Integrazione scorte e distribuzione

Modelli a domanda variabile

Raffaele Pesenti

Problema

- rete distributiva: uno a molti
- merci: collettame
- domanda: **variabile**
- vincoli: numero e capacità veicoli
- costi: fissi/variabili, magazzino/trasporto
- approccio risolutivo: euristico/esatto

Modello

- contesto:
  - rete
    - nodi: magazzino centrale, clienti
    - archi: distanze **esatte** tra clienti
  - tempo discreto
  - conoscenza stato istante corrente magazzini
- obiettivo:
  - minimizzazione costi totali **nell'intervallo considerato**
- vincoli:
  - numero/capacità risorse
  - un viaggio a veicolo

Modello

- variabili decisionali:
  - **clienti da visitare**
  - **quantità merce da consegnare**
  - **tempi** spedizioni
  - sequenza clienti da visitare per ogni veicolo

Costi

- Trasporto:
  - fissi: per ogni spedizione
  - variabili: distanze percorse
- Magazzino:
  - fissi: di riordino
  - variabili: di conservazione, **di “vendite perse” (*shortage*)**

Approcci risolutivi

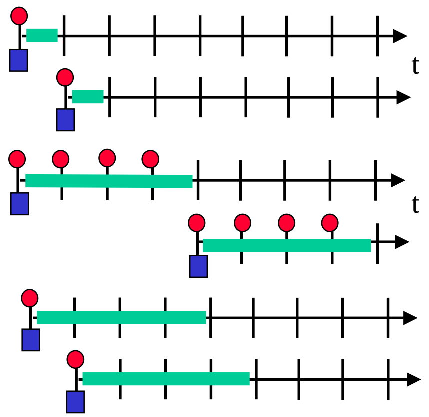
	Orizzonte fisso	Orizzonte “*rolling*”
Singolo periodo	Domanda non prevedibile per più periodi	
Multi-periodo	Domanda deterministica	Domanda prevedibile per più periodi

Orizzonti decisionali

singolo periodo

multi-per. orizz. fisso

multi-per. orizz. rolling



istante decisionale
orizzonte considerato
decisioni prese

Lunghezza dell’orizzonte (*n*)

Lunghi orizzonti permettono
- decisioni migliori
- comportamenti non “nervosi”

ma impongono
- lunghi tempi computazionali
- costi elevati
  - per la ricerca delle informazioni, oppure
  - per la stipula di contratti specifici coi clienti

Che fare?

- Approccio teorico (Federgruen &Tzur, NRL,96)
- Approccio empirico

NB:uno non esclude l’altro, il primo formalizza una delle regole empiriche

Regole pratiche su *n*

- *n* è (forse) troppo corto se il periodo dopo si prende una decisione completamente diversa da quella prevista il periodo prima (comportamento “nervoso”)
- *n* è troppo lungo se, nel prendere le decisioni, non si considera mai la stima della domanda dell’*n*mo periodo

Regole pratiche sull’informazione

- conviene valutare i costi di acquisizione di maggiore informazione se spesso in periodo successivo ci si “pente” delle decisioni prese in precedenza
- prima di decidere di acquisire maggiore informazione assicurarsi di utilizzare al meglio quella disponibile (ad es. attraverso ottimizzazioni di tipo OR)

ATTENZIONE!!

Tenere sempre presente l’ultima regola pratica!

Se un medico vi sottopone a troppe analisi di laboratorio è segno che:

- è ignorante e incrementa il deficit pubblico, oppure
- voi state bene e siete ipocondriaci

Singolo periodo

Due possibili modelli base:

1. è possibile decidere quanta merce consegnare ad ogni cliente visitato
2. ogni cliente vistato riceve tutta la merce che aveva ordinato

1.

costo percorso k-mo veicolo

costo magazzino i-mo cliente

vincolo capacità k-mo veicolo

vincolo disponibilità magazzino

vincolo di coerenza, se arriva merce il cliente deve essere visitato da qc.

vincoli TSP

q.tà merce cliente i-mo

i-mo cliente assegnato k-mo veicolo

$$\min \sum_k TSP_k(S_k) + \sum_i INV_i(w_i)$$

$$\begin{aligned} s.t.: \quad & \sum_i w_i y_{ik} \le b_k && \forall k \\ & \sum_i w_i \le W && \\ & w_i > 0 \Rightarrow \sum_k y_{ik} = 1 && \forall i \\ & S_k = \{i : y_{ik} = 1\} && \forall k \\ & w_i \ge 0 && \forall i \\ & y_{ik} \in \{0,1\} && \forall i\, k \end{aligned}$$

Costi magazzino

costi di *shortage*

distribuzione domanda

$$INV_i(w_i) = \int_{z_i + w_i}^{\infty} h_i^-(u - z_i - w_i)\, dF_i(u) + $$

stato iniziale magazzino

merce fornita

$$+ \int_0^{z_i + w_i} h_i^+(z_i + w_i - u)\, dF_i(u)$$

costi di conservazione

Metodi di risoluzione

Sottoproblemi

- inventory
  - problema non lineare, ma con obiettivo convesso e differenziabile
- routing
  - K problemi di TSP
  - NO! 1 problema di VRP, il primo vincolo non permette la separazione in sottoproblemi se non si prende una decisione sui percorsi

Metodi di risoluzione

Decomposizione

- alla Benders
  - si assumono le y_{ik} fissate
  - ricerca locale attorno alla soluzione trovata con scambi sulle y_{ik}
- lagrangiana
  - si rilassano i vincoli che legano le y_{ik} ai percorsi

2.

costo percorso k-mo veicolo

costo magazzino i-mo cliente

$$\min \sum_k (TSP_k(S_k)) + \sum_{i \in M \cup M'} c_{ik} y_{ik} + \sum_{i \in M'} g_{ik}(1 - y_{ik}))$$

vincolo per clienti che <u>devono</u> essere serviti

vincolo per clienti che <u>possono</u> essere serviti

vincolo capacità k-mo veicolo

vincoli TSP

i-mo cliente assegnato k-mo veicolo

$$\begin{aligned}
s.t.: \quad & \sum_k y_{ik} = 1 && \forall i \in M \\
& \sum_k y_{ik} \le 1 && \forall i \in M' \\
& \sum_i d_i y_{ik} \le b_k && \forall k \\
& S_k = \{i : y_{ik} = 1\} && \forall k \\
& y_{ik} \in \{0,1\} && \forall i\, k
\end{aligned}$$

Costi magazzino

costi di *shortage* in cui incorre il cliente non servito oggi

$$\sum_{i \in M \cup M'} c_{ik} y_{ik} + \sum_{i \in M'} g_{ik}(1 - y_{ik})$$

costi di conservazione in cui incorre il cliente servito oggi

Metodi di risoluzione

Il problema generalizza leggermente il VRP

- alcuni clienti possono non essere serviti
- obiettivo con penalità sui clienti

Si possono utilizzare le procedure del VRP

VRP

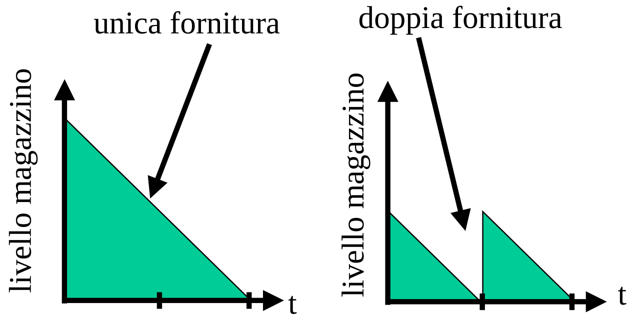
- saving
- sweep
- k-opt modificato
- assegnazione generalizzata
- set partitioning generalizzato
- ricerche locali generalizzate
- approcci poliedrali

Multi-periodo

Generalizzazione dei modelli singolo periodo

- banale nel caso che ogni cliente venga servito al massimo una volta nell'orizzonte di osservazione
- più complessa nel caso di clienti che devono/possono essere serviti più volte
  - bisogna calcolare quanta merce hanno ancora in magazzino all'arrivo dei rifornimenti successivi

Costi conservazione



i costi di conservazione sono quadratici

Caso semplice

$$\min \sum_t \left(\sum_k \left(TSP_k(S_{kt}) + \sum_{i \in M \cup M'} c_{ikt} y_{ikt} + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \sum_{i \in M'} g_{ikt} (1 - y_{ikt}) \right)\right)$$

tiene conto anche dei g_{ikt} dei giorni successivi la consegna

$$s.t.: \quad \sum_t \sum_k y_{ikt} = 1 \qquad \forall i \in M$$

$$\sum_t \sum_k y_{ikt} \leq 1 \qquad \forall i \in M'$$

q.tà merce se la consegna avviene in t

$$\sum_i d_{it} y_{ikt} \leq b_k \qquad \forall k, t$$

$$S_{kt} = \{i : y_{ikt} = 1\} \qquad \forall k, t$$

$$y_{ikt} \in \{0,1\} \qquad \forall i\, k$$

Metodi di risoluzione

- decomposizione temporale
  – ogni cliente viene attribuito ad una giornata attraverso assegnazione generalizzata, si risolvono tanti singolo periodo
- VRP generalizzato
  – i veicoli sono moltiplicati per il numero di periodi, i costi pagati dai clienti dipendono dal veicolo utilizzato, si risolve un unico grande VRP