

Taxi vận chuyển người kết hợp hàng hóa

Trần Huy Hùng,
Đỗ Ngọc Sơn

Đại học Bách Khoa Hà Nội

Ngày 28 tháng 5 năm 2020

Nội dung

- 1 Giới thiệu bài toán
- 2 Các hướng tiếp cận
- 3 Mô hình hóa bài toán
- 4 Cài đặt thuật toán
- 5 Thực nghiệm và đánh giá
- 6 Kết luận

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.

Các hướng tiếp cận

- Sử dụng các giải thuật chính xác
- Sử dụng các giải thuật xấp xỉ

Giải bài toán bằng thuật toán chính xác

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.

Giải bài toán bằng thuật toán xấp xỉ

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.

Mô hình ràng buộc

Tham số

- Tập $2N + 2M + K$ điểm:
 - Hành khách i : điểm đón i và điểm trả $i + N + M$ ($i = 1, 2, \dots, N$)
 - Gói hàng j : điểm lấy hàng j và điểm trả $j + N + M$ ($j = N + 1, N + 2, \dots, N + M$)
 - K điểm logic $2N + 2M + 1, 2N + 2M + 2, \dots, 2N + 2M + K$ tham chiếu tới điểm xuất phát vật lý 0. Điểm $2N + 2M + k$ tương ứng là điểm bắt đầu và kết thúc lộ trình xe thứ k ($k = 1, 2, \dots, K$)
- d_{ij} : Khoảng cách từ điểm i tới điểm j ($i, j \in \{1, 2, \dots, 2N + 2M + K\}$)
- w_i : Sự thay đổi khối lượng hàng khi đi tới điểm i ($i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K$)

$$w_i = \begin{cases} q_i & \text{nếu } N + 1 \leq i \leq N + M \\ -q_{i-(N+M)} & \text{nếu } 2N + M + 1 \leq i \leq 2N + 2M \\ 0 & \text{ngược lại} \end{cases}$$

- Q_k : Khối lượng hàng tối đa xe thứ k có thể chở ($k = 1, 2, \dots, K$)

Mô hình ràng buộc

Biến quyết định

- x_{ij} : Biến nhị phân, xác định cung đi từ điểm i đến điểm j có xuất hiện trong lộ trình của 1 trong k xe không ($i, j \in \{1, 2, \dots, 2N + 2M + K\}$)

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{nếu cung } (i, j) \text{ có trong lộ trình của 1 xe} \\ 0 & \text{ngược lại} \end{cases} \quad (1)$$

- Tại mỗi điểm i ($i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K$):
 - r_i : chỉ số của xe đi qua điểm i trong lộ trình

$$1 \leq r_i \leq K \quad (2)$$

- t_i : thứ tự của điểm i trong lộ trình của xe k đi qua nó (điểm xuất phát có thứ tự 0)

$$0 \leq t_i \leq 2N + 2M \quad (3)$$

- c_i : khối lượng hàng xe k (đi qua điểm i) còn chịu được khi đi tới điểm i

$$0 \leq c_i \leq \max_{1 \leq k \leq K} \{Q_k\} \quad (4)$$

Các ràng buộc

- Ràng buộc cân bằng luồng vào ra:

$$\sum_{j=1}^{2N+2M+K} x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{2N+2M+K} x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K \quad (6)$$

- Xác định r_i :

$$r_{2N+2M+k} = k, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (7)$$

$$x_{ij} = 1 \Rightarrow r_j = r_i, \quad i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K, \quad (8)$$
$$j = 1, 2, \dots, 2N + 2M, i \neq j$$

Mô hình ràng buộc

- Xác định t_i :

$$t_{2N+2M+k} = 0, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (9)$$

$$x_{ij} = 1 \Rightarrow t_j = t_i + 1, \quad \begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, 2N + 2M + K, \\ j &= 1, 2, \dots, 2N + 2M, i \neq j \end{aligned} \quad (10)$$

- Xác định c_i :

$$c_{2N+2M+k} = Q_k, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (11)$$

$$x_{ij} = 1 \Rightarrow c_j = c_i - w_j, \quad \begin{aligned} i &= 1, 2, \dots, 2N + 2M + K, \\ j &= 1, 2, \dots, 2N + 2M, i \neq j \end{aligned} \quad (12)$$

Mô hình ràng buộc

- Điểm đón và trả của hành khách i phải thuộc lộ trình của cùng một xe, tương tự với các gói hàng:

$$r_i = r_{i+N+M}, \quad i = 1, 2, \dots, N + M \quad (13)$$

- Điểm đón khách phải liền trước điểm trả khách:

$$x_{i,(i+N+M)} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, N_j \quad (14)$$

- Điểm lấy hàng phải ở trước điểm giao hàng:

$$t_i < t_{i+N+M}, \quad i = N + 1, N + 2, \dots, N + M \quad (15)$$

- Khối lượng còn lại của xe tại mọi thời điểm không âm (đã thỏa mãn).

Hàm mục tiêu

$$\sum_{i=1}^{2N+2M+K} \sum_{j=1}^{2N+2M+K} d_{ij} \times x_{ij} \leftarrow \min \quad (16)$$

Tham số

- Tập $2N + 2M + K$ điểm:
 - Hành khách i : điểm đón i và điểm trả $i + N + M$ ($i = 1, 2, \dots, N$)
 - Gói hàng j : điểm lấy hàng j và điểm trả $j + N + M$ ($j = N + 1, N + 2, \dots, N + M$)
 - K điểm logic $2N + 2M + 1, 2N + 2M + 2, \dots, 2N + 2M + K$ tham chiếu tới điểm xuất phát vật lý 0. Điểm $2N + 2M + k$ tương ứng là điểm bắt đầu và kết thúc lộ trình xe thứ k ($k = 1, 2, \dots, K$)
- d_{ij} : Khoảng cách từ điểm i tới điểm j ($i, j \in \{1, 2, \dots, 2N + 2M + K\}$)
- w_i : Sự thay đổi khối lượng hàng khi đi tới điểm i ($i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K$)

$$w_i = \begin{cases} q_i & \text{nếu } N + 1 \leq i \leq N + M \\ -q_{i-(N+M)} & \text{nếu } 2N + M + 1 \leq i \leq 2N + 2M \\ 0 & \text{ngược lại} \end{cases}$$

- Q_k : Khối lượng hàng tối đa xe thứ k có thể chở ($k = 1, 2, \dots, K$)

Biến quyết định

- x_{ij} : Biến nhị phân, xác định cung đi từ điểm i đến điểm j có xuất hiện trong lộ trình của 1 trong k xe không ($i, j \in \{1, 2, \dots, 2N + 2M + K\}$)

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{nếu cung } (i, j) \text{ có trong lộ trình của 1 xe} \\ 0 & \text{ngược lại} \end{cases} \quad (17)$$

- Tại mỗi điểm i ($i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K$):
 - r_i : chỉ số của xe đi qua điểm i trong lộ trình

$$1 \leq r_i \leq K \quad (18)$$

- t_i : thứ tự của điểm i trong lộ trình của xe k đi qua nó (điểm xuất phát có thứ tự 0)

$$0 \leq t_i \leq 2N + 2M \quad (19)$$

- c_i : khối lượng hàng xe k (đi qua điểm i) còn chịu được khi đi tới điểm i

$$0 \leq c_i \leq \max_{1 \leq k \leq K} \{Q_k\} \quad (20)$$

Ràng buộc

- Ràng buộc cân bằng luồng vào ra:

$$\sum_{j=1}^{2N+2M+K} x_{ij} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K \quad (21)$$

$$\sum_{i=1}^{2N+2M+K} x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K \quad (22)$$

- Xác định r_i :

$$r_{2N+2M+k} = k, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (23)$$

$$r_j - r_i \leq \mu \times (1 - x_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K, \quad (24)$$
$$r_j - r_i \geq -\mu \times (1 - x_{ij}), \quad j = 1, 2, \dots, 2N + 2M, i \neq j$$

- Xác định t_i :

$$t_{2N+2M+k} = 0, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (25)$$

$$t_j - t_i - 1 \leq \mu \times (1 - x_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K, \quad (26)$$

$$t_j - t_i - 1 \geq -\mu \times (1 - x_{ij}), \quad j = 1, 2, \dots, 2N + 2M, i \neq j$$

- Xác định c_i :

$$c_{2N+2M+k} = Q_k, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (27)$$

$$c_j - c_i - w_j \leq \mu \times (1 - x_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + K, \quad (28)$$

$$c_j - c_i - w_j \geq -\mu \times (1 - x_{ij}), \quad j = 1, 2, \dots, 2N + 2M, i \neq j$$

- Điểm đón và trả của hành khách i phải thuộc lộ trình của cùng một xe, tương tự với các gói hàng:

$$r_i = r_{i+N+M}, \quad i = 1, 2, \dots, N + M \quad (29)$$

- Điểm đón khách phải liền trước điểm trả khách:

$$x_{i,(i+N+M)} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (30)$$

- Điểm lấy hàng phải ở trước điểm giao hàng:

$$t_i + 1 \leq t_{i+N+M}, \quad i = N + 1, N + 2, \dots, N + M \quad (31)$$

- Khối lượng còn lại của xe tại mọi thời điểm không âm (đã thỏa mãn).

Ràng buộc thừa

- Các điểm logic tham chiếu đến 0 không nối lẫn nhau:

$$\begin{aligned}x_{ij} = 0, \quad i = 2N + 2M + 1, \dots, 2N + 2M + K, \\ j = 2N + 2M + 1, \dots, 2N + 2M + K, i \neq j\end{aligned} \quad (32)$$

- Một điểm không tự nối tới chính nó, trừ K điểm logic tham chiếu tới 0:

$$x_{ii} = 0, \quad i = 1, 2, \dots, 2N + 2M \quad (33)$$

Hàm mục tiêu

$$\sum_{i=1}^{2N+2M+K} \sum_{j=1}^{2N+2M+K} d_{ij} \times x_{ij} \leftarrow \min \quad (34)$$

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Integer lectus nisl, ultricies in feugiat rutrum, porttitor sit amet augue. Aliquam ut tortor mauris. Sed volutpat ante purus, quis accumsan dolor.