

Tổng Quan về Bài Toán Điều Hành Xe (VRP) Hướng Ứng Dụng Trong Quân Đội

Người trình bày: Phạm Tuấn Anh

Ngày 16 tháng 11 năm 2015

Mục Tiêu

- 1 Giới thiệu về bài toán VRP
- 2 Giới thiệu một số biến thể quan trọng của bài toán VRP
- 3 Trao đổi hướng ứng dụng trong quân đội

1 Bài Toán Điều Hành Xe

- Giới Thiệu Chung
- Phân Loại
- Một Số Biến Thể Quan Trọng
- Một Số Phương Pháp Chính

2 Hướng ứng dụng trong Quân đội

- Mục Tiêu
- Thách Thức

3 Kết Luận

1 Bài Toán Điều Hành Xe

- Giới Thiệu Chung
- Phân Loại
- Một Số Biến Thể Quan Trọng
- Một Số Phương Pháp Chính

2 Hướng ứng dụng trong Quân đội

- Mục Tiêu
- Thách Thức

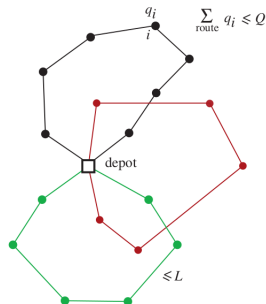
3 Kết Luận

- **Cho:**

- 1 Bãi tập kết D
- 2 K xe tại D
- 3 N khách hàng
- 4 Mỗi khách hàng i có yêu cầu q_i
- 5 Mỗi xe $k \in K$ có trọng tải Q_k

- **Yêu cầu: Tìm tuyến đường cho từng xe:**

- 1 Bắt đầu và kết thúc tại D
- 2 Đi qua mỗi khách hàng duy nhất 1 lần
- 3 Không quá trọng tải xe
- 4 Chi phí nhỏ nhất



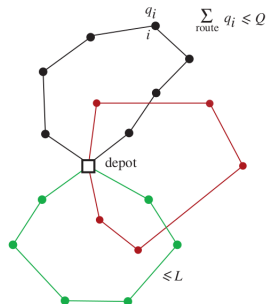
[Laporte, 2009]

- Mô hình toán học:**

VRP : *minimize* $\sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij}$

thỏa mãn:

- $\sum_{j \in \delta^+(i)} x_{ij} = 1$
- $\sum_{i \in \delta^-(j)} x_{ij} = 1$
- $\sum_{j \in \delta^+(o)} x_{0j} \leq |K|$
- $\sum_{(i,j) \in \delta^+(S)} x_{ij} \geq r(S), S \subset N, S \neq \emptyset$
- $x_{ij} \in \{0, 1\}$

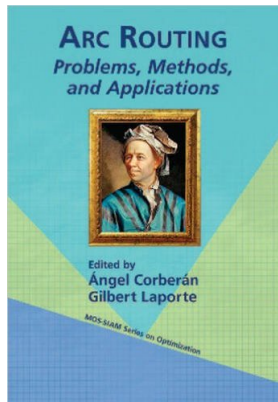
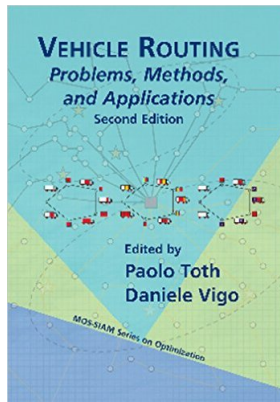


[Laporte, 2009]

Tại Sao...?

- Lịch sử:

- Bài báo đầu tiên [Dantzig and Ramser, 1959], 2534 citations
- Trên 50 năm, một lượng khổng lồ các bài báo được đăng (OR, Transportation Science, Computer & OR, European Journal of OR,...)



Tại Sao...?

1. Tại sao bài toán lại thu hút nhiều nghiên cứu?

- 1 Là bài toán khó (NP-hard)
- 2 Có nhiều ứng dụng trong thực tế
- 3 Có mô hình toán học rõ ràng và có thể mô tả hầu hết các đặc trưng của bài toán thực tế.
- 4 Thực tế: giảm đáng kể chi phí vận chuyển **(7-27%)**
- 5 Tận dụng sức mạnh tính toán

2. Tại sao phải máy tính?

- Con người: 20 khách hàng
- Thực tế: trên 100 khách hàng

Tại Sao...?

1. Tại sao bài toán lại thu hút nhiều nghiên cứu?

- 1 Là bài toán khó (NP-hard)
- 2 Có nhiều ứng dụng trong thực tế
- 3 Có mô hình toán học rõ ràng và có thể mô tả hầu hết các đặc trưng của bài toán thực tế.
- 4 Thực tế: giảm đáng kể chi phí vận chuyển **(7-27%)**
- 5 Tận dụng sức mạnh tính toán

2. Tại sao phải máy tính?

- Con người: 20 khách hàng
- Thực tế: trên 100 khách hàng

1 Bài Toán Điều Hành Xe

- Giới Thiệu Chung
- **Phân Loại**
- Một Số Biến Thể Quan Trọng
- Một Số Phương Pháp Chính

2 Hướng ứng dụng trong Quân đội

- Mục Tiêu
- Thách Thức

3 Kết Luận

	Đầu vào cố định	Đầu vào ngẫu nhiên
Biết trước đầu vào	Tĩnh và Cố định	Tĩnh và Ngẫu nhiên
Chưa biết trước đầu vào	Động và Cố định	Động và Ngẫu nhiên

1 Bài Toán Điều Hành Xe

- Giới Thiệu Chung
- Phân Loại
- Một Số Biến Thể Quan Trọng
- Một Số Phương Pháp Chính

2 Hướng ứng dụng trong Quân đội

- Mục Tiêu
- Thách Thức

3 Kết Luận

Cửa Sổ Thời Gian

- Dịch vụ phải sẵn sàng phục vụ khách hàng trong **khoảng thời gian**
- 2 loại:
 - Cửa sổ thời gian **cứng**: dịch vụ tuần tra an ninh, đưa thư, ...
 - Cửa sổ thời gian **mềm**: taxi, ...

Hậu cần Quân sự

- Tính hiệp động cao
- Thứ tự bảo đảm các loại vật chất
- Bí mật quân sự
- ...

- Dịch vụ phải sẵn sàng phục vụ khách hàng trong **khoảng thời gian**
- 2 loại:
 - Cửa sổ thời gian **cứng**: dịch vụ tuần tra an ninh, đưa thư, ...
 - Cửa sổ thời gian **mềm**: taxi, ...

Hậu cần Quân sự

- Tính hiệp đồng cao
- Thứ tự bảo đảm các loại vật chất
- Bí mật quân sự
- ...

Thu nhận và Phân phối hàng hóa

- Hàng hóa được thu nhận tại **nguồn**
- và vận chuyển tới **đích**
- 3 loại chính:
 - **nhiều-nhiều**: nhiều nguồn - nhiều đích
 - **1-nhiều-1**: Hàng từ bãi đỗ chuyển đến nhiều khách hàng hoặc thu hàng từ nhiều khách hàng về bãi đỗ
 - **1-1**: 1 nguồn - 1 đích

Hậu cần Quân sự

- Phổ biến
- Nhiều loại vật chất khác nhau
- Vật chất nào không thể vận chuyển cùng vật chất nào?
- Nên vận chuyển vật chất nào kết hợp với vật chất nào?
- Động và Ngẫu nhiên

Thu nhận và Phân phối hàng hóa

- Hàng hóa được thu nhận tại **nguồn**
- và vận chuyển tới **đích**
- 3 loại chính:
 - **nhiều-nhiều**: nhiều nguồn - nhiều đích
 - **1-nhiều-1**: Hàng từ bãi đỗ chuyển đến nhiều khách hàng hoặc thu hàng từ nhiều khách hàng về bãi đỗ
 - **1-1**: 1 nguồn - 1 đích

Hậu cần Quân sự

- Phổ biến
- Nhiều loại vật chất khác nhau
- Vật chất nào không thể vận chuyển cùng vật chất nào?
- Nên vận chuyển vật chất nào kết hợp với vật chất nào?
- Động và Ngẫu nhiên

Đón và Trả hành khách

- Đón khách hàng tại **nguồn**
- và vận chuyển tới **đích**
- Nhiều ràng buộc:
 - Không chuyển xe
 - Cửa sổ thời gian: nguồn và đích
 - ...

Hậu cần Quân sự

- Vận chuyển thương binh, tử sỹ?
- Vận chuyển bác sỹ?
- Tổ chức đội sửa chữa cơ động?
- Động và Ngẫu nhiên

Đón và Trả hành khách

- Đón khách hàng tại **nguồn**
- và vận chuyển tới **đích**
- Nhiều ràng buộc:
 - Không chuyển xe
 - Cửa sổ thời gian: nguồn và đích
 - ...

Hậu cần Quân sự

- Vận chuyển thương binh, tử sỹ?
- Vận chuyển bác sỹ?
- Tổ chức đội sửa chữa cơ động?
- Động và Ngẫu nhiên

Xe Với Tải Trọng Khác Nhau

- Các xe vận tải có tải trọng và chi phí vận chuyển khác nhau
- Tích hợp vào các biến thể khác, làm cho bài toán trở nên phức tạp hơn nhiều.

Hậu cần Quân sự

- Phổ biến
- Kết hợp với các biến thể khác

Xe Với Tải Trọng Khác Nhau

- Các xe vận tải có tải trọng và chi phí vận chuyển khác nhau
- Tích hợp vào các biến thể khác, làm cho bài toán trở nên phức tạp hơn nhiều.

Hậu cần Quân sự

- Phổ biến
- Kết hợp với các biến thể khác

Kết Hợp Chở Người và Hàng

- Kết hợp chở người và hàng hóa.
- Vận chuyển người là mục tiêu chính.
- Vận chuyển kèm hàng hóa (nếu thích hợp) sẽ giảm chi phí.

Hậu cần Quân sự

- Kết hợp chở quân với các loại vật chất hậu cần khác.

Kết Hợp Chở Người và Hàng

- Kết hợp chở người và hàng hóa.
- Vận chuyển người là mục tiêu chính.
- Vận chuyển kèm hàng hóa (nếu thích hợp) sẽ giảm chi phí.

Hậu cần Quân sự

- Kết hợp chở quân với các loại vật chất hậu cần khác.

1 Bài Toán Điều Hành Xe

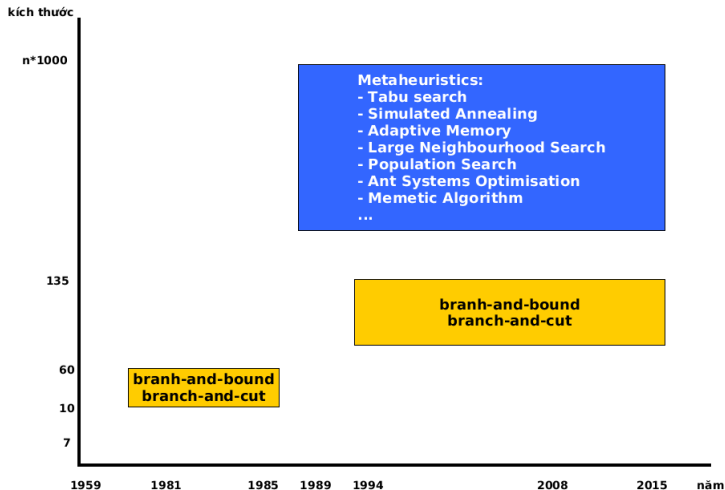
- Giới Thiệu Chung
- Phân Loại
- Một Số Biến Thể Quan Trọng
- Một Số Phương Pháp Chính

2 Hướng ứng dụng trong Quân đội

- Mục Tiêu
- Thách Thức

3 Kết Luận

Một Số Phương Pháp Chính



Metaheuristics

Ý tưởng chung

Tìm Kiếm Cục Bộ (Local Search)

- Ý tưởng: Tìm trong các láng giềng (neighbors)
- Cần tìm:
 - Như thế nào là một neighbor?
 - Chiến lược tìm kiếm? tránh lặp?

Tìm kiếm dựa trên phỏng tiến hóa sinh học

- Ý tưởng: Theo nguyên lý tiến hóa sinh học
 - Xây dựng một quần thể các lời giải có thể cho bài toán.
 - Tiến hóa quần thể để tạo ra những lời giải tốt hơn.
- Cần tìm:
 - Biểu diễn lời giải?
 - Các phép tiến hóa thực hiện như thế nào?

Metaheuristics

Ý tưởng chung

Tìm Kiếm Cục Bộ (Local Search)

- Ý tưởng: Tìm trong các láng giềng (neighbors)
- Cần tìm:
 - Như thế nào là một neighbor?
 - Chiến lược tìm kiếm? tránh lặp?

Tìm kiếm dựa trên phỏng tiến hóa sinh học

- Ý tưởng: Theo nguyên lý tiến hóa sinh học
 - Xây dựng một quần thể các lời giải có thể cho bài toán.
 - Tiến hóa quần thể để tạo ra những lời giải tốt hơn.
- Cần tìm:
 - Biểu diễn lời giải?
 - Các phép tiến hóa thực hiện như thế nào?

Metaheuristics

Ý tưởng chung

Tìm Kiếm Cục Bộ (Local Search)

- Ý tưởng: Tìm trong các láng giềng (neighbors)
- Cần tìm:
 - Như thế nào là một neighbor?
 - Chiến lược tìm kiếm? tránh lặp?

Tìm kiếm dựa trên phỏng tiến hóa sinh học

- Ý tưởng: Theo nguyên lý tiến hóa sinh học
 - Xây dựng một quần thể các lời giải có thể cho bài toán.
 - Tiến hóa quần thể để tạo ra những lời giải tốt hơn.
- Cần tìm:
 - Biểu diễn lời giải?
 - Các phép tiến hóa thực hiện như thế nào?

Metaheuristics

Ý tưởng chung

Tìm Kiếm Cục Bộ (Local Search)

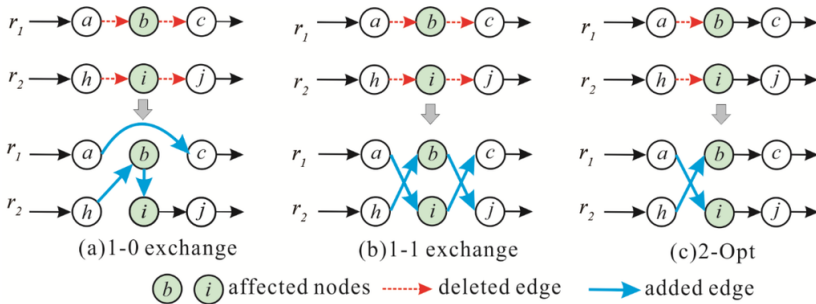
- Ý tưởng: Tìm trong các láng giềng (neighbors)
- Cần tìm:
 - Như thế nào là một neighbor?
 - Chiến lược tìm kiếm? tránh lặp?

Tìm kiếm dựa trên phỏng tiến hóa sinh học

- Ý tưởng: Theo nguyên lý tiến hóa sinh học
 - Xây dựng một quần thể các lời giải có thể cho bài toán.
 - Tiến hóa quần thể để tạo ra những lời giải tốt hơn.
- Cần tìm:
 - Biểu diễn lời giải?
 - Các phép tiến hóa thực hiện như thế nào?

Tìm Kiếm Cục Bộ (Local Search)

Định nghĩa láng giềng (neighbor)



Tìm Kiếm Cục Bộ (Local Search)

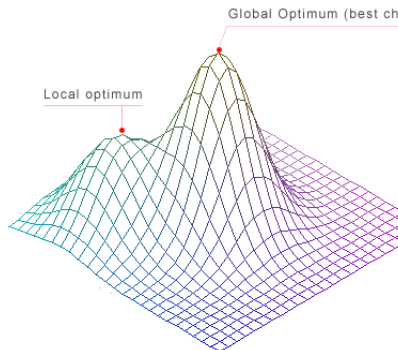
Chiến lược tìm kiếm

- Chiến lược:

- Tránh rơi vào tối ưu cục bộ
- Tránh lặp

- Một số phương pháp phổ biến:

- 1 Simulated Annealing (SA)
- 2 Tabu Search (TS)
- 3 Iterated Local Search (ILS)
- 4 Variable Neighborhood Search (VNS)



Tìm Kiếm Cục Bộ (Local Search)

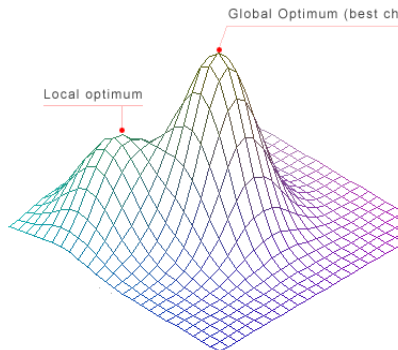
Chiến lược tìm kiếm

- Chiến lược:

- Tránh rơi vào tối ưu cục bộ
- Tránh lặp

- Một số phương pháp phổ biến:

- 1 Simulated Annealing (SA)
- 2 Tabu Search (TS)
- 3 Iterated Local Search (ILS)
- 4 Variable Neighborhood Search (VNS)

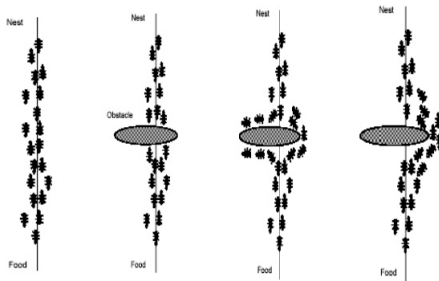


1 Ant Colony Optimization

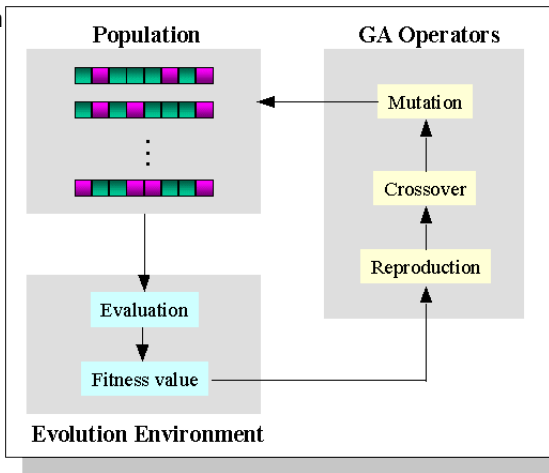
2 Genetic Algorithm

3 Hybridizations

NATURAL BEHAVIOR OF ANT



- Ant Colony Optimization
- **Genetic Algorithm (GA)**
- Hybridizations



1 Bài Toán Điều Hành Xe

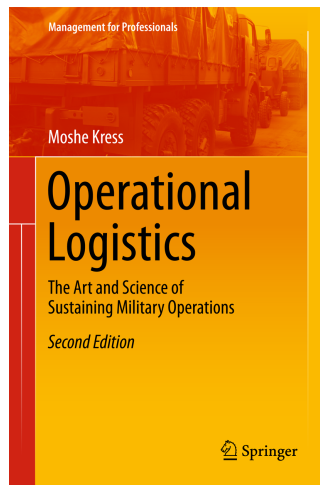
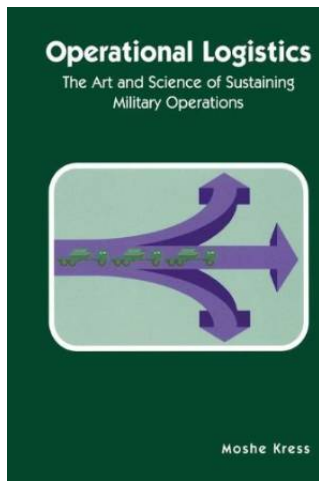
- Giới Thiệu Chung
- Phân Loại
- Một Số Biến Thể Quan Trọng
- Một Số Phương Pháp Chính

2 Hướng ứng dụng trong Quân đội

- Mục Tiêu
- Thách Thức

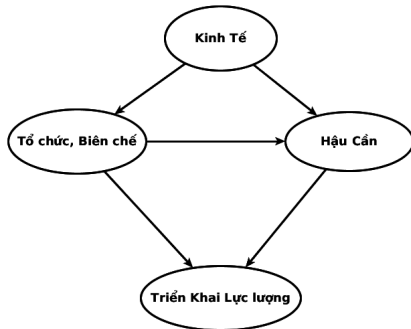
3 Kết Luận

Operational Logistics Book



- **Mục tiêu chính [Kress, 2002]:**

- ① Nhanh nhất (chi phí)
- ② Hiệp đồng
- ③ An toàn



1 Bài Toán Điều Hành Xe

- Giới Thiệu Chung
- Phân Loại
- Một Số Biến Thể Quan Trọng
- Một Số Phương Pháp Chính

2 Hướng ứng dụng trong Quân đội

- Mục Tiêu
- Thách Thức

3 Kết Luận

Thách Thức

- ❶ Chiến tranh: tình huống **bất ngờ**, thay đổi mau lẹ
- ❷ Lượng **vật chất tiêu hao lớn**
- ❸ Lực lượng vận tải, tuyến vận tải luôn là mục tiêu phá hoại
- ❹ Bảo đảm vận tải phải **đồng bộ** (trên bộ, biển, trên không)

Bài Toán CTVT trong Quân Đội

- **Kích thước lớn**: lượng vật chất lớn, nhiều "nguồn", nhiều "đích", nhiều loại xe
- **Động - Ngẫu nhiên**:
 - Các yêu cầu luôn biến đổi: số lượng vật chất, vị trí các đơn vị
 - Xe vận tải biến động
 - Tuyến vận tải thay đổi
- **Bảo đảm thời gian**
- **Bảo đảm an toàn**

Thách Thức

- ❶ Chiến tranh: tình huống **bất ngờ**, thay đổi mau lẹ
- ❷ Lượng **vật chất tiêu hao lớn**
- ❸ Lực lượng vận tải, tuyến vận tải luôn là mục tiêu phá hoại
- ❹ Bảo đảm vận tải phải **đồng bộ** (trên bộ, biển, trên không)

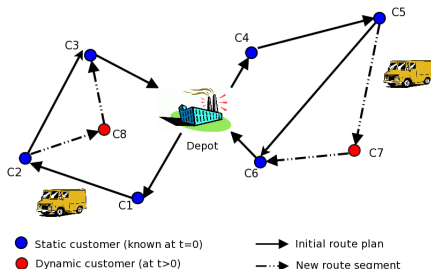
Bài Toán CTVT trong Quân Đội

- **Kích thước lớn**: lượng vật chất lớn, nhiều "nguồn", nhiều "đích", nhiều loại xe
- **Động - Ngẫu nhiên**:
 - Các yêu cầu luôn biến đổi: số lượng vật chất, vị trí các đơn vị
 - Xe vận tải biến động
 - Tuyến vận tải thay đổi
- **Bảo đảm thời gian**
- **Bảo đảm an toàn**

Bài Toán CTVT Động & Ngẫu Nhiên

- Một số yếu tố động:

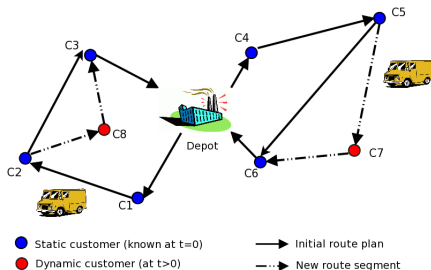
- 1 Nhu cầu vật chất
- 2 Vị trí các đơn vị
- 3 Tuyến đường
- 4 Yêu cầu vận chuyển mới



Bài Toán CTVT Động & Ngẫu Nhiên

• Bài toán dự báo

- **Ai** sẽ cần?
- Cần **cái gì**? **Bao nhiêu**?
 - Thuốc,
 - Vũ khí, đạn,
 - Xăng dầu,
 - Lương thực, nước uống
 - ...
- cần **Ở đâu**?
- **Khi nào** cần?



- ❶ Bài toán VT trong Quân đội là bài toán lớn, rất phức tạp, tuy nhiên rất thực tế.
- ❷ Cần phải được tập trung nghiên cứu và ứng dụng.
- ❸ Cần nhiều đầu tư, quyết tâm và thời gian.

 Dantzig, G. B. and Ramser, J. H. (1959).

The Truck Dispatching Problem.

Management Science, 6(1):80–91.

 Kress, M. (2002).

Operational Logistics: The Art and Science of Sustaining Military Operations.

 Laporte, G. (2009).

Fifty years of vehicle routing.

Transportation Science, 43(4):408–416.

 Pillac, V., Gendreau, M., Guéret, C., and Medaglia, A. (2013).

A review of dynamic vehicle routing problems.

European Journal of . . .