

適応的近傍を持つシミュレーテッドアニーリング  
小野 景子

## 1 今月の課題

- 機械学会 第 12 回設計工学・システム部門講演会のための発表論文

## 2 発表論文内容 (発表論文アブストラクト)

シミュレーテッドアニーリング<sup>1, 2)</sup> (以下 SA と略す) は複雑な最適化問題を解くヒューリスティック解法の一つである。SA を適用する場合、重要になるのは、温度パラメータと近傍の設定方法である。組み合わせ最適化問題では、近傍の大きさは解振動に用いる方法を決定すると一意に定まる。そのため温度パラメータが重要になる。一方、連続最適化問題では近傍の設計が重要となる。

これに対して Corana の手法<sup>3)</sup> では受理率が 0.5 になるようにし、近傍設計を自動化したが目標受理率を 0.5 とすることの妥当性は明らかではなかった。そこで、著者らは任意の目標受理率を与えることのできる新しい近傍設計を考え問題に適應する振動近傍を持つシミュレーテッドアニーリング (SA/AAN: Simulated Annealing with Advanced Adaptive Neighborhood)<sup>4)</sup> を提案した。ただし、温度スケジュールについては一般的な指数クーリングを用いていた、

一方、温度並列 SA (Temperature Parallel Simulated Annealing: TPSA)<sup>5, 6)</sup> は並列処理との高い親和性を有しているだけでなく、SA において問題となる温度スケジュールの決定が原理的に不要であるという極めて優れた特徴を有している。そこで本研究では、SA/AAN に温度並列 SA を適用する方法、すなわち、問題に適應する振動近傍を持つ温度並列シミュレーテッドアニーリング (TPSA/AAN: Temperature Parallel Simulated Annealing with Advanced Adaptive Neighborhood) を提案しその有効性を検証する。

## 3 最適な受理確率を目標とする適應近傍を持つ温度並列 SA の提案 (TPSA/AAN)

今回、機械学会で発表する TPSA/AAN のアルゴリズムについて説明する。

TPSA/AN において適應的近傍のメカニズムは、逐次 SA よりも、温度並列 SA において極めて有効に機能しているといえことが分かった。そこで、適應的近傍のメカニズムである SA/AAN に TPSA を適應することを考え、最適な受理確率を目標とする適應的近傍を持つ温度並列 SA (TPSA/AAN) を提案する。すなわち、

TPSA/AAN=TPSA+SA/AAN である。

Fig1 に SA/AAN と TPSA/AAN のエネルギー比較を示す。結果は、最適な受理確率を目標とする適應的近傍を持つ温度並列 SA (TPSA/AAN)、適應的近傍を持つ温度並列 SA (TPSA/AN)、最適な受理確率を目標とする適應的近傍を持つ SA (SA/AAN)、適應的近傍を持つ逐次 SA (SA/AN) についてである。これらの結果は 30 回試行の中央値を用いている。縦軸がエネルギーであり、横軸が手法を示している。

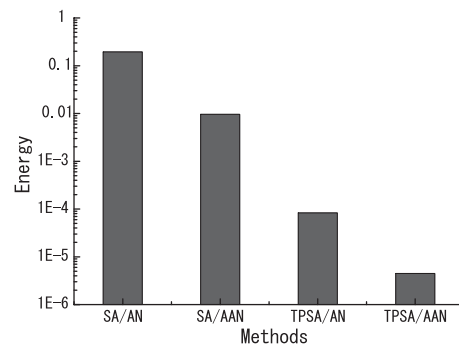


Fig. 1 Performance of the methods

この結果から、SA/AAN は SA/AN より良好な結果を示していることが分かる。また、これらの手法に TPSA を適用した TPSA/AAN と TPSA/AN との性能比較をすると、TPSA/AAN が良好であることが分かる。つまり、TPSA/AAN が最も性能の高い手法であるといえる。

## 参考文献

- 1) Kirkpatrick, S., Gelett Jr. C. D., Vecchi, M. P. *Optimization by Simulated Annealing*. Science, 1983.
- 2) Metropolis, N., Rosenbluth, A., Rosenbluth, M., Teller, A., Teller, E. *Equation of State Calculation by Fast Computing Machines*. Journ. of Chemical Physics, 1953.
- 3) Corana, A., Marchesi, M., Martini, C., Ridella, S. *Minimizing Multimodal Functions of Continuous Variables with the*.
- 4) 三木光範, 廣安知之, 小野景子. 適應的シミュレーテッドアニーリング. 日本機械学会 第 14 回計算力学講演会講演論文集, 2001.
- 5) 木村宏一, 瀧和男. 時間的一様な並列アニーリングアルゴリズム. 信学技報, 1990.
- 6) 小西健三, 瀧和男, 木村宏一. 温度並列シミュレーテッドアニーリング法とその評価. 情報処理学会論文誌, 1995.