

3次元点群情報の位置合わせ法 のための動的近傍を持つ ABC アルゴリズム

坂本 祐基
Yuki SAKAMOTO
電子情報学科 4年

1. はじめに

2015年3月17日から18日に開催された第10回進化計算学会に参加し、「3次元点群情報の位置合わせ法のための動的近傍を持つABCアルゴリズム」という題目で発表を行った。

2. 研究内容

2.1 背景と目的

3次元点群データ位置合わせの最適化は、多数ある局所解に陥りやすく、よりよい結果を得ることが困難であることが知られている。Artificial Bee Colony アルゴリズムは複数の探索点がそれぞれ初期位置を持ち、更に更新が停滞した場合は新たに探索を始めることから、局所解に陥りにくい性質を持つ。この点に着目し、本研究ではABCアルゴリズムを用いた3次元点群データ位置合わせ法を検討する。

また、本研究では簡単化のために、ある3次元点群データを移動・回転させた探索用データを、元の位置・角度に戻すための移動量と回転角を表す行列を得る方法の検討を行う。一方、点群データ位置合わせにおいて、点群データ間の距離は常に変化し続けているのに対し、ナイーブなABCアルゴリズムでは一回の更新での近傍幅は固定されている。そこで、本研究では探索時の近傍幅を動的に変化させる手法を提案し、その性能を検証する。

2.2 3次元点群情報のためのABCアルゴリズム

ABCアルゴリズムは収獲蜂、追従蜂、偵察蜂の3種の人工蜂と探索点を基本構成として探索を行い、最もよい評価値の探索点を探索することを目的

としている。

ABCアルゴリズムの流れについて説明する。3次元点群データ $A = \{a_1, a_2, \dots, a_v\}$, $B = \{b_1, b_2, \dots, b_v\}$ があるとして、 A から B の位置合わせを考える。尚、本来であれば点群情報の位置合わせには対応点情報が必要となるが、今回は対応点情報は与えられたものとする。

まず初期化として、それぞれが非更新回数 u_n をもつ、移動量と回転角度の情報を持った行列を探索点 s_n として N 個生成し、繰返し数上限 L , 非更新回数上限 $limit$ を設定する。

評価値の算出方法として式 (1) を用いる。

$$f(s_n, A, B) = \sum_i^v \frac{|T(s_n, a_i) - b_i|}{v} \quad \dots (1)$$

f は2点群間の距離の誤差平均を意味し、 v は探索点の総数を表し、 T は点群 a_i を s_n によって変換することを表す。その後初期化時点での最良解を探索全体の最良解 s_{best} として保存する。

収獲蜂は全ての探索点を調査する。調査は1つの探索点を構成する変数の中から一つを選び、その数値に値 r を加え、加算前後での評価値を比べて良い方を採用することによって行う。 r は乱数で、選んだ変数が距離であれば式 (2)、角度であれば式 (3) の範囲から生成される。

$$-\frac{1}{2}DM < r < \frac{1}{2}DM \quad \dots (2)$$

$$0 < r < 2\pi \quad \dots (3)$$

DM は点群データの内接する直方体の対角線の長さ任意の倍率をかけたものである。

追従蜂は評価値に基づいた確率で1つの探索点を選び、収獲蜂と同じ方法で調査を行う。

偵察蜂は非更新回数が上限に達した時、対応する探索点を破棄し、新たに生成する。

繰返し処理の終わりに、その時点での最良探索点と s_{best} を比較し、評価値の良い方を採用する。そ

の後繰返し回数を超えていない場合は収獲蜂に戻り、超えていれば終了する。

2.3 提案法

探索の進行につれて点群データ間距離は縮まっているのに対し、上記の ABC アルゴリズムでは近傍幅の範囲は固定されていた。そこで本研究では近傍幅の乱数幅を動的に変化させる手法を提案する。今回は動的変化の基準として3つのものを試した。

mode 1 は距離に着目して評価値に基づいて変化させた。 $DM > 4 \times f(s_{best}, A, B)$ となった時、近傍幅を 0.8 倍に縮小する。

mode 2 は解の改善率に着目して非更新回数にもとづいて変化させた。 $u_{best} = \frac{1}{2} \text{limit} \cap 10 \times DM > f(s_{best}, A, B)$ となった時、近傍幅を 0.9 倍に縮小する。

mode 3 は mode 1 と mode 2 の条件をどちらか一方でも満たした時、近傍幅を 0.9 倍に縮小する。

2.4 実験設定

実験には点数 36670 の手のデータと点数 437645 の龍のデータ (図 1) を使用し、比較法として最急降下法を採用した。

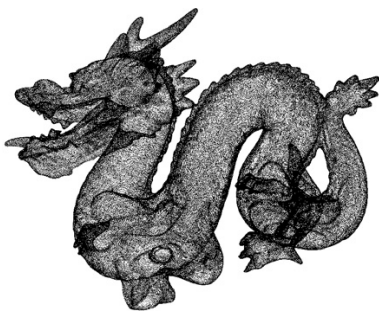


図 1 点群データ：龍

2.5 結果と考察

30 試行の最良解の平均値をグラフにプロットした。龍のデータを使用した場合の最急降下法による

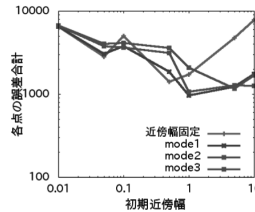


図 2 最急降下法

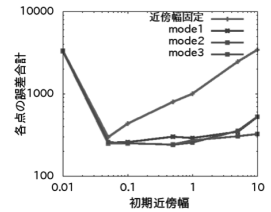


図 3 ABC アルゴリズム

結果が図 2、ABC アルゴリズムによる結果が図 3 である。縦軸は点群データ間の距離であり、小さいほどよい。

図 2 と図 3 を比べると ABC アルゴリズムによる結果のほうがよい結果を出していることが分かる。また、図 3 では近傍幅を変化させることで結果が改善されたことが分かる。最急降下法では初期値の影響が大きく、近傍幅の変化による改善はあまり起こらなかったと考えられる。ABC アルゴリズムでは初期値の影響が少ないためより良い結果を得ることができ、近傍幅を変化させることで適切な長さに調整できたと考えられる。

2.6 まとめ

3 次元点群情報位置合わせを ABC アルゴリズムで実装する手法を与え、最急降下法と比較した。最急降下法よりも ABC アルゴリズムによる最適化によって、より良い解を得ることができた。また、近傍幅を動的に変化させることで、更に解を改善することができた。近傍幅の初期値が大きくなるほど動的変化の効果は増大していたが、現状では初期近傍幅が小さすぎる場合の対策が取られておらず、今後の課題といえる。

3. おわりに

今回の発表で多くの研究者から質問や議論をいただき、非常に有意義な時間を過ごすことができました。ご指導頂いた小野景子先生、研究室の皆様へ深く御礼申し上げます。