



Unione europea
Fondo sociale europeo



**MINISTERO DEL LAVORO
E DELLE POLITICHE SOCIALI**

Direzione Generale per le Politiche
per l'Orientamento e la Formazione



REGIONE DEL VENETO

L'allocazione ottima delle commesse in contesti multi-aziendali

Maria Silvia Pini

Resp. accademico: Prof.ssa Francesca Rossi

Università di Padova



Attività FSE DGR 1102/2010

La gestione dell'informazione nell'azienda

Schedulazione intelligente di attività in presenza di risorse limitate e
matching stabile ed efficiente tra domanda e offerta

Descrizione del problema - 1

- Data una rete di piccole e medie imprese nei settori della meccanica, vogliamo
 - ▣ definire un **modello** in grado di gestire la rete di imprese
 - ▣ individuare degli **algoritmi di allocazione ottima** delle commesse tra le aziende che fanno parte della rete

- Più in dettaglio
 - ▣ Ogni **commessa** arriverà all'intera rete
 - ▣ Poi il modello di allocazione deciderà **come/se suddividere l'intera commessa in parti e a quali aziende** allocarle

Descrizione del problema - 2

- **Criteri** utilizzati per l'allocazione:
 - Criteri di interesse delle singole **aziende**
 - Es.: massimizzazione del profitto
 - Criteri di interesse del **cliente**
 - Es.: minimizzazione del tempo e del costo di realizzazione
 - Criteri di interesse della **rete di imprese**
 - Es. : Massimizzazione del numero di commesse
 - Criterio di **'fairness'** tra le aziende (in modo che nessuna azienda sia sfavorita rispetto alle altre aziende della rete)

Aree di interesse delle aziende



- Progettazione e design
- Fonderia
- Trattamenti termici/superficiali e rivestimenti
- Verniciatura
- Meccanica di precisione
- Carpenteria leggera
- Carpenteria medio-pesante
- Saldatura
- Taglio
- Realizzazione e fornitura utensili
- Logistica
- Assemblaggio e collaudo

Metodologia di analisi - 1

- Un cliente chiede alla rete di aziende una commessa per un certo prodotto
- **Come possiamo allocare la commessa tra le varie aziende?**



Metodologia di analisi - 2

- **Dobbiamo sapere come realizzare la commessa**
 - **Quali sono le attività** (per es. verniciatura, taglio, ecc.) che devono essere fatte per realizzare la commessa
 - **In che ordine** devono essere fatte
 - **Per ogni attività** dobbiamo sapere **da quali altre attività dipende**. Per esempio:
 - Consideriamo le attività A, B, C e D
 - Se A dipende da B, C e D, per iniziare A bisogna attendere la fine di B, C e D.

Metodologia di analisi - 3

- **Inoltre dobbiamo sapere**
 - **Quali e quante risorse** (cioè piegatrici, cesoie...) richiedono queste attività
 - **Quali sono le aziende** che realizzano queste attività
 - **Quante risorse** mettono a disposizione le varie aziende e **in che tempi**
 - **Qual'è la durata** di queste attività per le varie aziende
 - **Qual'è il costo** richiesto per la realizzazione del lavoro per le varie aziende

Metodologia di analisi - 3

- **Attualmente conosciamo solo...**
 - ▣ **Il sistema del valore** (che indica quali attività vengono prima e quali attività vengono dopo)
 - **ma non sono chiare tutte le dipendenze**
 - ▣ **Il numero totale di risorse** a disposizione (cioè piegatrici, cesoie...) → [parco-macchine.doc](#)
 - **ma non sappiamo quali e quante risorse mette a disposizione ogni azienda nei vari periodi**
 - ▣ **Quali sono le aziende (sicure o potenziali)** che possono realizzare le varie attività → [posizionamento-aziende.doc](#)

Prossime attività - 1

- Dobbiamo capire quali sono i **criteri di interesse** (con il relativo grado di importanza)
 - ▣ delle singole aziende
 - ▣ dei clienti
 - ▣ della rete di imprese
- Potremmo proporre un **questionario** alle varie **aziende** e ad alcuni potenziali **clienti** chiedendo loro di **ordinare** alcuni (per es. 4) criteri di interesse dal piu' importante al meno importante

Prossime attività - 2

- ▣ **Alcuni criteri possibili** per le **aziende** potrebbero essere
 - Massimizzazione del **profitto**
 - Minimizzazione del numero di **risorse utilizzate**
 - Massimizzazione del numero di risorse utilizzate
 - Massimizzazione del **tempo di realizzazione**
 - Minimizzazione del tempo di realizzazione
 - Massimizzazione del **numero di volte** in cui l'azienda partecipa ad una commessa (indipendentemente dal numero di prodotti richiesti nella commessa)
 - Massimizzazione del **numero delle commesse con un grande numero** di prodotti da realizzare
 - ...

Prossime attività - 3

- Vogliamo inoltre capire quali sono **le dipendenze tra le varie attività' e gli altri dati** desiderati per **alcune commesse di riferimento** per realizzare nel modo piu' preciso possibile il nostro algoritmo di allocazione
- Nel frattempo abbiamo esaminato i **metodi** che vengono comunemente usati **in letteratura** per risolvere i problemi di ottimizzazione in cui ci sono **vari criteri da ottimizzare**



Metodi per l'allocazione ottima di risorse

Ottimizzazione multi-obiettivo - 1



- In problemi di allocazione di commesse che fanno parte di una rete **i criteri di interesse** delle **aziende** che fanno parte della rete e dei **clienti spesso sono in conflitto**
- **Obiettivo:** trovare una **soluzione** che sia **ottima contemporaneamente** per i vari criteri di interesse (anche chiamati “obiettivi”) → si parla di **ottimizzazione multi-obiettivo**

Ottimizzazione multi-obiettivo - 2



- Nei problemi con **un solo criterio** da ottimizzare
 - ▣ Una soluzione ottima oppure
 - ▣ tante **soluzioni ottime che sono equivalenti**
- Nei problemi con **piu' criteri** da ottimizzare
 - ▣ **Un insieme di soluzioni ottime che sono incomparabili**
 - ▣ Il **decision maker** ha poi il compito di decidere quale di queste soluzioni è la più adatta a soddisfare le sue esigenze

Ottimizzazione multi-obiettivo - 3

- Il **decision maker** ha il compito di **decidere** quale di queste soluzioni è la migliore. Per esempio,
 - Può **provilegiare un criterio** rispetto ad un altro
 - Es.: minimizzare il costo di realizzazione del prodotto e' **preferibile** a massimizzare la qualita' del prodotto
 - Può considerare **tutti i criteri in modo molto simile**
 - Es.: minimizzare il costo di realizzazione del prodotto e' **ugualmente preferibile** a massimizzare la qualita' del prodotto
 - ...

Problemi multi-obiettivo - 1

- Nei problemi multi-obiettivo
 - ▣ Ogni **soluzione** e' definita da un vettore di variabili decisionali $\mathbf{x}=(x_1, \dots, x_n)$
 - ▣ Ci sono **M funzioni obiettivo**, $f_i(\mathbf{x})$ per $i=1, \dots, M$ (cioe' m criteri da ottimizzare)
 - ▣ **Esempio**
 - **f_1 e f_2 due criteri** di ottimizzazione
 - f_1 : tempo di realizzazione del prodotto (da minimizzare)
 - f_2 : costo del prodotto (da minimizzare)
 - **x, y, z tre soluzioni** tali che
 - $f_1(x) = 3$ giorni $f_2(x) = 50$ euro
 - $f_1(y) = 5$ giorni $f_2(y) = 30$ euro
 - $f_1(z) = 4$ giorni $f_2(z) = 60$ euro

Problemi multi-obiettivo - 2



- Spesso i criteri di ottimizzazione sono **in conflitto** tra loro
- **SCOPO**: trovare **un insieme soluzioni** (cioè un insieme di valori per le variabili decisionali) che **ottimizzi l'insieme delle funzioni obiettivo**

Soluzioni Pareto-ottime - 1

- Le **soluzioni Pareto-ottime** sono tutte le soluzioni che **non sono dominate**
- Date due soluzioni x, y , **x domina y** sse **$f_i(x) \geq f_i(y)$ per ogni criterio i** (cioè x è **migliore o uguale** a y secondo tutti i criteri)
- **Esempio**
 - **f_1 e f_2 due criteri** di ottimizzazione
 - f_1 : tempo di realizzazione del prodotto (da minimizzare)
 - f_2 : costo del prodotto (da minimizzare)
 - **x, y, z tre soluzioni** tali che
 - $f_1(x) = 3$ giorni $f_2(x) = 50$ euro
 - $f_1(y) = 5$ giorni $f_2(y) = 30$ euro
 - $f_1(z) = 4$ giorni $f_2(z) = 60$ euro
 - **x domina z** , poiché' x e' migliore di z sia per f_1 che f_2

Soluzioni Pareto-ottime - 2

- Le **soluzioni Pareto-ottime** sono tutte le soluzioni che **non sono dominate**
- **Esempio**
 - **f_1 e f_2 due criteri** di ottimizzazione
 - f_1 : tempo di realizzazione del prodotto (da minimizzare)
 - f_2 : costo del prodotto (da minimizzare)
 - **x, y, z tre soluzioni** tali che
 - $f_1(x) = 3$ giorni $f_2(x) = 50$ euro
 - $f_1(y) = 5$ giorni $f_2(y) = 30$ euro
 - $f_1(z) = 4$ giorni $f_2(z) = 60$ euro
 - **x e y sono Pareto-ottime** poiche' **non sono dominate**
 - x domina y secondo il criterio f_1
 - y domina x secondo il criterio f_2

Algoritmi per i problemi multi-obiettivo

- **Algoritmi basati sulle preferenze** [Junker 2000 e 2004]
 - Algoritmi di ottimizzazione che sfruttano le preferenze per guidare la ricerca delle soluzioni ottime
 - **L'utente esprime le preferenze**
 - Sulle possibili decisioni
 - Sui criteri di ottimizzazione da adottare
 - **Esempio**
 - sistema automatizzato di pianificazione delle vacanze

Esempio - 1

- **Sistema automatizzato per la pianificazione delle vacanze**
 - sceglie una o più destinazioni per la vacanza da un catalogo molto grande → **tante soluzioni ammissibili**



Esempio - 2

- ▣ Gli utenti danno le loro **preferenze su alcune destinazioni** → e' possibile individuare solo le **soluzioni effettivamente interessanti**
 - Es.: l'utente preferisce le Hawaii alla Florida per fare surf
- ▣ Gli utenti danno le loro **preferenze sui criteri di interesse**
 - Es.: l'utente preferisce una vacanza
 - poco costosa (costo da minimizzare)
 - di buona qualita' (qualita' da massimizzare)

Esempio - 3

- ▣ Problema multi-obiettivo dove ci sono **vari criteri da ottimizzare**
 - Il prezzo deve essere il più basso possibile
 - La qualità deve essere la più alta possibile
- ▣ **Alcuni metodi** possono restituire una vacanza
 - Poco costosa ma di scarsa qualità' oppure
 - Molto costosa ma di buona qualità'
- ▣ **Altri metodi** cercano di restituire una soluzione che **bilancia i due criteri** del costo e della qualità'
- ▣ Entrambe le soluzioni sono **Pareto-ottime**

Soluzioni Pareto-ottime - 1

- Due tipi di **soluzioni Pareto-ottime**
 - **soluzioni estreme**
 - Un criterio viene privilegiato rispetto agli altri
 - **soluzioni bilanciate**
 - I criteri sono privilegiati nel modo piu' simile possibile
 - I criteri devono essere confrontabili
- Alcuni metodi restituiscono soluzioni estreme altri restituiscono soluzioni bilanciate
- Noi **proponiamo** di selezionare **soluzioni bilanciate**

Soluzioni Pareto-ottime - 2

□ Esempio

- Supponiamo di voler minimizzare
 - il costo della vacanza
 - la durata del viaggio per arrivare al luogo di villeggiatura
- siano x_1 , x_2 , x_3 soluzioni Pareto-ottime
 - $x_1 = (\text{costo} = 10, \text{durata} = 5)$
 - $x_2 = (\text{costo} = 5, \text{durata} = 10)$
 - $x_3 = (\text{costo} = 7, \text{durata} = 7)$
- **x_1 e x_2** sono soluzioni **Pareto-ottime estreme**
 - x_1 e' ottima rispetto alla durata
 - x_2 e' ottima rispetto al costo
- **x_3** e' una soluzione **Pareto-ottima bilanciata**
 - Non e' ottima ne' rispetto alla durata, ne' rispetto al costo, ma e' un buon compromesso tra i due criteri

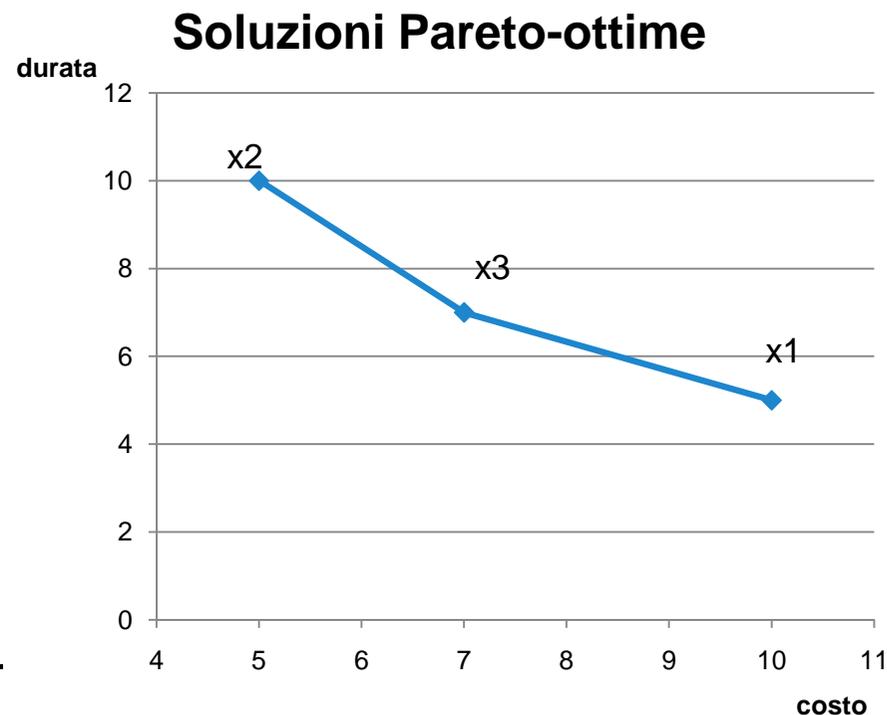
Soluzioni Pareto-ottime - 3

□ Esempio

- siano x_1 , x_2 , x_3 soluzioni Pareto-ottime

- $x_1 = (\text{costo}=10, \text{durata}=5)$
- $x_2 = (\text{costo}=5, \text{durata}=10)$
- $x_3 = (\text{costo}=7, \text{durata}=7)$

- **x_1 e x_2** sono soluzioni Pareto-ottime **estreme**
- **x_3** e' una soluzione Pareto-ottima **bilanciata**



L'equità nell'allocazione - 1

- **Aspetti cruciali** dei problemi di allocazione
 - L'ottimizzazione multi-criterio
 - Il concetto dell'equità' (anche detta "**fairness**") dell'allocazione
 - L'obiettivo e' quello di **soddisfare in modo equo tutti gli utenti** che partecipano all'allocazione
 - **Non c'e' un'unica nozione di fairness** accettata da tutti gli utenti
 - Un'allocazione potrebbe essere considerata fair da alcuni utenti ma non da altri

L'equità nell'allocatione - 2

- Per **esempio**, nei problemi di **requirements analysis**
 - c'e' un **sistema software esistente**
 - ci sono vari **clienti che hanno delle richieste** che vogliono che vengano sviluppate nella prossima edizione del software
 - Lo scopo e' quello di allocare in maniera equa le risorse, cioe' **soddisfare in modo equo le richieste** dei clienti in modo tale da non privilegiare nessun cliente rispetto agli altri
 - un'allocatione puo' essere **fair** se:
 - soddisfa lo **stesso numero di richieste** per ogni cliente, oppure
 - da' lo **stesso livello di soddisfazione** ad ogni cliente
 - poiche' alcune richieste contano piu' di altre
 - da' lo **stesso costo** ad ogni cliente

L'equità nell'allocazione - 3

- Per risolvere questi problemi e' stata effettuata **un'analisi dei compromessi tra le varie nozioni di fairness** che i clienti hanno in mente su un problema reali [Finkelstein et al. 2008]
 - ▣ Lo scopo di questa analisi non e' di dare un sistema automatico di allocazione, ma di **dare dei suggerimenti al decision maker**
 - Per mostrare al decisore dove ci sono i potenziali problemi di bilanciamento tra le varie nozioni di fairness
 - permettere al decisore di mostrare al cliente che la soluzione adottata e' fair secondo piu' criteri di fairness
- Ambiti di applicazioni
 - Negoziazione
 - Mediazione
 - risoluzione di conflitti

Piano delle prossime attività'

- **Per individuare la miglior strategia di allocazione** delle commesse tra le aziende di una rete
 - **Approfondire l'analisi dei metodi basati sulle preferenze**
 - **Elicitare le preferenze** dalle aziende della rete
 - **Preferenze sui tipi di allocazione**
 - Alcune aziende possono preferire tante commesse di piccole dimensioni in tempi successivi
 - Altre aziende possono preferire solo commesse di grandi dimensioni
 - **Preferenze sui criteri/fairness**
 - Massimizzazione del guadagno
 - Minimizzazione dei costi ...
 - **Aggregare le preferenze** delle aziende
 - **Adottare tecniche di negoziazione** per individuare una nozione di fairness condivisa