450Hz の間でランダムにビーブ音を鳴らしながら、それぞれの脚にあるサーボモータの角度変更を 2 回繰り返す動作とする。回転とは、右後ろ脚以外を動かすことで、右後ろ脚を中心とした円に沿って動く動作とする。ユーザが操作するリモコンの一部を図 1 に示す。A のボタンを押し、1 番から 3 番までのボタンを押すとそれぞれ歩行、ダンス、回転の基本的な動作を確認できる。基本的な動作から学習させる動きを選択した後は、1 番から 3 番のボタンを押すことで、各ボタンに割り当てられた解候補を確認できる。B のボタン、最も好みの動きをした番号のボタン、C のボタンの順に押すことで、新しい解候補が生成される。

3. 提案手法

提案手法には、対話型 PSO を用いる。PSO は、生物が情報を群れ全体で共有し、効率よく餌を見つけることを模倣した最適化問題の近似解を求める手法である。解を粒子の位置として表現し、粒子を移動させて最適解を探索する。対話型 PSO では、PSO の解候補の評価値をユーザの評価によって決定する。角度変更の繰り返し回数が N 回である動きを学習する際は、 i 番目のサーボモータの j 番目の角度 ($1 \leq i \leq 8, 1 \leq j \leq N$) を $i+8j-8$ 番目の成分

とする $8N$ 次元ベクトルで解候補を表現する. 新たな解候補の $i+8j-8$ 番目の成分を生成する際の粒子の移動速度は, ユーザが最も好みだと判断した解候補を最適解とし, 最適解とその他の解候補の $i+8j-8$ 番目の成分の差と加速係数 c と実数乱数 r ($0 \leq r \leq 1.0$) の積と慣性係数 w を用いて算出する. 算出した移動速度を現在の速度に加え, 新たな解候補を生成する.

4. 評価実験

石田児童コミュニティクラブに所属する小学生 31 名を被験者としてインタビュー形式による評価実験を実施した. 本手法を組み込んだクアッドクローラーを操作させ, 「楽しさ」や「リモコンの扱いやすさ」, 「プログラミングやアルゴリズムに対する興味の向上」など, 4 つの項目を中心に回答させた. 初期の解候補生成時の c を 0.8, w を 0.6 とし, 2 回目以降の解候補生成時は, c を 0.7, w を 0.9 とした. 児童の回答結果と回答者数を表 1 に示す. ロボットを操作した際の楽しさへの回答として, 「楽しかった」などの肯定的な意見が多く, 自身の順番が終わったあとに順番を待ち, 何度もロボットを操作する児童もいた. リモコンの扱いやすさに関して, 児童は, 動きを進化させるときのボタンを押す順序や使うボタンがどれかわからないという点で, 「難しい」と回答していた. 反対に, 「簡単だった」と回答した児童のなかには, リモコンの操作を覚え, 率先して操作方法を教える児童もいた. アルゴリズムやプログラミングへの興味が湧いたかという質問に対して「興味が湧いた」などの肯定的な意見をした児童は, 指定したリモコンのボタンだけではなく, さまざまなボ

表 1: 児童の回答結果と回答者数

質問 回答	楽しさ	リモコンの 扱いやすさ	興味の向上
肯定	29 名	11 名	25 名
どちら でもない	1 名	5 名	2 名
否定	1 名	15 名	4 名

タンを押して, クアッドクローラーの反応を確認していた. クアッドクローラーの価格や販売場所を知りたがる児童も多かった. 一方で, ロボットの動きが怖くて「興味が湧かなかった」という否定的な回答をした児童や既にプログラミングへの興味があつたため, 操作をしても「変わらなかった」と回答した児童もいた.

5. 考察

提案手法を組み込むことで, クアッドクローラーを楽しく操作し, プログラミングやアルゴリズムへの興味を向上させることができたと考えられる. しかし, リモコンの扱いやすさへの否定的な意見が多いことに関しては, 使わないボタンが多くあり, 操作に関係あるボタンがわかりにくいことが原因だと考えられる. 対話型 PSO で歩行を学習するプログラムよりも操作を簡単にするために解候補の数を 9 個から 3 個に減らしたことにより使わないボタンが増えたことと, 「もっと多くの動きが見たい」という意見が児童から挙がったことから, 解候補を増やす必要があるといえる.

今後の課題として, 興味の高さに注目するだけではなく, 興味の種類や質に着目した興味の深化 [1] という視点からアルゴリズムに対する小学生の意欲増進やリモコンの扱いやすさの向上と解候補の改良が考えられる. リモコンの扱いやすさを向上させるためには, 新たな解候補を生成するだけではなく, 生成前の解候補に戻すボタンを増やし, 互いのボタンに関連性を持たせることが重要だと考える. 解候補の改良点として, 解候補を 6 つに増やすことと学習させる動きに後退を追加することが挙げられる. 小学生が, 歩行を選択したときと後退を選択したときに生成される解候補の違いが比較しやすくなることが期待される.

参考文献

- [1] 田中 瑛津子, 市川 伸一, “学習・教育場面における興味の深化をどう捉えるか”, 心理学評論, Vol.60, No.3, pp.203-215, 2017.