

# Tối ưu tổ hợp: Phương pháp và Ứng dụng

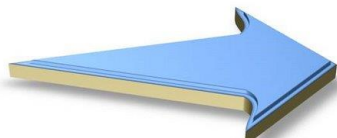
Nhóm vận trù học (<http://vantruhoc.com>) – Viện nghiên cứu công nghệ FPT (FTRI)

# Sudoku

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9

# Sudoku

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9



5	3	4	6	7	8	9	1	2
6	7	2	1	9	5	3	4	8
1	9	8	3	4	2	5	6	7
8	5	9	7	6	1	4	2	3
4	2	6	8	5	3	7	9	1
7	1	3	9	2	4	8	5	6
9	6	1	5	3	7	2	8	4
2	8	7	4	1	9	6	3	5
3	4	5	2	8	6	1	7	9

# Nội dung

1. Bài toán tối ưu tổ hợp
2. Phương pháp giải bài toán tối ưu tổ hợp
3. Một vài ứng dụng

# Nội dung

1. Bài toán tối ưu tổ hợp
2. Phương pháp giải bài toán tối ưu tổ hợp
3. Một vài ứng dụng

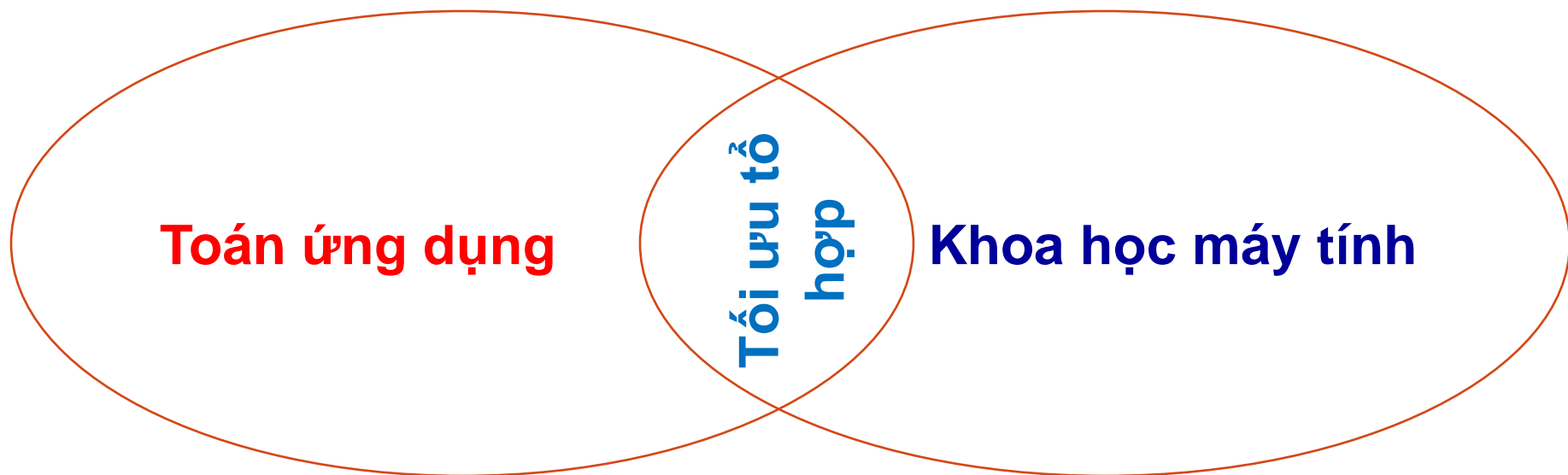
# Tối ưu tổ hợp

**Toán ứng dụng**

**Tối ưu tổ hợp**

**Khoa học máy tính**

# Tối ưu tổ hợp

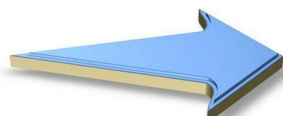


**Bài toán tối ưu tổ hợp:** Tìm ra một lời giải tối ưu trong một tập hữu hạn lời giải.

# Tối ưu tổ hợp

**Bài toán tối ưu tổ hợp:** Tìm ra một lời giải tối ưu trong một tập hữu hạn lời giải.

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9

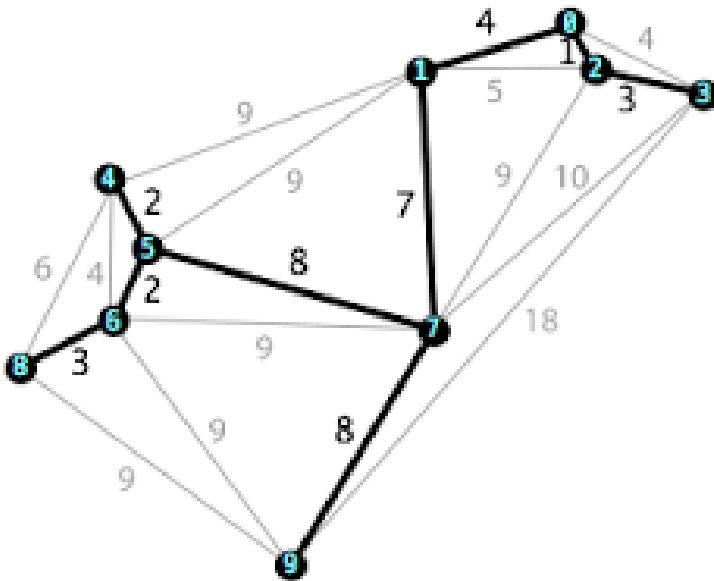


5	3	4	6	7	8	9	1	2
6	7	2	1	9	5	3	4	8
1	9	8	3	4	2	5	6	7
8	5	9	7	6	1	4	2	3
4	2	6	8	5	3	7	9	1
7	1	3	9	2	4	8	5	6
9	6	1	5	3	7	2	8	4
2	8	7	4	1	9	6	3	5
3	4	5	2	8	6	1	7	9

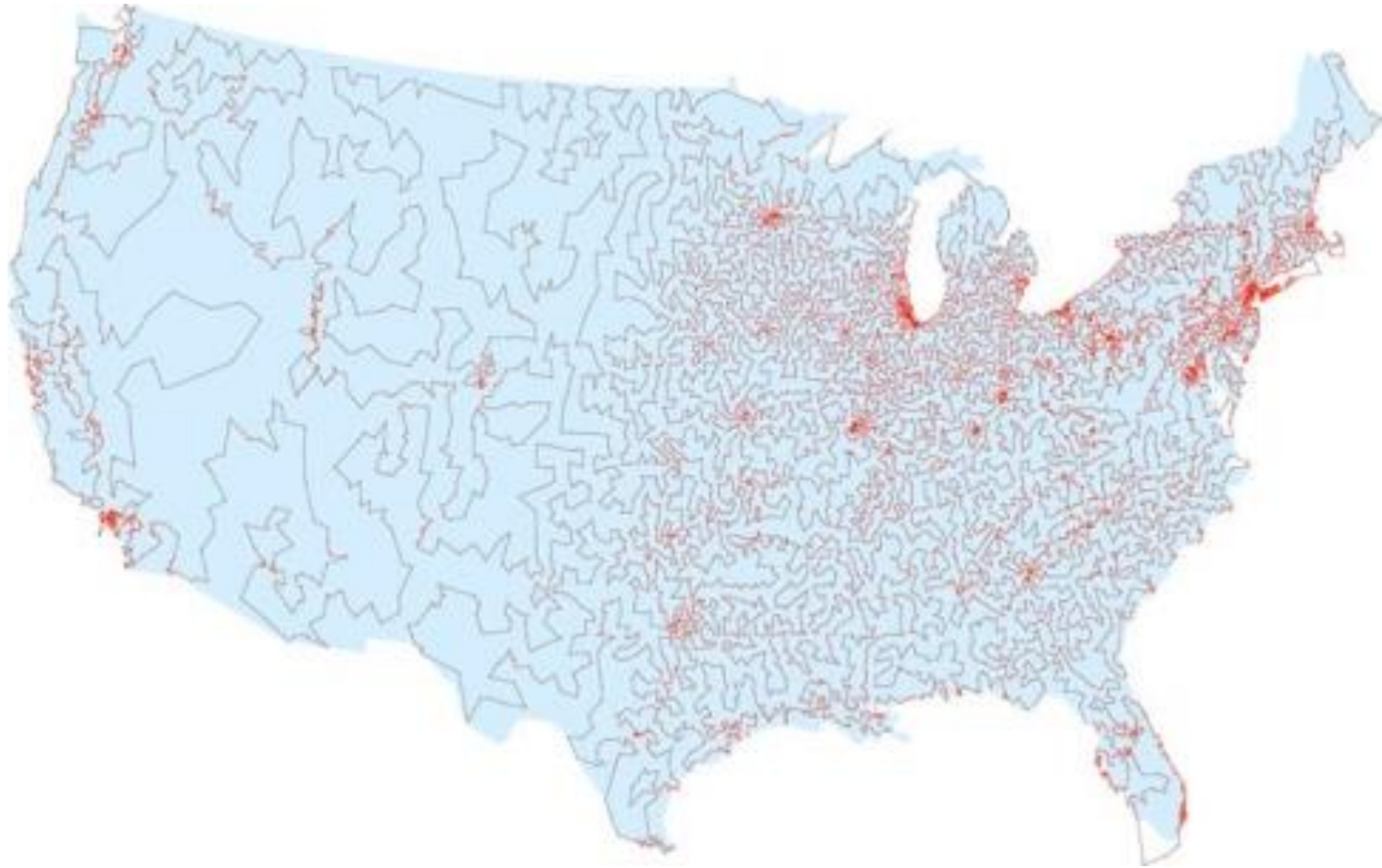


# Tại sao khó ?

Tối ưu tổ hợp: Tìm ra một lời giải tối ưu trong một **tập hữu hạn lời giải**.



# A Travelling Salesman Problem Instance



The shortest traveling salesman route going through all 13,509 cities in the United States with a population of at least 500 (as of 1998). *Illustration: Courtesy of David Applegate, Robert Bixby, Vasek Chvatal and William Cook*

# Bài toán tối ưu tổ hợp

- Thành phần của một bài toán tối ưu tổ hợp
  - Tập hợp các biến  $\mathbf{X} = \{\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \dots, \mathbf{x}_n\}$
  - Mỗi biến có một miền giá trị hữu hạn  $\mathbf{D}(\mathbf{x}_i)$
  - Tập các ràng buộc lời giải cần thỏa mãn  $\mathbf{C}(\mathbf{X})$
  - Một hàm mục tiêu  $\mathbf{f}(\mathbf{X})$
- Ví dụ

$$\sum_{j \in \{1, \dots, 9\}} x_{i,j,k} = 1 \quad \forall i \in \{1, \dots, 9\}, k \in \{1, \dots, 9\}$$

$$\sum_{i \in \{1, \dots, 9\}} x_{i,j,k} = 1 \quad \forall j \in \{1, \dots, 9\}, k \in \{1, \dots, 9\}$$

$$\sum_{k \in \{1, \dots, 9\}} x_{i,j,k} = 1 \quad \forall i \in \{1, \dots, 9\}, j \in \{1, \dots, 9\}$$

$$\sum_{a \in \{1, 2, 3\}, b \in \{1, 2, 3\}} x_{(3i+a), (3j+b), k} = 1 \quad \forall i \in \{0, 1, 2\}, j \in \{0, 1, 2\}, k \in \{1, \dots, 9\}$$

5	3			7				
6			1	9	5			
	9	8					6	
8				6				3
4			8		3			1
7				2				6
	6					2	8	
			4	1	9			5
				8			7	9

# Độ phức tạp của bài toán tối ưu tổ hợp

- Các bài toán **giải được trong thời gian đa thức**
  - Tìm đường đi ngắn nhất giữa hai điểm trong đồ thị không có chu trình âm
  - Bài toán cây khung nhỏ nhất
  - Bài toán luồng cực đại
  - ...
- Các bài toán **NP-hard**
  - Bài toán người bán hàng (TSP)
  - Bài toán xác định đường đi cho một nhóm xe (VRP)
  - Lập lịch làm việc cho y tá (NSP)
  - ...

# Nội dung

1. Bài toán tối ưu tổ hợp
- 2. Phương pháp giải bài toán tối ưu tổ hợp**
3. Một vài ứng dụng

# Phương pháp giải

Phương pháp dành cho những bài toán NP-Hard

- Phương pháp **chính xác**

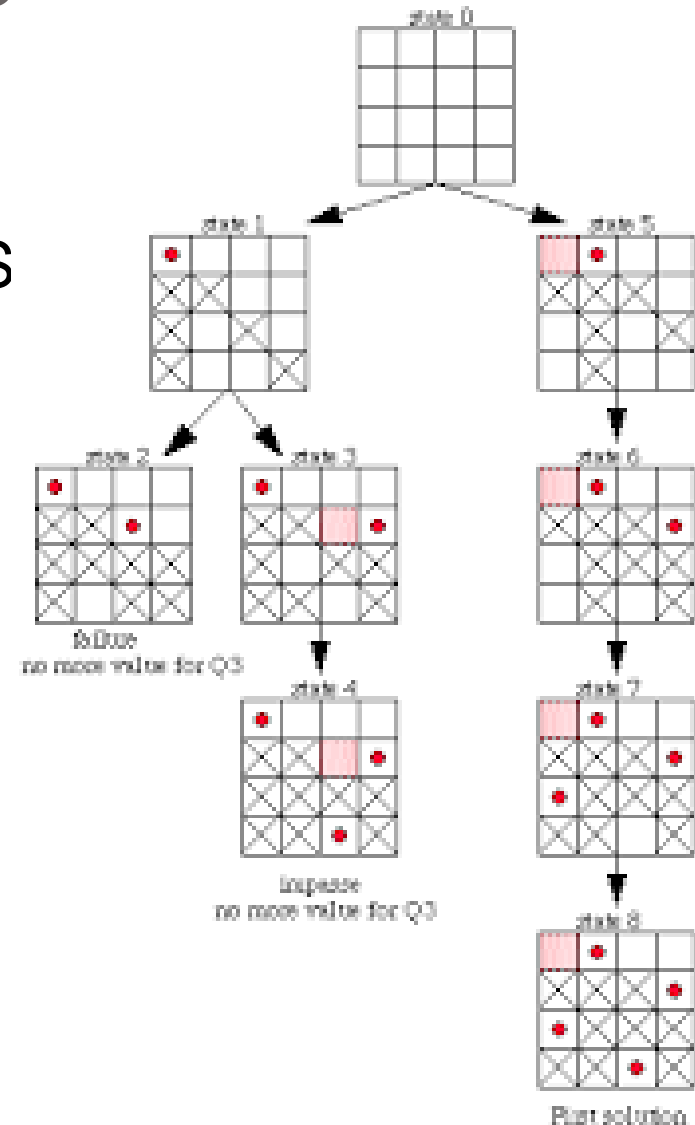
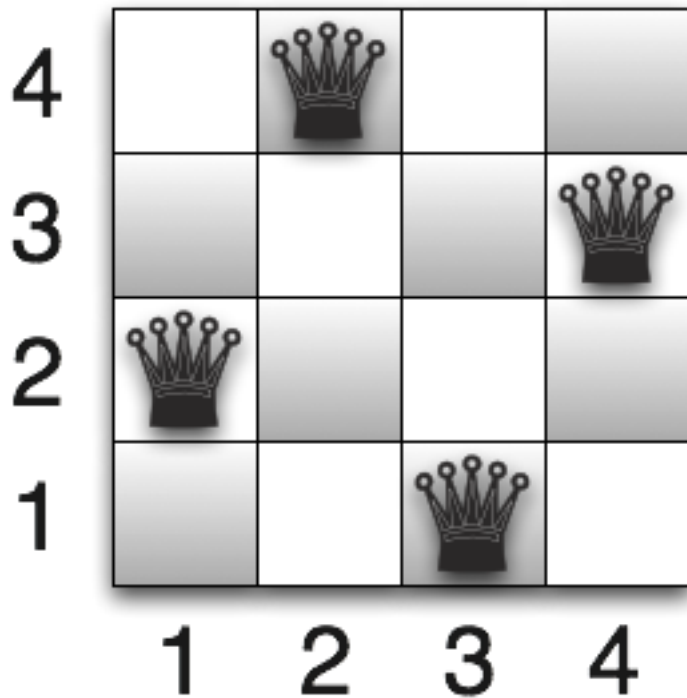
- Mục tiêu là tìm ra lời giải **tối ưu**
- Nếu tìm ra thì chắc chắn đó là lời giải tối ưu
- Thời gian giải lớn

- Phương pháp **gần chính xác**

- Mục tiêu tìm ra **lời giải tốt** trong một thời gian ngắn
- Lời giải tìm được có thể tối ưu nhưng không chứng minh được
- Giới hạn được thời gian giải

# Một vài phương pháp giải chính xác

- Constraint Programming
  - Branch-and-infer search
  - Tool: GECODE, CHOCO, OpenLS



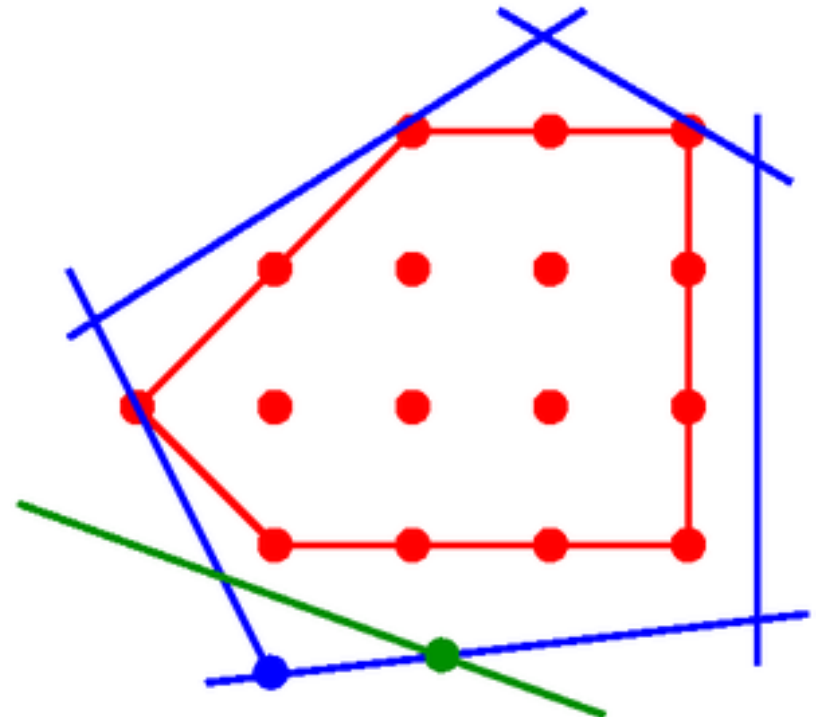
# Một vài phương pháp giải chính xác

- Integer Programming
  - Branch-and-cut search
  - Branch-and-price search
  - Tool: CPLEX, GUROBI, SCIP, COIN-OR, ...



**GUROBI**  
OPTIMIZATION

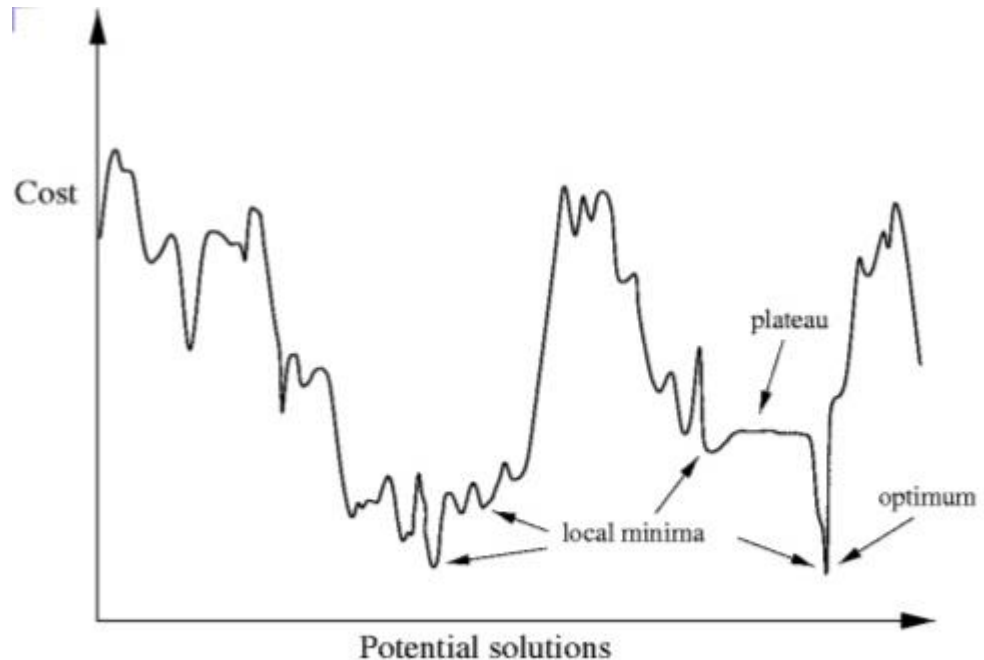
**IBM**  
**CPLEX**





# Một vài phương pháp giải gần chính xác

- Tìm kiếm cục bộ
  - Tìm kiếm láng giềng
    - Tìm kiếm Tabu
  - Thuật toán tối ưu đàn kiến
  - Giải thuật di truyền
  - Tối ưu bầy đàn
  - ...



# Nội dung

1. Bài toán tối ưu tổ hợp
2. Phương pháp giải bài toán tối ưu tổ hợp
3. **Một vài ứng dụng**

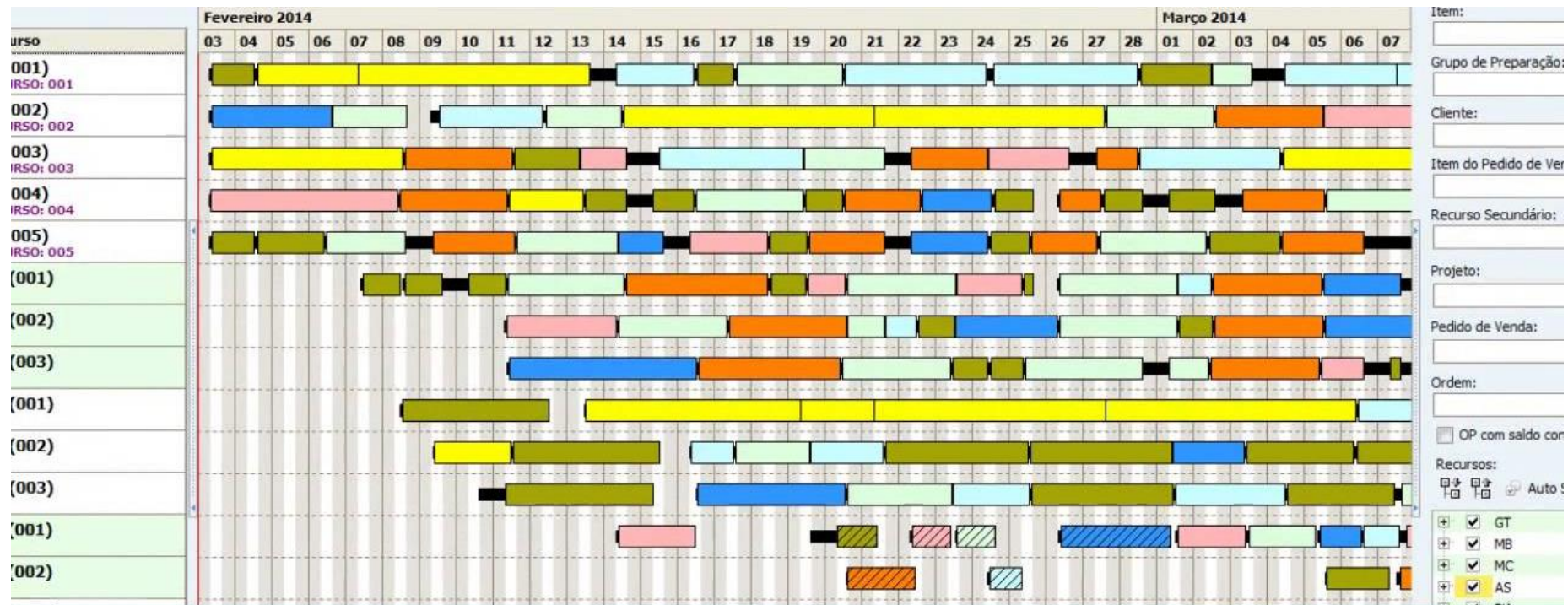
# Lập lịch cho các ngành hàng không



FLIGHT SCHEDULE						
BURAPHA AIRPORT						
CHRIS Unseen IN BANGSAH						
AIRLINE	FLIGHT	DESTINATION	ETD	GATE	STATUS	
RBA	RT20	BRUNAI	05:45	09	ON-TIME	
CAA	CA15	CAMBODIA	08:55	09	ON-TIME	
RGN	MT42	MYANMA	10:10	03	DELAYED	
ATR	TT50	LAOS	12:45	07	BOARDING	
BUU	AD09	HHRIS UNSJJN	13:80	14	CHJHK TN	
GIT	GT92	JAKATA	14:55	03	ON-TIME	
KUL	KK15	MALAYSIA	17:15	01	ON-TIME	
CEB	CE07	PHILIPPINE	20:05	04	ON-TIME	
SIN	TS41	SINGAPORE	23:45	07	ON-TIME	
HAN	TN11	BRUNAI	02:25	06	CANCELED	











# Lập lịch sản xuất



Visualizing all the job properly scheduled on the shop floor



# Lập lịch cho y tá

Employee	Wednesday 7/15/2009	Thursday 7/16/2009	Friday 7/17/2009	Saturday 7/18/2009
 Snyder, Molly Head Nurse Cardiac Care Unit	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...	Night Shift Cardiac Care U... 11:00 PM-7:00...	Night Shift Cardiac Care 11:00 PM-7:00
 Garcia, Adam Registered Nurse Cardiac Care Unit	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...	Vacation	Vacation	Night Shift Cardiac Care 11:00 PM-7:00
 Hawk, Danielle Registered Nurse Cardiac Care Unit	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...	Night Shift Cardiac Care U... 11:00 PM-7:00...	Night Shift Cardiac Care 11:00 PM-7:00
 Kilroy, Trenton Registered Nurse Cardiac Care Unit	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...	Day Shift Cardiac Care U... 7:00 AM-3:00 PM	Jury Duty
 Sampson, Peter Registered Nurse Cardiac Care Unit	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...	Day Shift Cardiac Care U... 7:00 AM-3:00 PM	Day Shift Cardiac Care 7:00 AM-3:00
 Anderson, Lyndon LP/LV Nurse Cardiac Care Unit	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...	<b>7/15/2009 Sampson, Peter</b> <input type="checkbox"/> Swing Shift (S) 3:00 PM - 11:00 PM <input checked="" type="checkbox"/> Cardiac Care Unit (CCU) <input type="checkbox"/> Break (BRK) 5:00 PM - 6:00 PM		
 Munoz, Crystal LP/LV Nurse Cardiac Care Unit	Swing Shift Cardiac Care U... 3:00 PM-11:00...			
 Anderson, Cory	Swing Shift	Swing Shift	Swing Shift	Sw



# Ứng dụng

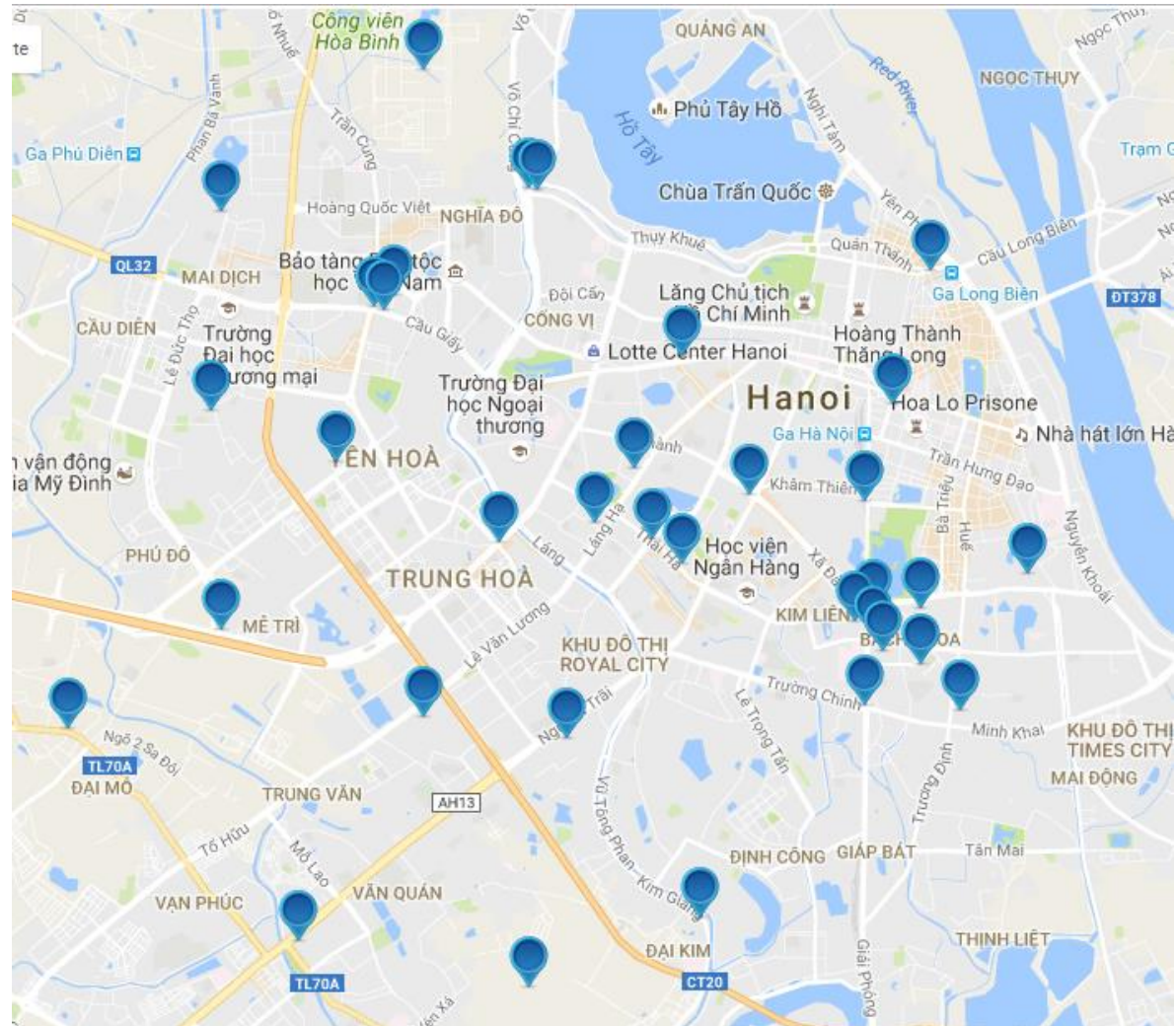
- Tối ưu vận tải
- Tối ưu cảng biển
- Tối ưu thiết kế vi mạch
- Tối ưu thiết kế mạng máy tính
- Tối ưu đặt trạm BTS
- Lập lịch bác sỹ
- ...

<http://vantruhoc.com/>

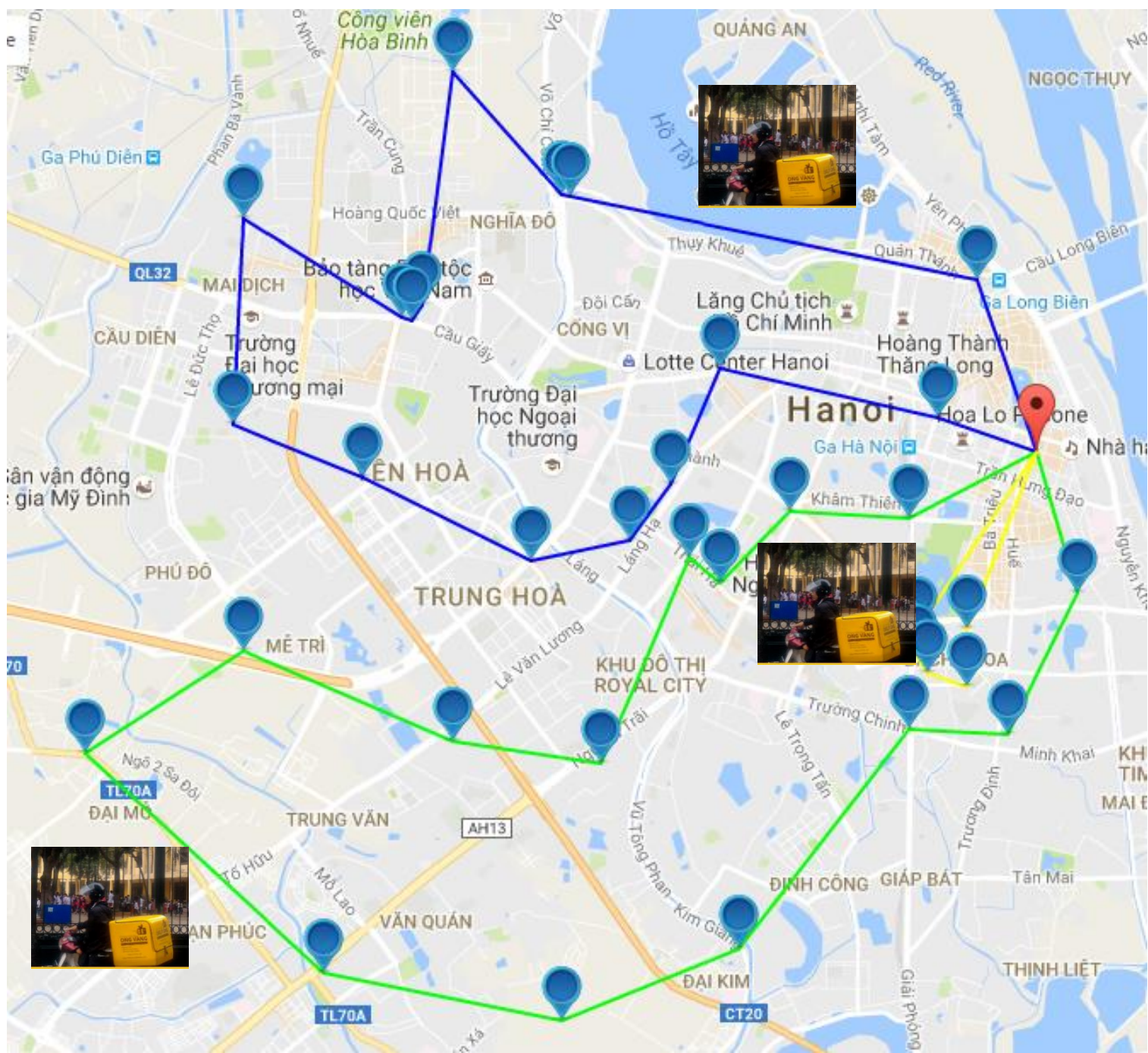
- Cộng đồng các nhà nghiên cứu, chuyên gia, giảng viên, sinh viên yêu thích vận trù học, toán tối ưu đang làm việc trong và ngoài nước.
- Trao đổi thông tin, kiến thức, cơ hội hợp tác nghiên cứu và ứng dụng vận trù học.
- Sáng lập: Hà Minh Hoàng, Viện nghiên cứu công nghệ FPT
- Hiện có hơn 10 thành viên chủ chốt đề từ nhiều trường đại học, viện nghiên cứu.

# Giao hàng Ong Vàng

<http://giaohangongvang.vn/>







# Dồn điền đổi thửa

**A field consists of a large number of small plots**



**Example:** In Vinh Phuc province, one household has 47 plots, each of which has an area of only about 10 square meters

It appears in **most provinces of Vietnam**

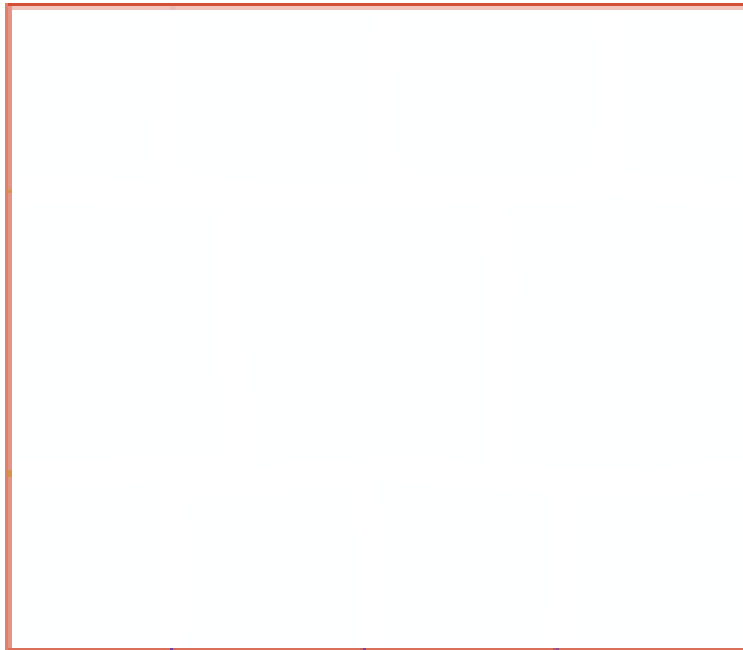


# Dồn điền đổi thửa

Cannot use machines for cultivating small plots



# Dồn điền đổi thửa



- Fields are partitioned into zones
- Zones are divided into plots
- Plots are assigned to households



# Dồn điền đổi thửa



# Tối ưu tổ hợp: Phương pháp và Ứng dụng

Nhóm vận trù học (<http://vantruhoc.com>) – Viện nghiên cứu công nghệ FPT (FTRI)