

Ingber の ASA に関する調査
實田 健

1 前月からの課題

- 論文の執筆
- Ingber の ASA に関する調査

2 達成状況

2.1 論文投稿について

情報処理学会への投稿論文に関しては、一通り執筆が完了し、現在投稿準備中である。この論文が受理されることを切に願う。

2.2 Ingber の ASA について

Adaptive Simulated Annealing (以下 ASA) は、1989 年に Ingber が公開した Very Fast Simulated Reannealing(VFSR) が 1993 年から ASA と称するようになったもので、そのアルゴリズム及び、コードは (<http://www.ingber.com/#ASA>) から入手することが出来る。本報告では ASA の概要及び、公開されているコードをテスト関数に適用し、ASA の解探索性能についての検証を行う。

2.2.1 アルゴリズムの概要

D 次元の状態空間において、変数 P^i が範囲 $[A_i, B_i]$ 内にあるとき

$$P_{k+1}^i = P^i + y^i(B_i - A_i), y^i \in [-1, 1] \quad (1)$$

により次々と値を生成する。このとき変数 y_i は式 (2) に示す生成関数からランダムに取られる。

$$g^i(y^i, T_i) = \frac{1}{2(|y^i| + T_i) \ln(1 + 1/T_i)} \quad (2)$$

受理関数には Metropolis 基準が用いられ、このとき指数型の高速アニーリング

$$T_i(k_i) = T_{0i} \exp(-c_i k_i^{1/D}) \quad (3)$$

が可能となる (証明略)。

Reannealing は、SA のラン状態を定期的に自己監視して、目的関数に対する感度の高さに応じて、次元ごとに推移の仕方を変える方法である。感度の高い次元では分布の裾野が狭くなるように縮め、感度の低い次元では裾野が広がるように伸ばす。各次元の感度は最も新しい局所最適点における目的関数の擬似偏微係数

$$s_i = \left| \frac{\partial L}{\partial p_i} \right| \quad (4)$$

で与える。生成に用いる分布を再設定する際同時に温度も再設定することから

$$T'_{ik'} = T_{ik}(s_{max}/s_i) \quad (5)$$

3 テスト関数への適用

Ingber は ASA の C コードを公開している。今回このプログラムを代表的なテスト関数である Rastrigin 関数、Griewank 関数、に適用しその性能について検証を行った。Table 1 に Rastrigin 関数 Table 2 に Griewank 関数の結果を示す。結果は 10 思考の中央値で示す。なお今回はパラメータの設定を変更することが出来なかったため、デフォルトの設定で行った。従って、終了条件や温度推移などの情報が得られていない。

Table 1 Rastrigin 関数に SA を適用した結果

Dimension	Energy	Number of Generated
2	1.35E-13	1288
5	0	23491
10	8.57E-5	81345

Table 2 Griewank 関数に SA を適用した結果

Dimension	Energy	Number of Generated
2	0.0037	1276
5	0.018	42551
10	0.061	91500

3.1 考察

Table 1, Table 2 より、Rastrigin 関数では少ない探索数で良好な結果が得られていが、Griewank 関数では解精度が悪くなっている。これは設計変数間での依存関係によるものであると考えられ、ASA は Rastrigin 関数のように設計変数間に依存関係のない問題に対して特に有効であると考えられる。しかし、いずれにしても SA が苦手とする連続最適化問題に対してこれまでと比較しかなり良好な性能が示されており、今後 ASA のメカニズムをより深く検証することが必要であると考えられる。また、パラメータチューニングを行い、ASA の性能がどの程度向上するか検討を行う必要もある。