

競合環境下における施設配置問題

02003734	(株) マース	*大角 盛広	OSUMI Shigehiro
01204084	大阪大学	塩出 省吾	SHIODE Shogo
01302694	大阪府立大学	寺岡 義伸	TERAOKA Yoshinobu
01005194	大阪大学	石井 博昭	ISHII Hiroaki

1 はじめに

競合環境下での施設の配置問題は、直線上での配置を扱った Hotelling [2] の研究に始まりネットワーク上や平面上において多くの研究がなされている。

本研究では、一定の限界距離を超えると客の利用意欲が急速に衰えるような施設を平面上に配置する問題を考える。このような施設の例としては簡易レストランや自動販売機などが考えられる。

互いに競合関係にある2企業が施設を交互に配置する問題については、2つの問題、すなわちメジアンノイド問題とセントロイド問題が考えられる。本研究ではこれを定式化し、これらの問題に対して最適解を求める方法を提案する。

2 定式化

平面上に n 個の需要点(客)が存在する市場において、2企業が自己の利益のみを考え、より多くの購買力の獲得をめざして施設を配置する問題を考える。2企業を A, B とし、この順に1つずつ施設を配置できるものとする。市場に関して以下の仮定を設ける。

1. 客は一定の限界距離以上には出かけない
2. 客は限界内の施設は均等に利用する
3. すべての客の限界距離は等しい
4. 距離は直角距離を用いる

この仮定の元で、平面上での2企業の配置戦略を扱った Drezner [1] のモデルと同様に、以下に述べる2つの問題を考える。

1. メジアンノイド問題： 企業 A が施設 a を配置した後、その位置情報を知ったうえで企業 B が自己の獲得できる購買力を最大にするように施設 b の配置を決定する問題。
2. セントロイド問題： 企業 A が施設 a を配置した後で企業 B が B 自身に最適な位置に施設 b を置くことを考慮に入れて、A, B が施設を配置し終わった後の企業 A の獲得できる購買力が最大になるように施設 a の配置を決定する問題。

互いに相手の購買力を減らすような配置を考えるのではなく、それぞれ自己の獲得できる購買力のみを考えそれを最大にするように配置する。

3 解法

前処理として利用圏の重なりを列挙しそれぞれについて重みを求める。直角距離を用いた場合の領域の重なりは、正方形の重なりを調べる問題としてとらえることができ、重なる正方形を列挙するには今井 [3] で論じられている $O(N \log N)$ のアルゴリズムが利用できる。

本問題では、元の正方形どうしの重なりを判定して列挙するだけでなく新たに生成される長方形の重なり領域との重なりも調べる必要がある。これは前記アルゴリズムに重なり方を求める手順を付加するだけであるが、最悪の場合

N^2 で重なるため $O(N^2)$ の手間を要することになる。前処理において平面上の領域を以下のようにラベル付けする。

1. $R[i].w$ = 領域 i で獲得できる購買力
2. $R[i].list$ = 領域 i を構成する需要点のリスト

すなわち、需要点 k の位置を $(P[k].x, P[k].y)$ 、重みを $P[k].w$ で表したとき、需要点 k, l の重なる領域は $R[i].w = P[k].w + P[l].w$ と $R[i].list = \{k, l\}$ で表されることになる。

以上の準備の後、以下のアルゴリズムによってメジアンノイド問題とセントロイド問題の解を得ることができる。

- Step 1. $R[i].w$ をソートキーとして領域表 R を降順にソートする
- Step 2. $h = R[1].w / 2$, $am = h$ とする
- Step 3. $t = 1$ とし、 $R[t].w > h$ の間 Step 4 ~ 16 を繰り返す
- Step 4. $R[t].list$ 中の全要素 k について $P[k].w$ を半分にする
- Step 5. $bm = h$, $bi = t$ とする
- Step 6. $s = 1$ とし、 $R[s].w > h$ の間 Step 7 ~ 9 を繰り返す
- Step 7. 領域 s での獲得購買力 $R[s].w$ を $R[s].list$ により再計算する
- Step 8. $R[s].w > bm$ ならば $bi = s$, $bm = R[s].w$ とする
- Step 9. s を 1 増やす
- Step 10. 領域 bi が、企業 A が領域 ai に配置した場合のメジアンノイド問題の解であり、 bi に配置した企業 B の獲得購買力は bm である
- Step 11. $R[t].list$ 中の全要素 k について $P[k].w$ を初期値に戻す
- Step 12. $R[bi].list$ 中の全要素 k について $P[k].w$ を半分にする

Step 13. 領域 t での獲得購買力 $R[t].w$ を $R[t].list$ により再計算する

Step 14. $R[t].w > am$ ならば $ai = t$, $am = R[t].w$ とする

Step 15. $R[bi].list$ 中の全要素 k について $P[k].w$ を初期値に戻す

Step 16. t を 1 増やす

Step 17. 領域 ai がセントロイド問題の解であり、 ai に配置した企業 A の獲得購買力は少なくとも am である

4 おわりに

ここでは直角距離を用いて考えたが、ユークリッド距離の場合にも利用圏の重なり領域を求める前処理段階が異なるだけで、最適配置の探索については同様のアルゴリズムが適用できる。

ただし、ここで示したアルゴリズムはバックトラックを用いた悉皆探索であり効率の点で満足に行くものではなく、より効率の良いアルゴリズムの探求が課題である。その検討結果については発表会当日に報告したい。

参考文献

- [1] Z. Drezner : "Competitive Location Strategies for Two Facilities", Regional Science and Urban Economics Vol. 12 (1982).
- [2] H. Hotelling : "Stability in Competition", Economic Journal 39 (1929).
- [3] Hiroshi IMAI : "Finding Connected Components of An Intersection Graph of Squares in The Euclidean Plane", Information Processing Letters, Vol.15(1982).
- [4] 塩出省吾 : "競合する施設の配置について", BASIC 数学 7月号 (1991).
- [5] 伊理正夫監修, 腰塚武志編集 : 計算幾何学と地理情報処理 共立出版 (1986).