

IN440 – Ottimizzazione Combinatoria

Presentazione del corso

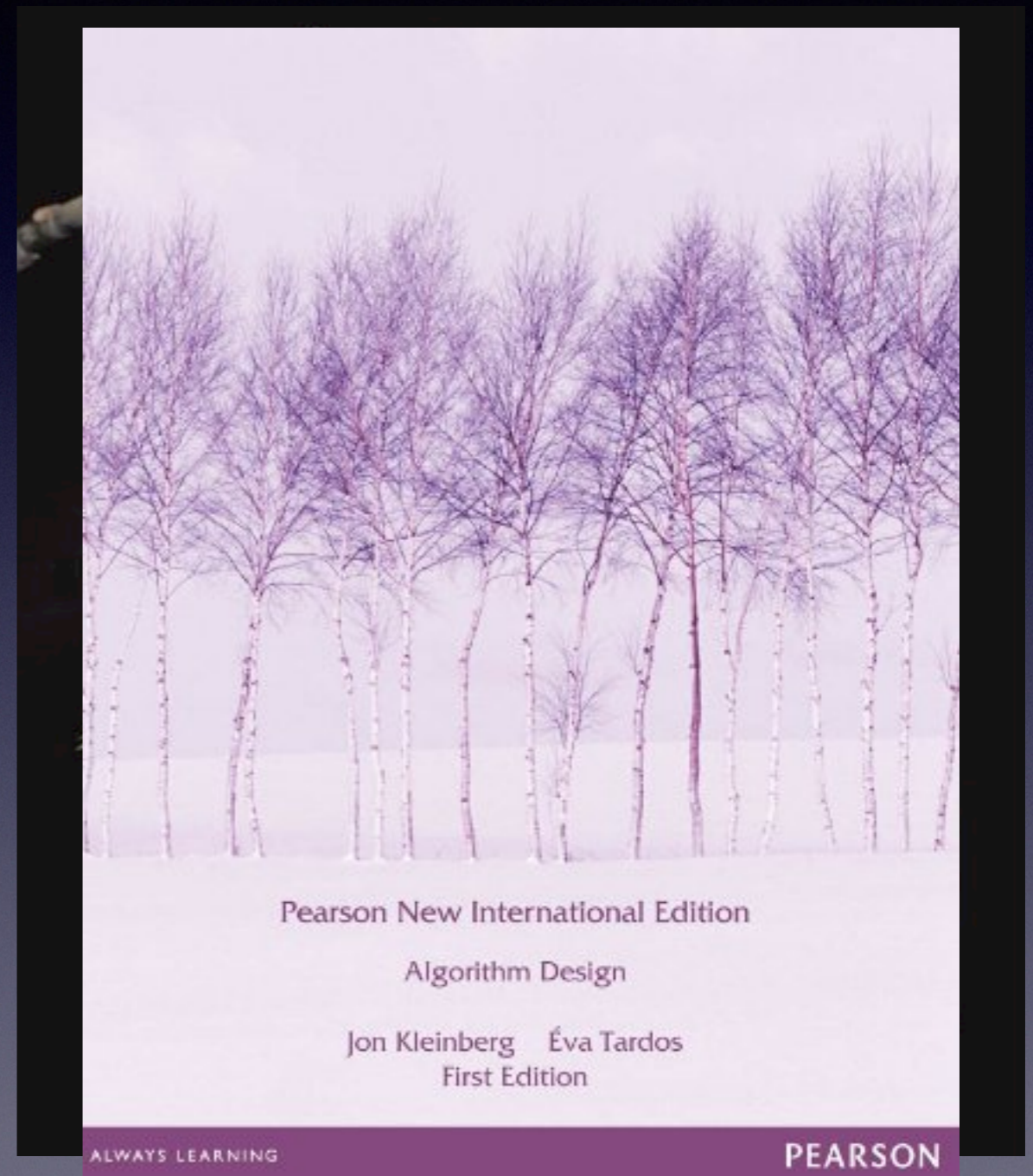
Prof. Vincenzo Bonifaci
Università degli Studi Roma Tre

Contatti ed orari

- Email: vincenzo.bonifaci@uniroma3.it
- Web: <http://ricerca.mat.uniroma3.it/users/vbonifaci/>
- Ricevimento: Martedì 11.00-12.00, stanza 0.02 *
- Lezioni:
 - Martedì 9.00-11.00 (Aula A)
 - Mercoledì 11.00-12.00 (Lab)
 - Giovedì 9.00-11.00 (Lab)
- Esercitazioni al calcolatore in linguaggio Python:
 - Mercoledì 12.00-13.00 (Lab)

Libro di testo

- J. Kleinberg, E. Tardos,
Algorithm Design
Pearson Education,
2006



Prerequisiti

- Programmazione in un linguaggio imperativo [INI 10]
- Strutture dati elementari (liste, pile, code di priorità) [INI 10]
- Programmazione in Python [IN400A]

Modalità di esame

- Esame orale (tipicamente alla lavagna)
 - fino 4 macro-domande/argomenti

Introduzione all'Ottimizzazione Combinatoria

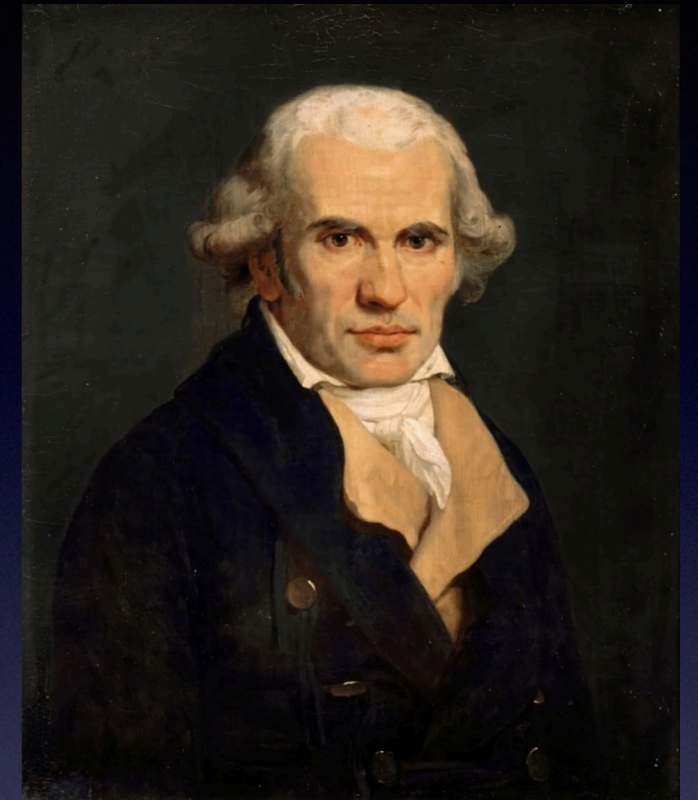
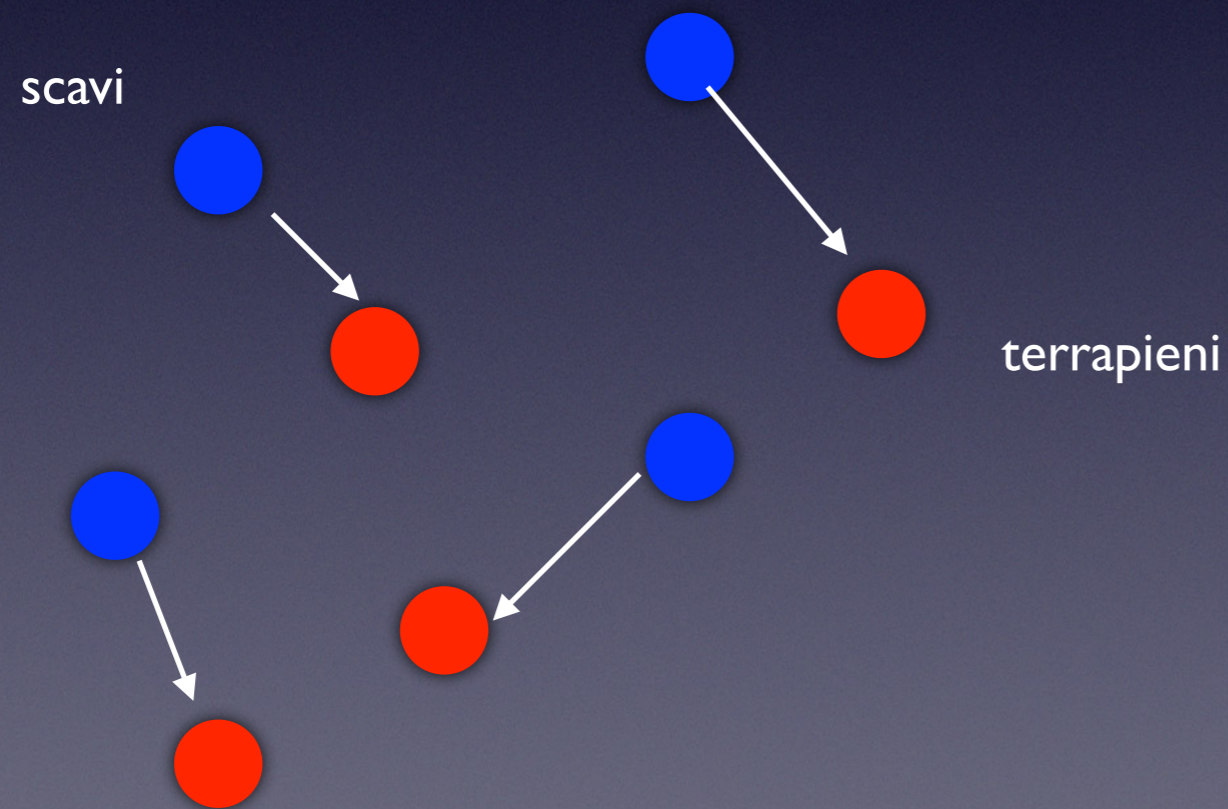
Colloquio di lavoro

Esempio reale di domanda posta da reclutatori Google al colloquio per l'assunzione:

- Un bambino vuole salire una scalinata di n gradini. Ad ogni passo può salire 1, 2, o 3 gradini alla volta. Definire un algoritmo che conteggi il numero di modi diversi in cui il bambino può salire la scalinata.

Il problema del trasporto ottimo

- G. Monge,
Trattato sulla teoria degli scavi e terrapieni
(1784)



Gaspard Monge,
fondatore dell'École Polytechnique

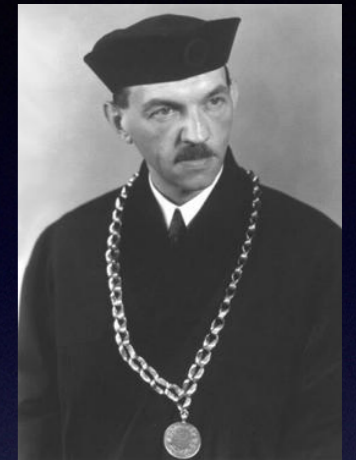


Il problema dell'albero ricoprente minimo

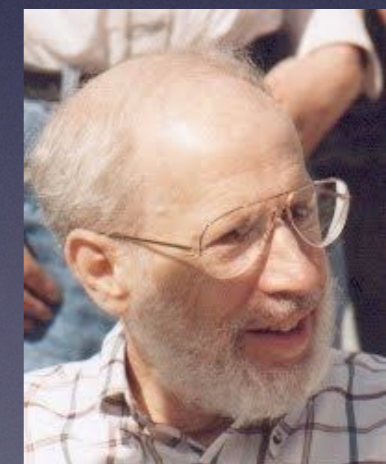
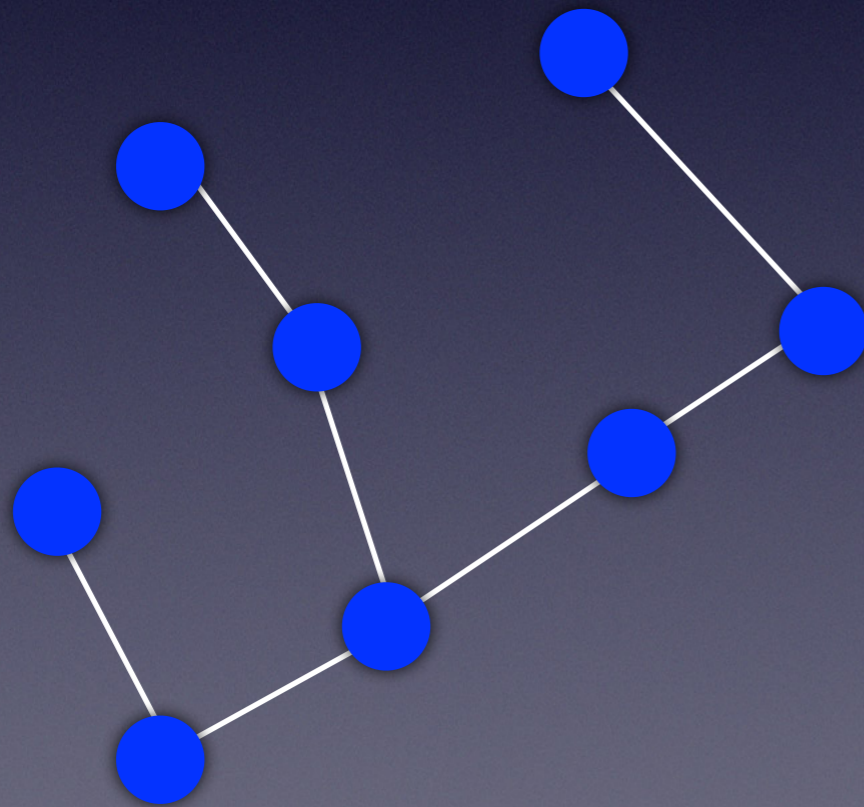
- O. Borůvka,
Contributo alla soluzione di un problema di costruzione economica di reti elettriche (1926)



Otakar Boruvka



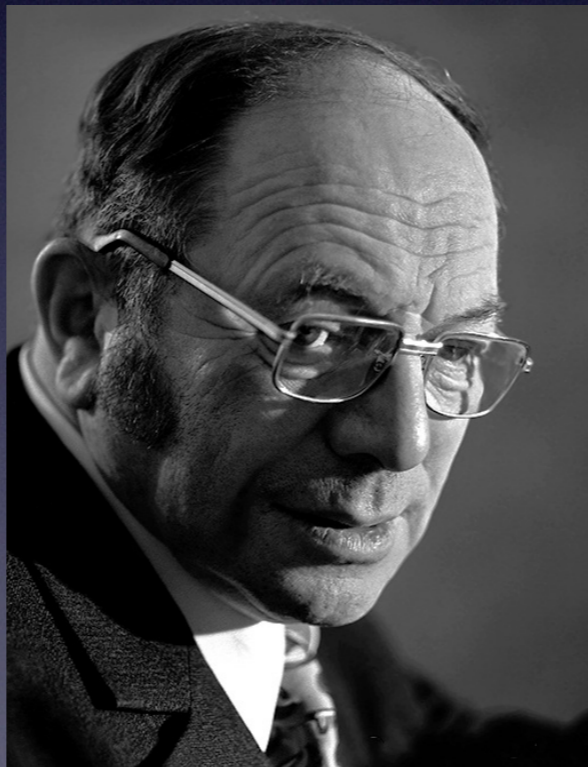
Vojtech Jarník



Joseph Kruskal

Studi sovietici...

- Leonid V. Kantorovich
Metodi matematici di organizzazione e pianificazione della produzione, Università Statale di Leningrado (1939)

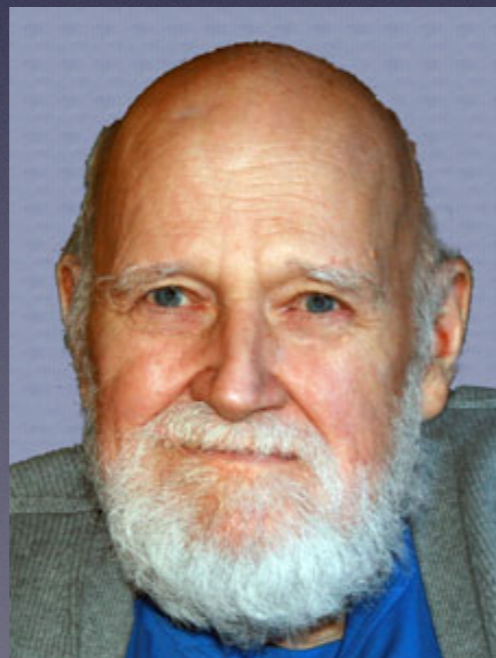


Leonid V. Kantorovich

- Premio Nobel per l'Economia (1975)

...e statunitensi

- L.R. Ford Jr., D.R. Fulkerson
Maximal flow through a network,
RAND Corporation (1954)
- T.E. Harris, Gen. F.S. Ross
Fundamentals of a method for evaluating network capacities,
US Air Force (1955) - rapporto secretato fino al 1999!



L.R. Ford Jr.



D.R. Fulkerson

CLASSIFIED

Il problema del commesso viaggiatore

HELP! WE'RE LOST!

HELP "CAR 54"... AND WIN CASH
54...\$1,000 PRIZES
ONE...\$10,000 GRAND PRIZE

Map by Rand McNally

Help Toody and Muldoon find the shortest round trip route to visit all 33 locations shown on the map.
All you do is draw connecting straight lines from location to location to show the shortest round trip route.

HERE'S THE CORRECT START...
Begin at Chicago, Illinois. From there, lines show correct route as far as Erie, Pennsylvania. Next, do you go to Carlisle, Pennsylvania or Wana, West Virginia? Check the easy instructions on back of this entry blank for details.

© PROCTER & GAMBLE 1962

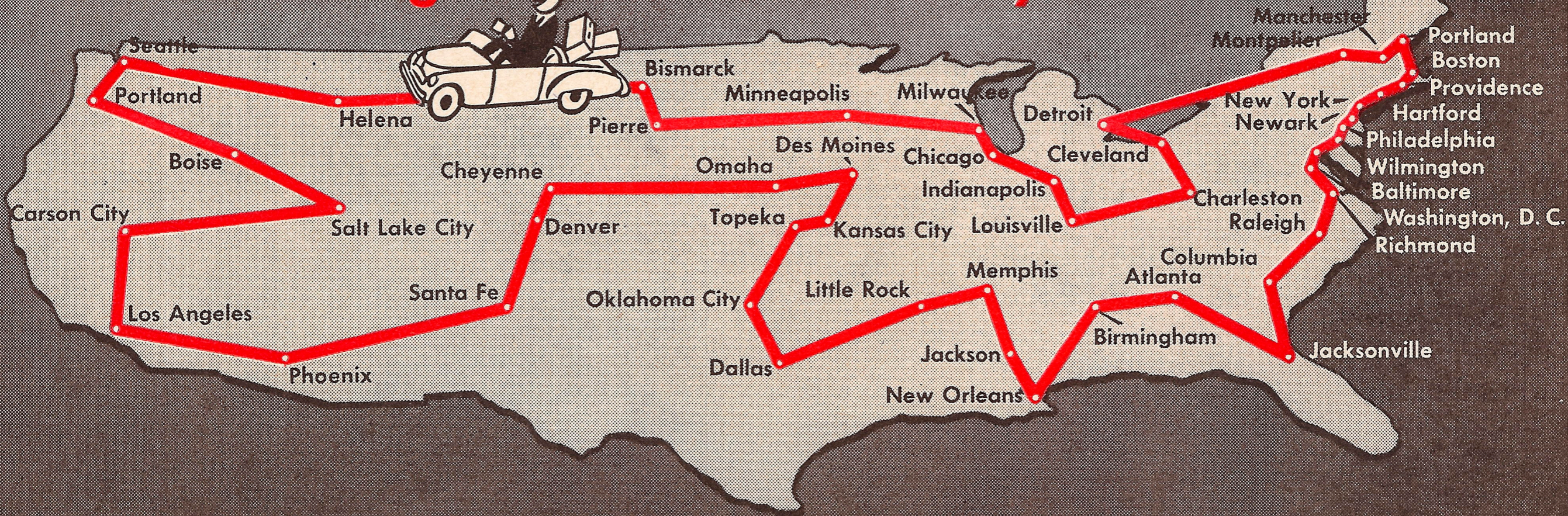
OFFICIAL RULES ON REVERSE SIDE

Concorso
Procter & Gamble (1962):

Determinare il tour più
breve tra 33 città USA

Il problema del commesso viaggiatore

Drummer's Delight: The Shortest Way Around



Newsweek, 26 Luglio 1954

- G.B. Dantzig, R. Fulkerson, S. Johnson
Solution of a large scale traveling salesman problem,
RAND Corporation (1954)

Il problema dell'abbinamento stabile

1 2 3 4

L N M O

N L O M

L N O M

N L M O

Andrea



Laura



Bruno



Martina



Cesare



Natalia



Daniele



Olga



1 2 3 4

D C A B

B A C D

A B C D

A D B C

- D. Gale, L. Shapley
College admissions and the stability of marriage,
(1962)

Cosa studia l'Ottimizzazione Combinatoria

Studio della selezione di un oggetto *ottimo* (secondo un qualche criterio prefissato) da un insieme finito di oggetti

La *ricerca esaustiva* della soluzione è possibile in linea di principio nell'OC, ma quasi sempre *impraticabile*

Cosa studia l'Ottimizzazione Combinatoria

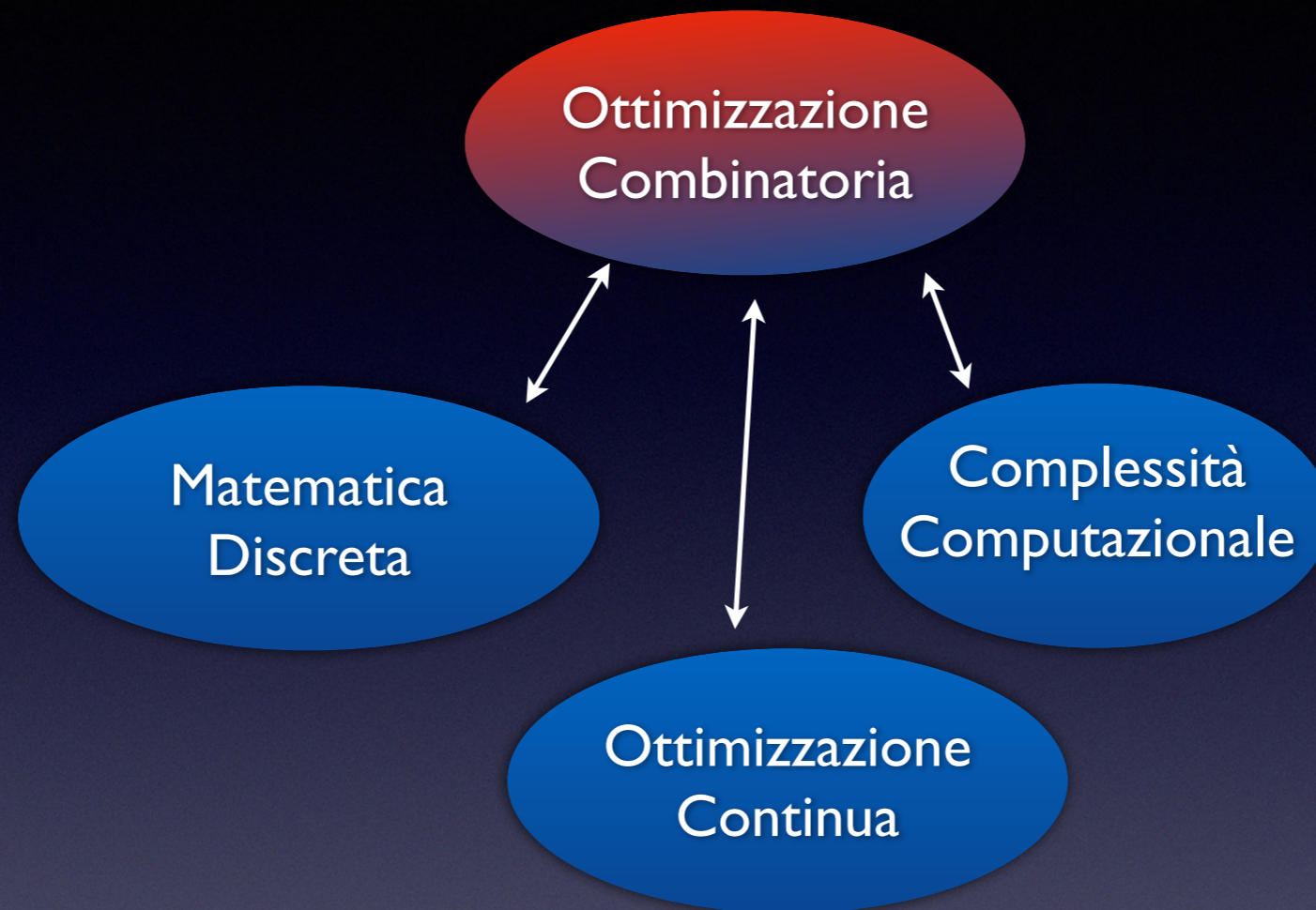
Una *istanza* di un problema di OC è data da:

- un insieme finito F di oggetti *ammissibili* (*soluzioni*)
- una funzione di costo $c : F \rightarrow \mathbb{R}$

Scopo: determinare un elemento di F a costo minimo (*soluzione ottima*).

Un *problema* di OC è dato da una collezione di istanze

OC e altre discipline



- Applicazioni vastissime
- Una *lente* con cui mettere a fuoco concetti generali

L'OC dopo gli alberi

- Formalizzazione del concetto di algoritmo efficiente
- Complessità computazionale di problemi di OC
- Sviluppo di paradigmi algoritmici generali
- Come riconoscere e affrontare i problemi "intrattabili"?

Programma sintetico

1. Problemi di ottimizzazione combinatoria.
2. Fondamenti di analisi degli algoritmi.
3. Algoritmi su grafi.
4. Algoritmi avidi (*greedy*).
5. Divide et impera.
6. Programmazione dinamica.
7. Flussi di rete.
8. Intrattabilità computazionale.