

“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

- Centinaia di Punti di Vendita
- Importanti costi di trasporto, destinati a crescere nel tempo
- Fallimento dei progetti autonomi:
 - 1 La complessità del problema è stata sottovalutata
 - 2 Consegna strumento sofisticato al responsabile delle spedizioni:
 - 1 non aveva il bagaglio culturale necessario
 - 2 provocava un conflitto di interessi
 - 3 Mancata comprensione della necessità di integrazione con le altre parti del processo (es. picking ed il carico del camion)

Il problema

- Problema dell'instradamento dei veicoli ("Vehicle Routing Problem"):
 - ① collegare i punti di consegna, minimizzando numero di gite
 - ② contemporaneamente minimizzare il costo totale delle gite
- Moderne soluzioni di pianificazione cartografica già risolvono questo tipo di problemi
- Avvio di un progetto di minimizzazione costi trasporto
- 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

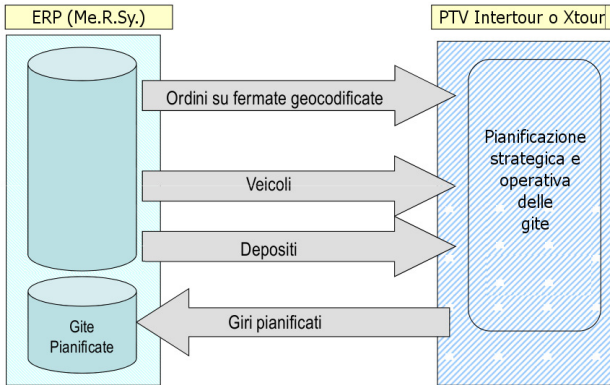
-
- **Applicativo**
 - **Interfaccia grafica con controlli già pronta**
 - **costi di licenza minori**

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

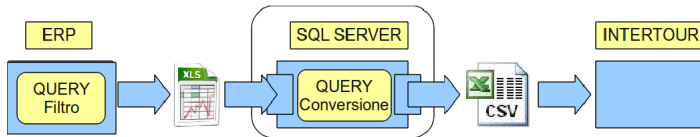
Configurazione di PTV Intertour

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

- Era necessario filtrare ed incrociare i dati, oltre che effettuare un cambio di formato per renderli compatibili



Presentazione dei risultati al cliente

Richieste:

- ① Possibilità di automatizzare la generazione delle gite
 - Possibile
- ② Offrire garanzie di ottimizzazione maggiori rispetto alla precedente gestione manuale
 - i risultati mostravano un risparmio del 3-5%
- ③ Rispettare i vincoli operativi (es. tempi di riposo)
 - implementato nativamente
- ④ 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
- Si è optato quindi di non scartare il lavoro già svolto con Intertour
 - PTV Intertour Standard offriva un'interfaccia piuttosto intuitiva
 - I PTV XServer erano troppo sconvenienti come costi di licenza
- Si è optato per rendere disponibile l'utilizzo dello strumento direttamente al responsabile delle spedizioni: **conflitto di interessi risolto, opportunità di crescita professionale**

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 un approccio lineare
- $\text{costo soluzione} = \text{costo chilometri} * \text{chilometri percorsi} + \text{costo orario} * \text{ore impiegate} + \dots$
- 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
 - il tempo di calcolo è limitato
- 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 potevo:
 - utilizzare lo strumento originale (niente versione di prova)
 - utilizzare i dati originali (10 GB, non facili da scambiare)
- Ma:
 - conoscevo l'euristica utilizzata (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 usa una euristica ausiliaria
 - L'euristica **originale** funzionava su istanze classiche, non 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: 10 generazioni (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