

RICERCA OPERATIVA

Approccio quantitativo alla soluzione di problemi di decisione nell'ambito di sistemi organizzati.

- rappresentazione modello astratto con un *modello matematico* che ne astragga gli aspetti essenziali
- sviluppo di metodi matematici efficienti (*algoritmi risolutivi*) per determinare una soluzione ottima o una sua approssimazione.

Aspetti caratterizzanti della R.O.

Interdisciplinarietà

- uso di tecniche e metodologie mutuuate da diversi settori disciplinari (logica, algebra lineare, statistica, teoria dei sistemi, teoria delle code, teoria dei giochi, etc.)

Visione unitaria di un sistema

- la maggior parte dei sistemi reali coinvolge diversi aspetti di un sistema mutuamente interagenti ed è essenziale l'analisi dell'interazione reciproca.

Un po' di storia

- 1932 (Leontief) Interindustry Input-Output model
- 1939 (Kantorovich)
- 1947 (Dantzig)
-
-
- 2000: centinaia di articoli teorici e applicativi ogni anno su riviste internazionali, introduzione in molte aziende, etc. etc.

Nel 2uemila

L'**informatizzazione** capillare rende disponibili i dati

La tecnologia fornisce la **potenza di calcolo**

La **Ricerca Operativa** ci mette il resto:

modelli matematici sofisticati per la valutazione quantitativa

algoritmi di ottimizzazione per la soluzione dei modelli

algoritmi di simulazione per la verifica delle soluzioni

Gli strumenti principali

La Programmazione Lineare è il principale *mattoncino*

Grafi e ottimizzazione su reti

Programmazione Lineare Intera

Programmazione Nonlineare

Chi è coinvolto !

Tecnici (ingegneri, matematici ecc.): fondamentale la conoscenza della teoria della programmazione lineare e del software esistente per la definizione di algoritmi efficienti e corretti

Manager: cruciale sviluppare capacità di astrazione e di modellizzazione per la valutazione delle decisioni

Perché un modello matematico ?

- obbligo ad un **analisi** per cogliere gli aspetti essenziali e significativi di un problema
- **deduzione analitica** di proprietà strutturali altrimenti non evidenti
- possibilità di **soluzione** quando le possibili scelte sono ‘molte’ e quindi l’elenco esaustivo è impossibile in pratica
- possibilità di **simulare** la soluzione ottenuta e quindi di valutare “fuori linea” l’effetto delle scelte

Qualche esempio “famoso”

- Il problema della dieta
- Allocazione ottima
- Dimensionamento reti di comunicazione
- Definizione turni personale
- Gestione ottima della produzione e delle scorte
- Gestione ottima di un progetto
- Pianificazione finanziaria

La dieta (miscelazione)

Si vogliono ~~scegliere~~ ^{componenti} gli ~~alimenti~~ ^{miscela} di una ~~dieta~~ possibilmente
^{proprietà qualitative}
~~variata~~ che garantisca un giusto ~~contenuto nutrizionale~~ e
consenta di ~~ottimizzare~~ un criterio di misura di “performance”
(costo, guadagno, contenuto in grassi, proteine, zuccheri etc.
etc.)

Problemi di sfrido

(taglio ottimo)

Si devono tagliare moduli di dimensione standard per ottenere moduli di dimensioni minori a seconda della necessità, minimizzando lo “spreco” (sfrido).

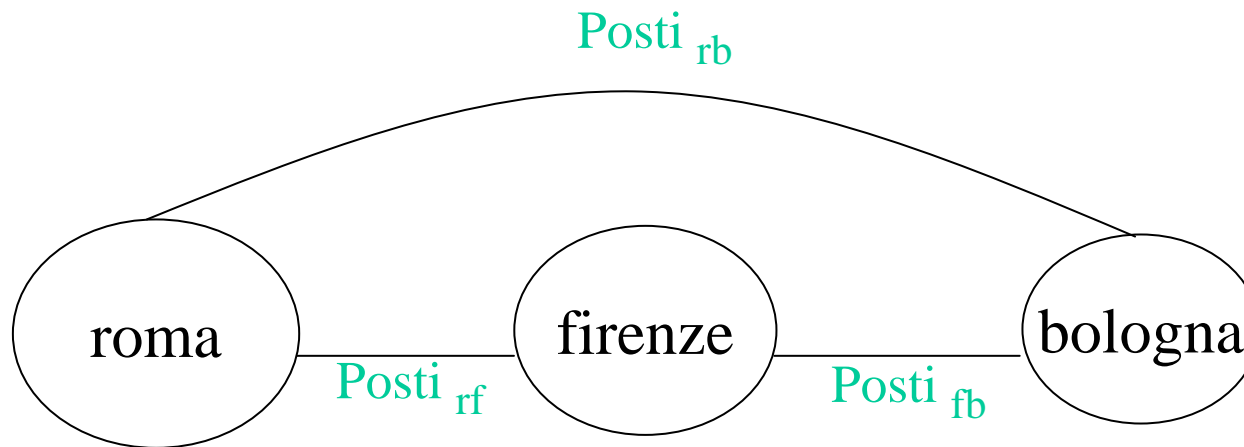
- Esempi:
- Falegnameria
 - Cartaria
 -
 -
 - il travertino romano ????

Gestione ottima delle risorse

(Revenue Management (RM))

Sistema di prenotazioni (aereo, ferroviario, alberghiero, ecc.)

caso ferroviario: data la rete ferroviaria e le tariffe decidere se vendere un posto ad una certa tariffa valutando la possibilità di poterlo vendere in un secondo momento ottenendo un guadagno più alto.



Caso aereo: rotte non sono assegnato, lo stesso posto fisico può essere venduto a tariffe diverse a seconda di quando è acquistato

In tutti i casi:

Previsione della domanda: analisi di serie storiche e dati statistici che consentono di prevedere la domanda per una data rotta in un dato periodo.

Costruzione di un modello: insieme al sistema di prenotazione, deve consentire di decidere 'se', 'quanto' e 'come' vendere (spesso in tempo reale)

Overbooking: compagnie accettano prenotazioni per un numero di passeggeri superiore rispetto al numero di posti disponibile. Necessità di bilanciare il guadagno derivante dal riempire l'aereo contro il costo di lasciare a terra un passeggero.

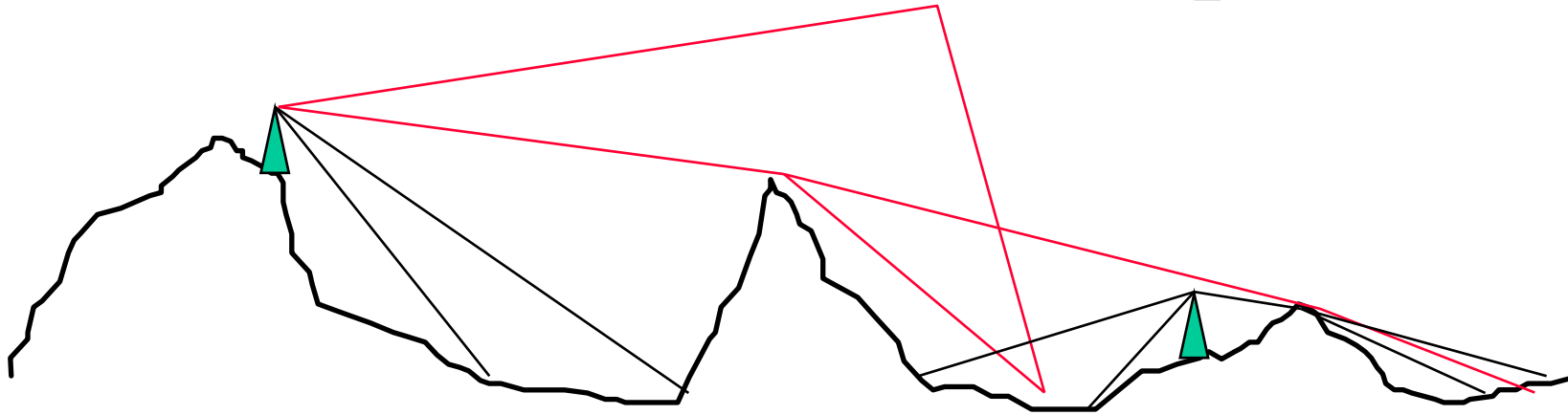
Assegnazione di posti a prezzo ridotto: quanti posti a tariffa ridotta devono/possono essere assegnati a ciascun volo così da riempire l'aereo e da minimizzare la perdita dovuta alla possibilità di vendere lo stesso posto a tariffa piena ?

Gestione del traffico attraverso città "hub": molti passeggeri fanno solo scalo nella città "hub" e poi continuano il tragitto. Il guadagno complessivo è quindi ottenuto tenuto conto di tutte le possibili destinazioni.

Problema di localizzazione

Pianificazione territoriale di reti di servizio il cui obiettivo è la localizzazione di **centri di servizio** (impianti di produzione, centri di distribuzione, sportelli bancari, postali) che devono **soddisfare** una **domanda sparsa** sul territorio (negozi, singoli clienti etc.) **ottimizzando** un qualche **indice di qualità** (costi di produzione, stoccaggio, trasporto oppure costi “passivi” tipo mancati interessi dovuti al ritardo nel versamento di assegni fuori piazza etc. etc.)

Pianificazione di frequenze



Rete di trasmettitori localizzati sul territorio

- Diffusione Radio Televisiva
- Telefonia cellulare

Scopo: assegnare il minor numero di frequenze che consenta di coprire il territorio tenendo conto degli effetti di interferenza oppure minimizzare l'interferenza a frequenze assegnate

Problemi di distribuzione

Ottimizzare l'uso di veicoli a capacità limitata il cui servizio si articola in un insieme di fermate per prelevare/consegnare merci o persone.

Obiettivo: Minimizzare i costi di trasporto

- distanze percorse
- consumo carburante

Minimizzare i veicoli utilizzati

Aumento gradimento cliente

- maggior tempestività
- maggior confort

Gestione ottima di progetti

Un **progetto** è definito da un certo numero di **attività** tra cui sussistono delle **relazioni di precedenza**

Ogni attività è caratterizzata da

un **tempo di esecuzione**

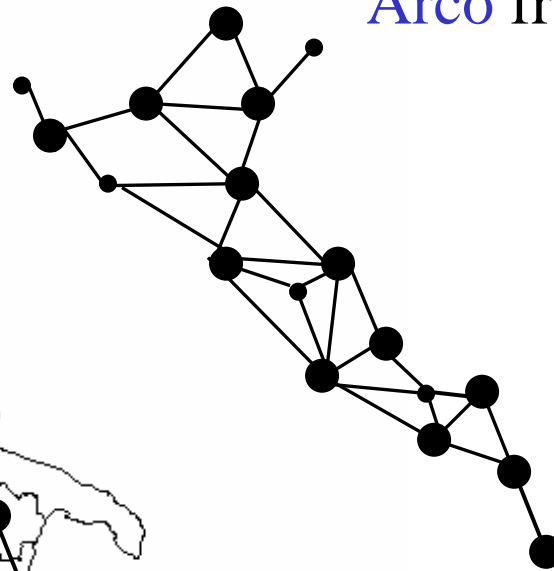
un **costo di esecuzione** lineare nel tempo

Obiettivo: Controllare i tempi di esecuzione in modo da garantire il **completamento entro un tempo assegnato** individuando eventuali attività **critiche** che consentono di **ridurre** eventualmente anche **i costi**

Grafi !

Associo un **nodo** a ogni area

Arco fra due aree adiacenti



Estraggo il grafo (topologia)

Lavoro sul grafo

Pianificazione degli investimenti

È dato un insieme di progetti di **investimento alternativi** da realizzare entro un **orizzonte temporale T** ed un **budget limitato**

Ciascun investimento è caratterizzato da:

Flusso di cassa (cash flow) sull'orizzonte temporale T

Indice di redditività

Lo scopo è scegliere quali progetti attivare in modo da **massimizzare la redditività**

Ma algoritmo che vuol dire ?

Un insieme di **istruzioni elementari** che eseguite (su calcolatore) consentono di determinare la soluzione di un problema in un tempo finito

Il più famoso nella RO è il **metodo del simplesso** che consente di determinare la soluzione ottima di un problema di programmazione lineare ed è usato anche per trovare soluzioni sub-ottime in problemi più difficili (PLI ad esempio)

Altri: **Branch&bound**
algoritmi genetici

Riassumendo

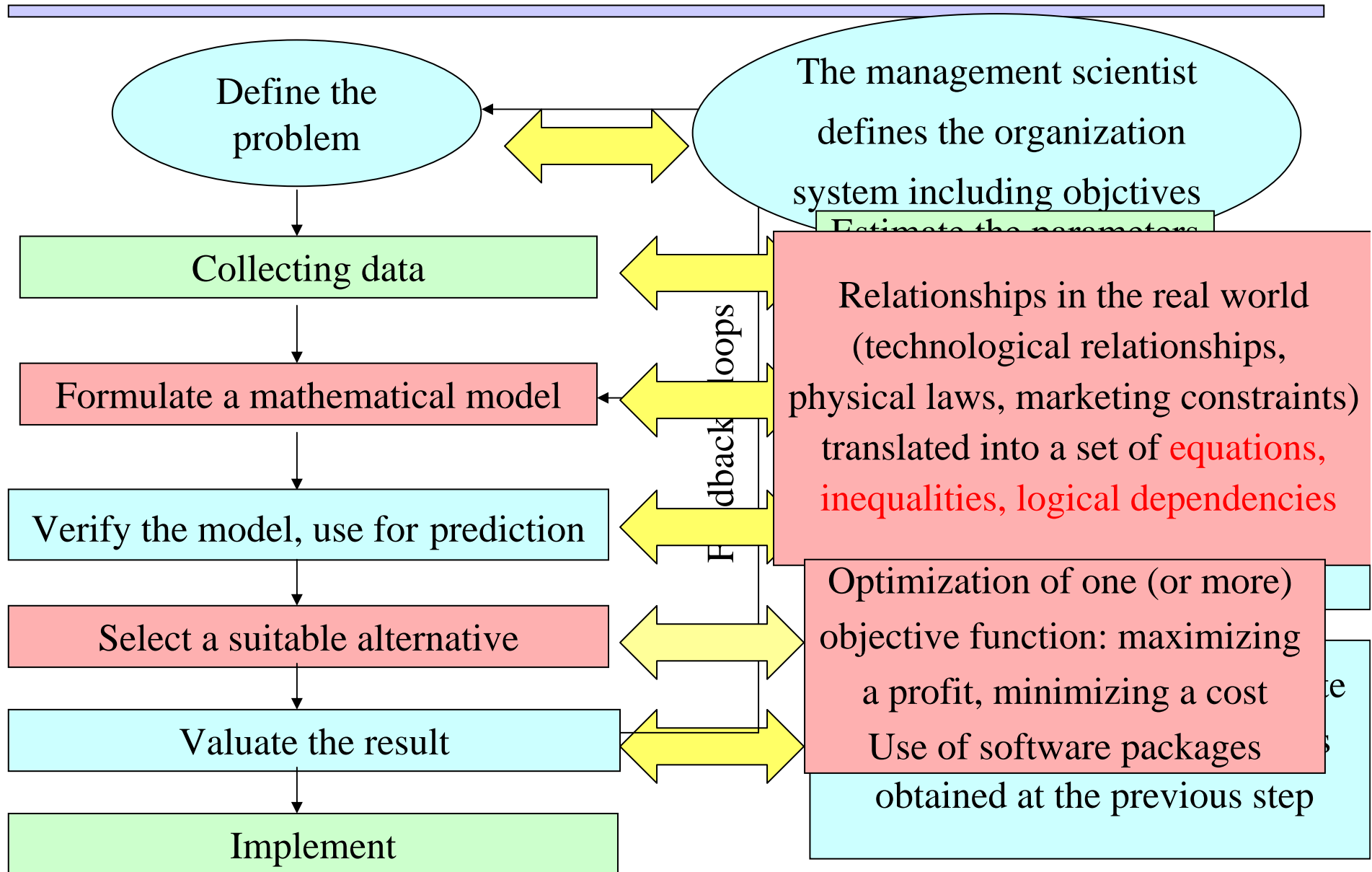
Per definire **un modello** si devono

Individuare le **variabili di decisione**

Scrivere analiticamente lo/gli **obiettivi**

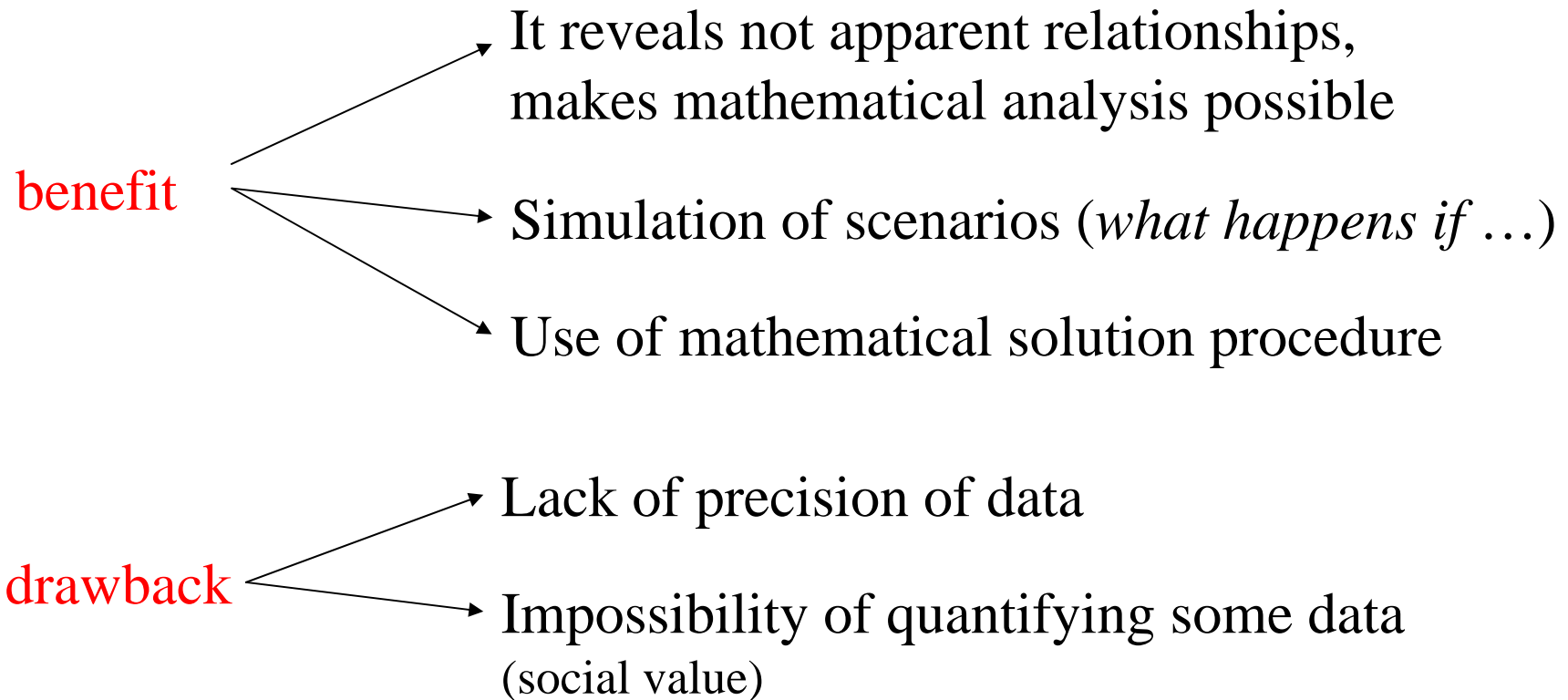
Scrivere analiticamente i **vincoli**

Modelling process



Mathematical models

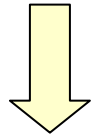
Mathematical model: representation of a real problem in terms of mathematical expressions.



Optimization models

Optimization models plays a fundamental role in **mathematical programming**

mathematical programming



“planning”

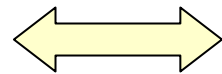
Different from **computer programming**

Optimization model

Involve *maximize* something
or *minimize* something, choosing
among different alternatives

Optimization model: formal definition

Set of possible
alternatives

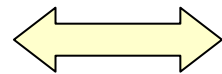


Feasible solutions x stays
in a set F

finite

infinite

One
optimization
criterion



$f: F \rightarrow \mathbb{R}$ **objective** function

$$\min_{x \in F} f(x)$$

or

$$\max_{x \in F} f(x)$$

An easy example

Definition of the problem

Which is the **shortest path** to go **from** place **A to** place **B** ?

Feasible solutions

$F = \{ \mathbf{x} = \text{all possible paths from A to B} \}$

Objective function

Minimize the length f of the path

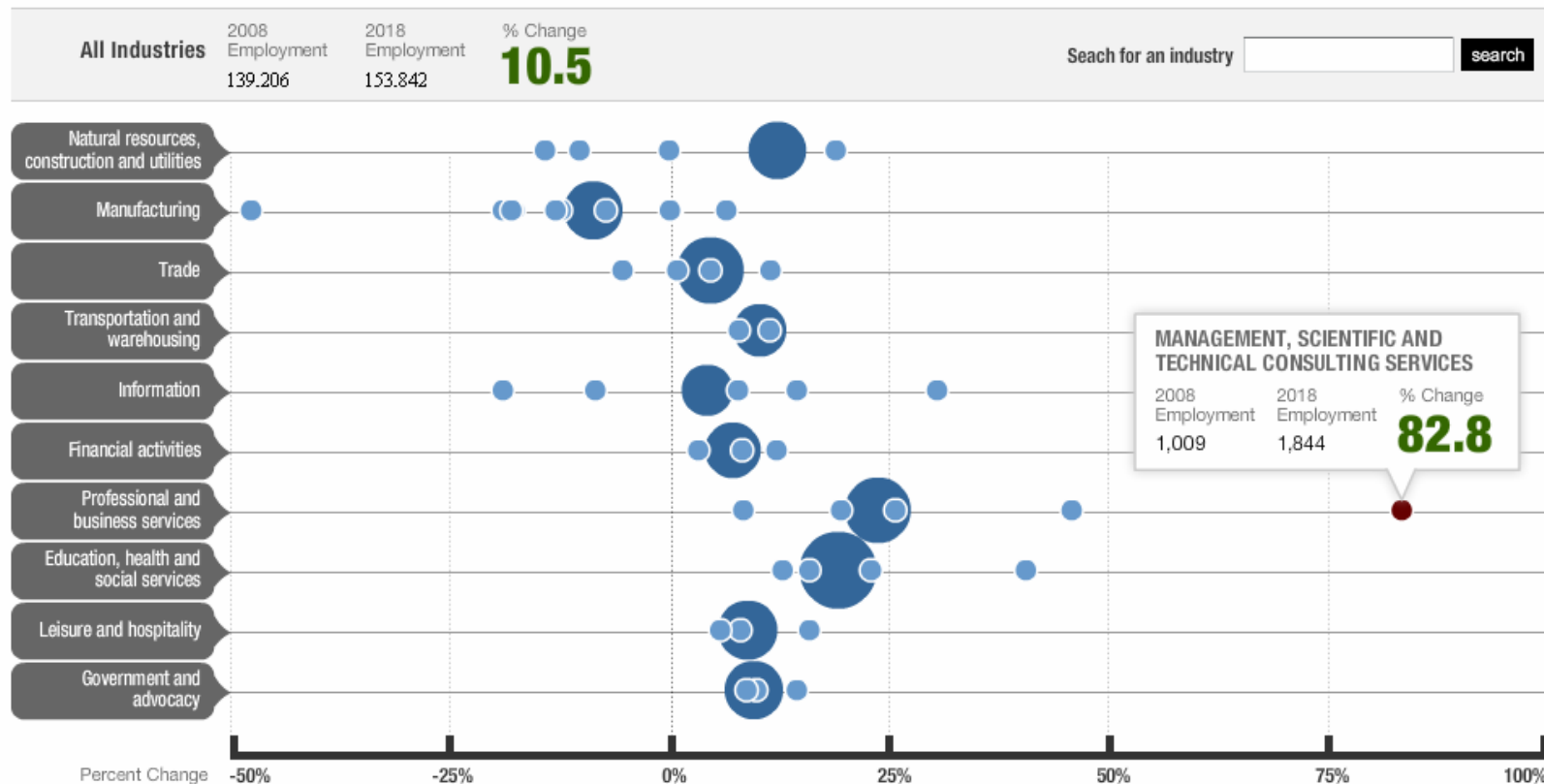
Bureau of Labour Statistics del ministero del lavoro US (<http://www.bls.gov/>)

<http://www.npr.org/templates/story/story.php?storyId=121875404>

Employment Future: The Decade Ahead In Jobs

Roll over the circles for each industry below to compare 2008 employment levels with those projected for 2018. The largest circles represent major employment sectors.

(Employment numbers are in thousands.)

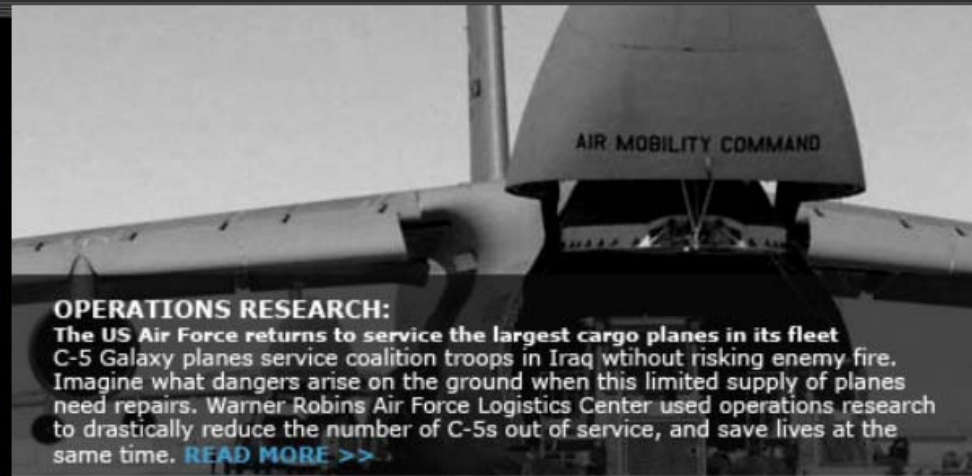


OPERATIONS RESEARCH: THE SCIENCE OF BETTER®

TIME-STARVED EXECUTIVES ARE MAKING BOLDER DECISIONS WITH LESS RISK AND BETTER OUTCOMES. THEIR SECRET: OPERATIONS RESEARCH.

WHAT'S YOUR TOUGHEST, MOST COMPLEX PROBLEM?
TESTING STRATEGIES

[START HERE >>](#)



OPERATIONS RESEARCH:

The US Air Force returns to service the largest cargo planes in its fleet
C-5 Galaxy planes service coalition troops in Iraq without risking enemy fire. Imagine what dangers arise on the ground when this limited supply of planes need repairs. Warner Robins Air Force Logistics Center used operations research to drastically reduce the number of C-5s out of service, and save lives at the same time. [READ MORE >>](#)

[MORE O.R. SUCCESS STORIES](#)

Industry

Function

Benefit

[WHAT O.R. IS >>](#)

[WHAT IT CAN DO FOR YOU >>](#)

[HOW TO START USING IT >>](#)

[2010 EDELMAN AWARDS >>](#)

[LEADERSHIP IN O.R.](#)

READY?
[FIND AN O.R. PROFESSIONAL >>](#)



NEW! INFORMS
SCIENCE OF BETTER
PODCAST

READ
Analytics
DRIVING BETTER BUSINESS DECISIONS

How OR
Drives Success
at P&G on



informs

News Feed

- 21.Oct.2010 — [On the move: Michael Bedwell, Key Language School](#) Kyiv Post
- 21.Oct.2010 — [Added Value, but a Drop Expected Next](#) Recycling Today
- 21.Oct.2010 — [Gambia: First National Conference On Research for Health Held](#) AllAfrica.com
- 21.Oct.2010 — [Experiments Find Bias in Way Analysts View Firms Led by Black Graduates of ...](#) NewDesignWorld (press release)
- 21.Oct.2010 — [Sonalysts wins \\$17M Navy work](#) TheDay.com

[Read More News](#)



E' UN LIBRO DI RICERCA OPERATIVA ...
DA QUELLO CHE NE CAPISCO,
SEMBRA OTTIMO ...



NESSUN LIBRO DI RICERCA
OPERATIVA PUO' ESSERE TANTO
BUONO SE UNO CI CAPISCE
QUALCOSA!