

適応型近傍を持つシミュレーテッドアニーリングの性能

Performance of Simulated Annealing with adaptive neighborhood

小野 景子

Keiko ONO

Abstract: In this paper, I propose a new algorithm of Simulated Annealing for continuous optimization problems. This is extended algorithm of Corana's SA. The algorithm of Corana's SA go into local minimum because the adaptive neighborhood range is too narrow to get out of a local minimum. A new algorithm extend the adaptive neighborhood range to get a global minimum.

1 はじめに

連続最適化問題をシミュレーテッドアニーリング (Simulated Annealing) を用いて解く時, Corana は近傍幅が大きくなりすぎると受理率が低くなりすぎることや, 近傍幅が小さくなりすぎると受理率が高くなりすぎることなどを指摘した. より効率よく探索を行うためには解摂動に用いる近傍幅を受理率が 50 % になるように適応的に調節する手法を提案した¹⁾.

しかし, 受理率が 50 % になるように近傍幅を調節すると近傍幅が小さくなるために局所解から脱出できなくなり, 局所解に陥る可能性が高くなってしまふ. そこで本研究では, 局所解に陥らないにするために受理率を 10 % になるように近傍幅を調節する手法を提案する.

2 適応型近傍のアルゴリズム

Corana の提案した手法¹⁾ では受理率が 50 % になるように近傍を調節したのに対して, 本手法では受理率が 10 % になるように調節する. そのアルゴリズムを Fig.1 に示す.

Corana の手法との違いは受理率を 10 % に近傍を調節することだが, アニーリング開始時は Corana の手法を用いて受理率が 50 % になるように近傍を調節する. これは, アニーリング開始時は温度が高いため改悪な解を受理し受理率が高く, 受理率を 10 % にすることが不可能になるためである. 温度が下がり, 受理率 10 % が実現できる温度になった後, 受理率が 10 % になるように近傍調節を行う. この温度は実験により求める. 近傍幅の調節は解の推移の N 回毎に行うものとする. なお, 解摂動の受理判定は従来の SA²⁾ で用いられている Metropolis 基準を採用する.

受理率 10 % に調節する解摂動は式 (1) で表す一様分布を用いる. m は近傍幅を調節するパラメータである.

$$x'_i = x_i + rm \quad (1)$$

m は式 (2) で示すように受理率 p によって変化する関

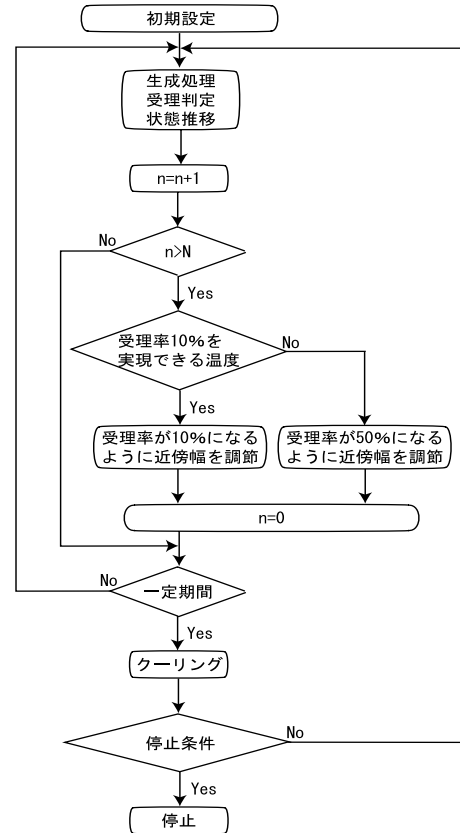


Fig. 1 適応型近傍のアルゴリズム

数 $g(p)$ によって決定される. この関数 $g(p)$ は式 (3) によって決定される. ここで p は, 近傍レンジを変更する間隔 N の間に解摂動が受理された回数 n から, $p = n/N$ と計算される. また, c は調節の度合いを決定するパラメータである. 本研究では実験により $c = 1.74$ としている. また, この関数 $g(p)$ をグラフ化したものを Fig.2 に示す.

$$m' = m \times g(p) \quad (2)$$

$$\begin{cases} g(p) = \frac{1978}{17}p - \frac{280}{17}, & \text{if } p > 0.15 \\ g(p) = \left(1 + c \frac{0.05-p}{0.05}\right)^{-1}, & \text{if } p < 0.05 \\ g(p) = 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (3)$$

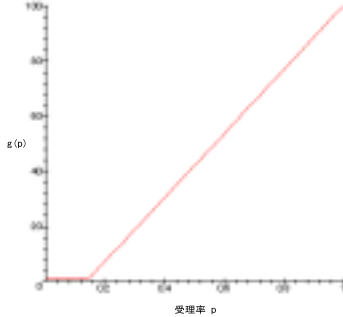


Fig. 2 近傍幅を決定する関数 $g(p)$

3 対象問題とパラメータ設定

対象問題として Rastrign 関数を用いた．本手法の評価を行うために用いる対象問題のために設定したパラメータを Table3 に示す．

Table 1 Rastrign 関数のパラメータ

最高温度	10
最低温度	0.01
受率率 10 % を実現できる温度	1.5
総振動数	10240 × 32
クーリング周期	10240
冷却率	0.80025
振動調整周期	8

なお，受率率 10 % が実現できる温度は，固定近傍幅をもつ SA で受率率が 10 % になる温度を測定し求めた．

4 実験結果と考察

Corana の手法と提案手法で Rastrign 関数を解いたときの結果を Fig.3 に示す．Fig.3 はアニーリング終了時における最も良い解を示している．このエネルギー値は 10 回試行の中央値を求めることによって得た．Fig.3 から，Corana の手法と提案手法を比較すると提案手法の方が最適な解を得ていると分かる．

Corana の手法と提案手法で Rastrign 関数を解いたときのエネルギー履歴を Fig.4 に示す．横軸は振動数，縦

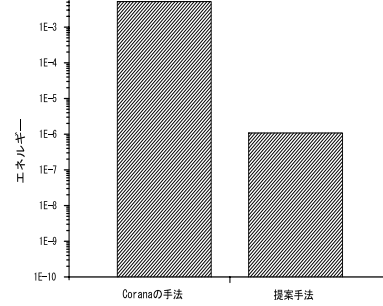


Fig. 3 Corana の手法と提案手法の比較

軸はエネルギー値を示している．従来の Corana の手法と提案手法とを比較すると Fig.4 から Corana の手法は局所解に陥っているのに対して提案手法では局所解から脱出して最適解を得ることは可能になっていることが分かる．このことから本提案手法は有効であることがいえる．

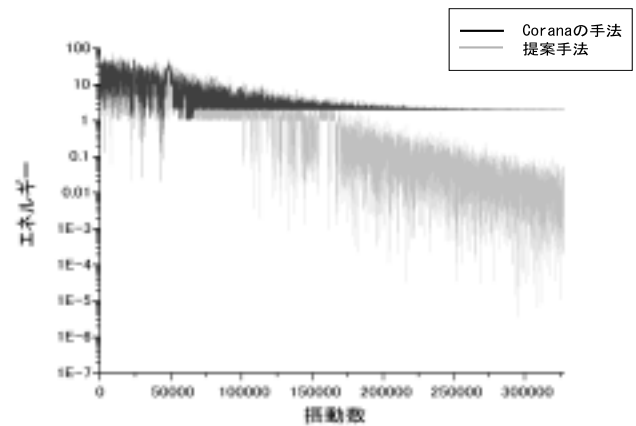


Fig. 4 エネルギーの履歴

5 おわりに

本研究では受率率を 10 % にすることによって Corana の手法よりよい結果を得ることが出来た．今後は，他の連続関数に適用すること，温度並列 SA に適用することが課題である．

参考文献

- 1) Corana, A., Marchesi, M., Martini, C. and Ridella, S.: Minimizing Multimodal Functions of Continuous Variables with the "Simulated Annealing" Algorithm, ACM Trans. on Mathematical Software, Vol. 13, No. 3, pp. 262-280 (1987).
- 2) Kirkpatrick, S., Gelett Jr. C. D., and Vecchi, M. P.: Optimization by Simulated Annealing, Science, Vol. 220, No. 4598, pp. 671-680 (1983).