

“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 sofisticato 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 pianificazione

Il problema

- I problemi dei clienti erano riconducibili al problema dell'instradamento 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 pianificazione 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

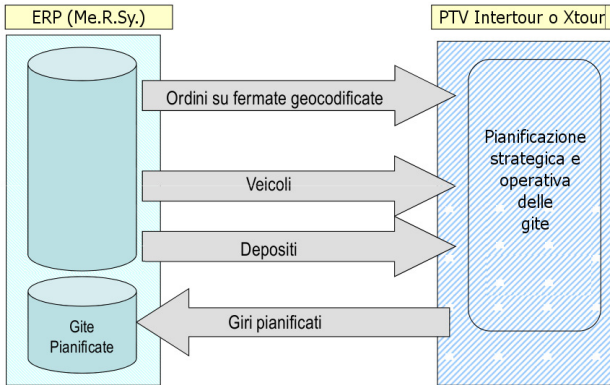
-
- Applicativo
 - Interfaccia grafica con controlli già pronta
 - costi di licenza minori

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

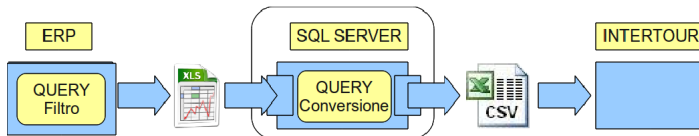
Configurazione di PTV Intertour

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:

- ① Possibilità di automatizzare, in tutto o in parte, la generazione delle gite
 - Possibile
- ② Offrire garanzie di minimizzazione dei costi maggiori rispetto alla normale gestione manuale
 - i risultati mostravano un risparmio del 3-5%
- ③ Offrire garanzie di rispettare correttamente i vincoli operativi (es. norme sui 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 per rendere disponibile l'utilizzo dello strumento direttamente al responsabile delle spedizioni: **conflitto di interessi risolto, opportunità di crescita professionale**
- Si è optato quindi di non scartare il lavoro già svolto con Intertour, e vedere di migliorare in seguito
 - PTV Intertour Standard offriva un'interfaccia piuttosto intuitiva
 - 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
- *costo soluzione = costo chilometri * chilometri percorsi + costo orario * ore impiegate +*
- É possibile trovare in modo automatico quella serie di coefficienti che riduce i chilometri percorsi (o il tempo impiegato) del 10%?

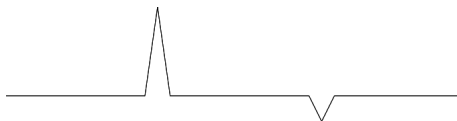
Approccio generale (2/2)

- 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