

A-1-5

ネットワークにおけるある種の配送問題について

On a Delivery Problem on Networks

田村裕*

渡辺郁**

仙石正和***

篠田庄司****

阿部武雄*

Hiroshi TAMURA Kaoru WATANABE Masakazu SENGOKU Shoji SHINODA Takeo ABE

*新潟工科大学

**通信・放送機構

***新潟大学

****中央大学

Niigata Inst.Tech. Telecommunications Advancement Org. Niigata Univ. Chuo Univ.

1.はじめに

物の配送に関する問題は、ORの分野等で従来より研究されてきている。車両配送問題 (Vehicle Routing Problem)はこの代表的な例であり、効率のよい配送経路を求める問題である。弁当や給食のような食品を配送する場合は、効率のよさより短時間で配送することが重要になることもある。本稿では、このような場合の問題を定式化する。

2.問題の設定

本稿では、次のような問題を考える。

「ある地域でいくつかのセンタがあり、そこから各地点に要求された量の物を配送する。各センタから配送できる物の総量の上限があり、その地域で使用できる配送車の数も決まっている。この状況のもとで、ある一定時間内にすべての地点に要求された物を配送することができるか。」

この問題を、以下の様な無向ネットワーク上の問題として定式化する。センタと配送する地点を点で表わし、道路を辺とする。点重みは、センタの場合、配送可能な物の総量を表わし、配送地点の場合、必要な物の量を表わす。辺重みはその地点間の移動時間を表わすとする。配送車は全部でA台あるとし、各配送車に積載可能な量はCとする。このとき、各センタにうまく配送車を配置し、ある一定時間B以内で、配送を完了することができるか？(物の積み降ろしの時間は無視するものとする)

3.結果

上記の問題で、センタから配送可能な物の総量とCの値が、すべての配送地点の点重みの和より大きい場合を考えると、点重みを考慮する必要がなくなる。さらに、センタをひとつと仮定すると、以下の様な単純な問題となる。

Problem DELIVERY

Instance: $N=(V,E)$: 辺に正の重みの付いた無向ネットワーク, $v_0 \in V$, A: 自然数, B: 正の実数

Question: v_0 を始点とするA本の道で以下の条件を満たすものは存在するか?

- 1) 任意の点に点vに対して、vを含む道が存在する。
- 2) 各道の長さはB以下。
(この場合の道は、単純である必要はない)

[定理] 問題 DELIVERYは、NP-完全問題である。

□

以下の問題PARTITIONがDELIVERYに多項式時

間で帰着可能であることを証明すればよい。なお、問題PARTITIONはNP-完全であることが知られている⁽¹⁾。

Problem PARTITION

Instance: 整数の列 t_1, t_2, \dots, t_n (ただし、和が $2k$)

Question: 部分列で和がkとなるようなものが存在するか?

本稿では、例を用いて帰着方法を示す。

整数列を $t_1=1, t_2=1, t_3=1, t_4=3, t_5=4$ とする($k=5$ となる)。ここで、以下の様な星状のネットワーク N^* を構成する(図1)。ここで、 v_0, v_i 間の辺の重みは $\frac{t_i}{2}$ とし、 v_0, u 間、 v_0, w 間の辺の重みは $k+1$ とする。

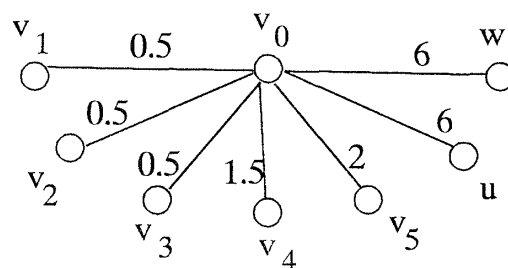


図1 星状のネットワーク

問題DELIVERYのInstanceとして、 $N^*, v_0, A=2, B=2k+1(=11)$ とする。

このとき、問題DELIVERYにおいて、解が存在するとき、その時に限り問題PARTITIONにおいて解が存在する。

例えば、問題DELIVERYの解である道の一本は、 $(v_0, v_1, v_0, v_2, v_0, v_4, v_0, u)$ であるが、これは、問題PARTITIONの解($t_1(=1), t_2(=1), t_4(=3)$)に対応する。

4.おわりに

配送時間に制限のある、ある種の配送問題を定義したが、NP-完全な問題を部分問題として含むことがわかった。車両配送問題等への近似アルゴリズム⁽²⁾の応用等も考慮した近似アルゴリズムの開発が今後の課題である。

[1] M.R.Garey and D.S.Johnson: "Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP-completeness," Freedman, San Francisco, 1979.

[2] Hochbaum, Dorit S. and Shmoys, David B., "A unified approach to approximation algorithms for bottleneck problems," J. ACM 33, 3, 533-550, July 1986.