Definizioni

- Ottimizzazione numerica
- Variabili
- Obiettivi
- Vincoli

Ottimizzazione numerica mono obiettivo

$$\text{Trovare } X = \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{Bmatrix} \text{ che massimizza } f(X)$$

con i vincoli

$$g_j(X) < 0, \; j = 1, \ldots, m$$

$$l_j(X) = 0, \; j = 1, \ldots, p$$

Ottimizzazione numerica multiobiettivo

$$\text{Trovare } X = \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{Bmatrix}$$

che massimizza $f_j(X)\, j = 1, \ldots, q$

con i vincoli

$g_j(X) < 0,\ j = 1, \ldots., m$

$l_j(X) = 0,\ j = 1, \ldots., p$

Normalmente nella fase di progettazione si ha sempre a che fare con un problema di ottimizzazione multiobiettivo.

Nel caso di un profilo aerodinamico:

- Max CL
- Min CD
- Abs(CM)<ε
- Spessore = t

La metodologia classica per affrontare queste problematiche è creare una funzione obiettivo pesata:

$$f_w = \sum_{i=1}^{n} w_i f_i \qquad f_w : \Re^n \Rightarrow \Re$$

Pregi: formulazione semplice

Difetti: difficoltà nella definizione dei pesi; i pesi sono connessi al valore assoluto degli obiettivi, possibilità di perdere in significatività dei diversi obiettivi

Per ovviare a questi problemi si è sviluppata la teoria numerica dell' **OTTIMZZAZIONE MULTI OBIETTIVO**

L'idea base è mantenere separati tutti gli obiettivi e ottimizzarli contemporaneamente

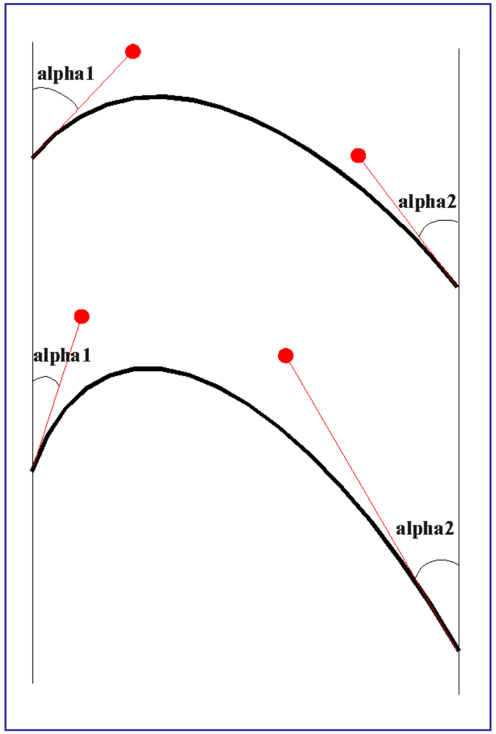
TEORIA DEI GIOCHI (PARETO, NASH, STACKELBERG)

$$f : \Re^n \Rightarrow \Re^m$$

VARIABILI DI PROGETTO

Ogni sistema, nel nostro caso ingegneristico, può essere definito mediante alcune valori quantitativi (parametri).

Al valori che possono essere modificati nel corso della progettazione viene dato il nome di **variabili di progetto**



Alle variabili di progetto è associato il concetto di **parametrizzazione**: modifica del sistema in esame (geometrica etc.).

La distinzione principale tra le variabili è:

•MISURABLI

•DI CATEGORIA

Il concetto distintivo tra i due insiemi è quello di distanza:

•Le variabili misurabili possono essere ordinate numericamente (angoli, lunghezze, peso,etc)

•Nelle variabili di categorie non esiste un criterio numerico di classificazione.

Distinzione importante: a seconda del tipo di variabili si potrà applicare un algoritmo di ottimizzazione o meno

FUNZIONE OBIETTVO

Nella fase ti ottimizzazione si vuole sempre trovare la configurazione del sistema in esame che abbia le caratteristiche volute.

Di conseguenza è necessario definire un criterio per classificare le diverse soluzioni

La **funzione obiettivo** è la formulazione numerica di questo criterio.

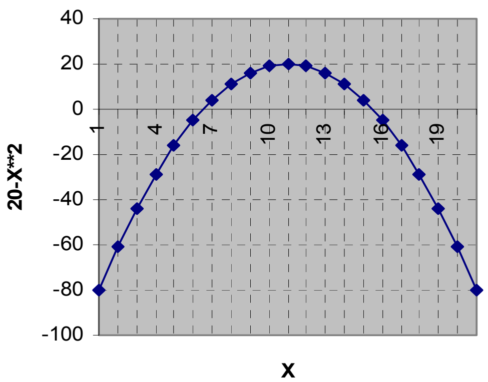
Esempi: rendimento termodinamico, peso di una struttura, tensioni interne, resistenza aerodinamica, ecc.

Parlare di massimizzazione o minimizzazione è identico.

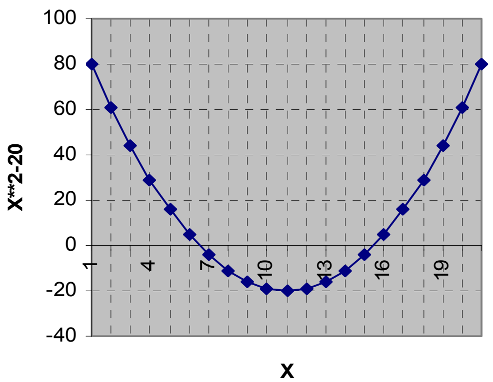
$F_{new}(x) = - F(x)$ **Il problema è equivalente**

$F_{new}(x) = 1 / F(x)$ **Il problema non è equivalente**

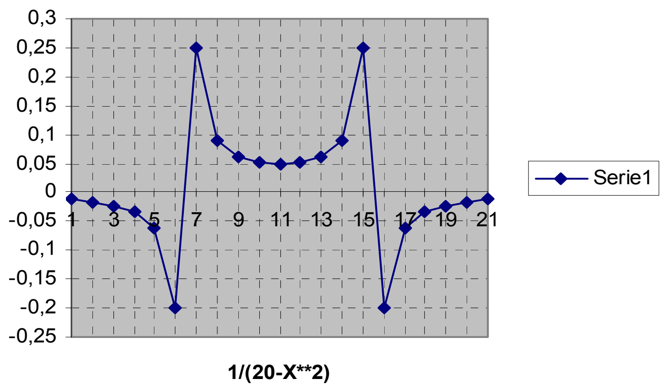
F(X)



- F(X)



1 / F(X)

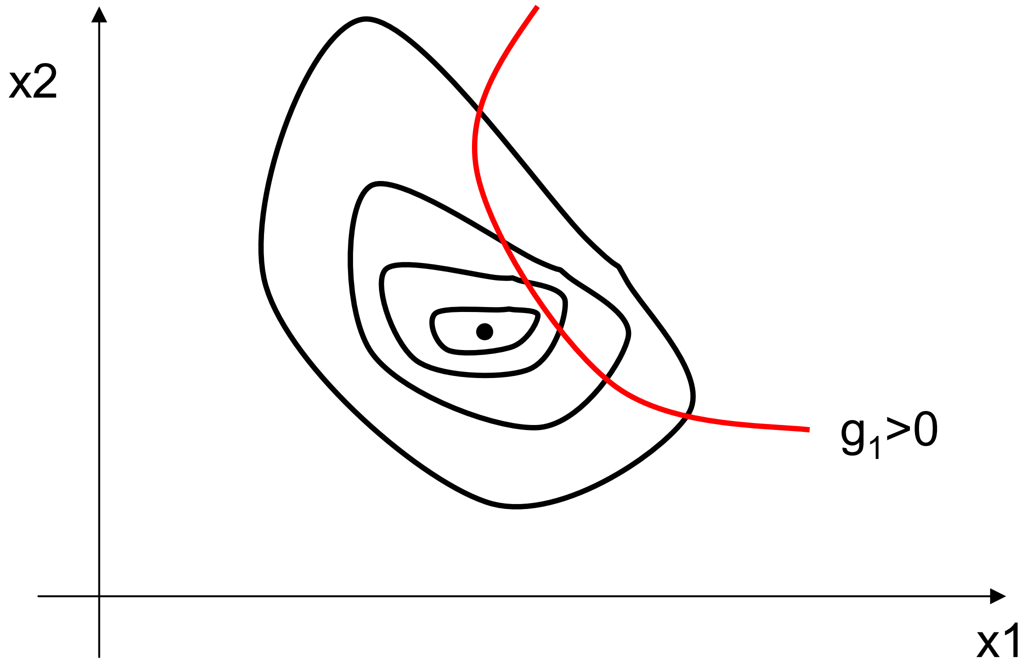


VINCOLI

In molti casi reali di progettazione la definizione di una o più funzioni obiettivo non sono sufficienti alla raggiunta degli obiettivo prefissati; molte volte bisogna limitare qualche grandezza del sistema.

Esempio: se si volesse trovare un profilo aerodinamico a resistenza più bassa possibile, la geometria risultante avrebbe portanza nulla e di spessore trascurabile (non accettabile)

MIN CD	**obiettivo**
$CL > CL^*$	**vincolo**
Spessore > t	**vincolo**



La presenza di vincoli modifica la soluzione finale ottima.

Importante : vincoli sulle variabili $x_{min} < x < x_{max}$

Vincoli di uguaglianza: $h(x) = 0$

Da un punto di vista ingegneristico non sono molto utilizzati ma vengono trasformati in

$|h(x)| < \varepsilon$ (tolleranza)