

1. はじめに

本研究では、交通量捕捉型施設配置問題の定式化と求解アルゴリズムの評価を行う。卒研ではネットワークを用意して起終点間の経路別交通を発生させた。また[1]を発展させて多経路モデルの定式化を行った[2]。これらについてはスペースの都合で省略する。本稿では、検討アルゴリズムには先行研究の Hodgson, M.J et al[1]で報告されている VSH 法の評価を行う。

2. 交通量捕捉型の施設配置問題

2.1 問題の定義

交通量捕捉型の施設配置問題は道路ネットワーク上に流れる交通量を捕捉する施設を配置する問題である。目的は捕捉流量の最大化である。この問題の難しい点は一度施設に捕捉された交通流は他の点で捕捉しても捕捉量には加算されないところにある。(この複数の施設に捕捉される流量を“共食い”と言う)。求解には見かけ上の流量ではなく、“共食い”の流量を考慮した施設配置が求められる。

2.2 定式化

経路と道路ネットワーク上のリンクとの関係を表す行列 R を

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1L} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{R1} & \cdots & r_{RL} \end{bmatrix} \quad (1)$$

と定義する。ここで r_{jk} は以下のように定義する。

$$r_{jk} = \begin{cases} 1 & \cdots j \text{番目の経路に第} k \text{リンクがある} \\ 0 & \cdots \text{リンクがない} \end{cases}$$

(1)式の L は道路ネットワークのリンク総数、 R は経路の総数である。経路別流量を表すベクトルを f 、経路別流量 f_i の捕捉を表すベクトルを y 、リンクにおける施設の配置を表すベクトルを x とし、これらを以下のように定義する。

$$f = \begin{bmatrix} f_1 \\ \vdots \\ f_R \end{bmatrix}, y = \begin{bmatrix} y_1 \\ \vdots \\ y_R \end{bmatrix}, x = \begin{bmatrix} x_1 \\ \vdots \\ x_L \end{bmatrix} \quad (2)$$

ここで y_i, x_j はそれぞれ

$$y_i = \begin{cases} 1 & \cdots \text{経路} i \text{が捕捉されている} \\ 0 & \cdots \text{それ以外} \end{cases}$$

$$x_j = \begin{cases} 1 & \cdots \text{リンク} j \text{に施設が配置されている} \\ 0 & \cdots \text{それ以外} \end{cases}$$

である。これらを用いると以下のように定式化することができる。

$$\max Z = f^T y \quad (3)$$

$$\text{s.t. } Rx \geq y \quad (4)$$

$$x, y \in \{0 \text{ or } 1\} \quad (5)$$

式(3)は捕捉される流量の最大化を表している。式(4)は経路上の 1 か所以上施設が配置されればその経路流量は捕捉されていることを表す。

3. VSH 法による求解とその評価

[1]に記述されている VSH 法は以下のような簡単なアルゴリズムである。

VSH 法のアルゴリズム

- 1 $n \leftarrow 0$ とする $x^{(n)} \leftarrow 0$
- 2 最適化問題(3)~(5)で Z が最大になる x_i を 1 とする。
- 3 $f^{(n+1)} = f^{(n)} \leq \varepsilon$ なら終了。そうでなければ 2 へ。

ノードが 7 個、リンクが 12 本のネットワークに最短経路で交通を発生させて VSH 法と貪欲法で解いた場合の全体流量に対する捕捉流量の割合を図 1 に示す。

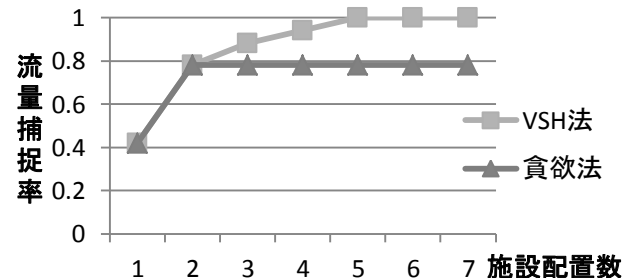


図 1 VSH 法と貪欲法の性能評価

図 1 を見ると施設の配置数が増加すると流量の捕捉量は増加している。貪欲法では共食いを考慮していないため施設数 2 まで施設は VSH 法と同じ捕捉率である。共食いを考慮していない影響で、3 施設以上は捕捉率が 80%以上にならないことがわかる。

4. おわりに

本稿では FCLM に対する VSH 法の捕捉を行った。比較したアルゴリズムは貪欲法だが、今後は整数計画法で行いたい。

文献

- [1] M. John Hodgson, K.E. Rosing, A. Leontien, G. Storrier: "Applying the flow capturing location-allocation model to an authentic network: Edmonton, Canada". European Journal of Operational Research, 90, 427-443, 1996
- [2] 神尾郁好, 早川和樹, 島川陽一, 高橋弘毅, "コードン型ロードプライシング課金施設配置問題の数理モデル", 2014 年日本オペレーションズ・リサーチ学会春季研究会アブストラクト集, 1-E-9, 2014, printing