

NPSA の性能検証 佐野 僚

1 前回からの課題

先月までに、逐次 SA と並列 SA を自作し、性能検証を行った。前回からの課題として、本来の目的である NPSA を実装し、性能検証が挙げられる。

2 NPSA

NPSA は、SA を並列化し、連続最適化問題において重要となる近傍の設定を自律的に行う手法である。各プロセスに対してそれぞれ異なる近傍を与え、近傍を並列化して SA の探索を行う。つまり、同期時に、各プロセスが持つエネルギー値に対してソートを施し、良好な解探索を行っているプロセスから順に小さな近傍を割り当てる操作を行っている。この結果、相対的に良好な解探索を行っているプロセスはその解付近の局所探索をさらに進めることが可能となる。

2.1 NPSA の探索性能

対象問題を 2 設計変数の Rastrigin 関数とし、最適な近傍に設定した逐次 SA (SA)，並列 SA (PSA)，および NPSA の 3 種類のアルゴリズムを用いて、NPSA の近傍調節の効果を比較実験により検証した。実験で用いたパラメータを Table 1 に示す。

Table 1 実験パラメータ

Method	SA	PSA,NPSA
Number of processes	1	32
Max temperature	10.0	10.0
Minimum temperature	0.01	0.01
Number of cooling steps	32	32
Cooling cycle	10240	320
Number of annealing	10240x32	(320x32)x32

NPSA における各プロセスの近傍レンジは最大近傍を設計空間の幅とし、Rastrigin 関数の最小近傍を設計空間の 1/1000 とした。各プロセスの近傍は、最大近傍から最小近傍までの近傍間を等比的に割り振った。

2.2 実験結果

Rastrigin 関数に対する 3 種類のアルゴリズムの探索性能の結果を、Fig. 1 に示す。横軸が比較手法で、縦軸が各アルゴリズムによる 30 回試行の最良値、最悪値、中央値を示している。

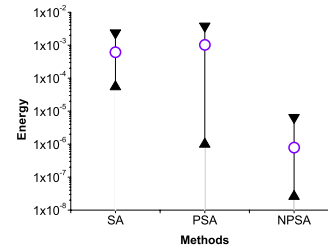


Fig. 1 解性能の比較

さらに、PSA と NPSA の各プロセスのうち、最も良好な解を得たプロセスのエネルギーと近傍レンジの履歴をそれぞれ Fig. 2, Fig. 3 に示す。横軸が探索のアニーリング数で、左縦軸がエネルギー値、右縦軸が近傍レンジである。

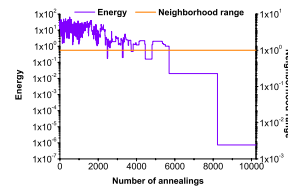


Fig. 2 解性能の比較

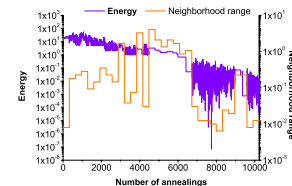


Fig. 3 解性能の比較

3 まとめ

Fig. 1 より、最適な近傍レンジに設定した SA と PSA よりも、NPSA が非常に良好な結果を得ていることが確認できる。NPSA は探索に応じて近傍を適応的に調節しており、解品質の良好なプロセスが局所探索を行うことによって効率的な探索を行っている。つまり、NPSA は最適な近傍レンジの設定が不要となるのに加え、解探索性能の大幅な向上を実現している。これらの結果より、最適に設定した固定近傍を持つ SA や PSA と比べて NPSA の解探索性能が良いことは、最適な近傍が解の探索過程に応じて変化するためである。すなわち、最適な近傍は問題に固有であるだけでなく、探索の進行状態によっても変化することが確認できる。

4 翌月への課題

- 対象問題を Rastrigin 関数以外に、Griewnk や複雑な多峰性関数へ適応し、任意の問題に対して適用できるか検証する。
- さらに、まだ検証されていないタンパク質などを対象問題として、性能検証をする。