

# L'incidenza del costo del trasporto

di Emanuele Papini

Dott. Emanuele Papini,  
Business Developer,  
AntOptima SA

95

È possibile gestire processi logistici in tempo reale, gestire le informazioni in tempi brevi, ottimizzare le decisioni, ridurre la percentuale di mezzi che circolano vuoti, ridurre il numero di mezzi circolanti sulle strade con beneficio sulla viabilità. Ecco come l'Information Technology interviene a supporto delle aziende logistiche realizzando sistemi intelligenti in grado di ridurre i costi di trasporto



In occasione del Convegno Ailog sul tema "Il trasporto e la supply chain dei beni di largo consumo", tenutosi a Parma il 13-14 ottobre 2004, si è affrontato il delicato aspetto del futuro del trasporto in Italia e di come questo sia a rischio di paralisi con effetti diretti su tutta la supply chain. I principali problemi emersi durante l'incontro riguardano:

- carenze infrastrutturali
- aumento del flusso di merci di circa il 20%
- elevata polverizzazione: circa 200.000 imprese presenti sul mercato, di cui l'80% con un solo mezzo
- forte terziarizzazione
- 50% dei mezzi circolanti vuoti
- elevati tempi di attesa per lo scarico ai magazzini: in media da 112 a 240 minuti
- nuove normative.

In quest'ambito si è cercato soprattutto di dare delle risposte concrete e operative a queste tematiche ancora insolite. Il coro unanime grida la necessità di innovare con un approccio sistemico, dove tutte le parti in causa contribuiscano in modo sinergico. E così anche l'information technology, da parte sua, ha contribuito a fornire delle risposte precise a questi problemi.

### CI SONO MARGINI PER CONTENERE E RIDURRE I COSTI DI TRASPORTO?

Il problema del trasporto è noto a tutti, ma quello che non è ancora ben chiaro è quale risorsa può essere sfruttata meglio per ridurre i costi. I clienti con i loro ordini di ritiro e consegna della merce, le relative finestre temporali sempre più rigide e vincolanti e le limitazioni degli accessi che si hanno di frequente nei centri urbani, a causa dell'elevata congestione, rappresentano una leva difficile da manovrare. Lo stesso discorso vale per la flotta di mezzi e la rete stradale. Mentre in passato i mezzi circolavano 10-12 ore al giorno, l'introduzione anche in Italia della patente a punti e le limitazioni imposte dalla legge sugli orari di guida degli autisti non consentono alcuno spazio di manovra. Anche la rete stradale con i suoi 3.000 km di autostrada mancante non può dare un contributo significativo, considerando gli anni che occorrono per completarla e migliorarla e la mancanza tutt'ora esistente di valide alternative al trasporto stradale. La soluzione quindi è ottimizzare. Ottimizzare i trasporti significa minimizzare la distanza e il tempo totale percorsi da ciascun mezzo, minimizzare il numero dei mezzi circolanti, massimizzare il riempimento di ogni mezzo, bilanciare il carico della flotta. In altre parole occorre ottimizzare una funzione di costo.

### NUOVI ALGORITMI SCIENTIFICI PER SUPERARE L'APPROCCIO CLASSICO

Per calcolare la soluzione ottima bisogna valutare tutte le possibili combinazioni tra veicoli e clienti e scegliere la migliore. Una recente indagine ha stimato che quando il numero di clienti aumenta, il numero di possibili soluzioni cresce secondo la funzione  $2^n$ . Di conseguenza con 2 clienti avremo 4 possibili soluzioni, con 4 clienti 16 soluzioni e con 128 clienti un numero con 38 zeri (Tabella 1). Oggi questo calcolo viene effettuato dai computer, ma anche una macchina di nuova generazione impiega sempre troppo tempo per calcolare la soluzione ottimale: con 50 clienti meno di 10 secondi, con 56 clienti un'ora, con 62 un giorno, con 70 un anno, con 77 100 anni, con 80 1000 anni.

**TABELLA 1** RAPPORTO CLIENTI - N. SOLUZIONI

CLIENTI	N. SOLUZIONI
2	4
4	16
8	256
16	65.536
32	4.29.E+09
64	1.04.E+19
128	3.40.E+38
256	1.16.E+77
512	1.34.E+154
1.024	1.79.E+308

70 clienti ben un anno e così via (Tabella 2). L'approccio classico dell'informatica permette solamente di gestire i problemi, esamina poche soluzioni, è lento e produce risultati poco efficienti, non è flessibile, non consente una "regia", cioè un coordinamento tra i vari processi e le diverse attività ed è difficilmente integrabile nel processo operativo aziendale.

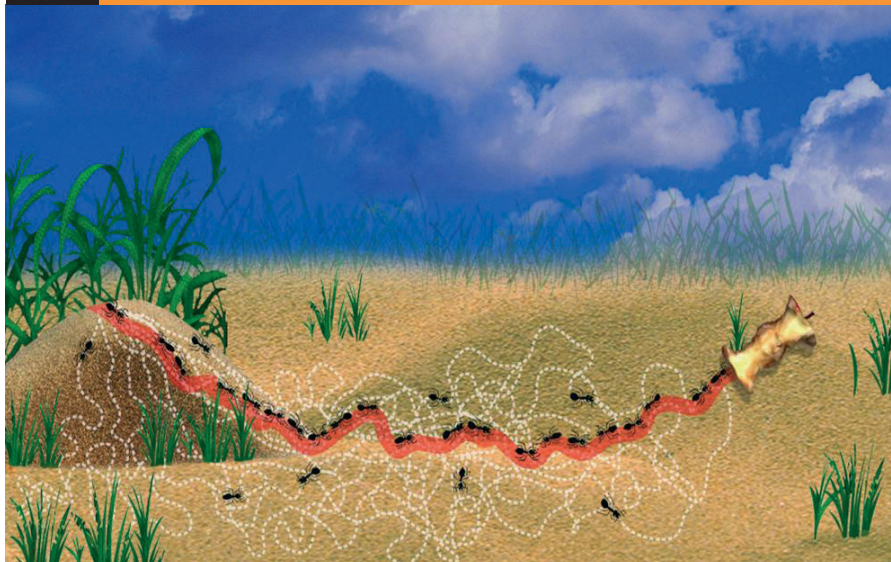
Per questa ragione la ricerca scientifica affronta questa complessità ispirandosi al comportamento dei sistemi naturali. La ricerca scientifica combina idee da diversi campi (biologia, informatica,

ricerca operativa e intelligenza artificiale) e definisce una nuova classe di algoritmi veloci ed efficaci nel calcolo, robusti e flessibili al cambiamento di determinate condizioni, adattivi, intelligenti, che imparano dall'esperienza migliorando continuamente le soluzioni trovate. In definitiva, questi algoritmi ottimizzano, invece di gestire.

### FORMICHE E RICERCA DI CIBO

Abbiamo detto che all'aumentare del numero delle variabili considerate in un problema, il calcolo di una soluzione ottimale diventa sempre più

**FIGURA 1**



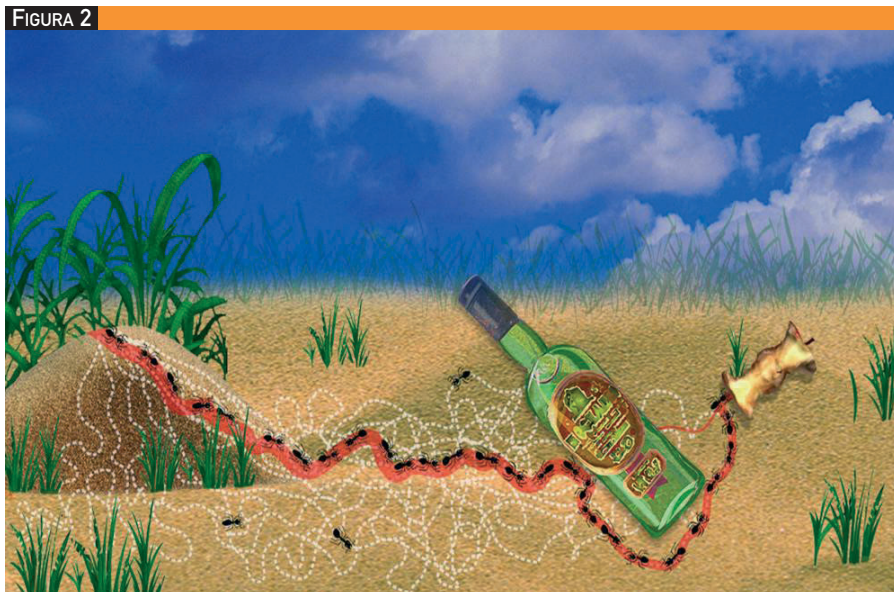
difficile. Questo avviene abitualmente nel mondo reale, dove ogni giorno siamo alle prese con problemi complessi. L'essere umano può dominare solo parzialmente la complessità di questi problemi e anche le macchine sono abbastanza limitate al riguardo. Per nostra fortuna ci vengono in soccorso i metodi euristici o meta-euristici,

**TABELLA 2** TEMPO DI CALCOLO DI UNA MACCHINA

TEMPO DI CALCOLO	CLIENTI	N. DI OPERAZIONI
MENO DI 10 SEC.	50	1.000.000.000.000.000
1 ORA	56	60.000.000.000.000.000
1 GIORNO	62	3.600.000.000.000.000.000
1 ANNO	70	1.281.600.000.000.000.000.000
100 ANNI	77	128.160.000.000.000.000.000.000
1000 ANNI	80	1.281.600.000.000.000.000.000.000



FIGURA 2



delle tecniche che si ispirano al comportamento delle formiche. Dalle ricerche in biologia (Goss, 1989) è emerso che le formiche, quando partono in esplorazione alla ricerca di cibo, si disperdono a ventaglio, esplorando le zone circostanti in maniera casuale. Una volta trovato il cibo, comunicano il proprio percorso alle altre formiche, lasciando sul terreno una sostanza chimica, simile all'alcool, detta feromone. Il feromone è proporzionale alla quantità di cibo trovato e una volta consumato tutto il cibo, evapora, costringendo le formiche a nuove esplorazioni casuali. Le formiche "annusano" il feromone e hanno la tendenza a scegliere il percorso dove la concentrazione è maggiore. In questo modo creano una pista per le compagne, che a ogni passaggio viene rinforzata con altro feromone. Gli itinerari più veloci vengono quindi marcati da una maggiore quantità di questa sostanza, mentre quelli più scomodi vengono abbandonati (Figura 1). Questo sistema ha anche l'enorme vantaggio della flessibilità. Visto che le formiche artificiali esplorano in continuazione percorsi differenti, le scie di feromone permettono di elaborare piani di riserva. Così ogni volta che un collegamento viene interrotto, risulta già disponibile una serie di alternative (Figura 2).

#### DAL FEROMONE AL BIT: ANT COLONY OPTIMIZATION

Questi algoritmi, creati nel 1997, sono stati confrontati su problemi di benchmark con altri Istituti di Ricerca

e Università (1998), dopodiché alcuni Reviewers internazionali ne hanno confermata la validità (1999) attraverso alcune pubblicazioni su importanti riviste specifiche, quali *Nature*, *Journal of Scheduling*, *European Journal of Operational Research*. Successivamente è arrivato un ulteriore riconoscimento a livello mondiale con pubblicazioni su *Harvard Business Review*, *The New York Times*, *Scientific American* e *Der Spiegel*. A questo punto i centri di ricerca hanno sfruttato i medesimi principi per ottimizzare la distribuzione delle merci. Nel computer, le formiche diventano i camion, il cibo la merce da trasportare, il nido il deposito dei mezzi e il feromone rappresenta il percorso ottimizzato. Si è passati così dalla ricerca al mercato, con la nascita di AntRoute, un nuovo sistema rapido ed efficiente basato su questi algoritmi innovativi: Ant Colony Optimization.

#### LA REALTÀ CONCRETA

AntRoute, il cui algoritmo (MACS-VRPTW: Vehicle Routing Problem with Time Windows, 1999) è il migliore conosciuto, in grado di migliorare 16 nuovi risultati, è stato creato dall'Idisia, l'Istituto Dalle Molle di Studi sull'Intelligenza Artificiale. L'Idisia è un istituto di ricerca in informatica avanzata nato in Ticino nel 1988. È composto da circa 30 persone e svolge una duplice attività.

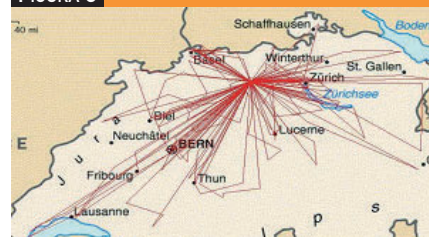
In primo luogo si occupa di ricerca di base, finanziata dal Fondo Nazionale Svizzero, che riguarda ottimizzazione, apprendimento automatico, algoritmi adattivi bio-ispirati e reti neurali

artificiali. Tra le altre cose l'Idisia è stato classificato tra i migliori dieci istituti al mondo sull'intelligenza artificiale, secondo una classifica stilata da Business Week nel 1997. L'ulteriore fase della ricerca consiste nell'applicazione di questi principi al mondo reale, con particolare riferimento all'ottimizzazione nel campo dei trasporti e della produzione, oltre che al data mining. Questa fase ha visto anche la partecipazione di Idisia in progetti di rilevanza internazionale finanziati anche dalla Commissione Europea. Tra questi si ricordano La Spezia per l'ottimizzazione carico-scarico delle navi; Padova, Roma, Ferrara per l'ottimizzazione della distribuzione merci in ambito urbano. Una volta confermata la validità dei modelli nel mondo della ricerca, è nata l'esigenza di verificare questi algoritmi a livello pratico. Parecchie aziende si sono offerte di sperimentare queste nuove tecnologie che stanno rivoluzionando il mondo dell'ottimizzazione nel campo dei trasporti. Per favorire questo processo è stata fondata a Lugano AntOptima, società spin-off dell'Idisia dedicata alla commercializzazione di questi nuovi algoritmi di ottimizzazione.

#### CASE HISTORY MIGROS

Migros è la più importante catena di supermercati in Svizzera. Recentemente ha deciso di concentrare la distribuzione di merce non-food in un unico deposito a Suhr, in Svizzera, chiudendo i sette centri regionali. Questo progetto ha cambiato lo scenario di distribuzione: da sette centri che distribuivano la merce localmente si è passati a un unico centro logistico con lo scopo di distribuire direttamente in tutta la Svizzera. Per organizzare la distribuzione Migros ha adottato AntRoute, il software di ottimizzazione basato sul modello

FIGURA 3



delle formiche. Migros deve gestire 600 filiali al giorno con 150-200 veicoli. I negozi richiedono la merce palletizzata e ogni giorno le richieste cambiano a seconda delle esigenze. Il sistema di

**TABELLA 3** RISULTATI DI ANTRROUTE PER MIGROS

RISULTATI DI FEBBRAIO	NUMERO DI VIAGGI	KM TOTALI	KM PER GIRO	PERCENTUALE DI RIEMPIMENTO DEL MEZZO	TEMPO DI CALCOLO
OTTIMIZZAZIONE CON FINESTRE TEMPORALI +/- 30 MINUTI E AREE DI DISTRIBUZIONE REGIONALI	-12%	-2,2%	+12%	+13,5%	5 MIN CONTRO 4 PERSONE 4 ORE
OTTIMIZZAZIONE LIBERA SENZA FINESTRE TEMPORALI E AREE DI DISTRIBUZIONE REGIONALI	-21,5%	-14,2%	+10%	+27%	5 MIN

ottimizzazione è interfacciato al software SAP di Migros che si occupa di gestire gli ordini e di supportare il team di pianificatori nella preparazione dei viaggi per i camion. Per ogni ordine sono riportati il numero di palette da consegnare, la finestra temporale d'accesso al negozio e la tipologia della rampa d'accesso al negozio stesso. AntRoute calcola il numero ideale di giri di distribuzione scegliendo anche la composizione ottimale della flotta tra un insieme di possibili mezzi, tra i quali la motrice con rimorchio, il bilico, ognuno di essi con l'opzione della pedana mobile da scegliere a seconda del tipo di rampa d'accesso al negozio. AntRoute produce in un massimo di 5 minuti una soluzione ottimale per il problema, contro le 4 ore necessarie precedentemente al team di pianificazione composto da quattro persone. La qualità dei dati prodotti, con e senza vincoli, è risultata molto buona e spesso superiore alla soluzione prodotta dal team, che ne ha giudicato positivamente la bontà e la fattibilità (Tabella 3).

**CASE HISTORY NUMBER1 LOGISTICS GROUP**

Interessante è anche il caso di Number1 Logistics Group, uno dei più grandi operatori logistici italiani. Number1 gestisce ordini di presa e di consegna merci organizzandoli in viaggi. Inizialmente l'attività è nata per distribuire i prodotti Barilla nei vari depositi e supermercati e per trasportare il grano dalle zone di produzione verso i siti produttivi. Una volta attivato questo processo logistico si è pensato di allargarlo, offrendo lo stesso servizio ad altre aziende che devono trasportare merci negli stessi depositi e negli stessi supermercati. In questa situazione, i trasporti vengono effettuati spostando merci da una posizione all'altra dell'Italia senza più

con servizi su uno, due e a volte anche tre giorni. In questo caso il modello logistico è più complesso di quanto visto precedentemente.

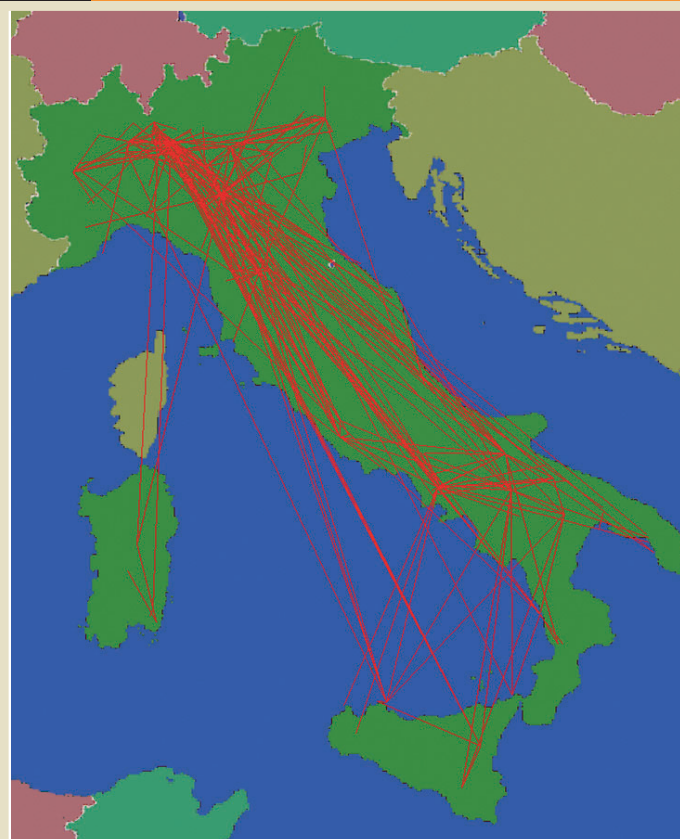
Una fase primaria permette alle merci di confluire dalla zona d'origine alla zona finale di distribuzione utilizzando grossi bilichi. Quando è possibile e conveniente il cliente finale viene servito direttamente dal bilico, altrimenti le merci vengono raccolte in centri logistici locali. In questi centri avviene la rottura di carico e la

“ ... i trasporti vengono effettuati spostando merci da una posizione all'altra dell'Italia senza più un deposito centrale d'origine. L'obiettivo è di massimizzare l'efficienza dei trasporti rispettando i vincoli sugli orari di apertura... ”

un deposito centrale d'origine. L'obiettivo è di massimizzare l'efficienza dei trasporti rispettando i vincoli sugli orari di apertura dei vari depositi e i limiti imposti dalla legge sugli orari e i tempi di viaggio dei vari mezzi. Il numero di viaggi considerati copre tutta l'Italia

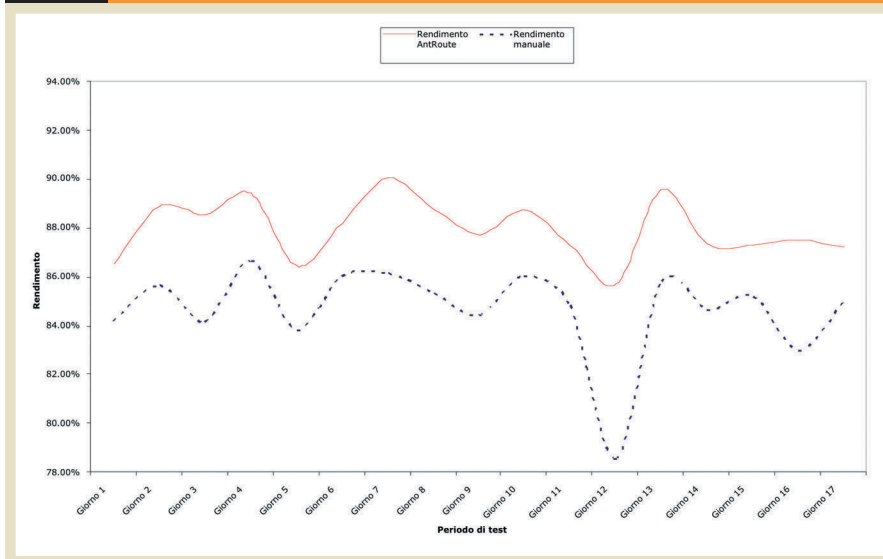
merce viene compattata e ridistribuita localmente attraverso un insieme di mezzi più piccoli. Number1 ha effettuato un insieme di test per capire se fosse possibile automatizzare il processo di distribuzione. Gli studi effettuati dimostrano che è possibile automatizzare

**FIGURA 4**





**TABELLA 4** RISULTATI ANTRROUTE PER NUMBER1



nei centri di eccellenza mondiali. Passare dalla semplice gestione all'ottimizzazione vuole dire ridurre i costi per le aziende e ridurre soprattutto i mezzi circolanti con grande impatto per la viabilità. Temi questi di assoluta centralità per evitare di rimanere fermi.

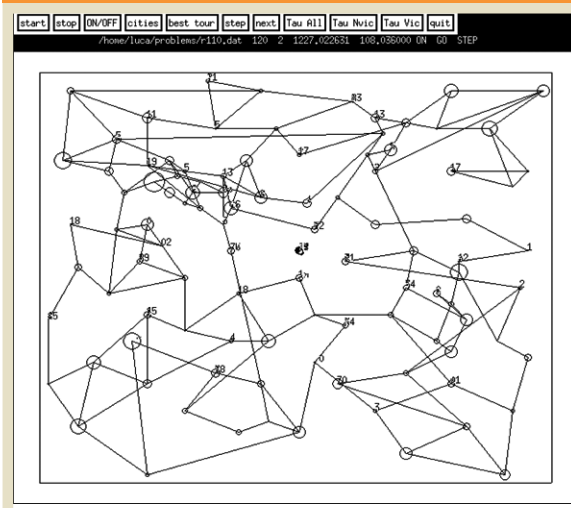


la fase di creazione viaggi attraverso AntRoute, prodotto di ottimizzazione basato sul modello delle formiche. AntRoute è stato quindi integrato nel processo operativo aziendale di Number1 come strumento strategico di supporto ai pianificatori. Come risultato, le prestazioni sono migliorate continuamente dal 2 al 4-5%, passando ad esempio, sulla tratta Parma-Veneto, da 86,5% a 89,9% di efficienza (Tabella 4).

**DALLA RICERCA AL MERCATO**

I processi logistici richiedono quindi l'utilizzo di procedure di ottimizzazione a rendimento elevato. Nel caso dell'ottimizzazione dei trasporti sono necessari sistemi veloci, reattivi, robusti e intelligenti. Le tecniche tradizionali sono in crisi a causa del numero molto alto di variabili e di soluzioni, è necessario pertanto prendere spunto dai risultati del mondo scientifico sviluppati

**APPROCCIO CLASSICO DELL'INFORMATICA**



Inoltre, grazie alla velocità di questi sistemi, si possono valutare rapidamente scenari alternativi. Ad esempio, si può capire come cambiano i costi di distribuzione se le finestre temporali dei clienti vengono allargate di un'ora o come variano i costi utilizzando mezzi di dimensioni diverse.

**APPROCCIO DELLA RICERCA SCIENTIFICA**

