

Project 5

Taxi vận chuyển người kết hợp hàng hóa

Trần Huy Hùng Đỗ Ngọc Sơn

Đại học Bách Khoa Hà Nội

Ngày 3 tháng 6 năm 2020

Nội dung

- 1 Giới thiệu bài toán
- 2 Mô hình bài toán
- 3 Giải thuật chính xác
- 4 Giải thuật heuristics
- 5 Thực nghiệm và đánh giá
- 6 Kết luận

Table of Contents

- 1 Giới thiệu bài toán
- 2 Mô hình bài toán
- 3 Giải thuật chính xác
- 4 Giải thuật heuristics
- 5 Thực nghiệm và đánh giá
- 6 Kết luận

Giới thiệu bài toán

Bài toán taxi vận chuyển người kết hợp hàng hóa:

- Có N hành khách $(1, 2, \dots, N)$ và M gói hàng $(N + 1, N + 2, \dots, N + M)$:
 - Hành khách (hoặc gói hàng) i có điểm đón i và điểm trả $i + N + M$ ($u = 1, 2, \dots, N + M$).
 - Gói hàng i có khối lượng q_i ($i = N + 1, \dots, N + M$).
- Có K xe taxi $(1, 2, \dots, K)$:
 - Các taxi cùng xuất phát từ điểm 0, thực hiện các yêu cầu chở khách và hàng, rồi quay về điểm 0.
 - Xe taxi k có thể vận chuyển cùng lúc 1 hành khách và tối đa Q_k khối lượng hàng ($k = 1, 2, \dots, K$).
 - Taxi đã đón hành khách thì phải đi đến điểm trả khách đó ngay lập tức.
- d_{ij} là khoảng cách từ điểm i đến điểm j ($i, j = 0, \dots, 2N + 2M$).

Yêu cầu: Tính toán phương án vận chuyển sao cho quãng đường di chuyển **dài nhất** của các xe là **ngắn nhất**.

Giới thiệu bài toán

Hình: Lộ trình đón trả người kết hợp hàng hóa

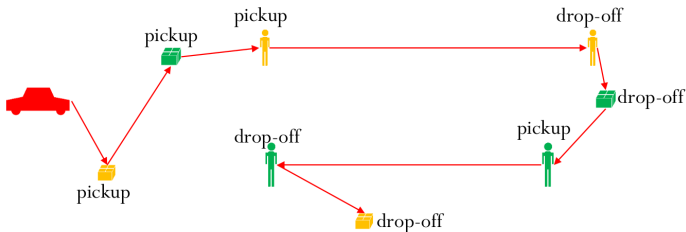
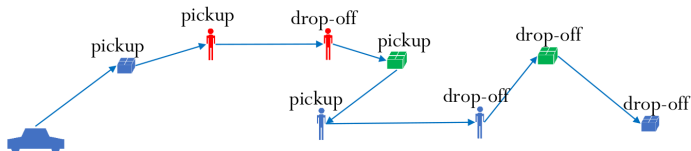


Table of Contents

- 1 Giới thiệu bài toán
- 2 Mô hình bài toán**
- 3 Giải thuật chính xác
- 4 Giải thuật heuristics
- 5 Thực nghiệm và đánh giá
- 6 Kết luận

Tham số

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

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

- 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 ($i, j \in \{1, 2, \dots, 2N + 2M + 2K\}$)

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

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

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

- l_i : khoảng cách tích lũy của xe đi từ điểm 0 đến điểm i trong lộ trình

$$0 \leq l_i < \infty \quad (3)$$

- 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:

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

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

- Xác định r_i :

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

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

Mô hình bài toán

- 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:

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

- Điểm lấy hàng phải ở trước điểm giao hàng:

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

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

- L : Độ dài của lộ trình xe dài nhất trong K lộ trình
- Ràng buộc xác định lộ trình dài nhất:

$$l_i \leq L, \quad i = 2N + 2M + K + 1, \dots, 2N + 2M + 2K \quad (16)$$

Hàm mục tiêu

$$L \leftarrow \min \quad (17)$$

Table of Contents

- 1 Giới thiệu bài toán
- 2 Mô hình bài toán
- 3 Giải thuật chính xác**
 - Mô hình MIP
 - Thuật toán nhánh cận
- 4 Giải thuật heuristics
- 5 Thực nghiệm và đánh giá
- 6 Kết luận

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 ($i, j \in \{1, 2, \dots, 2N + 2M + 2K\}$)

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{nếu cung } (i, j) \text{ có trong lộ trình của 1 xe} \\ 0 & \text{ngược lại} \end{cases} \quad (18)$$

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

$$1 \leq r_i \leq K \quad (19)$$

- l_i : khoảng cách tích lũy của xe đi từ điểm 0 đến điểm i trong lộ trình

$$0 \leq l_i < \infty \quad (20)$$

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

$$0 \leq c_i \leq \max_{1 \leq k \leq K} \{Q_k\} \quad (21)$$

Ràng buộc

- Ràng buộc cân bằng luồng vào ra:

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

$$\sum_{i=1}^{2N+2M+2K} x_{ij} = 1, \quad j = 1, 2, \dots, 2N + 2M; 2N + 2M + K + 1, \dots, 2N + 2M + 2K \quad (23)$$

- Xác định r_i :

$$r_{2N+2M+k} = k, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (24)$$

$$r_j - r_i \leq \mu \times (1 - x_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + 2K, \quad (25)$$

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

- Xác định l_i :

$$l_{2N+2M+k} = 0, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (26)$$

$$l_j - l_i - d_{ij} \leq \mu \times (1 - x_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + 2K, \quad (27)$$

$$l_j - l_i - d_{ij} \geq -\mu \times (1 - x_{ij}), \quad j = 1, 2, \dots, 2N + 2M; 2N + 2M + K + 1$$

- Xác định c_i :

$$c_{2N+2M+k} = Q_k, \quad k = 1, 2, \dots, K \quad (28)$$

$$c_j - c_i - w_j \leq \mu \times (1 - x_{ij}), \quad i = 1, 2, \dots, 2N + 2M + 2K, \quad (29)$$

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

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

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

- Điểm đón khách phải liền trước điểm trả khách:

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

- Điểm lấy hàng phải ở trước điểm giao hàng:

$$l_i \leq l_{i+N+M}, \quad i = N + 1, N + 2, \dots, N + M \quad (32)$$

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

- L : Độ dài của lộ trình xe dài nhất trong K lộ trình
- Ràng buộc xác định lộ trình dài nhất:

$$l_i \leq L, \quad i = 2N + 2M + K + 1, \dots, 2N + 2M + 2K \quad (33)$$

Hàm mục tiêu

$$L \leftarrow \min \quad (34)$$

Phương pháp:

- Khởi tạo: Lời giải rỗng, lộ trình mỗi xe chỉ có điểm đầu 0 và điểm cuối 0.
- Trạng thái nút: Đang xét xe thứ k , đã xây xong lộ trình các xe trước.
- Rẽ nhánh: Thực hiện một trong các thao tác:
 - Chọn 1 khách chưa được phục vụ, thêm liên tiếp điểm đón và điểm trả khách vào cuối lộ trình xe k
 - Chọn 1 gói hàng chưa có xe lấy, thêm điểm lấy hàng vào cuối lộ trình
 - Chọn 1 gói hàng mà xe k đã lấy nhưng chưa giao, thêm điểm giao hàng vào cuối lộ trình
 - Kết thúc xây lộ trình xe k , chuyển sang xe $k + 1$
- Tỉa nhánh: Các nút có lộ trình xe k dài hơn lời giải tốt nhất hiện tại.

Table of Contents

- 1 Giới thiệu bài toán
- 2 Mô hình bài toán
- 3 Giải thuật chính xác
- 4 Giải thuật heuristics**
 - Thuật toán tham lam
 - Tìm kiếm cục bộ
 - Giải thuật di truyền
- 5 Thực nghiệm và đánh giá
- 6 Kết luận

Các bước thực hiện:

- Bước 0: Khởi tạo lời giải rỗng.
- Bước 1: Thêm các yêu cầu chuyển hàng:
 - Duyệt qua các gói hàng chưa xử lý.
 - Duyệt tất cả các cặp vị trí (thuộc cùng 1 xe) có thể chèn điểm lấy và điểm giao hàng (mà không vi phạm ràng buộc).
 - Chọn một trong các cặp vị trí làm lộ trình được chèn có độ dài mới là nhỏ nhất.
- Bước 2: Thêm các yêu cầu chuyển người:
 - Duyệt qua các yêu cầu chờ khách chưa xử lý.
 - Duyệt tất cả các vị trí để chèn cặp điểm đón và điểm trả người (mà không vi phạm ràng buộc).
 - Chọn một trong các vị trí làm lộ trình được chèn có độ dài mới là nhỏ nhất.

Độ phức tạp: $O(\max\{M \times (2M + 2N + K)^3, N \times (2M + 2N + K)^2\})$

Các bước thực hiện:

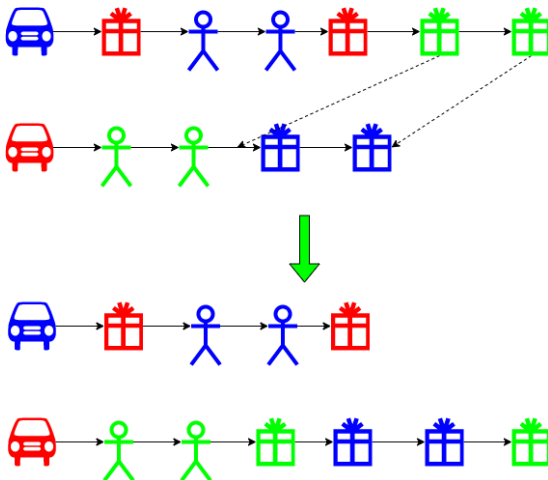
- Khởi tạo: Sử dụng thuật toán tham lam đã trình bày.
- Quá trình tìm kiếm:
 - Tìm một lời giải hàng xóm tốt hơn lời giải hiện tại.
 - Nếu không, tìm lời giải tốt nhất trong các hàng xóm, tạm thay lời giải hiện tại.
 - Nếu đã qua một số vòng lặp mà lời giải hiện tại không cải thiện, khởi tạo lại lời giải.
 - Cập nhật lời giải tốt nhất (nếu có thể).
- Lặp lại quá trình trên tới khi chạm số vòng lặp hoặc thời gian chạy tối đa.

Xây dựng tập lời giải hàng xóm:

- Move 1: Dịch vị trí điểm lấy và giao hàng:
 - x_1, x_2 là điểm lấy và giao cùng một gói hàng
 - Chọn 2 điểm y_1, y_2 thuộc cùng lộ trình
 - Bỏ x_1, x_2 khỏi lộ trình hiện tại, chèn x_1 sau y_1 , x_2 sau y_2
- Move 2: Dịch vị trí cặp điểm đón trả khách:
 - x_1, x_2 là điểm đón và trả cùng một gói hàng
 - Chọn điểm y bất kỳ trong các lộ trình
 - Bỏ x_1, x_2 khỏi lộ trình hiện tại, chèn x_1, x_2 liên tiếp sau y

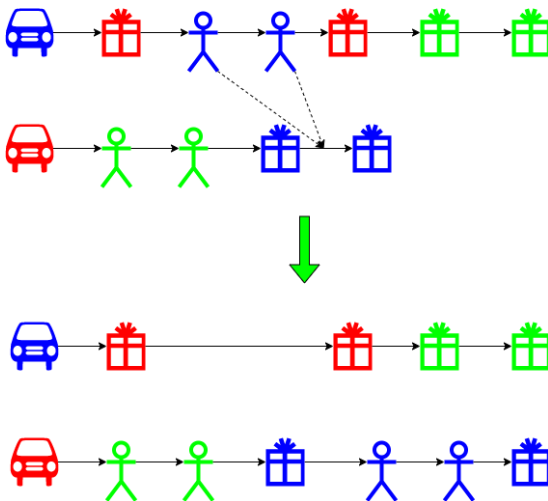
Tìm kiếm cục bộ

Hình: Move 1: Dịch vị trí gói hàng



Tìm kiếm cục bộ

Hình: Move 2: Dịch vị trí hành khách



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.

Table of Contents

- 1 Giới thiệu bài toán
- 2 Mô hình bài toán
- 3 Giải thuật chính xác
- 4 Giải thuật heuristics
- 5 Thực nghiệm và đánh giá
 - Bộ dữ liệu
 - Tham số thuật toán
 - Kết quả thực nghiệm
- 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.

- Số lần chạy heuristics / bộ dữ liệu: 10
- Tìm kiếm cục bộ:
 - Số vòng lặp: 100
 - Số bước cho phép lời giải tồi: 10
- Giải thuật di truyền:liệu

Kết quả thực nghiệm

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.

Table of Contents

- 1 Giới thiệu bài toán
- 2 Mô hình bài toán
- 3 Giải thuật chính xác
- 4 Giải thuật heuristics
- 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.