4L-02

SOM-TSP 法についての検討と改良法の提案

向智也[†]　三好力[†]
龍谷大学理工学部[†]

1. はじめに

巡回セールスマン問題（TSP）[1]とは, セールスマンがある都市を出発し, 全ての都市に一度ずつ訪問してもう一度出発した都市に戻ってくるときの経路長が最短のものを求める問題である. Angeniol 等は自己組織化マップ(SOM)を TSP の解法に用いた[2]. また, 先行研究ではこの解法を元に, 経路長合計をほとんど変えずに計算時間の短縮に成功した. 本研究では, 先行研究を元にして, 合計経路の短縮方法として交差経路の訂正法と計算量を削減できる近傍棒関数の利用を提案する.

2. 提案手法

2.1 交差経路の短縮

先行研究の手法では交差経路が発生する場合があり, この交差経路を訂正することで経路の短縮につながる. 本研究では, K 点交差経路短縮法として以下の手順を提案する.

1. ある連続した k 個のノードの, 前端と後端の 2 つをそれぞれ繋ぐ.
2. 繋いだ線が交差していた時, 前端と後端の 1 点を除いたノード番号を逆順に付け直す.
3. 1-2 の手順を全てのノードに対して行う.
4. 1-3 の手順を k=4,…,K で行う.

2.2 近傍関数の簡単化

先行研究において, 近傍関数にはガウス型関数を用いているが, 近傍関数に一次関数を用いることで計算時間を短縮できる. 本研究では, 既存研究における近傍関数を一次方程式で近似した, 新たな近傍関数$f(SL,n)$提案する. 近傍関数$f(SL,n)$は式 1 で表される. SL は一次方程式における傾斜を表し, 式 2 で更新される. このとき, αにはいくつかの候補が存在ため, 実験により最適な値を求める.

$$\begin{cases} f(SL,n) = 0.0 & (\mathrm{SL} * \mathrm{n} + 1.0 \le 0.0) \\ f(SL,n) = \frac{\mathrm{SL}*\mathrm{n}+1.0}{\sqrt{2}} & (\mathrm{SL} * \mathrm{n} + 1.0 > 0.0) \end{cases} \quad \text{(式 1)}$$

(SL：領域調整パラメータ　n：距離尺度)

$$SL \leftarrow SL + \alpha(\mathrm{N}/M) \quad \text{(式 2)}$$

(N:ノード数　M:都市数　α:更新用パラメータ)

3. 実験

3.1 概要・方法（1）

交差経路において k が大きい交差経路ほど発生しにくいため, 実験では既存研究の解法に K=4,5 のときの K 点交差経路短縮法を行う場合, 行わない場合それぞれを比較・検証する.

実験は 1 回の計算ごとに計算時間と経路合計を出力し, これを 100 回行いそれぞれの平均値を算出し, 比較する. 今回の実験のみ, 100 回の計算における都市提示順はそれぞれ同じにしておく. 実験に用いる都市配置には, 理論的讃嘆経路の分かっている「米国 532 都市問題」における都市配置を用いた. また, 米国 532 都市問題における最短経路長は 27686 である.

3.2 結果および考察（1）

図 1 に実験結果を示す.

米国532都市問題		
K点交差経路短縮法	経路長合計	計算時間[秒]
なし	29855	$2.1177 * 10^{-1}$
K=4	29783	$2.1181 * 10^{-1}$
K=5	29778	$2.1182 * 10^{-1}$

図 1：解法の比較（att532, 経路長合計, 計算時間）

図 1 より, 経路長合計は約 0.2%減少され, 計算時間は約 0.02%増大している. このことから, K 点交差経路短縮法は経路長合計を短縮する効果が見込め, 計算時間の増加は無視できる.

3.3 概要・方法（2）

既存研究における近傍関数と, 提案手法における新しい近傍関数を比較するため, 実験を

Title:「Verification of SOM-TSP Algorithm and Proposition of Improved Method」
†TOMYA Mukou,　MIYOSHI Tsutomu
Faculty of Science and Technology, Ryukoku University

行う．また, αの値をいくつか変化させ,最適なαを求める.

実験は,既存研究の解法と新たな近傍関数を用いた解法で実験を行う．また，更新用パラメータαの値をいくつか変化させた場合においても実験を行う．実験は都市提示順がランダムであるという点以外は先ほどと同じ手法で行う.

3.4 結果および考察（2）

図 2,3 に実験結果を示す.

米国532都市問題		
経路長合計	経路長合計	経路短縮率
f(G,n)	29795	
f(SL,n)(α = −0.06)	29796	1.0000
f(SL,n)(α = −0.08)	29994	1.0067
f(SL,n)(α = −0.1)	30131	1.0113
f(SL,n)(α = −0.12)	30382	1.0197
f(SL,n)(α = −0.14)	30514	1.0241

図 2：解法の比較（att532，経路長合計）

米国532都市問題		
計算時間	計算時間[秒]	時間短縮率
f(G,n)	0.2120	
f(SL,n)(α = −0.06)	0.1574	0.7425
f(SL,n)(α = −0.08)	0.1335	0.6296
f(SL,n)(α = −0.1)	0.1204	0.5678
f(SL,n)(α = −0.12)	0.1125	0.5308
f(SL,n)(α = −0.14)	0.1061	0.5003

図 3：解法の比較（att532，計算時間）

図 2 より, 新しい近傍関数は$\alpha = -0.14$のとき経路長合計を約 2.4%増大させるものの, 図 3 より, $\alpha = -0.14$のとき計算時間が約 50%減少している．このことから, 新しい近傍関数を用いることで計算時間を短縮する効果が見込める.

3.5 概要・方法（3）

提案手法はそれぞれ経路長合計, 計算時間に効果が見込める．また, それぞれは互いに効果が干渉せず同時に使用できるため, 既存研究の解法と比較実験を行い, 効果を検証する.

実験は, 既存研究の解法と新たな近傍関数を用いた解法で実験を行う．また，更新用パラメータαの値をいくつか変化させた場合, K点交差経路短縮法を行う場合においても実験を行う．実験は先ほどと同じ手法で行う.

3.6 結果および考察（3）

図 4,5 に実験結果を示す.

米国532都市問題			
経路長合計	K点交差経路短縮法		
	なし	K=4	K=5
f(G,n)	29795	29758	29707
f(SL,n)(α = −0.06)	29796	29762	29750
f(SL,n)(α = −0.08)	29994	29879	29883
f(SL,n)(α = −0.1)	30131	29983	30072
f(SL,n)(α = −0.12)	30382	30141	30106
f(SL,n)(α = −0.14)	30514	30258	30269

図 4：解法の比較（att532，経路長合計）

米国532都市問題			
計算時間	K点交差経路短縮法		
	なし[秒]	K=4[秒]	K=5[秒]
f(G,n)	0.2120	0.2133	0.2118
f(SL,n)(α = −0.06)	0.1574	0.1571	0.1573
f(SL,n)(α = −0.08)	0.1335	0.1338	0.1335
f(SL,n)(α = −0.1)	0.1204	0.1202	0.1209
f(SL,n)(α = −0.12)	0.1125	0.1122	0.1123
f(SL,n)(α = −0.14)	0.1061	0.1064	0.1062

図 5：解法の比較（att532，経路長合計）

図 4 より$\mathrm{K} = 5$において$\mathrm{f(G,n)}$と$\alpha = -0.14$の場合を比較するとαの値が小さいほど, 短縮されている場合の短縮率が小さいことが分かる．また，図 4,図 5 より, 短縮法なしで f(G, n)の場合と $\mathrm{K} = 5, \alpha = -0.14$の場合を比較すると, 計算時間はほぼ変わらないまま経路長合計は約 1.5%の増加と，短縮法なしの場合と比較して短縮率が約 1%改善している．このことから，新しい近傍関数と K 点交差経路短縮法の相性は良いと思われる.

4. まとめ

本研究では, 既存研究における Angeniol 等の解法を改良した改良 SOM-TSP 法を元に, 交差経路の発見し補正する K 点交差経路短縮法, 近傍関数の計算に一次関数を用いることで計算時間を短縮する新しい近傍関数$f(SL,n)$をそれぞれ提案した．実験結果より, K 点交差経路短縮法は短縮率が小さいながらも, 効果が見込めることが分かる．また, 新しい近傍関数$f(SL,n)$を用いた解法では一次関数を用いることによる効果が確認でき, 経路長合計においては増加する傾向にあるものの, 計算時間においては約 50%小さくなるという大きな効果が見込める.

参考文献

[1]Traveling Salesman Problem
http://www.math.uwaterloo.ca/tsp/index.html
[2] 大北正昭(監修), T.コホネン(原著), 徳高平蔵 堀尾恵一, 大薮又茂, 藤村喜久郎
自己組織化マップ 改訂版（2012）