

# Ottimizzazione Combinatoria: Decisioni

I problemi di decisione sono molto diffusi e possono essere di molte diverse tipologie, però hanno tutti qualcosa in comune:

**occorre scegliere tra un insieme di alternative, di norma ben distinte e non mescolabili ...**

Esempi:

$S = \text{insieme delle possibili alternative}$

Scelta del **modo di trasportare qualcosa**:

$$S = \{ \text{Nave + Treno, Camion, Aereo+Treno} \}$$

Scelta del **periodo di produzione**:

$$S = \{ \text{Gennaio, Febbraio+Marzo, Marzo+Aprile, Luglio+Agosto} \}$$

Scelta del **percorso più breve da**  $s$  **a**  $t$  :

$$S = \{ \text{percorsi da } s \text{ a } t \}$$

Scelta della **ditta a cui affidare un lavoro** :

$$S = \{ \text{ditte disponibili} \}$$

# Ottimizzazione Combinatoria: Obiettivo

... e abbiamo un criterio quantitativo per scegliere

$$f(x) : S \rightarrow \mathbf{R} = \text{funzione obiettivo}$$

normalmente la funzione più semplice che rappresenti bene il nostro criterio

**Esempio:**

Scelta **in base al costo**

$$S = \{ \text{Nave} + \text{Treno}, \text{Camion}, \text{Aereo} + \text{Treno} \}$$

$$f(\text{Nave} + \text{Treno}) = 150.000 \text{ €}$$

$$f(\text{Camion}) = 121.000 \text{ €}$$

$$f(\text{Aereo} + \text{Treno}) = 180.000 \text{ €}$$

# Modello di Ottimizzazione

**Modello Decisionale** =  $\min \{ f(x) : x \in S \}$

**Variabili di decisione:**  $x$  (*rappresenta ciò che devo decidere*)

**Soluzione ottima:**  $x^*: f(x^*) \leq f(x)$  per ogni  $x \in S$

**Soluzione ammissibile:** ogni  $x \in S$

$$f(x^*) = \min \{ f(x) : x \in S \}$$

$$x^* = \operatorname{argmin} \{ f(x) : x \in S \}$$

Esempio:

Scelta del modo di trasportare qualcosa:

$$S = \{ \text{Nave+Treno}, \text{Camion}, \text{Aereo+Treno} \}$$

$$f(\text{Nave+Treno}) = 150.000 \text{ €}$$

$$f(\text{Camion}) = 121.000 \text{ €}$$

$$f(\text{Aereo+Treno}) = 180.000 \text{ €}$$

$$f(x^*) = 121.000$$

$$x^* = \text{Camion}$$

# Assumiamo Numero Finito di Soluzioni ammissibili

**Problema di Decisione** =  $\min \{ f(x) : x \in S \}$

con  $1 < |S| < \infty$

Cioè l'insieme delle soluzioni ammissibili *ha cardinalità finita*



L'**ottimo**  $x^*$  esiste e può essere individuato con una **enumerazione completa** di  $S$

$|S| < \infty$  è una *ipotesi restrittiva* ?

*Le componenti di ogni aspetto di un problema di decisione possono assumere un insieme finito di valori e dunque abbiamo sempre un insieme finito di soluzioni*

# Come risolvere?

- Vediamo un esempio dovuto a **George Dantzig** (1914-2005), uno di fondatori della Ricerca Operativa, in particolare della programmazione lineare, e inventore del metodo del simplesso

**Abbiamo una azienda con 70 persone e 70 lavori da fare**

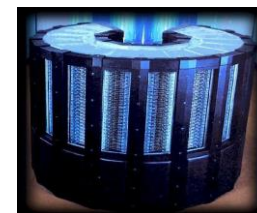
- Vogliamo **assegnare** i lavori alle persone in modo che ognuno ne faccia uno, ed abbiamo una valutazione  $c(p, l)$  di quanto è conveniente ogni possibile assegnamento persona  $p$  a lavoro  $l$
- Vogliamo la soluzione che ed es. massimizzi la somma delle convenienze degli assegnamenti fatti, cioè scegliere una soluzione tra tutte le **permutazioni** di 70 elementi
- Sono **70! ~ 10<sup>100</sup>**

**Se proviamo a valutare tutte le 70! possiamo risolvere?**

- In teoria il ragionamento sembra funzionare. Ma in **pratica**? Vediamo cosa ha stimato Dantzig riguardo alla soluzione di questo problema per enumerazione completa

# Come risolvere?

- Proviamo con un **computer** capace di lavorare a 1MHz (ora obsoleto, all'epoca dell'esempio futuristico)
- Dopo diversi giorni di calcolo non ha finito e lo stoppiamo...
- Allora immaginiamo di dargli **più tempo**: diciamo che lo abbiamo fatto partire al momento della nascita dell'universo (big bang). Ad oggi avrebbe finito? La risposta è no!
- Allora prendiamo un computer **più veloce**: un supercomputer a 1Thz (forse ancora non esiste, ma prima o poi...)
- Immaginiamo di averlo fatto partire al momento del big bang. Ad oggi avrebbe finito? La risposta è ancora no!
- Allora di computer ne prendiamo tanti che lavorano **in parallelo**: tappezziamo le terra di computer di questo tipo che lavorano dal momento del big bang. Ad oggi avrebbe finito? La risposta è ancora no!



**Servono  $10^{40}$  terre così equipaggiate per risolvere enumerando!**

# Come risolvere?

---

- Eppure problemi con 70 persone e 70 lavori si risolvono facilmente
- Come? Servono **i modelli e gli algoritmi giusti** ...
- La scelta del modello e dell'algoritmo spesso determina enormi differenze nell'uso delle risorse di calcolo, e quindi nei tempi di soluzione
- Modelli e algoritmi che pure sono teoricamente corretti possono essere estremamente inefficienti in pratica ...

## 1. Il contesto di riferimento

- La caratteristica peculiare di qualsiasi attività di pianificazione e gestione è la necessità di dover prendere delle decisioni con responsabilità e rischi sempre maggiori.
  - Ciò è dovuto alla crescente complessità del contesto tecnico-organizzativo-economico-sociale in cui gli attori coinvolti devono operare ed alle conseguenze sempre più critiche di valutazioni o decisioni errate a causa dell'insieme sempre più esteso di fattori da tenere sotto controllo.
  - I responsabili della gestione di una organizzazione complessa sono chiamati ad un confronto quotidiano con piccoli e grandi problemi di fronte ai quali si richiede di prendere delle decisioni.
  - Spesso numerosi problemi decisionali sono caratterizzati da un'elevata numerosità di possibili alternative e dalla complessità delle relazioni che legano i diversi fattori coinvolti nel processo decisionale.
- 
- ✓ In situazioni di questo tipo, il compito del decisore (o più decisori) può risultare molto arduo.
  - ✓ Può essere pertanto molto utile far ricorso a metodi e modelli quantitativi che forniscano ulteriori informazioni di supporto al decisore, grazie anche agli strumenti informatici.
  - ✓ In tale situazione si sono sviluppate progressivamente tecniche e metodologie di supporto alle attività del decisore per poterlo aiutare nella fase decisionale.
  - ✓ L'utilità di questi strumenti sta nel fatto che essi consentono di prendere decisioni in tempi molto brevi e riducendo al minimo i margini di incertezza e di rischio.



## 2. Attività

In una organizzazione complessa si possono distinguere tre tipi di attività:

### 1. ATTIVITÀ STRATEGICHE

Sono compiti del livello alto dell'organizzazione e concernono la "pianificazione strategica" ossia il processo decisionale che riguarda gli obiettivi dell'organizzazione, il loro cambiamento, le risorse da acquisire e le politiche da attuare.

### 2. ATTIVITÀ TATTICHE

Riguardano l'amministrazione corrente dell'organizzazione e coinvolgono i livelli alti e intermedi i quali devono utilizzare le risorse disponibili nel modo più efficiente ed efficace per il raggiungimento degli obiettivi dell'organizzazione. Tra queste attività, spesso chiamate di programmazione e controllo, rientrano la definizione dei budget, il controllo di gestione, le decisioni sui progetti in corso, le scelte sugli investimenti correnti, l'impiego ottimale delle risorse produttive, la programmazione della produzione.

### 3. ATTIVITÀ OPERATIVE

Riguardano i compiti e le mansioni che permettono l'attività di "business" dell'organizzazione:

Acquisizione degli ordini, fatturazione delle merci, la produzione, la gestione dei magazzini, la schedulazione delle attività produttive.

Si tratta quindi di attività esecutive e non di pianificazione.

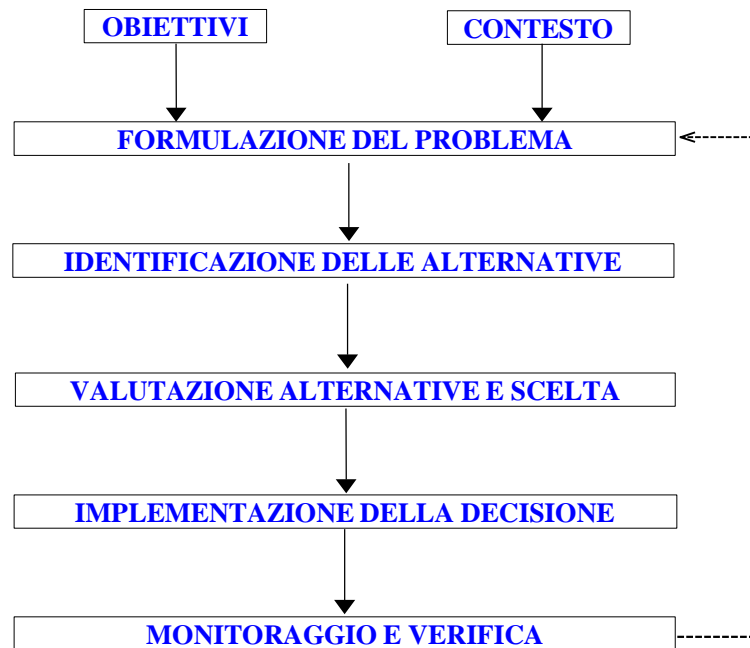
## 2. Attività

(continua)

- Le differenze tra le varie attività influenzano pesantemente le caratteristiche dei sistemi che le gestiscono.
  - La pianificazione strategica si basa essenzialmente su informazioni esterne (analisi di mercato, sviluppi tecnologici, stime dei costi, ...).
  - La programmazione e controllo richiede che i dati dell'organizzazione siano omogenei e congruenti.
  - Le attività operative richiedono informazioni esatte in tempo reale in quanto si riferiscono ad eventi dell'organizzazione che vengono seguiti nel momento in cui si verificano.
  - La conclusione è che le diverse classi di attività richiedono supporti informativi diversi fra loro.
- Orizzonti temporali di riferimento:
  - Anni      attività strategiche
  - Mesi      attività tattiche
  - Giorni     attività operative

### 3. Il processo decisionale

Il modello che viene spesso usato per rappresentare il processo decisionale è quello a razionalità limitata rappresentato in figura:



### 3. Il processo decisionale

(continua)

- **OBIETTIVI E CONTESTO**

Si tratta di una fase preliminare in cui si individuano gli obiettivi e i vincoli interni ed esterni al processo decisionale.

- **FORMULAZIONE DEL PROBLEMA**

In questa fase il decisore deve circoscrivere e formulare il problema che deve essere affrontato. In particolare l'analisi dell'ambiente di riferimento, dei dati e delle informazioni disponibili deve consentirgli di percepire tempestivamente la necessità di un suo intervento e di definire chiaramente le decisioni da prendere.

- **IDENTIFICAZIONE DELLE ALTERNATIVE**

In questa fase il decisore deve sviluppare piani di azione alternativi. In questo oltre ad utilizzare la sua esperienza e competenza può avvalersi anche delle tecnologie dell'intelligenza artificiale.

- **VALUTAZIONE ALTERNATIVE E SCELTA**

In questa fase il decisore definisce un insieme di indicatori di prestazione globali coerenti con le priorità strategiche dell'organizzazione (costi, livello di servizio, affidabilità, ecc.) e valuta rispetto ad essi le conseguenze dei potenziali piani di azione.

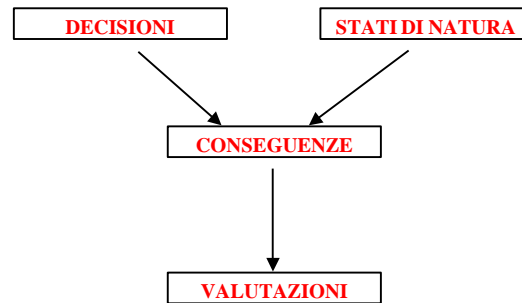
- **IMPLEMENTAZIONE DELLA DECISIONE, MONITORAGGIO E VERIFICA**

Queste ultime fasi riguardano l'attuazione della decisione ed il riscontro della prestazione del sistema. Se quest'ultima non è soddisfacente viene attivata un'azione di feed-back per un aggiustamento del piano di azione che porti al livello di prestazione desiderata.

### 3. Il processo decisionale

(continua)

#### Schema generale del processo decisionale



- *Decisioni*: possono provenire da uno o più soggetti.
- *Stati di natura*: per definizione non controllabili dai decisori.
- *Conseguenza*: associata a ogni coppia (decisione, stato di natura).
- *Valutazioni*: associate alle conseguenze attraverso indicatori di performance.

**Osservazione:** nel processo decisionale occorre distinguere tra:

- Decisioni strutturate: decisioni ripetute di routine.
- Decisioni poco (o non) strutturate: decisioni relative a situazioni nuove e complesse con obiettivi multipli spesso in conflitto tra loro.

In corrispondenza si hanno problemi strutturati, semi strutturati, o non strutturati a seconda che tali siano le decisioni delle varie fasi del processo decisionale.

### 3. Il processo decisionale

(continua)

#### Classificazione dei processi decisionali

In base agli elementi presenti nello schema descrittivo di un processo decisionale si può individuare una *prima classificazione* del processo stesso.

In particolare i processi decisionali possono essere classificati in base a diverse dicotomie.

1)

Un solo stato di natura → processi deterministici

Più stati di natura → processi aleatori

Stato di natura con  
distribuzione di probabilità nota → condizioni di  
rischio

Stato di natura con  
distribuz. di probabilità non nota → condizioni di  
incertezza

### 3. Il processo decisionale (continua)

#### Classificazione dei processi decisionali (segue)

2)

Insieme dello spazio delle  
decisioni finito → processi  
discreti

Insieme dello spazio delle  
decisioni continuo → processi  
continui

3)

Decisioni prese ad un certo  
istante di tempo influenzano  
quelle prese successivamente → processi dinamici

Altrimenti → processi statici

4)

Un solo obiettivo → processi monocriterio

Più obiettivi → processi multicriterio

### 3. Il processo decisionale (continua)

#### Classificazione dei processi decisionali (segue)

5)

Un solo decisore  $\longrightarrow$  processi singolo-decisore

Più decisori  $\longrightarrow$  processi multi-decisore

Complessivamente 5 dicotomie per un totale di  $2^5 = 32$  differenti tipi di processi decisionali

1. Deterministici	Aleatori (rischio o incertezza)
2. Discreti	Continui
3. Statici	Dinamici
4. Monocriterio	Multicriterio
5. Singolo decisore	Multi-decisore





## **Sistemi di Supporto alle Decisioni**

Una possibile definizione:

“Un DSS è un sistema che opera sotto il controllo di uno o più decisori assistendoli nella loro attività decisionale, fornendo un insieme organizzato di strumenti con cui è possibile definire un modello (struttura) ad una parte del problema decisionale, permettendo di migliorare l'efficacia complessiva della decisione.”

Applicazioni nei settori più diversi:

Industria, servizi, finanza, ambiente, trasporti, sanità ...

Strumenti specifici (riferiti ad un particolare contesto, di difficile generalizzazione)



# Sistemi di Supporto alle Decisioni

## *Struttura concettuale di un DSS (Schema)*

### Componenti generali di un DSS

- ❑ Data Management System
  - capacità di conservare, organizzare, recuperare informazioni sulla cui base decidere
- ❑ Model Management System
  - capacità di analizzare informazioni e scenari attraverso modelli quantitativi
- ❑ Knowledge Base System
  - capacità di ragionamento del sistema e di conservazione di regole, euristiche, esiti di situazioni passate
- ❑ User Interface
  - elemento chiave, semplifica la comprensione delle informazioni e ne facilita la valutazione
- ❑ User (Decision Maker)



# Sistemi di Supporto alle Decisioni

## Classificazione di DSS

- **DSS orientati ai Dati**

Forniscono supporto aggregando, integrando ed elaborando dati

- **DSS orientati ai Modelli**

Si basano su una rappresentazione ed uso della conoscenza del dominio di riferimento

- **DSS di natura Logica**

Si basano su regole logiche che portano ad identificare la scelta più opportuna