

領域の不連続性を考慮した最適配置モデルについて

2C-6

石野 章夫 小杉 正貴 町田 寛
株式会社 インテック・システム研究所

1.はじめに

企業活動において、営業店などの施設が管理する領域を最適配分することは重要な問題である。従来の最適配置問題では、組合せの爆発や処理時間の冗長などの理由から、川や幹線道路など領域の連続性を疎外する要素を考慮することは困難とされてきた[1][2]。本稿では、これらの要素を考慮した最適配置モデルを提案し、評価する。

2.問題の定式化

本稿では、領域内に複数の施設が配置されている場合、施設が管理する顧客数を均一にするように領域を配分する問題を考える。ただし、制約条件として施設から顧客への移動距離の総和を一定値以下とする。さらに、施設に与えられた領域は連続的であるとする。ただし、一級河川や幹線道路などの領域の連続性を疎外する要素をまたがらないことを前提とする。

任意の点 (x,y) の人口密度を $\rho(x,y)$ 、施設を V_1, \dots, V_n 、施設の位置を $(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)$ 、施設の管理領域を A_1, \dots, A_n とする。また、施設 V_i 内の微小地区 $\Delta x_j, \Delta y_k$ において隣接地区との領域連続性を示す地区結合強度 $I_{V_i}(x_{j+\Delta j}, y_{k+\Delta k})$ を表1の5ランクで表現する。

このとき、各施設の領域内の人口 P_i 、施設と顧客との平均移動距離 D_i は、以下のようになる。

$$P_i = \iint_{A_i} \rho(x,y) dx dy \quad (1)$$

$$D_i = \frac{1}{P_i} \iint_{A_i} \rho(x,y) \sqrt{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2} dx dy \quad (2)$$

ここで、本問題は以下のように定式化することができる。

目的関数 $std P_i \rightarrow \min \quad (3)$

制約条件 $D_{i=1, \dots, n} \leq Const. \quad (4)$

$$I_{V_i}(x_{j+\Delta j}, y_{k+\Delta k}) \geq 3 \quad (5)$$

表1. 地区結合強度 $I_{V_i}(x_{j+\Delta j}, y_{k+\Delta k})$

結合強度	説明
5	疎外要因なし
4	町丁区の境界あり
3	一級河川, 鉄道, 高速道路, 幹線道路で横断可能
2	幹線道路(国道, 県道)あり
1	一級河川, 鉄道, 高速道路あり

3.重み付き移動距離

川や幹線道路などの領域の連続性を疎外する要素が存在する場合、施設から任意の座標までの移動距離は図1.に示すように直線距離よりも長くなる。ところが、実際問題として顧客一人一人に対する移動距離を正確に測定することは不可能である。

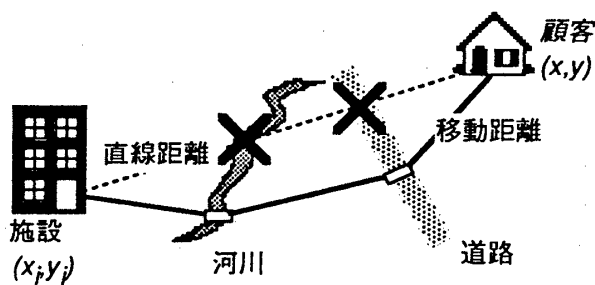


図1. 移動距離

そこで今回は、川や幹線道路などの領域の連続性を疎外する要素を考慮した重み付き移動距離

The fittest model of arrangement considering the continuity of the area

Akio Ishino, Masataka Kosugi, Hiroshi Machida

INTEC SYSTEMS LABORATORY INC.

3-23 Shimoshinmachi, Toyama, Toyama 930, Japan

を用いる。重み付き移動距離 D_i^w とは、施設（座標 (x_i, y_i) ）と任意の位置（座標 (x, y) ）までの直線距離にその間の地区結合強度 i の要素数 N_i とそのウェイト C_i をかけたもので、以下の式で表現される。

$$D_i^w = (1 + C_1 N_1 + \dots + C_5 N_5) \sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \quad (6)$$

3. 最適化アルゴリズム

本問題に対する最適化アルゴリズムを以下に示す。

- (1) 隣り合う地区の結合強度が4以上の微小地区をまとめ、一つのグループ領域を生成する。
- (2) グループ領域の境界からの距離が最小である施設に、各グループ領域を初期配置する。
- (3) 配置された地区の人口が最大である施設 V_{max} および施設 V_{max} と隣接する施設の中で人口が最小である施設 V_{min} を探す。
- (4) 施設 V_{max} の領域内で施設 V_{min} と隣接しかつ地区結合強度が3以上である微小地区群を探す。さらに、この微小地区群の中で、重み付き移動距離が最小である微小地区 $\Delta x \Delta y$ を探す。
- (5) 微小地区 $\Delta x \Delta y$ を施設 V_{min} へ配置した場合、施設 V_{min} の平均移動距離が任意の値以下ならば微小地区 $\Delta x \Delta y$ を移管する。(3)へ戻る。

4. 最適配置モデルの評価結果

A地方都市の町丁単位の人口分布およびB地方銀行の9施設(営業店)の位置情報を用いて、最適配置モデルの評価を行った。

重み付き移動距離 D_i^w を用いる場合、各々の地区結合強度 i に対するウェイト C_i を予めチューニングしておく必要がある。そこで今回は、評価対象における最適配置された教師データを用いてウェイト C_i を算出した。

B地方銀行における最適配置の一例を図2.図3に示す。制約条件として、営業店の平均移動

距離を4.0Kmとしている。図上での営業店の境界線は、河川や国道など領域を疎外する要因とほぼ一致していることがわかる。

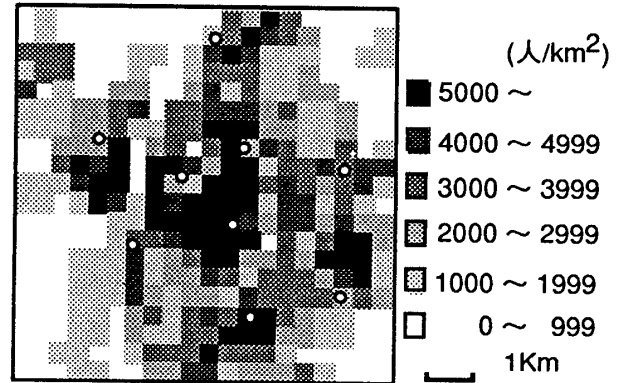


図2. A地方都市の人口分布

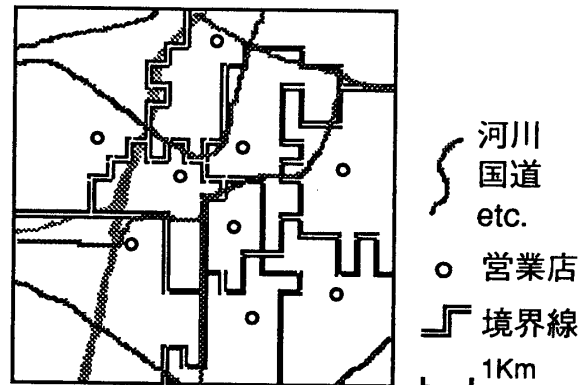


図3. B銀行 最適配置の一例

5. おわりに

今回は、従来の研究で対象外とされていた川や幹線道路などの領域の連続性を疎外する要素を考慮した最適配置モデルを提案した。さらに、実データを用いて本モデルの評価を行った。

今後は、本モデルの有効性の向上を図るために、一地方銀行におけるフィールドテストを計画している。

参考文献

- [1]岡部等,(1992):最適配置の数理,朝倉書店
- [2]大沢等,グループ利用施設の最適配置とその頑健性について,Journal of the Operations Research Society of Japan,Vol30,No.3,Sep 1987