

TSP における解と温度の関係
 實田 健

1 今回の課題

今月は TSP の詳細な重要温度領域と, SA の最高温度と解の関係について詳細に検討を行った .

2 TSP における重要温度領域

TSP における重要温度領域はこれまでの研究である程度検証されているが, 今後投稿論文などを作成するにあたり, 再度詳細に検証を行い, 逐次 SA との性能比較を行う .

2.1 実験

まず, 最適解が既知である 8 つの TSP に対し, 広範囲の温度領域 (1E-6 ~ 1E+6) を等比的に 32 分割し, 各温度で一定温度の探索を行う . 各温度で得られる解精度を比較することにより, 一定温度で他の温度領域より良好な解を得ることのできる重要温度領域の存在が確認できる . 次に, 重要温度領域付近に温度範囲を限定し, さらに詳細に各 TSP の重要温度領域を検証する . その結果を Table 1 に示す . また, 一定温度で得られたもっとも良好な解精度と, 従来のパラメータ設定方法で逐次 SA を行なった場合の解精度の比較を合わせて示す . 比較は最適解からのエラー率で示し, 一定温度探索による結果を E_{Imp} , 逐次 SA の結果を E_{SSA} で示す . 実験では温度パラメータ以外のパラメータは同じものを使用し, 結果は 30 試行の中央値である .

Table 1 TSP における重要温度領域

Problem	Important temp	E_{Imp}	E_{SSA}
a280	1.5 ~ 5	0.46	0.1
ch150	6 ~ 18	0.49	0.58
d198	4 ~ 20	0.29	0.31
eil51	1 ~ 4.5	0	0.23
gil262	1.2 ~ 3	1.18	0.88
pr76	130 ~ 600	0	0.68
pr144	75 ~ 250	0.30	0.37
u159	60 ~ 150	0.03	0.75

Table 1 より, TSP において重要温度領域だけで探索を行なう SA が, 通常の逐次 SA と同等もしくは逐次 SA より上回る解精度を得られることがわかった . したがって, SA では重要温度領域における探索が解精度に大きく影響しているといえる .

3 最高温度と解精度の関係

ここでは最高温度以外のパラメータは同じものを用い, 最高温度だけを高温から低温まで様々な値に設定して SA を実行する . これにより, 解精度が悪化し始める最高温度が明らかとなる

3.1 実験

実験では経験的に 1E-6 ~ 1E+6 までの温度範囲を等比的に 32 分割し, 最低温度である 1E-6 を除く 31 の温度をそれぞれ最高温度に設定し, 最低温度までアニーリングを行なう . この際, 冷却率, クーリング周期は同じ値を使用する . すなわち初期温度が高くなるほど総探索回数が増加する . Fig. 1 に ch150 における結果を示す . 左軸に経路長, 右軸に総探索数, 下の軸に初期温度を示す . 経路長は四角のプロットで, 総探索数は丸のプロットで示す . 結果は 30 試行の平均値である .

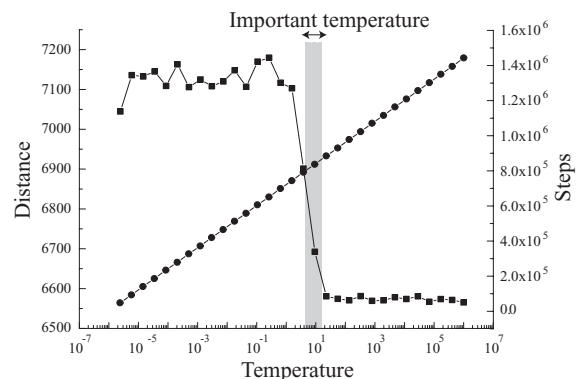


Fig. 1 異なる初期温度における SA の解精度と総探索数

Fig. 1 より, 重要温度領域よりも高い最高温度を設定した場合には, 解精度はほぼ同等であり, それより低い最高温度に設定すると解精度は悪化していることがわかる . また最高温度が高くなればなるほど解探索回数は増加している . したがって, TSP の最高温度は重要温度領域より少し高ければ十分であり, それ以上高く最高温度を設定すると無駄な探索が多くなることがわかる . この結果は他の対象問題でも同様の傾向を示した .

4 今後の課題

現在執筆中の論文を完成させる .