

正規分布 SA と近傍並列 SA の比較
及川 雅隆

1 前回までの課題

前回の報告において、同期時点における解の精度に応じて近傍を割り振る近傍並列 SA モデルを提案し、最適な近傍に設定した固定近傍 SA と比較して良好な結果を得ることができた。

今回は、従来より近傍手法の一つとして提案されている、近傍決定に温度スケジュールを利用する正規分布 SA と近傍並列 SA との比較を行なうことが課題である。

2 課題の達成状況

2.1 正規分布 SA

正規分布 SA とは、Hinton らによって提案された手法¹⁾である。対象問題の次元数を D とすると、(1) 式に従うものである。

$$g_k(\Delta \mathbf{x}) = \frac{1}{(2\pi T_k)^{D/2}} \exp\left(-\frac{|\Delta \mathbf{x}|^2}{2T_k}\right) \quad (1)$$

(1) 式により、温度の平方根が正規分布の標準偏差となる。正規分布 SA は近傍決定に温度スケジュールを用いているため、高温時には大きな近傍構造をとり、大域探索を行う。また、低温時における探索においては、正規分布 SA は小さな近傍構造をとり、局所探索を行なうことになる。

2.2 数値実験

正規分布 SA では近傍構造が温度によって決定されるため、温度スケジュールの設定が重要となる。最高温度に関しては、このときの近傍が設計空間を十分に探索できるほどに大きくなるよう、各変数の標準偏差が設計空間の 1/4 に設定した。また、最低温度については、期待する解精度が得られることを基準とし、今回は各変数の標準偏差がその変数の設計空間に対して 1/100 程度の精度を期待する温度とした。対象問題としては、問題の難易度を変えずに設計空間を [-5.12, 5.12) に調節した 2 次元の Schwefel 関数を用いた。Schwefel 関数は大域的に見て非常に多峰な関数であり、SA で解くのが難しい問題の一つである。

近傍に正規分布を用いて、逐次 SA、並列 SA、近傍並列 SA の手法比較を行なった。逐次 SA と近傍並列 SA を比較できるように、逐次 SA のクーリング数を 32 とし、並列 SA と近傍並列 SA の並列化数を同じく 32 と

した。これにより、近傍並列 SA の各プロセスの近傍は、逐次 SA が探索過程で取る 32 種類の分布をそれぞれ与えた。パラメータについては Table1 にしめす。今回の数値実験では並列化プロセス数を 32 としたため、関数評価回数が等しくなるように並列 SA のクーリング周期を逐次 SA の 1/32 倍にした。

Table 1 逐次 SA のパラメータ設定

最高温度	6.5536
最低温度	0.01
クーリング周期	320
総アニーリング数	10240

2.3 実験結果

結果を Fig.1 に示す。縦軸をエネルギー値とし、30 試行における平均値と中央値を対数表示した。

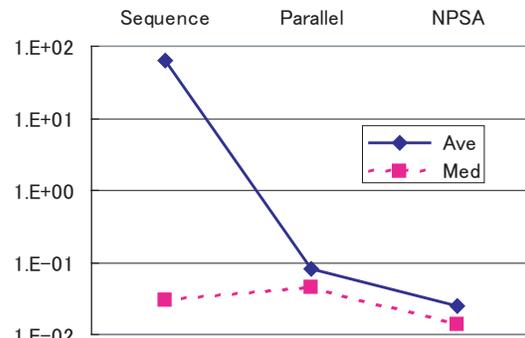


Fig. 1 schwefel 関数における性能比較

Fig.1 より、逐次の正規分布 SA は平均が非常に悪く、中央値が良好である。一方、NPSA では平均値、中央値ともに良好な結果を得ることができた。

3 翌月への課題

- 他の多峰性な関数における、正規分布 SA と近傍並列 SA の解精度の比較。
- 他の近傍手法と近傍並列 SA の比較検証。

参考文献

1) Hinto G E, Sejnowski T J, Ackley D H. Boltzmann machines : constraint satisfaction networks that learn. *Technical Report CMU-CS*, pp. 84-119, 1984.