

Introduzione alla Ricerca Operativa

Docente: Valeria Leggieri

Cos'è la Ricerca Operativa

Il termine **Ricerca Operativa (RO)** risale alla fine degli anni '30 e deriva dal termine 'Operational Research' o 'Operations Research'.

La RO è una disciplina che tratta dello sviluppo e dell'applicazione di metodi scientifici per la soluzione di **problemi di decisione**.

Utilizzando **strumenti matematici** si prendono **decisioni** per **gestire** nel modo più **efficiente** un sistema reale

Un altro termine per RO è **Management Science**:

- 'management' → gestione
- 'science' → carattere rigoroso

Le origini

- La RO nasce durante la Seconda Guerra Mondiale:
come distribuire in modo efficace risorse limitate alle diverse operazioni in corso?

Esempi:

posizionamento di radar e batterie contraeree,
gestione dei trasferimenti dei convogli, logistica...

- Nel dopoguerra, il boom economico porta l'industria a fronteggiare problemi di gestione sempre più complessi. L'uso della RO è dovuto:
 - I Rapidi progressi teorici → **Metodo del semplice**
 - II Rivoluzione tecnologica → Diffusione dei computer e di efficienti pacchetti software per RO.

Problemi decisionali

- **Finanza** Scelta di investimenti
- **Produzione**
 - ▶ Dimensionamento (di impianti, di personale, lotti di prod.)
 - ▶ Attribuzione di compiti al personale
 - ▶ Sequenziamento di lavorazioni
- **Logistica**
 - ▶ Gestione delle scorte
 - ▶ Localizzazione nel territorio (magazzini, impianti,...)
- **Distribuzione** Instradamento dei veicoli per la distribuzione
- **Gestione**
 - ▶ Pianificazione di lavori e di progetti
 - ▶ Turnistica del personale

Problemi decisionali

- **Finanza** Scelta di investimenti
- **Produzione**
 - ▶ Dimensionamento (di impianti, di personale, lotti di prod.)
 - ▶ Attribuzione di compiti al personale
 - ▶ Sequenziamento di lavorazioni
- **Logistica**
 - ▶ Gestione delle scorte
 - ▶ Localizzazione nel territorio (magazzini, impianti,...)
- **Distribuzione** Instradamento dei veicoli per la distribuzione
- **Gestione**
 - ▶ Pianificazione di lavori e di progetti
 - ▶ Turnistica del personale

Problemi decisionali

- **Finanza** Scelta di investimenti
- **Produzione**
 - ▶ Dimensionamento (di impianti, di personale, lotti di prod.)
 - ▶ Attribuzione di compiti al personale
 - ▶ Sequenziamento di lavorazioni
- **Logistica**
 - ▶ Gestione delle scorte
 - ▶ Localizzazione nel territorio (magazzini, impianti,...)
- **Distribuzione** Instradamento dei veicoli per la distribuzione
- **Gestione**
 - ▶ Pianificazione di lavori e di progetti
 - ▶ Turnistica del personale

Problemi decisionali

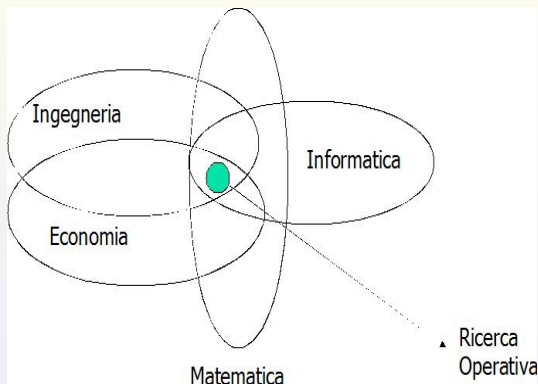
- **Finanza** Scelta di investimenti
- **Produzione**
 - ▶ Dimensionamento (di impianti, di personale, lotti di prod.)
 - ▶ Attribuzione di compiti al personale
 - ▶ Sequenziamento di lavorazioni
- **Logistica**
 - ▶ Gestione delle scorte
 - ▶ Localizzazione nel territorio (magazzini, impianti,...)
- **Distribuzione** Instradamento dei veicoli per la distribuzione
- **Gestione**
 - ▶ Pianificazione di lavori e di progetti
 - ▶ Turnistica del personale

Problemi decisionali

- **Finanza** Scelta di investimenti
- **Produzione**
 - ▶ Dimensionamento (di impianti, di personale, lotti di prod.)
 - ▶ Attribuzione di compiti al personale
 - ▶ Sequenziamento di lavorazioni
- **Logistica**
 - ▶ Gestione delle scorte
 - ▶ Localizzazione nel territorio (magazzini, impianti,...)
- **Distribuzione** Instradamento dei veicoli per la distribuzione
- **Gestione**
 - ▶ Pianificazione di lavori e di progetti
 - ▶ Turnistica del personale

La RO è interdisciplinare

Problema → Modello matematico → Algoritmo risolutivo



Scopo: Rendere efficienti le decisioni, trovando

- una/la **soluzione ottima**
- una **soluzione ammissibile** che sia "buona"

Sviluppi in Italia

La RO è poco conosciuta e sviluppata in Italia e non solo...

- nelle amministrazioni pubbliche
- nelle PMI
- per la gente comune

Molti si preoccupano di **informatizzare** pochi di **ottimizzare**

Ampi spazi da riempire...

Le fasi di uno studio di RO

- Definizione del problema e raccolta dati
- Formulazione del modello matematico
- Sviluppo di procedure/algoritmi per risolvere il modello
- Test di validazione del modello
- Sistema di supporto all'applicazione del modello
- Implementazione del modello

Definizione del problema e raccolta dati

Studiare il sistema determinando

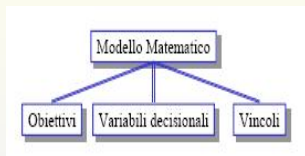
- Obiettivi appropriati
- Limitazioni/Vincoli
- Relazioni tra oggetti

Acquisire dati **rilevanti**

- Non noti
- Stocastici (migliorare la precisione delle stime)
- Data mining (ricerca dei dati utili tra tutte le informazioni a disposizione)

Formulazione del modello matematico

Un modello matematico deve rappresentare l'essenza del problema



- **Variabili decisionali:** Se ho n decisioni da prendere introduco x_1, x_2, \dots, x_n variabili
- **Funzione Obiettivo:** Il valore delle variabili è determinato dall'obiettivo che guida le decisioni. L'obiettivo è una funzione delle variabili

$$(x_1, x_2, \dots, x_n) \rightarrow f(x_1, x_2, \dots, x_n)$$

Es: $(x_1, x_2, x_3) \rightarrow f(x_1, x_2, x_3) = 3x_1 + x_2^2 - e^{x_3}$

- **Vincoli del problema:** Ogni restrizione ai valori che si possono assegnare alle variabili

Es: $x_1 \geq 0, x_1 + x_2 \leq 10, \dots$

Formulazione del modello matematico

Le costanti del problema (coefficienti e i termini noti) sono i **parametri del problema**

La scelta dei parametri:

- è compiuta nella fase di acquisizione dei dati rilevanti
- è la parte 'critica' del modello
- è spesso una approssimazione/stima dei valori
- potrebbe influenzare la soluzione del problema → Sensitivity analysis

Formulazione del modello matematico

Un modello matematico

- :) descrive il problema in modo conciso
- :) permette di individuare relazioni, proprietà
- :) permette di eseguire simulazioni
- :| è un'astrazione ideale del problema → approssimazioni, assunzioni, ipotesi semplificative
- :(è una rappresentazione valida del problema? → **Validazione del modello**
- :(**precisione** vs **trattabilità**

Sviluppo di procedure/algoritmi per risolvere il modello

Gli algoritmi permettono di individuare:

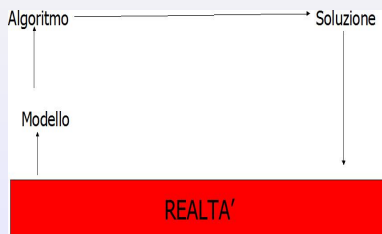
- una soluzione ottima (rispetto al modello scelto) → **approssimazione** della soluzione reale
- soluzioni euristiche → soluzioni **subottime**
- soluzioni metaeuristiche

Analisi postottimale per determinare i **parametri sensibili** i cui valori devono essere **più accurati**

Test di validazione del modello

Lo sviluppo di un complesso modello matematico è simile allo sviluppo di un software.

- La prima versione può contenere dei difetti (errori)
- Fase di verifica per trovare elementi trascurati, approssimazioni scorrette (testing per individuare errori/bugs)
- Modello valido (soddisfacente utilizzo del programma)



Sistema di supporto all'applicazione del modello & Implementazione del modello

- Realizzazione di interfaccia
- Relazioni con committente
- Uso dell'implementazione