

# “Vehicle Routing Problem”:un caso di studio

Davide Malagoli

Alma Mater Studiorum, Bologna

22 dicembre 2010

# Sommario

- 1 Stato dell'arte
  - Background
  - Il problema
  - Gli strumenti disponibili
- 2 Architettura proposta
  - Schema generale
  - Configurazione di PTV Intertour
  - Presentazione dei risultati al cliente
  - Scelta finale
- 3 Implementazione
  - Approccio generale
  - Qualità dei componenti usati
  - Esperimenti eseguiti
- 4 Conclusioni

# Background

- Tipicamente le aziende trattate da Wincor Nixdorf possiedono centinaia di Punti di Vendita
- importanti costi di trasporto, destinati a crescere nel tempo: necessitano ottimizzazione
- Negli ultimi anni alcuni clienti hanno tentato con dei progetti autonomi, ma hanno fallito:
  - 1 La complessità del problema è stata sottovalutata
  - 2 si è cercato di dare uno strumento sositicato al responsabile delle spedizioni ma:
    - 1 non aveva il bagaglio culturale necessario
    - 2 provocava un conflitto di interessi
  - 3 Non si è capito la necessità di integrazione fra lo strumento di pianificazione cartografica e le altre parti del processo (es. picking ed il carico del camion) in modo da rispettare la pianicazione

# Il problema

- I problemi dei clienti erano riconducibili al problema dell'instadamanento dei veicoli ("Vehicle Routing Problem"), che è un classico della Ricerca Operativa:
  - ① bisogna collegare tutti i punti di consegna, minimizzando il numero delle gite (veicoli) impiegati
  - ② contemporaneamente minimizzare anche il costo totale delle gite
- Le moderne soluzioni di pianificazione cartografica già risolvono questo tipo di problemi
- Wincor Nixdorf ha quindi ritenuto che i tempi fossero maturi per spingere, con alcuni dei clienti principali, un progetto di minimizzazione costi trasporto che utilizzasse un sofisticato tool di pianicazione cartografica
- Era tuttavia necessario prima eseguire uno studio di fattibilità

# Gli strumenti disponibili

- Era stato svolto un piccolo studio sugli strumenti disponibili sul mercato: erano stati scelti quelli della azienda tedesca PTV
- Dovevamo valutare quale fosse il migliore per noi

## PTV Intertour Standard

- Generazione gite
- Manipolazione della soluzione trovata

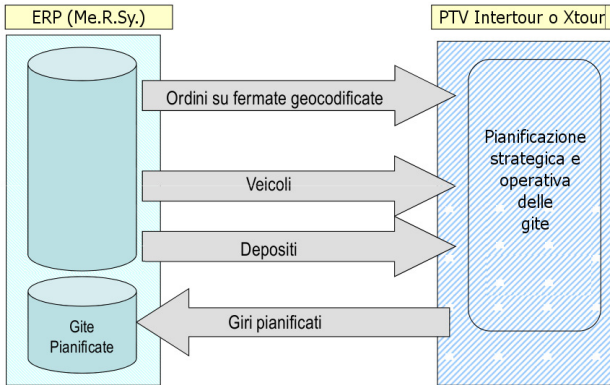
- 
- **Applicativo**
  - **Interfaccia grafica con controlli già pronta**
  - **costi di licenza minori**

## PTV XServer: XTour

- Generazione gite
- Manipolazione della soluzione trovata

- 
- **Servizio web**
  - **Interfaccia grafica basata su componenti**
  - **costi di licenza maggiori**

# Schema generale



Una volta che i dati si trovavano nell'ERP aziendale, potevano essere utilizzati come basi di dati comune anche per il tracking dei mezzi

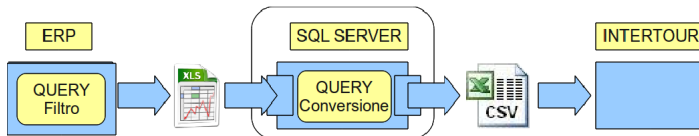
# Configurazione di PTV Intertour

## 1 Data-entry

- Inserimento dei vincoli
  - operativi (es. tempi di riposo dei conducenti)
  - relativi alla struttura del mezzo e alle qualifiche dei conducenti

## 2 Conversione formato ordini e mezzi di trasporto

- Erano disponibili dati completi solo per alcuni giorni
- Era necessario filtrare ed incrociare i dati, oltre che effettuare un cambio di formato per renderli compatibili



# Presentazione dei risultati al cliente

## Richieste:

- ❶ Possibilità di automatizzare, in tutto o in parte, la generazione delle gite
  - Possibile
- ❷ Offrire garanzie di minimizzazione dei costi maggiori rispetto alla normale gestione manuale
  - i risultati mostravano un risparmio del 3-5%
- ❸ Offrire garanzie di rispettare correttamente i vincoli operativi (es. norme sui tempi di riposo)
  - implementato nativamente
- ❹ Possibilità di minimizzare i chilometri percorsi o i tempi impiegati
  - Possibile, modificando manualmente i coefficienti di peso dell'euristica. Si poteva fare di meglio?



# Scelta finale

- Il cliente ha reputato promettente il progetto
- É emersa una possibile mancanza di completezza nelle mappe cartografiche
  - Si è optato per rendere disponibile l'utilizzo dello strumento direttamente al responsabile delle spedizioni: **conflitto di interessi risolto, aumento di competenza professionale**
- Si è optato quindi di non scartare il lavoro già svolto con Intertour, e vedere di migliorare in seguito
  - PTV Intertour Standard offriva una buona interfaccia
  - I PTV XServer erano troppo sconvenienti come costi di licenza

## Approccio generale (1/2)

- Richiesta: possibilità di minimizzare i chilometri percorsi o i tempi impiegati
  - **Possibile**, modificando **manualmente** i coefficienti di peso dell'euristica. Si poteva fare di meglio?
- L'euristica dello strumento utilizza coefficienti per misurare il costo di ogni soluzione, e sceglie quella di costo minimo
- $\text{costo soluzione} = \text{costo chilometri} * \text{chilometri percorsi} + \text{costo orario} * \text{ore impiegate} + \dots$
- É possibile trovare in modo automatico quella serie di coefficienti che riduce i chilometri percorsi (o il tempo impiegato) del 10%?

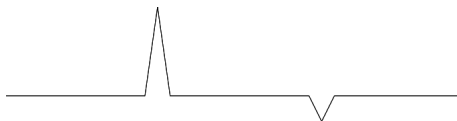
## Approccio generale (2/2)

- Approcci “banali” non funzionano
  - troppi vincoli: usando valori “alti” rischiamo di violarli
  - il tempo di calcolo è limitato: potrebbero esistere coppie di coefficienti “inaspettate” che permettono di trovare soluzioni migliori in meno tempo
- Utilizziamo un algoritmo genetico:
  - ogni agente avrà come genoma una possibile coppia di coefficienti
  - più la soluzione che si ottiene usando i suoi coefficienti è vicina al valore desiderato, più il punteggio è alto
  - agenti con punteggi più alti hanno più probabilità di riprodursi
  - utilizzo crossover e mutazioni per generare i figli
  - il genoma della popolazione più numerosa è la risposta

# Qualità dei componenti usati

- Non esisteva una soluzione semplice per:
  - utilizzare lo strumento originale (niente versione di prova)
  - utilizzare i dati originali (10 GB, non facili da scambiare)
- Ma:
  - sapevo quale euristica utilizzavano (Granular Tabu Search, **modificata**): reimplementato in Python l'**originale**
  - potevo ricavare i dati da un altro servizio online di PTV, ma erano meno accurati
- I risultati che si sono ottenuti sono di tipo qualitativo
  - Granular Tabu Search utilizza una prima euristica veloce per trovare la prima soluzione, e poi la migliora
  - L'euristica era stata migliorata: l'originale funzionava bene sulle istanze classiche, ma non sui casi reali

# Esperimenti eseguiti



- Popolazione iniziale: 100 individui/10000 possibili combinazioni
- 2 minuti allo strumento per trovare una soluzione dati i coefficienti
- ① Brute force: 20000 ( $=2 \times 10000$ ) minuti per ottenenere la soluzione
- ② Algoritmo genetico: in sole 10 generazioni mostra una dominanza della popolazione più adatta (2000 minuti)

# Conclusioni

- Il progetto di pianificazione automatica delle gite è stato un successo
- Gli approcci automatici possono essere convenienti nel caso di molti coefficienti
  - per un umano un problema con 5 dimensioni è difficile
  - tempi di calcolo lunghi
- Sviluppi futuri:
  - completare integrazione con il tracking dei veicoli
  - valutare quanto l'approccio automatico di individuazione dei coefficienti giusti sia conveniente
  - coinvolgere altri clienti