

AMPL Introduzione

F. Rinaldi

Dipartimento di Matematica
Università di Padova

Corso di Laurea Informatica

Outline

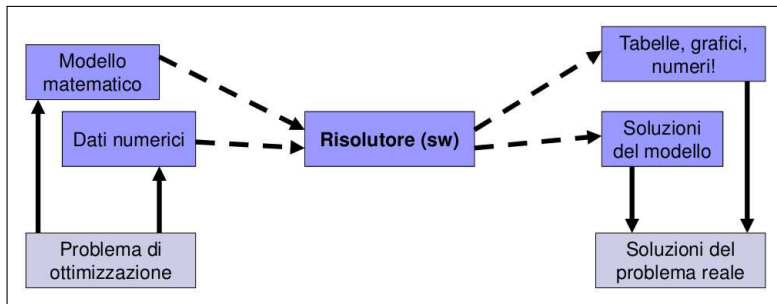
AMPL Introduzione

Introduzione

Utilizzo di un Solver

Definizione

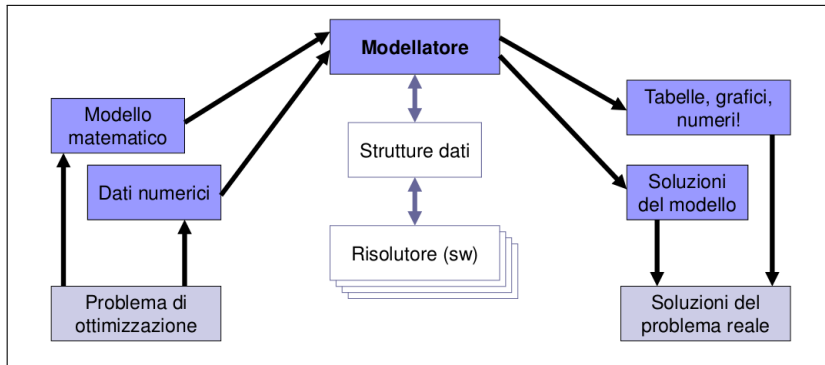
Un **solver** (o risolutore) è un software che riceve in **input** una descrizione di un problema di ottimizzazione e produce in **output** la soluzione ottima del modello e informazioni ad essa collegate.



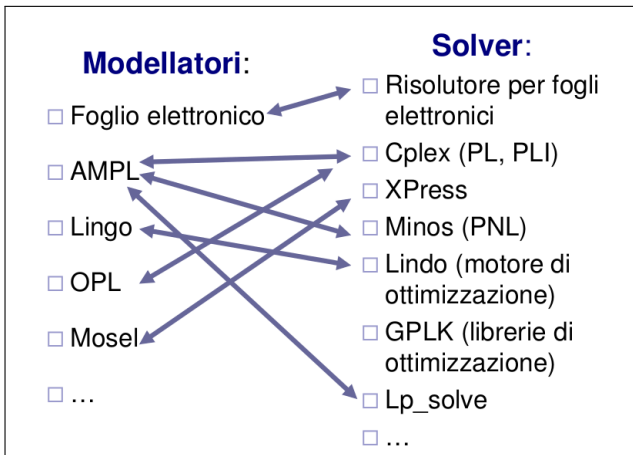
Ruolo dei Modellatori

Definizione

Un **modellatore** fornisce un'interfaccia verso un risolutore.



Possibili Configurazioni



AMPL

- ▶ Linguaggio di modellazione per la programmazione matematica
- ▶ Serve ad esprimere un problema di ottimizzazione in una forma comprensibile ad un solutore
- ▶ Linguaggio algebrico: Contiene diverse primitive per esprimere la notazione matematica normalmente utilizzata per problemi di ottimizzazione (es. sommatorie, funzioni matematiche, etc.)

Primo Esempio

Esempio.mod

```
var x1;  
var x2;  
  
minimize obiettivo: x1+x2;  
  
subject to v1: x1 >= 0;  
subject to v2: x2 >= 0;  
subject to v3: x1 <= 10;  
subject to v4: x2 <= 10;  
s.t. v5: x1-x2 <= 0;
```

Problema della Dieta

Dieta Economica

Un dietologo deve preparare una dieta che garantisca un apporto giornaliero di proteine, ferro e calcio di almeno 20 mg, 30 mg e 10 mg, rispettivamente. Il dietologo è orientato su cibi a base di verdura (5 mg/kg di proteine, 6 mg/kg di ferro e 5 mg/kg di calcio, al costo di 4 euro/kg), carne (15 mg/kg di proteine, 10 mg/kg di ferro e 3 mg/kg di calcio, al costo di 10 euro/kg) e frutta (4 mg/kg di proteine, 5 mg/kg di ferro e 12 mg/kg di calcio, al costo di 7 euro/kg). Determinare la dieta di costo minimo.

Formulazione del problema

Variabili decisionali

x_1 : quantità in kg di cibi a base di verdura da includere nella dieta;

x_2 : quantità in kg di cibi a base di carne da includere nella dieta;

x_3 : quantità in kg di cibi a base di frutta da includere nella dieta.

Modello PL

$$\begin{array}{llllllll}
 \min & 4x_1 & + & 10x_2 & + & 7x_3 & & \text{(costo giornaliero della dieta)} \\
 \text{s.t.} & & & & & & & \\
 & 5x_1 & + & 15x_2 & + & 4x_3 & \geq & 20 \text{ (proteine)} \\
 & 6x_1 & + & 10x_2 & + & 5x_3 & \geq & 30 \text{ (ferro)} \\
 & 5x_1 & + & 3x_2 & + & 12x_3 & \geq & 10 \text{ (calcio)} \\
 & x_1 & , & x_2 & , & x_3 & \in & \mathbb{R}_+ \text{ (dominio)}
 \end{array}$$

Esercizio I

- ▶ Scrivere File .mod per il problema della dieta

Dettagli Comandi

- ▶ Comandi AMPL per risolvere problema sono vari (model, data, options, solve, display, ...)
- ▶ Possibile eseguire da riga di comando in ambiente AMPL
- ▶ Possibile scrivere questi comandi una volta per tutte in un file .run

FS.run

```
reset; # cancella eventuali dati già memorizzati  
model FS.mod; # carica il modello  
data FS.dat; # carica i dati  
option solver cplex; # setta cplex come solutore  
solve; # risolve il modello  
display x; # visualizza il valore ottimo delle variabili x
```

Per lanciare la risoluzione basta aprire un terminale nella cartella contenente i file .mod, .dat e .run e scrivere

```
ampl FS.run
```

Alternativa: Scriviamo direttamente nell'ambiente AMPL il comando

```
include FS.run
```

Esercizio II

- ▶ Risolvere il problema della dieta da linea di comando

Consigli

AMPL consente di scrivere problema in un unico file (con estensione .mod)

Problemi Reali

Problemi reali hanno molte variabili, molti vincoli, molti parametri

Scrivere il modello matematico e la sua traduzione in AMPL come fatto in precedenza
impensabile:

- ▶ il modello e il codice risultano illeggibili
- ▶ una modifica del modello a posteriori richiede un grande sforzo



Meglio separare file modello (estensione.mod) e file dati (estensione .dat)

Consigli

AMPL consente di scrivere problema in un unico file (con estensione .mod)

Problemi Reali

Problemi reali hanno molte variabili, molti vincoli, molti parametri

Scrivere il modello matematico e la sua traduzione in AMPL come fatto in precedenza
impensabile:

- ▶ il modello e il codice risultano illeggibili
- ▶ una modifica del modello a posteriori richiede un grande sforzo



Meglio separare file modello (estensione.mod) e file dati (estensione .dat)

Consigli

AMPL consente di scrivere problema in un unico file (con estensione .mod)

Problemi Reali

Problemi reali hanno molte variabili, molti vincoli, molti parametri

Scrivere il modello matematico e la sua traduzione in AMPL come fatto in precedenza
impensabile:

- ▶ il modello e il codice risultano illeggibili
- ▶ una modifica del modello a posteriori richiede un grande sforzo



Meglio separare file modello (estensione.mod) e file dati (estensione .dat)

Dettagli

Costruzione del modello in 2 FASI:

- ▶ **Dichiarazione:** Descriviamo la struttura logica del modello del problema in esame
- ▶ **Definizione:** Indichiamo i valori numerici del problema stesso

File utilizzati:

- ▶ Dichiarazione in File Modello (.mod)
- ▶ Definizione in File Dati (.dat)
- ▶ Per uno stesso modello, dati possono essere contenuti in uno o più file .dat

Primo Modello

- Si considera un modello di programmazione lineare in forma standard con n variabili e m vincoli

$$\begin{aligned} \min \quad & \sum_{j=1}^n c_j x_j \\ & \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad i = 1, \dots, m \\ & x_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, n \end{aligned} \tag{1}$$

Modello AMPL

FS.mod

```
# INSIEMI DEL PROBLEMA
# insieme delle colonne
set C;
# insieme delle righe
set R;

# PARAMETRI DEL PROBLEMA
# coefficienti f.o.
param c{C};
# coefficienti vincoli
param a{R,C};
# coefficienti termini noti
param b{R};

# VARIABILI
var x{C};

# F.O.
minimize obj: sum{j in C}c[j] * x[j];

# VINCOLI
subject to vin1 {i in R}: sum{j in C}a[i,j] * x[j] = b[i];
subject to vin2 {j in C}: x[j] >= 0;
```

Problema Reale

- Si considera un modello di programmazione lineare in forma standard con 3 variabili e 2 vincoli

$$\begin{array}{ll} \min & x_1 + 2x_2 - 3x_3 \\ & 4x_1 - 4x_2 + 10x_3 = 0 \\ & -4x_1 + 12x_2 + 6x_3 = 2 \\ & x_j \geq 0 \quad j = 1, \dots, 3 \end{array} \quad (2)$$

Dati Modello Reale

FS.dat

```
# INSIEMI DEL PROBLEMA
set C := c1 c2 c3;
set R := r1 r2;

# PARAMETRI DEL PROBLEMA
param a: c1 c2 c3:=
r1 4 -4 10
r2 -4 12 6;
param: b:=
r1 0
r2 2;
param: c:=
c1 1
c2 2
c3 -3;
```

Esercizio III

- ▶ Scrivere File .mod .dat .run per il problema della dieta

Esercizio IV

- ▶ Il dietologo vuole inserire alimenti a base di pesce (10 mg/kg di proteine, 15 mg/kg di ferro e 2 mg/kg di calcio, al costo di 9 euro/kg) nella dieta. Modificare opportunamente i file relativi al problema.