ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC

VŨ THU HUỆ

BÀI TOÁN VẬN TẢI DẠNG CHI PHÍ NÚT THẮT VỚI NHIỀU MỤC TIÊU

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

Thái Nguyên - 2015

Mục lục

Danh sách ký hiệu

Trong luận văn này ta dùng những ký hiệu với các ý nghĩa xác định trong bảng dưới đây:

$x \in D$	x thuộc tập D
$x \notin D$	x không thuộc tập D
$\|G(X)\|$	số phần tử của tập G
$\cup$	phép hợp các tập hợp
$+\infty$	dương vô cùng
$\sum$	hàm tổng
Δ_{ij}	được gọi là ước lượng của biến x_{ij}
τ	chỉ thời hạn về thời gian
L	danh sách ghi nghiệm hữu hiệu tìm được

Danh sách bảng

Mở đầu

Bài toán vận tải theo mục tiêu cước phí (Cost Transportation Problem) là bài toán cổ điển, quen thuộc trong lý thuyết tối ưu và trong các ứng dụng. Đó là bài toán tìm phương án vận chuyển hàng từ các nơi cung cấp (gọi là *điểm phát*) đến các nơi tiêu thụ (gọi là *điểm thu*) sao cho tổng chi phí vận chuyển là nhỏ nhất. Bài toán này đã được nghiên cứu khá chi tiết và đầy đủ, cả về lý thuyết lẫn phương pháp giải.

Bài toán vận tải theo mục tiêu thời gian hay còn gọi *bài toán vận tải dạng nút thắt* (Bottleneck Transportation Problem) là một dạng khác của bài toán vận tải, trong đó có tính đến thời gian đi trên các tuyến đường có vận chuyển hàng. Thay vì tìm cực tiểu tổng chi phí, mục tiêu bây giờ là hoàn thành vận chuyển hàng trong thời gian sớm nhất có thể. Trong bài toán này hàm mục tiêu là phi tuyến. Nhiều dạng khác nhau của bài toán vận tải theo mục tiêu thời gian đã được đặt ra và nhiều thuật toán giải đã được đề xuất.

Trong các ứng dụng thực tiễn, để đánh giá hiệu quả hoạt động kinh tế vận tải và đề ra các quyết định quản lý có căn cứ khoa học, người ta còn gặp các mô hình bài toán vận tải với hai hay nhiều hàm mục tiêu. Chẳng hạn, bài toán vận tải cực tiểu cả chi phí lẫn thời gian vận chuyển, *gọi là bài toán vận tải dạng chi phí - nút thắt* (Bottleneck - Cost Transportation Problem) và bài toán vận tải dạng nút thắt với nhiều mục tiêu, trong đó có hàm mục tiêu phân thức. Đã có một số phương pháp sử dụng cấu trúc đặc thù của bài toán trong tìm nghiệm hữu hiệu của bài toán vận tải hai hay nhiều mục tiêu.

Sau khi được học về Giải tích lồi và các kiến thức toán học có liên quan, với mong muốn tìm hiểu sâu hơn về những kiến thức đã học, các kiến thức mở rộng và ứng dụng của những kiến thức này, chúng tôi chọn đề tài luận văn

"Bài toán vận tải dạng chi phí - nút thắt với nhiều mục tiêu"

Luận văn có mục đích tìm hiểu và trình bày một số mô hình bài toán vận tải nhiều hàm mục tiêu và các thuật toán tìm nghiệm hữu hiệu của bài toán.

Luận văn được viết thành ba chương.

Chương 1 **"Bài toán vận tải theo mục tiêu cước phí"** trình bày những kiến thức cơ bản về bài toán vận tải theo mục tiêu cước phí: nội dung và tính chất nghiệm của bài toán, điều kiện tối ưu và thuật toán thế vị giải bài toán.

Chương 2 **"Bài toán vận tải với hai mục tiêu"** đề cập tới bài toán vận tải theo mục tiêu thời gian và bài toán vận tải với hai mục tiêu: cực tiểu cả cước phí lẫn thời gian vận chuyển và trình bày các thuật toán giải, nhờ đưa về các bài toán vận tải theo mục tiêu cước phí. Ý tưởng chính của các thuật toán là sử dụng *phương pháp chắn*: cấm vận chuyển hàng trên các tuyến có thời gian vượt quá một mức nào đó và sau đó mở rộng dần các mức thời gian này.

Chương 3 **"Bài toán vận tải với ba mục tiêu"** trình bày mô hình bài toán vận tải ba mục tiêu dạng nút thắt, trong đó hai mục tiêu đầu là tỉ số giữa cước phí vận chuyển và thiệt hại do vận chuyển với thời gian vận chuyển. Bài toán này được đưa về dạng bài toán ba mục tiêu đơn giản hơn và có thể giải bằng thuật toán tìm nghiệm cơ sở hữu hiệu của một số bài toán vận tải hai mục tiêu.

Do thời gian và kiến thức còn hạn chế nên chắc chắn luận văn này còn có những thiếu sót nhất định, kính mong quí thầy cô và các bạn đóng góp ý kiến để tác giả tiếp tục hoàn thiện luận văn sau này.

Nhân dịp này tác giả luận văn xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới GS. TS. Trần Vũ Thiệu, người đã tận tình giúp đỡ trong suốt quá trình làm luận văn. Tác giả trân trọng cảm ơn các giảng viên Trường Đại học Khoa học – Đại học Thái Nguyên, Viện Toán học – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam tạo mọi điều kiện thuận lợi trong quá trình tác giả học tập và nghiên cứu.

Thái Nguyên, tháng 05 năm 2015

Tác giả

Vũ Thu Huệ

Chương 1

Bài toán vận tải theo mục tiêu cước phí

Chương này trình bày vắn tắt bài toán vận tải theo mục tiêu cước phí, điều kiện tối ưu và thuật toán thế vị giải bài toán. Cuối chương, nêu ví dụ số minh họa thuật toán giải. Nội dung của chương cần cho các chương ở sau và được tham khảo chủ yếu từ các tài liệu [1], [2] và [3].

1.1 Nội dung bài toán và tính chất

Bài toán vận tải theo mục tiêu cước phí có nội dung như sau: Giả sử có m kho chứa một loại hàng (xi măng chẳng hạn) $K_1, \ldots, K_m$ (gọi là các *điểm phát*), kho $i = 1, \ldots, m$ có $\mathrm{a_i} > 0$ đơn vị hàng (*lượng cung*). Cần vận chuyển số hàng này tới n hộ tiêu thụ $H_1, \ldots, H_n$ (gọi là các *điểm thu*), hộ $j = 1, \ldots, n$ cần $b_j > 0$ đơn vị hàng (*lượng cầu*). Cước phí vận chuyển một đơn vị hàng từ điểm phát K_i tới điểm thu H_j là $c_{ij} \geq 0$. Vấn đề đặt ra là cần vận chuyển từ mỗi điểm phát tới mỗi điểm thu bao nhiêu đơn vị hàng sao cho thỏa mãn nhu cầu của mọi điểm thu và tổng chi phí vận chuyển toàn bộ số hàng là nhỏ nhất?

Ký hiệu x_{ij} là lượng hàng cần vận chuyển từ điểm phát i tới điểm thu j. Khi đó, mô hình toán học của bài toán vận tải theo mục tiêu cước phí có dạng:

$$f(x) = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} c_{ij} x_{ij} \to \min \text{ (cực tiểu tổng chi phí vận chuyển)} \qquad (1.1)$$

với các điều kiện

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij} = a_i,\ i = 1, \ldots, m \,\text{(mọi điểm phát giao hết hàng)}, \qquad (1.2)$$

$$\sum_{i=1}^{m} x_{ij} = b_j,\ j = 1, \ldots, n \,\text{(mọi điểm thu nhận đủ hàng)}, \qquad (1.3)$$

$$x_{ij} \geq 0,\ i = 1, \ldots, m,\ j = 1, \ldots, n \,\text{(lượng hàng vận chuyển không âm)}. \qquad (1.4)$$

Điều kiện cần và đủ để bài toán (1.1) - (1.4) giải được là phải có điều kiện *cân bằng cung cầu* (nghĩa là tổng cung bằng tổng cầu):

$$a_1 + a_2 + \cdots + a_m = b_1 + b_2 + \cdots + b_n. \qquad (1.5)$$

Ký hiệu A là ma trận hệ số ở vế trái ràng buộc (1.2), (1.3), A_{ij} là véctơ cột của A tương ứng với biến x_{ij}. Dễ thấy rằng véctơ này có hai thành phần bằng + 1 (ở hàng thứ i và hàng thứ $m + j$), còn mọi thành phần khác bằng 0.

Định nghĩa 1.1. Ma trận $X = \{x_{ij}\}_{m \times n}$ gọi là một *phương án* của bài toán vận tải. Phương án đạt cực tiểu của (1.1) gọi là *phương án tối ưu* hay *lời giải* của bài toán. Phương án X là phương án *cực biên* khi và chỉ khi các véctơ cột A_{ij} của A tương ứng với biến $x_{ij} > 0$ là độc lập tuyến tính (hay tập hợp ô $\{(i, j) : x_{ij} > 0\}$ không chứa chu trình).

Một phương án cực biên $X = \{x_{ij}\}_{m \times n}$ của bài toán gọi là *không suy biến* nếu số phần tử của tập hợp $G(X) = \{(i, j) : x_{ij} > 0\}$ bằng $m + n - 1$, gọi là *suy biến* nếu $|G(X)| < m + n - 1$.

Với điều kiện (1.5) bài toán (1.1) - (1.4) có các tính chất sau:

1. Tập hợp các phương án của bài toán khác rỗng và bị chặn (giới nội).

2. Hạng của hệ ràng buộc (1.2) - (1.3) bằng $m + n - 1$.

3. Nếu lượng cung a_i và lượng cầu b_j là các số nguyên thì bài toán sẽ có lời giải nguyên (mọi biến x_{ij} có giá trị nguyên).