無駄の少ない施設配置を求めるには ― 2次割当問題に対する近似解法 ―

工学部 情報工学科 片山謙吾　岡本宥祐（片山研究室）

Keywords: 施設配置問題，局所探索法，組合せ最適化，k-opt 局所探索法

１．開発目的

企業活動を円滑に，かつ省コストで行うためには，工場や店舗，倉庫等の重要な施設を無駄が少ないように配置することが求められる．このような施設配置問題は２次割当問題(Quadratic Assignment Problem, QAP)を解くことで解決可能である．

上述した QAP を解くアルゴリズムの研究は世界中で盛んに行われており，我々の研究グループでも QAP に対する有効な近似解法の開発，提案を行っている．

２．２次割当問題 QAP

QAP は２つの異なるコストを考慮して全体のコストを最小にする問題である．図１は４つの施設（A,B,C,D）と，その配置場所(1,2,3,4)を表している．図１中の矢印付近の数値は各要素間のコストを示しており，図２ではこれらのコストを行列に置き換えている．QAP の解πは以下の式(1)で評価される(n は問題サイズ)．

$$C(\pi)=\sum_{s=1}^{n}\sum_{t=1}^{n} w_{s,t} f_{\pi(s),\pi(t)} \quad \text{――(1)}$$

$w_{s,t}$：配置場所(s,t)間のコスト　$f_{\pi(s),\pi(t)}$：s,t上の施設間のコスト

３．QAPに対するk-opt 局所探索法

我々がQAPに対して提案したk-opt局所探索法(k-opt Local Search, KLS)[1]を示す．KLSは任意の２つの施設を交換する2-opt近傍操作を連鎖的に繰り返すことによって生成される解を，新たに近傍（k-opt近傍）とする局所探索法である．

KLSの疑似コードを図3に示す．KLSの処理は現在の解πに対して行われる．このKLSは解の選択・更新を行う外ループ（Line 2～Line 13）と k-opt 近傍の生成を行う内ループ（Line 6～Line 11）の２つのループで構成される．k-opt近傍は外ループで選択する施設 i (Line 4)を基点施設とし，i と内ループで選択する施設 j (Line 7)の2-opt近傍操作を連鎖的に行うことで生成する．このKLSの処理は全ての施設を基点施設としたk-opt近傍に改善解が得られなければ処理を終了する．

KLSの性能を評価するために，他の局所探索法との比較実験を行った結果，KLSは他の局所探索法よりも良好な解を算出可能であることを確認した．

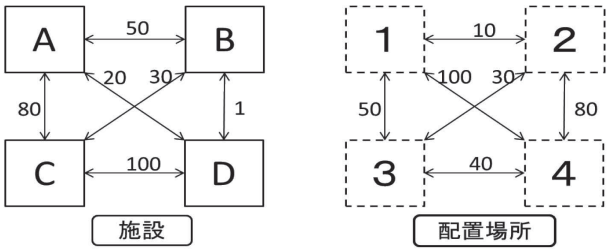

図１　施設と配置場所

$$F=\begin{pmatrix}0&50&80&20\\50&0&30&1\\80&30&0&100\\20&1&100&0\end{pmatrix}$$

各施設間の仕事量行列：F

$$W=\begin{pmatrix}0&10&50&100\\10&0&30&80\\50&30&0&40\\100&80&40&0\end{pmatrix}$$

各配置場所間の距離行列：W

図２ 各要素間のコスト行列

```
procedure k-opt Local Search(π)
  begin
1.  P_out := {1,...,n};
2.  repeat
3.    π_prev := π, g := 0, g_best := 0, P_in := {1,..., n};
4.    select i ∈ P_out randomly
5.    P_out := P_out ＼{ i }, P_in := P_in ＼{ i };
6.    repeat
7.      find an element j with max_{j∈P_in} δ_{i,j} := GetGain(i, j, π);
8.      π:= Move(i, j, π); g := g + δ_{i,j};
9.      P_in = P_in ＼{ j };
10.     if g > g_best then π_best := π, g_best := g;
11.   until P_in = ∅;
12.   if g_best > 0 then P_out := {1,...,n}, π := π_best else π := π_prev;
13. until P_out = ∅;
14. return π;
  end;
```

図３　KLS の疑似コード

参考文献

[1] 赤木勇斗，片山謙吾，南原英生，西原典孝，”二次割当問題に対するk-opt 局所探索法の性能比較”，平成25年度電気・情報関連学会中国支部連合大会講演論文集，pp.152-153，岡山，2013.

連絡先 TEL: 086-256-9527, FAX: 086-256-9527, E-mail: katayama@ice.ous.ac.jp