

GA を用いた適応的近傍並列 SA の拡張 伏見 俊彦

1 先月からの課題

- 並列 SA, ハイブリッド手法に関する論文調査
- PSA/ANGA のアルゴリズムの拡張

2 今月の活動内容

2.1 文献調査

並列 SA, ならびに SA と GA のハイブリッド手法に関する文献調査を行った。SA は十分な計算時間をかければ最適解を得ることを保証されているが、実用的ではない。そこで SA の並列化, その中でも特に GA とのハイブリッド化の研究に関する調査を行った。今回, 報告を行う 2 つの文献は両方とも SA や GA の各オペレータを組み合わせることで単純な SA や GA よりも良好な結果を得ることができるというものであった。

2.1.1 Paralle Simulated Annealing and Genetic Algorithm

Hao Chen らによって提案された手法である。概要ではシミュレーテッドアニーリングと遺伝的アルゴリズムにはそれぞれ長所と短所があり, それらを組み合わせることで単体よりも高い性能を示すことができると報告されている。アルゴリズムは SA と GA の各オペレータを組み合わせることにより成り立っている。

2.1.2 Paralle Recombinative Simulated Annealing (PRSA)

1992 年に Samir W. Mahfoud, David E. Goldberg によって提案された SA と GA のハイブリッド手法である。PRSA は SA に近い手法であり, 複数の SA に突然変異や近傍操作, そして交叉を組み合わせる。

2.2 PSA/ANGA のアルゴリズム拡張

2.2.1 概要

提案している PSA/ANGA は GA により様々な近傍幅が生成されるが, 生成された近傍幅を探索状況に応じて適切に割り当てる必要があると考えられる。なぜなら, 良好な探索を行っているプロセスには局所探索が行えるような小さい近傍幅を, 一方, 他のプロセスよりも劣悪な探索を行っているプロセスには大域的探索が行える程度の大きな近傍幅を与える必要があるからである。そこで, 同期時に全プロセスのエネルギー値を基に, 良好な探索を行っているプロセスには現在の近傍幅を維持し, 良好な探索を行っていないプロセスには GA より生成される最大の近傍幅を与えるメカニズムを組み込む。

2.2.2 数値実験

効果を検証するために数学最小化問題の代用的なテスト関数である Rastrigin 関数, Griewank 関数, Rosenbrock 関数に適用した。従来の方法と近傍割り当てメカニズムを組み込んだモデルとの探索性能を Fig. 1 に示す。縦軸はエネルギー値を, 横軸に問題名を示している。なお, 結果は 30 回試行の中央値である。

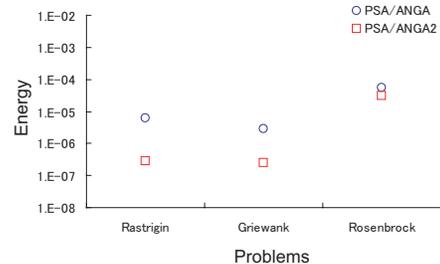


Fig. 1 実験結果

Fig. 1 より, 従来のようにランダムに近傍を割り当てる手法に対して, 適応的に近傍を割り当てるメカニズムを組み込んだモデルのほうが全ての問題に対して良好な結果を得ることができた。この原因として, 良好な探索を行っているプロセスには小さな近傍幅が, 逆に局所解に陥っているプロセスには大きな近傍幅が与えられるからだと考えられる。

次に, ある試行におけるエネルギー履歴を Fig. 2 に示す。縦軸はエネルギー値を, 横軸はクーリングステップ数を示している。

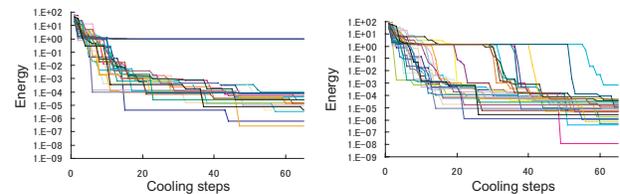


Fig. 2 エネルギー履歴 (左: 従来手法, 右: 拡張アルゴリズム適用)

Fig. 2 より近傍割り当てメカニズムを適用した手法では局所解に陥っているプロセスに大きな近傍幅が割り当てられるため, 局所解を抜け出し, 探索が進んでいることが確認できる。

3 今後の課題

- GA 操作に実数値 GA の適用し, および検証
- 過去の探索履歴を活用した新たな SA の提案