



# ***Stato dell'arte e trend delle innovazioni metodologiche nella Logistica***

Daniele Vigo

Università di Bologna

Dipartimento di Elettronica, Informatica e Sistemistica (DEIS)

`daniele.vigo@unibo.it`

`www.or.deis.unibo.it`

`or.ingce.unibo.it`



R.ingce



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

# OR Group al DEIS-Unibo

- Dal 1975 è uno dei maggiori gruppi di ricerca accademici nel settore della Ricerca Operativa
  - Progettazione di algoritmi e modelli per problemi di ottimizzazione e decisione (logistica, industria ...)
  - Elevata visibilità internazionale
  - Partecipazione a progetti Europei (V-VII FP, Interreg...) e nazionali nell'area della raccolta dei rifiuti, logistica, trasporto ferroviario, trasporto urbano e mobilità, reti...
  - 2 Sedi (Bologna e Cesena), 6 staff e oltre 15 ricercatori
  - Intensa attività di trasferimento tecnologico: progetti in collaborazione con aziende e spinoff accademici per la realizzazione di strumenti software di ottimizzazione

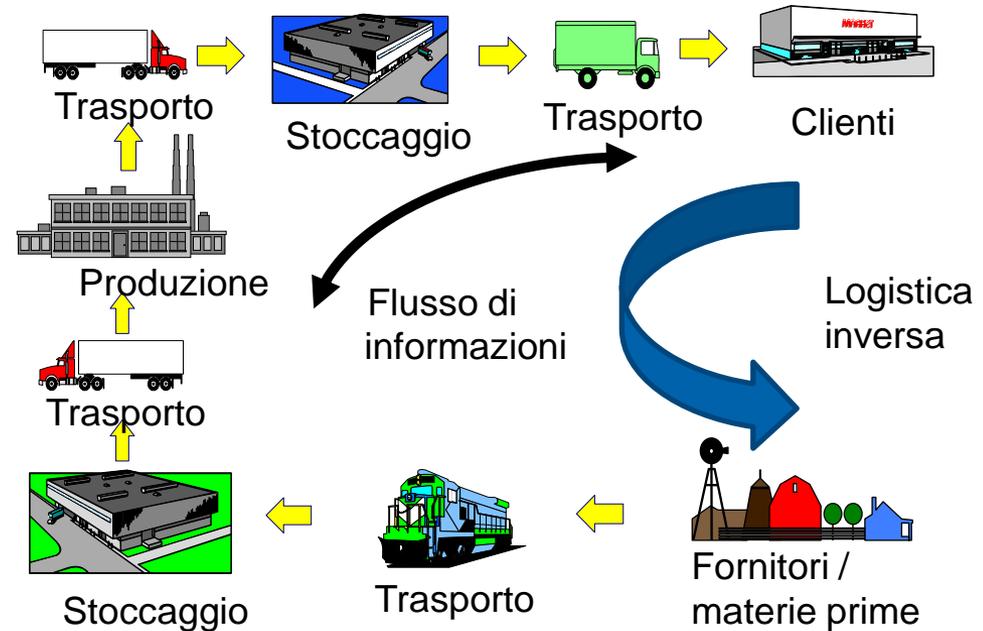
# Ottimizzazione in Logistica

In molti paesi (tra cui l'Italia) ...

- La domanda di “ottimizzazione” in campo logistico è piuttosto diffusa
  - Gestione di risorse e controllo dei costi
  - Regole operative complesse
  - Scarso livello di informatizzazione
  - Pianificazione/gestione prevalentemente manuale da parte di personale molto specializzato (... “è un lavoro difficile”) ...

# Supply Chain

- Processo articolato con numerose fasi
- Gestione spesso non integrata e gerarchica (maggiore peso alla produzione)
- Vari modelli organizzativi e gestionali
- Necessità di flessibilità



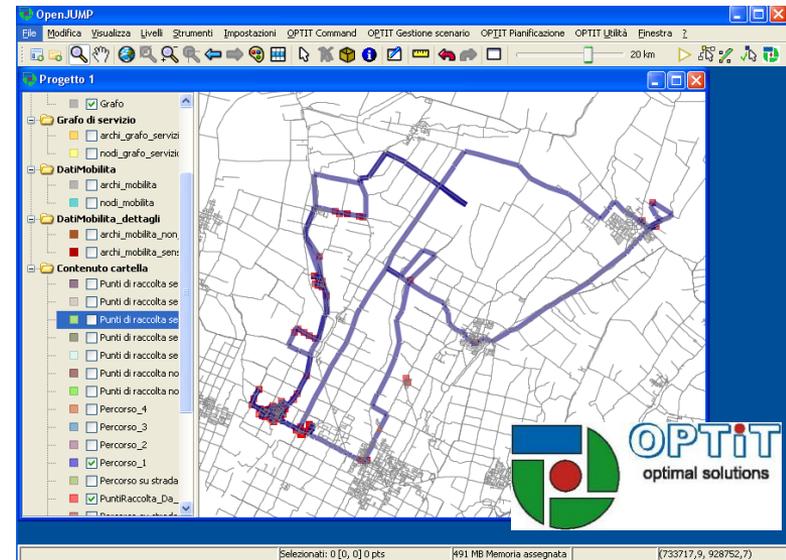
Source:  
Ballou, 2004

# ***I problemi: focus su Logistica Esterna***

- Estrema varietà di problemi di pianificazione
  - Scala territoriale: Urbana, Regionale, Nazionale, Mista
  - Tipologie di prodotti: collettame, sfusi, liquidi, container, pallet, deperibili, pickup-and-delivery, backhauling, ...
  - Modalità: Gomma, Gomma-Ferro, ...
  - Tipologie di servizio: raccolta, carichi completi
  - Regole operative e normative: finestre temporali, Tempi di guida (EU 561/2006) ...

# Es.1: Raccolta/Distribuzione

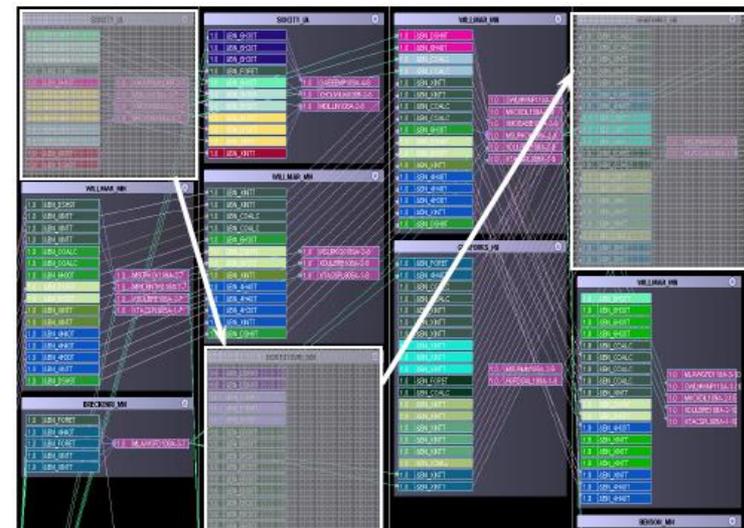
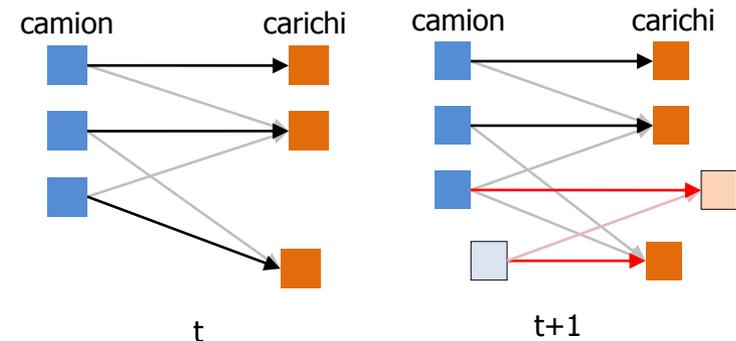
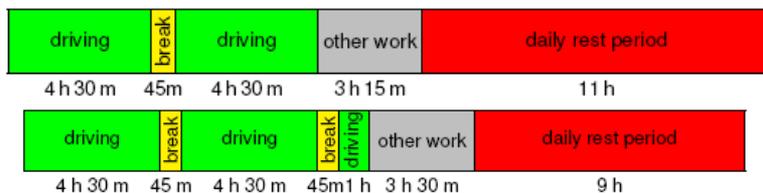
- Problema “classico” a scala prov./regionale
  - Less-Than-Truckload, Viaggi multi-stop, finestre temporali larghe ...
  - Flotta omogenea o eterogenea
  - Pianificazione con orizzonte di uno o più giorni con ritorno al deposito a fine giorno/turno
  - Durata viaggi simile al turno uomo
  - E' il problema per cui esiste il maggior numero di strumenti
  - Costruzione dei viaggi che minimizzano i Km o tempo



# Es.3: medio-lungo raggio

## Trasporti a carico completo (Full TL)

- Viaggi con tratte di lunga percorrenza con una o due destinazioni del carico
- Orizzonte di pianificazione di alcuni giorni prima del ritorno al deposito
- Tempi di guida degli autisti (EU 561/2006)



# Perché è difficile

- ☹️ Processo decisionale articolato in varie fasi
  - ☹️ Acquisizione ordini, pianificazione, esecuzione, monitoraggio, riottimizzazione...
- ☹️ Forti componenti di incertezza
  - ☹️ Domanda non completamente nota
  - ☹️ Tempi di viaggio, congestione, imprevisti
  - ☹️ Impatto di vincoli e prescrizioni non intuitivo
- ☹️ Enorme fabbisogno di informazioni e tempi di reazione rapidi

# Ottimizzazione in Logistica

Cosa si fa per l'ottimizzazione ...

## ■ Informatizzazione ed Hardware

- di base (ordini, clienti, risorse ...)
- Sistemi di stoccaggio (log. Interna)
- Dispositivi di posizionamento e comunicazione

## ■ Supporto alla pianificazione

- Sistemi di automazione dello stoccaggio
- Cartografie digitali e calcolo percorsi
- Sistemi per il routing, picking (rari...)

## ■ Nord-Europa e USA: impiego diffuso di modelli e software di ottimizzazione (vera)



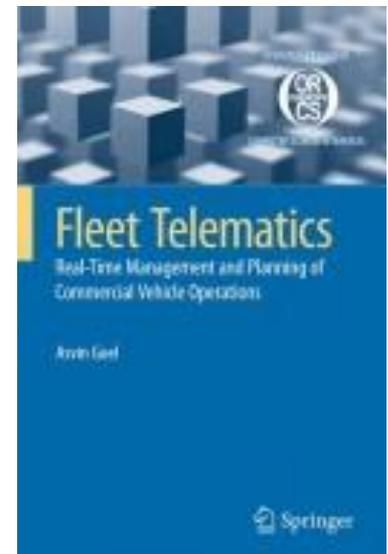
# Focus Logistica Interna

## ***Fleet Telematics: Lo STATO DELL'ARTE***

# *Fleet Telematics*

Integrazione di dispositivi, strumenti informatici e modelli di ottimizzazione per la gestione di flotte

- Area di studio/sviluppo che si è sviluppata come caso speciale degli Intelligent Transportation Systems (ITS) o Transport Information and Control Systems (TICS) che riguardano la mobilità in generale



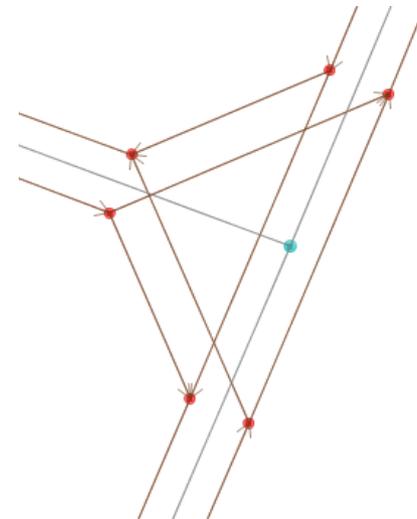
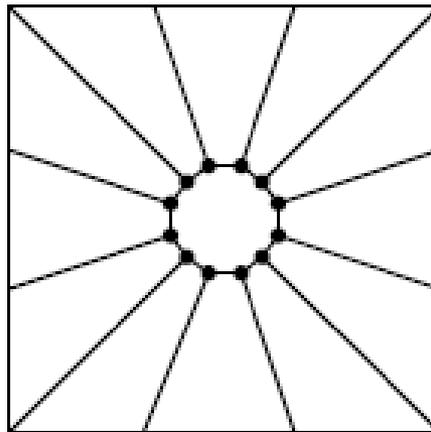
# ***Le componenti della FT***

- **Tecnologie di base (abilitanti)**
  - Comunicazione, GPS, Cartografie ...
- **Applicazioni di base (preliminari)**
  - GIS, Geocoding, Tracking, Routing ...
- **Applicazioni evolute**
  - Sistemi di supporto che provvedono all'integrazione ed all'omogeneizzazione delle informazioni

# *Esempio di tecnologie abilitanti*

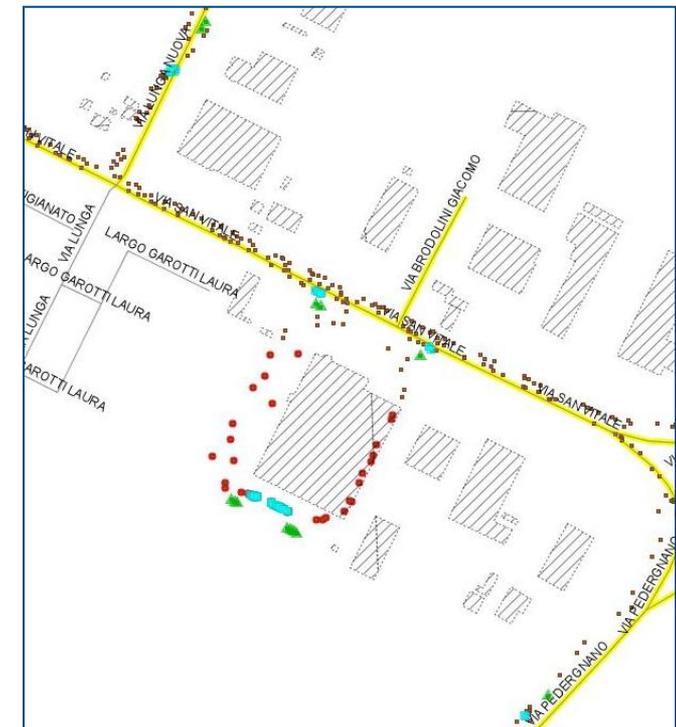
## ■ Cartografie digitali

- Geographic Information Systems (GIS)
- Immagini aeree (Google Earth/Maps)
- Rappresentazione digitale delle informazioni sulla mobilità



# Cartografie commerciali

- Le cartografie commerciali/pubbliche non sono specializzate per la logistica
  - Es. svolte e accessibilità per camion e non per auto



# Applicazioni di base

- Acquisizione di informazioni sulla mobilità
  - Velocità da tracking (storico ed istantaneo)
  - Punti di inversione di marcia, piazzole di sosta
  - Sistemi di infomobilità (Cisium Bologna, Autostrade)



17.05.29 10/06/09



# Applicazioni di base

- Travel planning
  - Determinazione di itinerari “ottimi” tra uno o più punti (l’ordine di visita è imposto)
  - Web-based o navigatori (con GPS)
  - Assenza di standard per la programmazione
  - Possono usare informazioni sul traffico (se presenti)

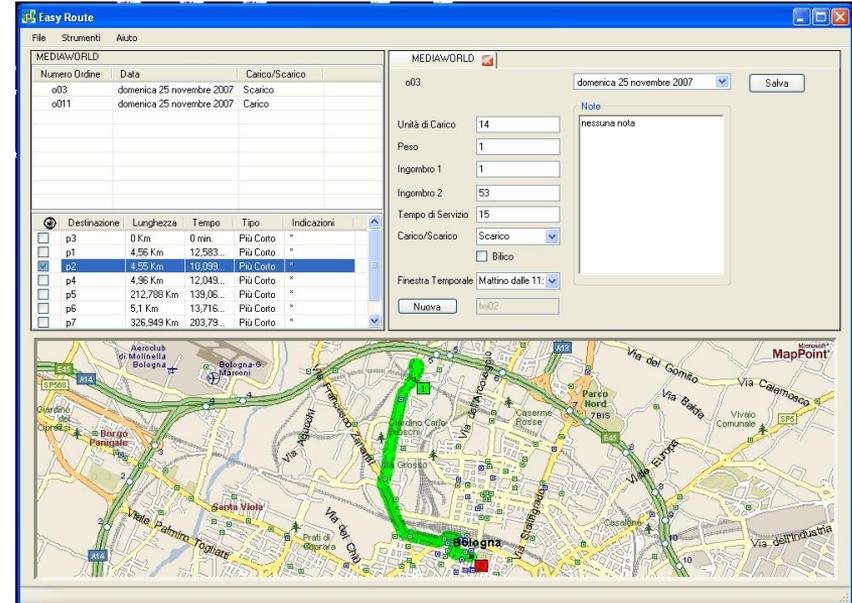
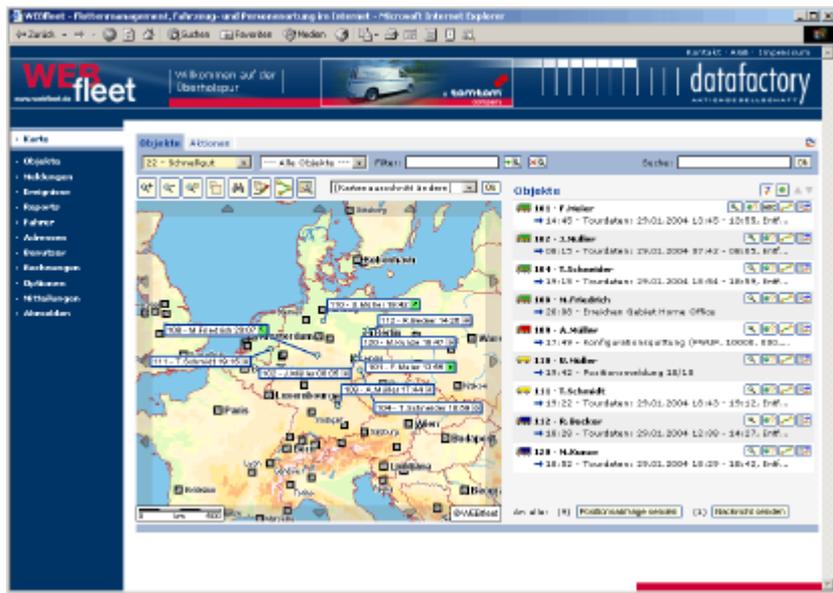


1.	Partenza Bologna, VIA PELAGIO PALAGI (x) VIA FILIPPO SCHIASSI.	
2.	VIA PELAGIO PALAGI	300 m 300 m
3.	↘ obliquo a destra VIA ERNESTO MASI	210 m 0.5 km
4.	↗ a destra VIA CLOTILDE TAMBRONI	310 m 0.8 km
5.	↘ obliquo a destra VIA GIUSEPPE MEZZOFANTI	70 m 0.9 km
6.	↖ a sinistra VIALE ALFREDO ORIANI	70 m 1.0 km
7.	↗ a destra VIA JACOPO DELLA LANAI/LARGO MARIELE VENTRE	200 m 1.2 km
8.	dritto VIALE GIOSUE' CARDUCCI/PIAZZA DI PORTA S. STEFANO	290 m 1.5 km
9.	dritto VIALE GIOVANNI GOZZADINI/PIAZZA DI PORTA CASTIGLIONE	0.6 km 2.1 km
10.	dritto VIALE ENRICO PANZACCHI/PIAZZA DI PORTA S. MAMOLO	0.8 km 2.9 km
11.	dritto VIALE ANTONIO ALDINI	0.8 km 3.7 km
12.	dritto VIALE CARLO PEPOLI	130 m 3.8 km
13.	↗ a destra VIA SAF	
14.	↖ a sinistra VIA FRA	
15.	↙ in fondo a sinistra VIA ODD	
16.	Arrivo Bi	



# Applicazioni (evolute ?)

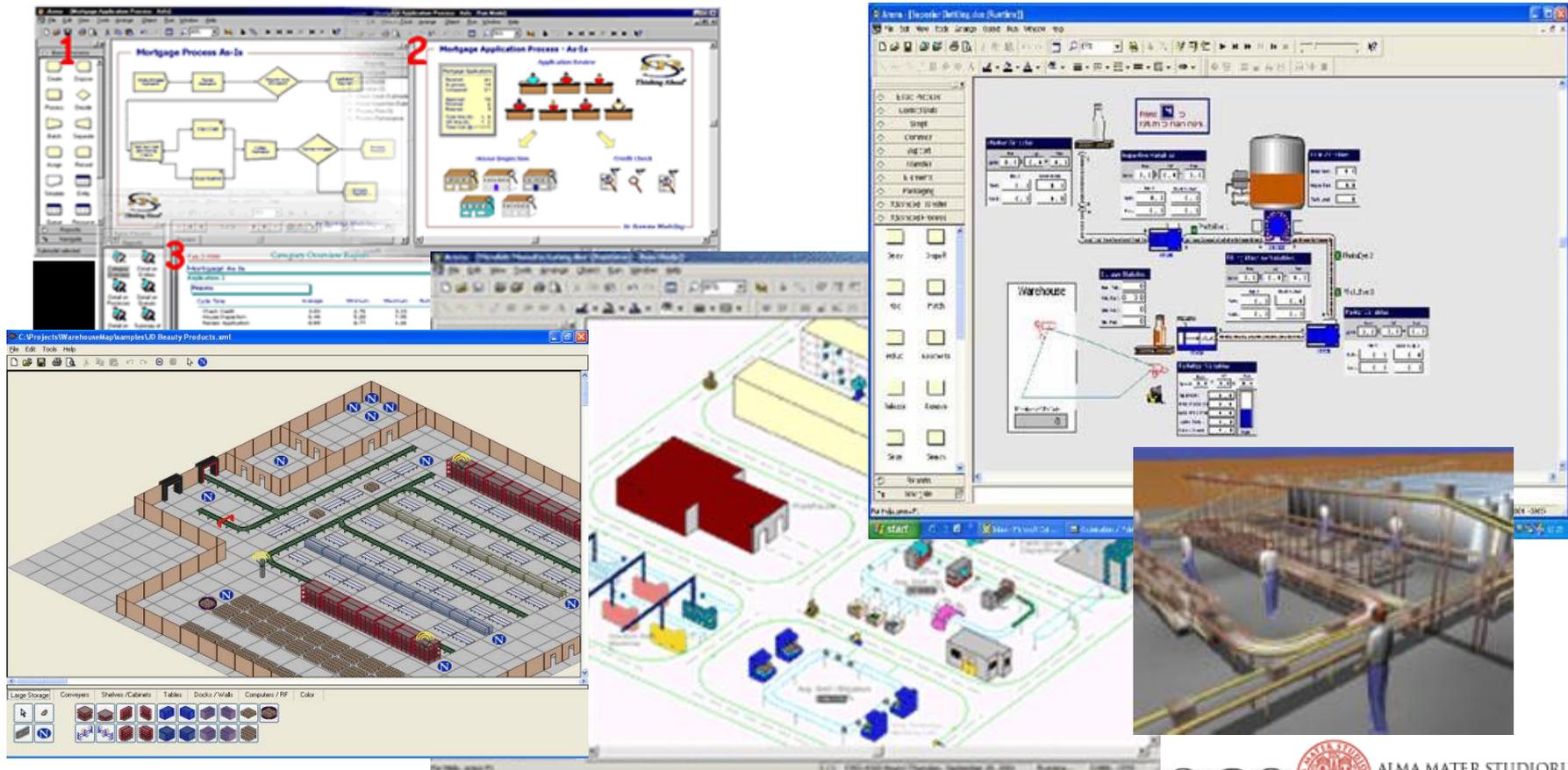
- Fleet Telematics Systems
  - Per monitoraggio e pianificazione percorsi



OR/MS Today 2008 ha censito circa 20 package di routing di veicoli sul mercato internazionale (alcuni hanno rivenditori in Italia)

# Applicazioni (evolute ?)

- Applicativi di gestione del magazzino
  - Spesso basati su simulatori (solo analisi e what-if !!!)



# Applicazioni innovative (prototipi)

- Modelli matematici per l'aggregazione ottima di flussi logistici (strategica ed operativa)

- Per supporto a consorzi / gruppi di utenti

$$\min \sum_{i \in V_1} \sum_{j \in V_2} c_{ij} s_{ij} + \sum_{i \in V_1} F_i y_i$$

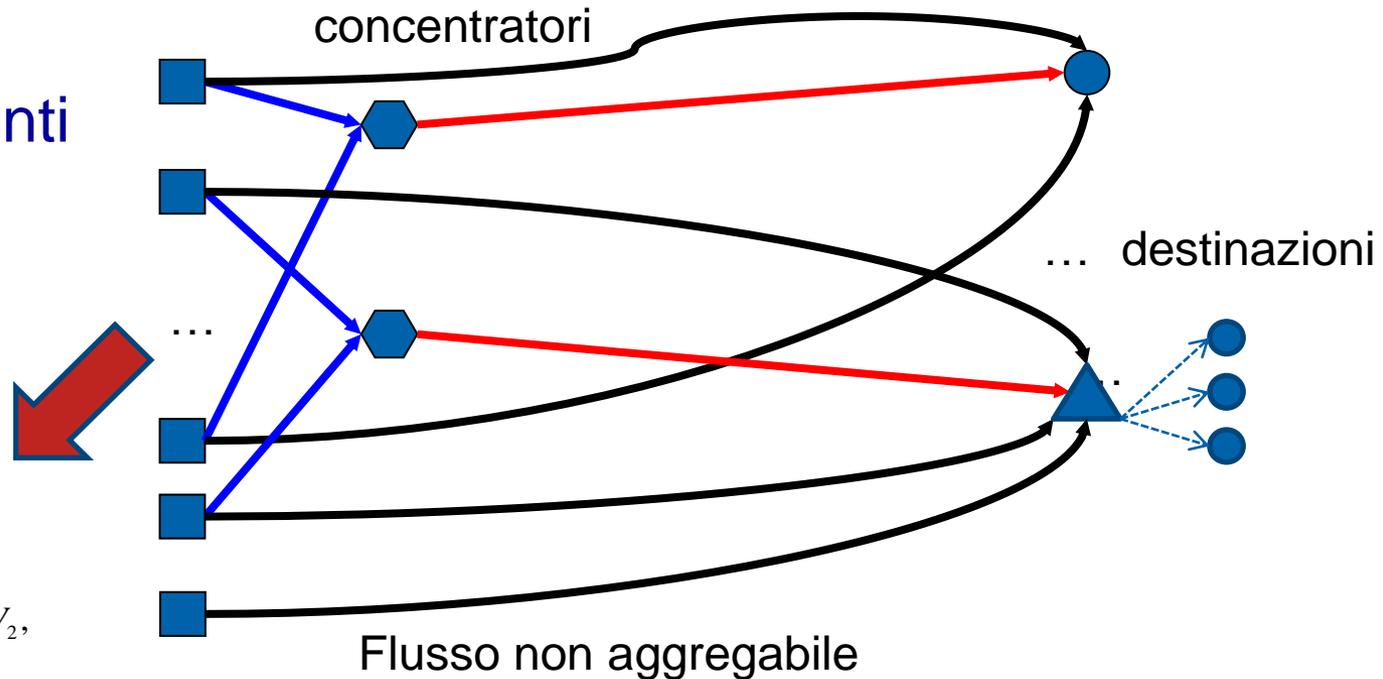
$$\sum_{j \in V_2} s_{ij} \leq q_i y_i, \quad i \in V_1,$$

$$\sum_{i \in V_1} s_{ij} = d_j, \quad j \in V_2,$$

$$\sum_{i \in V_1} y_i = p,$$

$$s_{ij} \geq 0, \quad i \in V_1, j \in V_2,$$

$$y_i \in \{0,1\}, \quad i \in V_1.$$



# Risultati (DEIS/RER, 2005)

- Direttrice Lombardia flusso aggregato di 2 aziende bolognesi
  - 9 destinazioni (province),
  - 7 fasce tariffarie attuali (fino a 5, 20, 50, 100, 8000Kg, Autot., Motrice),
  - 2 fasce tariffarie aggregate (Motrice con soglia 8000Kg, Autotreno con soglia 12000Kg)

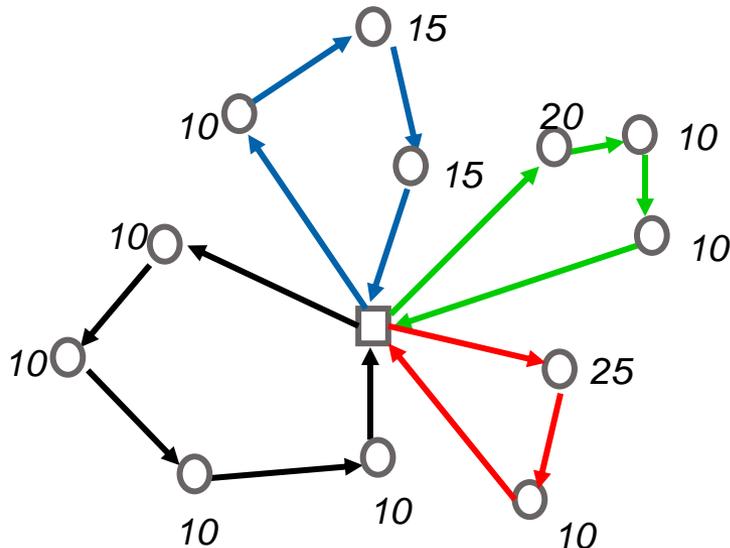
Costo	€
<i>Attuale</i>	120650.59
<i>Ottimo:</i>	100620.92
<i>Sulla rete attuale</i>	14645.51
<i>Aggregato</i>	85975.42
<i>Risparmio</i>	<b>20029.67</b> <b>(16.6%)</b>

Flusso	
<i>Attuale</i>	1384375.00
<i>Ottimo:</i>	1384375.00
<i>Sulla rete attuale</i>	298543.00 (21.57%)
<i>Aggregato</i>	1085832.00 (78.43%)

- Oltre il 75% dei flussi aggregati sono relativi a direttrici che raccolgono più di 12 camion a trimestre ( $\geq 1$  a sett.)

# Applicazioni innovative (prototipi)

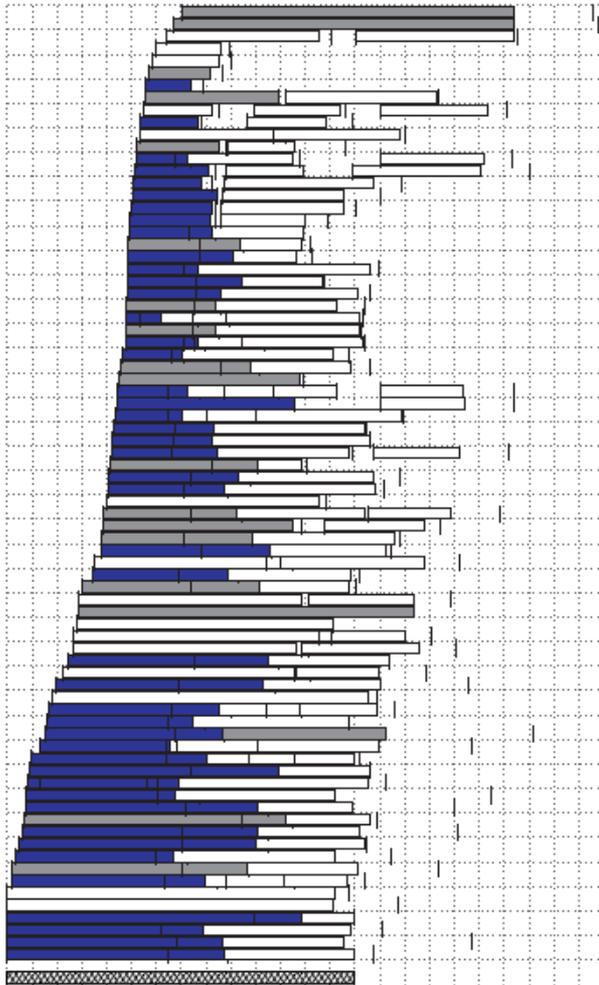
- Aggregazione di viaggi in giornate lavorative  
Es: durata turno 10 h, sosta per carico 1h



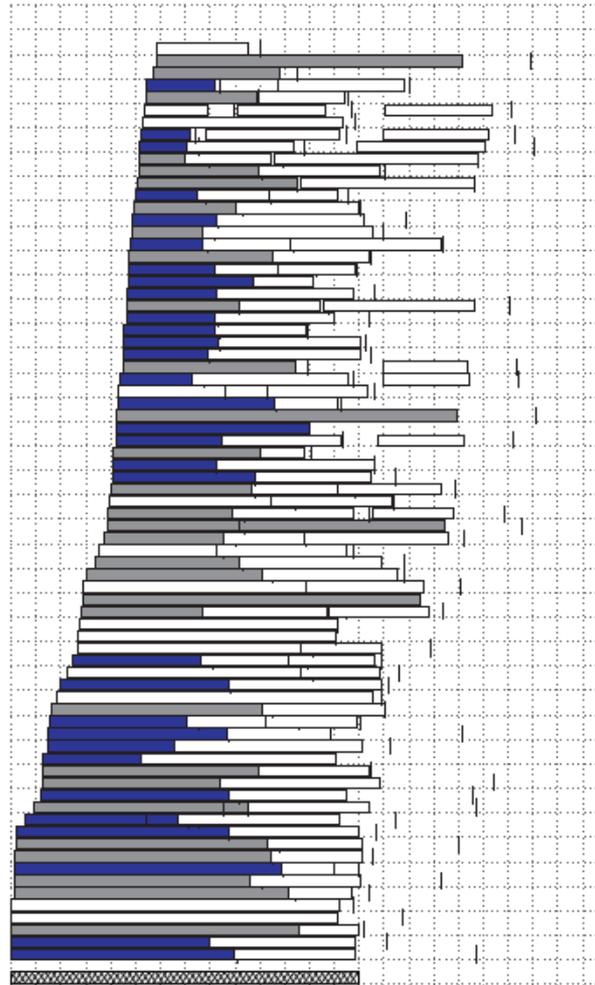
Route	Start	End
1	8:00	11:30
2	15:00	19:30
3	10:00	12:30
4	15:00	19:00

Solo 3 veicoli,  
se shift turno 1h ne bastano 2 !

# Risultati (GDO 2004-05)



Soluzione  
manuale



Soluzione  
ottimizzata

- Dimensionamento flotta
- Risparmio di veicoli pari a 5-8%
- Maggior saturazione





... in conclusione

***Quali opportunità e sfide***

# Quali opportunità e sfide

- Aumento Flessibilità (verso tools 2.0)
  - Per adattarsi alle diverse tipologie di problemi con soluzioni mirate (non adattando la realtà al modello)
  - Per fornire supporti efficaci anche ad aziende medio piccole (costo ...)
  - Realizzazione di piattaforme condivise
    - Consorzi, uso on demand ed a basso costo
    - Dotate di supporto informatico avanzato (supercalcolo, webgis ...)
  - Semplificazione dei tools (modularità, miglioramento dell'integrazione con ERP, standardizzazione ...)
  - Realizzazione di soluzioni informatiche "italiane" e creazione del mercato per l'ottimizzazione (vera)

# Quali opportunità e sfide

- Informazioni (tools ed operatori)
  - Gli strumenti necessitano di tutte le informazioni che sono usate dai decisori umani
  - Mancano sorgenti diffuse ed economiche di cartografie “arricchite” con infomobilità (tempi di viaggio, congestione, ...) → PA, consorzi di utenti (varie esperienze estere!)
  - Miglioramento delle interfacce uomo-macchina



# Quali opportunità e sfide

- **Formazione (operatori)**
  - Gli strumenti di pianificazione non sono “il nemico” e non sostituiscono il decisore umano
  - Bisogna conoscerne i limiti per usarli in modo costruttivo e per ottenere informazioni strutturali non ottenibili con altri sistemi
  - Innovazione organizzativa che deve accompagnare l'introduzione di tools

# La ricerca: ha qualcosa da dire?

- L'ottimizzazione della logistica è uno dei settori maggiormente studiati in campo ingegneristico (fin dagli anni '60)
- Esistono metodologie e modelli per l'ottimizzazione efficace di moltissimi problemi
- I tools esistenti incorporano tecnologie algoritmiche vecchie di 20-30 anni (ampio spazio di miglioramento)
- UNIBO (Bologna e Cesena) è leader internazionale nel campo
- Creazione di Spin-off per trasferimento tecnologico (raccolta rifiuti. logistica ...)
- Può, insieme alle organizzazioni di categoria, supportare il processo di evoluzione del settore

