

内挿／外挿領域の探索メカニズムを持つ SA

鍵谷 武宏¹⁾, 廣安 知之²⁾, 三木 光範³⁾, 横内 久猛²⁾

¹⁾ 同志社大学大学院 ²⁾ 同志社大学生命医科学部 ³⁾ 同志社大学理工学部

Key word: Simulated Annealing, Simulated Annealing with Advanced Adaptive Neighborhood

連続最適化問題に SA を適用する場合、近傍はユークリッド空間内での距離に関係し、自由に決めることが可能である。そして一般的に、その近傍が小さい場合にはエネルギーの変化は小さく、大きい場合にはエネルギーの変化は大きい。そしてその変化はエネルギー関数に大きく依存する。このため、連続最適化問題に SA を適用する場合、近傍の範囲の調節が非常に重要な課題となる。そこで問題に適応する摂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)が提案されている。SA/AAN は、近傍の幅を受理率が 0.5 になるように調節することで、近傍設計を自動化した Corana の手法を改良したものである。そして本手法を用いることにより、テスト関数として Rastrigin, Griewank, Rosenbrock 関数を用いた際に、Corana の手法よりも良質な解が得られることが示されている¹⁾。しかしながらテスト関数として Schwefel 関数を用いた際には、局所解に陥りやすいことがわかった。そこで、より局所探索性能が高く、局所解を抜け出す近傍を自動決定できるアルゴリズムとして内挿/外挿領域への探索メカニズムを持つ SA を提案する。

本手法は、まずランダムに 2 点生成し、評価値の高い方を希求点とする。そして探索点と希求点との距離を閾値として用い、外挿／内挿領域への探索を行うアルゴリズムである。内挿領域への探索では、希求点へ近づく方向に近傍を生成し探索を行い、希求点との距離がある一定の値になるまで探索を行う。このことから内挿領域への探索に局所探索性能を高めることができる。また外挿領域への探索では、希求点から遠ざかる方向に近傍を生成し探索を行う。そこで外挿では、局所解を抜け出すのに必要な近傍を設計しなければ、局所解を抜け出すことはできず、近傍をどのように設定するかが問題となる。そこで本手法では、内挿の探索時に、最後に受理されなかった時の希求点との距離を外挿の近傍とした。これにより谷の大きさを判別し、局所解を抜け出すのに必要な近傍を自動的に決定することができる。以下に内挿と外挿のアルゴリズムを示す。

【内挿のアルゴリズム】

Step0 2 点の内、評価値の高い点を希求点とし、希求点までの距離が近くなる方向へ探索を行う

Step1 メトロポリス基準を用い、かつ希求点までの距離が近くなっていけば、次状態へ遷移を行う。
また最良解よりも、良い解が見つければ、希求点を変更する

Step2 2 点間の距離が 0.00001 よりも近い場合は外挿を行い、離れている場合は Step0 へ戻る

【外挿のアルゴリズム】

Step0 2 点の内、評価値の高い点を希求点とし、希求点から遠ざかる方向へ探索を行う

Step1 メトロポリス基準を用い、かつ希求点からの距離が遠ざかっていけば、次状態へ遷移を行う。
また最良解よりも、良い解が見つければ、希求点を変更する

Step2 2 点間の距離が 0.00001 よりも近い場合は Step0 へ戻り、離れている場合は内挿を行う

提案した手法の性能を評価するために、多峰性の関数である Rastrigin, Schwefel 関数, および単峰性の関数である Rosenbrock の3つのテスト関数を用いて実験を行った. それぞれのテスト関数を用いて, 100 試行を行い最良解の評価値を昇順に並べたものを図 1 に示す. なお, Rastrigin 関数については 2 次元と 5 次元, Schwefel, Rosenbrock 関数については 2 次元で実験を行った.

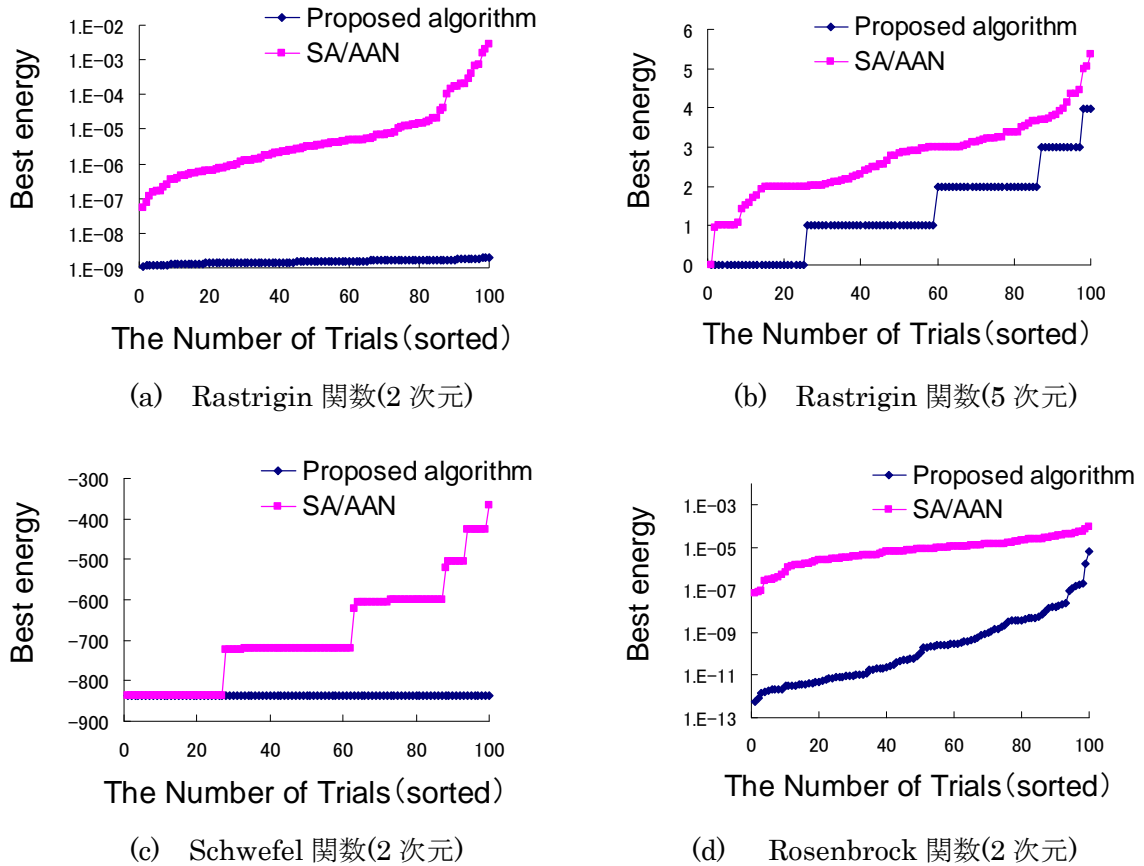


図 1 提案手法と SA/AAN の性能比較

図 1 より, 提案手法により全てのテスト関数において SA/AAN より良好な解を得られたことが確認できる. また, 図 1 の(a)では提案手法と SA/AAN のどちらの手法も, 準最適解である 1 より低い値が得られており, 全ての試行において最適解を持つ谷に収束していることがわかる. また図 1 の(d)は単峰性の関数であるため, 図 1 の(a)(d)において SA/AAN より良好な解が得られたことから内挿の局所探索が有効に働いていることがわかる. 次に図 1 の(b)(c)を見ると, SA/AAN では局所解に陥りやすい問題に対しても, SA/AAN より良好な解が得られていることがわかる. このことから外挿の局所解を抜け出すメカニズムについても有効に働いていることが分かる.

参考文献

- 1) 安藤 景子, 適応的近傍を持つシミュレーテッドアニーリングとその応用に関する研究, 同志社大学大学院博士論文, 2007
- 2) 花田 良子, 廣安 知之, 三木 光範, 組み合わせ最適化問題における内挿/外挿的な領域への遺伝的多段階探索の有効性, 情報処理学会論文誌, 2006