

緊急配送計画アルゴリズム

1S-2

田村 淳

NEC C&C研究所

1 はじめに

物流は「経済の暗黒大陸」[Druc62]と言われてから久しいが、近年、改めて物流システムを見直す気運が高まっている。

物流システムについて検討する際には、物流サービスとコストとの関係を明確化することが重要である。ここでは、物流サービスとして緊急配送を取り上げる。緊急配送とは締め切り時刻以降に要求された配送のことで、緊急配送要求時には、通常配送分の荷はすでに各配送車に割り当てられているものとする。緊急配送要求を受け入れることは特別なサービスであり、そのために余計に配送車を使わなければならないことが生じうるので、本来、別途料金を徴収する必要がある。

この緊急配送コストを算定するためには、ある配送要求が締め切り時刻に間に合った場合(通常配送)と間に合わなかった場合(緊急配送)とのコストの差額を計算すればよい。本稿では、そのために、緊急配送を計画するためのアルゴリズムについて考える。

配送計画を立案するためのアルゴリズムとしては、整数計画法(分枝限定法)による方法も考えられるが、厳密な最適解を求めることができる反面、現実規模の問題に対しては計算量が膨大となるため、実際的ではない。

そこで、以下では、必ずしも厳密な最適解は求められないが、配送先数が1000程度の現実規模の問題にも対応できる、セービング法と呼ばれるヒューリスティックな配送計画手法を緊急配送用に拡張することを考える。

2 セービング法

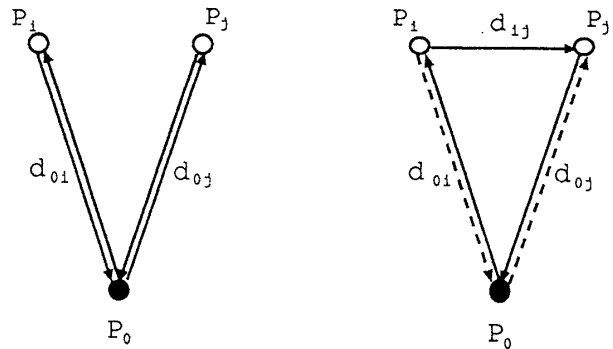
より短い配送ルートを選定するための手法の一つに、セービングという概念を用いたものが知られている(たとえば、文献[阿保90]などで紹介されている)。いま、デポ(配送センター) P_0 から2箇所の配送先 P_i, P_j へ配送することを考える。このとき、図1(a)のように、それぞれの配送先との間を往復すると、その配送距離 L_1 は、

$$L_1 = 2d_{0i} + 2d_{0j}$$

となる。一方、図1(b)のように、 P_i から P_j へ巡回すると、その配送距離 L_2 は、

$$L_2 = d_{0i} + d_{ij} + d_{0j}$$

である(d_{ij} は P_i と P_j の間の距離、 $d_{ij} = d_{ji}$)。



(a) 往復配送

(b) 巡回配送

図1: セービングの基本的な考え方

このとき、(a)から(b)に配送路を変更することにより節約される配送距離 s_{ij} は、

$$\begin{aligned} s_{ij} &= L_1 - L_2 \\ &= (2d_{0i} + 2d_{0j}) - (d_{0i} + d_{ij} + d_{0j}) \\ &= d_{0i} + d_{0j} - d_{ij} \end{aligned}$$

である。この節約された配送距離のことをセービングと呼び、その値の大きい候補から順に配送路を結んでいく配送計画アルゴリズムをセービング法と呼ぶ。

3 緊急配送計画アルゴリズム

3.1 セービングの拡張

前述のセービングの考え方は、あらかじめすべての配送先が既知であることを前提としている。そこで、以下では、緊急配送のように、新たに配送先が追加された場合にも対応できるように拡張することを考える。

A Vehicle Routing Algorithm for Urgent Deliveries
Atsushi Tamura
C&C Research Laboratories, NEC Corp.

配送先 P_k を追加するとき、既存の配送ルートにおけるデポ直前/直後にある配送先 P_i との間のセービング値は、前述のとおり、

$$s_{ik} = d_{0i} + d_{0k} - d_{ik}$$

によって計算できる(図2)。

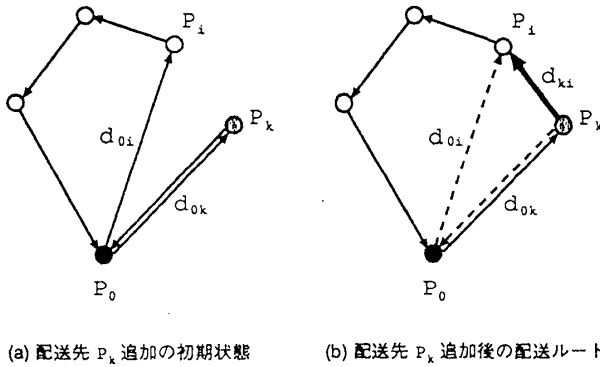


図2: 配送先の追加(その1)

一方、既存の配送ルートの配送順が隣りあった配送先 P_i と P_j の間に、配送先 P_k を追加する場合(図3)は、通常のセービングの方法では対応できない。しかし、このような場合にも、図3(a)から(b)へ配送路を改善したときの配送距離の節約量を考えることができる。配送先 P_i と P_j の間に P_k を配送した場合の節約量を $s'(i, j; k)$ と表すことにすると、これは、

$$s'(i, j; k) = 2d_{0k} + d_{ij} - d_{ik} - d_{kj}$$

によって、計算することができる。

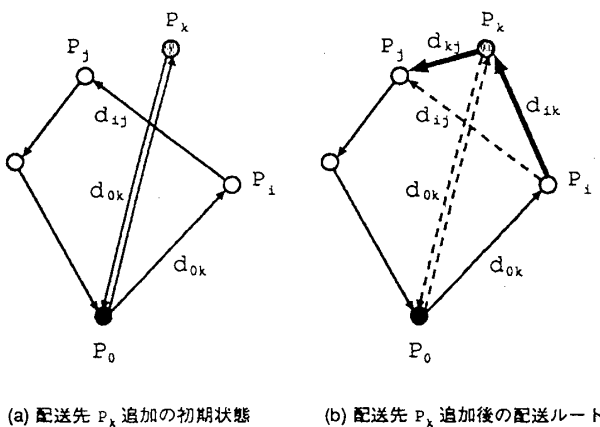


図3: 配送先の追加(その2)

以下に、配送計画済みの $(n-1)$ 箇所の配送先に第 n 番目の緊急配送先を追加するアルゴリズムを示す。

拡張セービングによる配送先の追加アルゴリズムの概略

1. 配送路の初期状態の設定

- 既存の $(n-1)$ 箇所の配送先を回る配送路の設定
- デポ P_0 と緊急配送先 P_n との間の往復配送路の設定

2. 2つの配送先 P_i, P_n 間の距離 d_{in} の計算, $0 \leq i \leq n-1$

3. 拡張セービング値 $s'(i, j; n)$ の計算

$$s'(i, j; n) = 2d_{0n} + d_{ij} - d_{in} - d_{nj}, \quad 0 \leq i < j \leq n-1$$

(i, j は同一配送車で配送順が隣りあう配送先番号)

4. 拡張セービング値 $s'(i, j; n)$ による並べ替え

5. 拡張セービング値 $s'(i, j; n)$ の最大の候補によりルーティング; 各種制約条件を満たさなければ次候補へ; 候補がなくなったら終了

4 考察

前節の s' の式において、 $i=0$ 、すなわち、 P_i がデポ P_0 である特殊な場合を考えると、

$$\begin{aligned} s'(0, j; k) &= 2d_{0k} + d_{0j} - d_{0k} - d_{kj} \\ &= d_{0k} + d_{0j} - d_{kj} \\ &= s_{kj} \end{aligned}$$

となり、 s' が通常のセービング値を含んだ拡張となっていることがわかる。

5 おわりに

本稿では、緊急配送コストの算定に向け、緊急配送用にセービング法を拡張し、これが通常のセービングを含んだ拡張となっていることを示した。

緊急配送コストを算定するためには、基本的には、通常配送と緊急配送とのコストの差額を求めればよい。これに関しては、別途報告したい。今後は、実際の配送データに基づいた緊急配送コスト算定に向け、実験、検討を進めていく。

参考文献

[Druc62] Drucker, P. F.: The Economy's Dark Continent, *Fortune* (April 1962).
 [阿保90] 阿保栄司: 『新版 物流の基礎』, 税務経理協会 (1990).