Swarm に基づく群知能に関する研究 Swarm-based intelligent cooperation

学 ○中村 俊介 (阪府大)

正 井前 譲 (阪府大)

正 翟 貴生 (阪府大)

正 小林 友明 (阪府大)

Shunsuke NAKAMURA, Osaka Prefecture University, 1-1 Gakuen-cho, Sakai, Osaka

Joe IMAE, Osaka Prefecture University

Guisheng ZHAI, Osaka Prefecture University

Tomoaki KOBAYASHI, Osaka Prefecture University

1 緒 言

近年、バクテリアや昆虫などの群の局所的相互作用のみによる創発的行動に関心が集められている¹⁾。本研究では、群の組織化、連携に関して遺伝的プログラミング (GP)²⁾を用いたアプローチを提案する。

2 Grouping GP(GGP)

本研究では、集団をグループ化した Grouping GP (GGP)を用いる。そのアルゴリズムは次に示す通りである。

<ステップ1> 集団の初期化を行う。

<ステップ2> グループの枠を越えて、交叉、突然変異を行う。

<ステップ3> 各個体の適合度を計算し、各グループの最良個体を選ぶ。

<ステップ4> グループの最良個体と、グループのエリートの間で適合度を計算し、小さい適合度を持つものを新たなエリートとして保存する。ただし、初期のエリート個体は最良個体のコピーとする。

<ステップ5> グループ内の個体をグループの最良個体で置き換える。また、確率でグループ内の個体をエリートに置き換える。

<ステップ6> 終了条件を満たす場合は終了。そうでない場合はステップ2に戻る。

GGPを用いることによって、木構造の爆発的増加を抑えられ、効率的に進化を進めることができる。

3 進化アルゴリズム

本研究では、複数の人工蟻によって、複数の餌を集める問題を扱う。人工蟻の進化に GGP を用いるとし、その適合度計算は以下の通りである。ここで、人工蟻の行動(移動)を決定する基準をポテンシャルと呼び、複数の人工蟻のポテンシャルを一つの個体に対応させる。

[適合度計算アルゴリズム]

<ステップ1> 移動回数 $i=0$ とする。

<ステップ2> 全ての人工蟻の位置を以下の移動アルゴリズムによって順次更新する。

<ステップ3> $i=i+1$ とする。

<ステップ4> 全ての餌を収集し終えた場合は終了し、適合度として i を返す。また、 $i=(\text{最大移動回数})$ の場合は終了し、(残った餌の数) $\times 100000$ を適合度として返す。それ以外の場合ステップ2へ。

[移動アルゴリズム]

<ステップ1> 人工蟻の最も近い餌、2番目に近い餌、及び親となる人工蟻のそれぞれの情報をもとに、人工蟻のポテンシャルを計算する。

<ステップ3> ポテンシャルが0以下の場合は親の人工蟻に、0~20の場合は最も近い餌に、20以上の場合には2番目に近い餌に向かって移動する。

ただし、目標の位置は世代ごとに更新させるものとする。したがって、初期値に依存せずに連携をくむことが可能となる。

4 シミュレーション結果

移動しない20個の餌を効率よく、役割分担して集めることを考える。図1に人工蟻4個で1500世代進化させた場合の経路を示す。役割を分担して効率よく餌を集めることに成功している。

Fig.1 Trajectory of artificial ants(20 food, 4 ants)

5 移動ロボットへの適用

二輪移動ロボット(1)を用いたシミュレーション結果を示す。ここでは、逃避する目標に対し、それらを追跡する問題を扱っている。逃避と追跡に二輪移動ロボットを用いた。逃避行動は、追跡をかわすようにGGPによって進化させた。それぞれのパターンにおいて目標に向かう行動はAstolfiによる方法³⁾を用いる。入力 の最大値は目標4、移動ロボット2とし、目標の移動速度が大きくなるように設定している。

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & 0 \\ \sin \theta & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \end{bmatrix} \quad (1)$$

Fig.2 Target-tracking by mobile robots
(2 targets, 4 mobile robots)

6 結 言

群の行動に関してGGPを用いたアプローチを提案した。個々の個体に対して多様なポテンシャル関数を持たせることにより、複雑なタスクを効率的に行うことが示せた。

References

- 1) John S. Baras and Xiaobo Tan : Control of Autonomous Swarms Using Gibbs Sampling in Proceedings of the 42nd IEEE Conference on Decision and Control, 4752/4757 (2004)
- 2) 伊庭斉志: 情報科学 遺伝的プログラミング 東京電機大学出版局 (1996)
- 3) 美多勉: 非線形制御入門 一劣駆動ロボットの技能制御論— 昭晃堂 (2000)