

## Ricerca Operativa: la matematica al lavoro

Giovanni Felici

Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica "A. Ruberti"  
Consiglio Direttivo della Associazione Italiana di Ricerca Operativa (AIRO)

La Ricerca Operativa può essere considerata, a prima vista, una disciplina applicativa, nata - e cresciuta - con l'obiettivo di mettere "al lavoro" la matematica su molti dei problemi presenti nelle nostre società organizzate. Il suo ruolo è quello di costruire e risolvere modelli matematici di sistemi complessi per identificare le soluzioni "ottime" rispetto ad una funzione obiettivo. Sarebbe comunque errato confinare la Ricerca Operativa nell'ambito delle scienze applicate: i problemi reali hanno stimolato lo studio di nuovi problemi matematici con una forte caratterizzazione teorica, attirando le energie di molti studiosi e portando ad un ampliamento della conoscenza in diversi settori della matematica.

Incontrare la Ricerca Operativa nella vita di tutti i giorni è più facile di quanto sembra: questa disciplina contribuisce estensivamente al funzionamento del nostro complicatissimo mondo. Tra i diversi settori di applicazione ne consideriamo con maggior dettaglio tre: logistica e trasporti, produzione di beni e servizi, telecomunicazioni.

Tutte le operazioni di distribuzione di merci sul territorio, di localizzazione di depositi, di gestione di flotte di veicoli, possono essere modellate come problemi di ottimizzazione e risolti in modo da garantire l'esecuzione delle operazioni richieste al minimo costo complessivo. Molte aziende private e pubbliche fanno dunque uso corrente di prodotti software che incorporano modelli ed algoritmi sviluppati dagli studiosi di Ricerca Operativa per pianificare le operazioni sia nel medio e lungo periodo, sia nella gestione giornaliera. Il disegno e la manutenzione delle reti di trasporto vengono affrontati impiegando modelli di network design che consentono di identificare i nodi e gli archi della rete più deboli, o i "colli di bottiglia" dove è opportuno intervenire per aumentare la capacità ed il livello di servizio. Le centrali di controllo del traffico di molte medie e grandi città, sia in Italia che all'estero, sono dotate di programmi di ottimizzazione del traffico che combinano le teorie trasportistiche con modelli matematici e relativi algoritmi di soluzione per pianificare il funzionamento dei semafori, il posizionamento dei pannelli a messaggi variabili, la gestione dei sensi unici e degli ampliamenti degli archi della rete. Nel settore dei trasporti troviamo poi moltissime applicazioni che afferiscono ai filoni dell'assegnamento e dello scheduling e del routing: la definizione degli orari di una rete di mezzi pubblici che garantisca la copertura del servizio minimizzando il numero dei mezzi impiegati; la definizione dei turni di lavoro degli autisti in modo che sia garantita l'equidistribuzione del carico di lavoro; la definizione dei percorsi degli automezzi di raccolta dei rifiuti che tocchi tutti i punti di raccolta nella distanza minima complessiva. Molto rilevante la presenza nel settore del traffico aereo, dove i metodi di ottimizzazione matematica possono essere fruttuosamente impiegati per organizzare i complicatissimi turni dei piloti e degli assistenti di volo, per pianificare le sequenze di decollo ed atterraggio, per smistare i bagagli negli hub, per programmare la manutenzione degli aereomobili.

Anche i processi di produzione di beni e servizi si prestano all'impiego delle tecniche di ottimizzazione tipiche della Ricerca Operativa. Modelli per l'assegnazione di risorse ai progetti, per la costituzione di gruppi di lavoro ottimali, per la gestione delle diverse attività che compongono un progetto al fine di garantirne il completamento nel minor tempo possibile, sono usati correntemente in tutti gli strumenti di project management e costituiscono

spesso un fattore cruciale per la competitività di un'impresa. Nella produzione industriale poi, è molto frequente la necessità di impiegare algoritmi, anche progettati ad hoc, per gestire in modo ottimo il percorso delle parti nelle catene di montaggio, o per massimizzare la produttività di macchinari costosi e complessi. Lo stesso avviene per la produzione dei carburanti, dove sofisticati algoritmi di ottimizzazione non lineare stabiliscono come miscelare le diverse componenti per ottenere il prodotto desiderato minimizzando gli sprechi, e nella produzione di energia elettrica, dove la programmazione dell'accensione e dello spegnimento delle centrali può avvenire tramite modelli matematici che garantiscono la massima efficienza operativa.

Di grande interesse, poi, il campo delle telecomunicazioni, dove le rivoluzioni generate da internet e dalla telefonia cellulare sono state possibili anche in virtù della disponibilità di metodi matematici ed algoritmici estremamente potenti. Il web è infatti un enorme grafo la cui connessione richiede l'impiego di tecniche tipiche della nostra disciplina, così come avviene per la progettazione di reti locali, per il dimensionamento dei router e dei link fisici della rete. Analogamente, modelli matematici molto complessi si presentano nella fase di disegno e di gestione di una rete cellulare, dove l'interazione tra le potenze e le frequenze delle antenne che ricevono e trasmettono le nostre conversazioni deve essere pianificata con elevata precisione. Algoritmi basati su tecniche di Ricerca Operativa hanno svolto egregiamente questo importante compito.

L'elenco delle applicazioni potrebbe continuare ancora per molto: la Ricerca Operativa va assumendo ad esempio un ruolo crescente nella biologia computazionale e nella genomica, dove l'analisi delle sequenze genetiche si presta all'impiego di modelli di matematica discreta e combinatoria estremamente interessanti; o nella estrazione di conoscenza da grandi moli di dati (Data Mining), con applicazioni nella ricerca di informazioni su web, nella previsione di serie storiche economiche e finanziarie, nel marketing e nella gestione di grandi gruppi di utenti e clienti.

Ciò che caratterizza fortemente lo studio e l'impiego delle tecniche della Ricerca Operativa è comunque una forte dinamicità: è infatti una disciplina che si sviluppa dalla interazione tra i problemi reali e la loro soluzione matematica. Ma la realtà, in continua evoluzione, ci propone problemi sempre nuovi, per i quali la ricerca deve proporre modelli e soluzioni adeguati.

PER LA PARTE "GENERALE":

Link e siti utili

[www.airo.org](http://www.airo.org), Associazione Italiana per la Ricerca Operativa

[www.euro-online.org](http://www.euro-online.org), Association of European Operational Research Societies

[www.ifors.org](http://www.ifors.org), International Federation Of Operational Research Societies.

Riflessioni e letture

A. Sassano, Modelli e algoritmi della ricerca operativa, Ed. Franco Angeli (1999).

A. Sforza, Modelli e Metodi della Ricerca Operativa, 458 pp, ESI, Edizioni Scientifiche Italiane, (2002).

La rivista

<http://www.springer.com/sgw/cda/frontpage/0,,5-165-70-1172921-0,00.html>, 4OR - A Quarterly Journal of Operations Research

Convegni e mostre

- Traffic Flow Modeling & Management - A meeting on mathematical problems motivated by traffic, 19-20 Gennaio 2006
- I FIMA International Conference on Human Genomics, 23-27 Gennaio 2006
- APMOD2006 Conference and Workshop, 18-21 Giugno 2006