

Lezione introduttiva Metodi di Ottimizzazione per Big Data

Veronica Piccialli*

Roma 02 Marzo 2020

* Università degli Studi di Roma Tor Vergata

Sito e Materiale

Sito web dei docenti: Veronica Piccialli

<http://people.uniroma2.it/veronica.piccialli/index.html> e

Andrea Pacifici

<http://people.uniroma2.it/andrea.pacifici/index.html>

Sito del corso:

<http://people.uniroma2.it/veronica.piccialli/MOBD.html>

Mi aiuteranno l'ing. Antonio Sudoso (antoniomaria.sudoso@gmail.com) e l'ing.

Cecilia Salvatore, borsista

Materiale didattico:

Sito e Materiale

Sito web dei docenti: Veronica Piccialli

<http://people.uniroma2.it/veronica.piccialli/index.html> e

Andrea Pacifici

<http://people.uniroma2.it/andrea.pacifici/index.html>

Sito del corso:

<http://people.uniroma2.it/veronica.piccialli/MOBD.html>

Mi aiuteranno l'ing. Antonio Sudoso (antoniomaria.sudoso@gmail.com) e l'ing.

Cecilia Salvatore, borsista

Materiale didattico:

Testo: Luigi Grippo, Marco Sciandrone, Metodi di Ottimizzazione Non

Vincolata, Springer, Unitext 2011

Dispense scaricabili dal sito del corso

Testi in inglese forniti man mano

Sito e Materiale

Sito web dei docenti: Veronica Piccialli

<http://people.uniroma2.it/veronica.piccialli/index.html> e

Andrea Pacifici

<http://people.uniroma2.it/andrea.pacifici/index.html>

Sito del corso:

<http://people.uniroma2.it/veronica.piccialli/MOBD.html>

Mi aiuteranno l'ing. Antonio Sudoso (antoniomaria.sudoso@gmail.com) e l'ing.

Cecilia Salvatore, borsista

Materiale didattico:

Testo: Luigi Grippo, Marco Sciandrone, Metodi di Ottimizzazione Non Vincolata, Springer, Unitext 2011

Dispense scaricabili dal sito del corso

Testi in inglese forniti man mano

AMPL: licenza e manuali distribuiti tramite gruppo google del corso (MOBD19-20)

Phyton: slide e materiale distribuiti tramite gruppo google del corso (MOBD19-20)

Sito e Materiale

Sito web dei docenti: Veronica Piccialli

<http://people.uniroma2.it/veronica.piccialli/index.html> e

Andrea Pacifici

<http://people.uniroma2.it/andrea.pacifici/index.html>

Sito del corso:

<http://people.uniroma2.it/veronica.piccialli/MOBD.html>

Mi aiuteranno l'ing. Antonio Sudoso (antoniomaria.sudoso@gmail.com) e l'ing.

Cecilia Salvatore, borsista

Materiale didattico:

Testo: Luigi Grippo, Marco Sciandrone, Metodi di Ottimizzazione Non Vincolata, Springer, Unitext 2011

Dispense scaricabili dal sito del corso

Testi in inglese forniti man mano

AMPL: licenza e manuali distribuiti tramite gruppo google del corso (MOBD19-20)

Phyton: slide e materiale distribuiti tramite gruppo google del corso (MOBD19-20)

Per iscriversi al gruppo, mandare un'email a veronica.piccialli@uniroma2.it

Introduzione al corso

- Sito e Materiale
- **Modalità di esame**
- Programma di Massima
- Ottimizzazione

Un po'di storia

Modello vs enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

Modalità di esame

scritto 10 pt

orale 10 pt

progetto 10pt

Il progetto può essere presentato da gruppi di **massimo 2 studenti** e **deve** essere consegnato entro l'anno accademico (analogamente se si consegna prima il progetto l'esame va fatto entro l'anno accademico).



Programma di Massima

Introduzione al corso

- Sito e Materiale
- Modalità di esame
- Programma di

Massima

- Ottimizzazione

Un po'di storia

Modello vs enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

1. Cenni su Ottimizzazione Non Vincolata
2. Ottimizzazione Vincolata: esistenza, condizioni di ottimo, algoritmi

Programma di Massima

Introduzione al corso

- Sito e Materiale
- Modalità di esame
- Programma di

Massima

- Ottimizzazione

Un po'di storia

Modello vs enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

1. Cenni su Ottimizzazione Non Vincolata
2. Ottimizzazione Vincolata: esistenza, condizioni di ottimo, algoritmi

Ottimizzazione non vincolata $\Rightarrow$ Reti Neurali (e Deep Learning), che sono nel corso Machine Learning

Introduzione al corso

- Sito e Materiale
- Modalità di esame
- Programma di

Massima

- Ottimizzazione

Un po'di storia

Modello vs enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

Programma di Massima

1. Cenni su Ottimizzazione Non Vincolata
2. Ottimizzazione Vincolata: esistenza, condizioni di ottimo, algoritmi

Ottimizzazione non vincolata $\Rightarrow$ Reti Neurali (e Deep Learning), che sono nel corso Machine Learning

Ottimizzazione vincolata $\Rightarrow$ Support Vector Machines, Clustering, Classificazione Robusta

Programma di Massima

Introduzione al corso

- Sito e Materiale
- Modalità di esame
- Programma di Massima

Massima

- Ottimizzazione

Un po'di storia

Modello vs enumerazione

Esempi

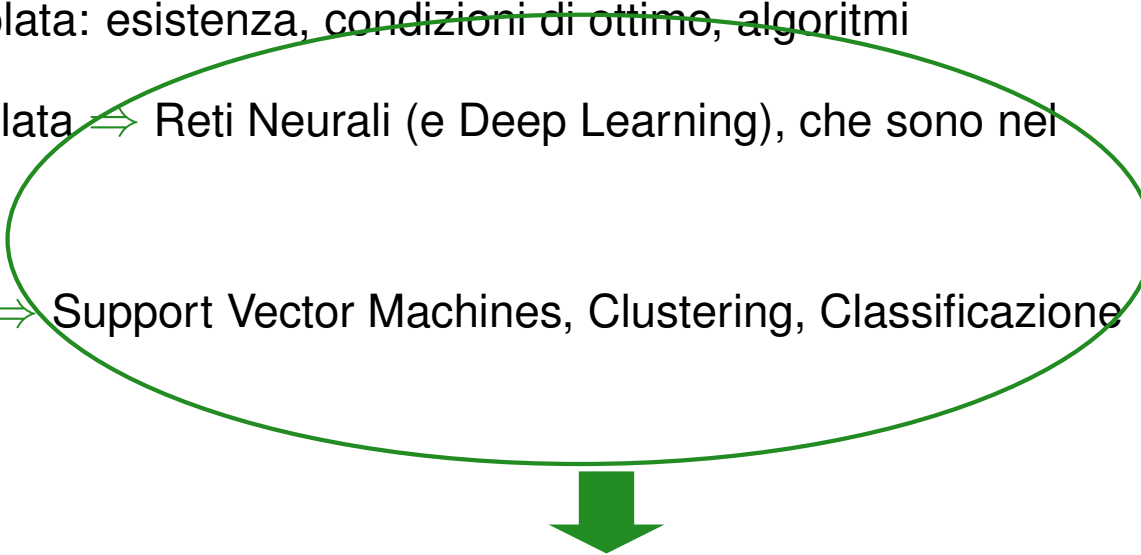
Big Data

Problemi di DM

1. Cenni su Ottimizzazione Non Vincolata
2. Ottimizzazione Vincolata: esistenza, condizioni di ottimo, algoritmi

Ottimizzazione non vincolata $\Rightarrow$ Reti Neurali (e Deep Learning), che sono nel corso Machine Learning

Ottimizzazione vincolata $\Rightarrow$ Support Vector Machines, Clustering, Classificazione Robusta



Big Data

Ottimizzazione

Introduzione al corso

- Sito e Materiale
- Modalità di esame
- Programma di Massima
- Ottimizzazione

Un po'di storia

Modello vs enumerazione

Esempi

Big Data

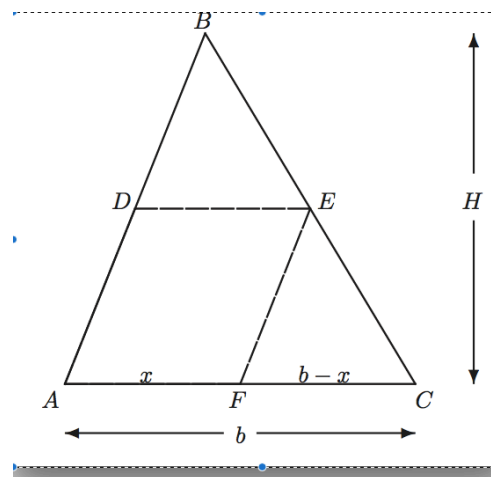
Problemi di DM

L'**ottimizzazione** (o Programmazione Matematica) studia **problemi di decisione** complessi che si presentano nella vita reale in cui si richiede di trovare il minimo o il massimo di una funzione a valori reali in un dato insieme .

Eulero(1707 -1783): Nulla accade in natura che non possa essere ricondotto a un problema di massimizzazione o minimizzazione

Per quel che ne sappiamo, il libro *Elementi* di Euclide (quarto secolo a.C.) è stato il primo libro di testo di matematica nella storia, e contiene il seguente problema:

In un dato triangolo ABC inscrivere un parallelogramma ADEF tale che $EF \parallel AB$ e $DE \parallel AC$ e tale che la sua area è massima.



- Motivazione
- Alcuni esempi storici
- Ottimizzazione oggi

Euclide, Fermat e Lagrange

Euclide dimostra che il massimo si trova per $x = \frac{1}{2}b$ tramite ragionamento geometrico. Una tecnica di soluzione per il generico problema di ottimizzazione nonlineare arriva con lo sviluppo dell'analisi nel 17mo secolo.

Euclide, Fermat e Lagrange

Euclide dimostra che il massimo si trova per $x = \frac{1}{2}b$ tramite ragionamento geometrico. Una tecnica di soluzione per il generico problema di ottimizzazione nonlineare arriva con lo sviluppo dell'analisi nel 17mo secolo.

Può essere formulato come:

$$\max_{0 < x < b} \frac{xH(b-x)}{b} \quad (1)$$

Euclide, Fermat e Lagrange

Euclide dimostra che il massimo si trova per $x = \frac{1}{2}b$ tramite ragionamento geometrico. Una tecnica di soluzione per il generico problema di ottimizzazione nonlineare arriva con lo sviluppo dell'analisi nel 17mo secolo.

Può essere formulato come:

$$\max_{0 < x < b} \frac{xH(b-x)}{b} \quad (1)$$

Con tecnica moderna si risolve il problema (1) ponendo uguale a zero la derivata della funzione obiettivo e risolvendo l'equazione corrispondente (Fermat (1601-1665), Lagrange ha esteso questa tecnica a problemi con vincoli di uguaglianza).

Euclide, Fermat e Lagrange

Euclide dimostra che il massimo si trova per $x = \frac{1}{2}b$ tramite ragionamento geometrico. Una tecnica di soluzione per il generico problema di ottimizzazione nonlineare arriva con lo sviluppo dell'analisi nel 17mo secolo.

Può essere formulato come:

$$\max_{0 < x < b} \frac{xH(b-x)}{b} \quad (1)$$

Con tecnica moderna si risolve il problema (1) ponendo uguale a zero la derivata della funzione obiettivo e risolvendo l'equazione corrispondente (Fermat (1601-1665), Lagrange ha esteso questa tecnica a problemi con vincoli di uguaglianza).

Come si risolve un sistema di equazioni? Isaac Newton ha definito l'algoritmo di soluzione più noto per questo problema, Combinato con il metodo di Fermat e di Lagrange, ha portato al primo algoritmo di ottimizzazione.



Motivazione

Introduzione al corso

Un po'di storia

- Euclide, Fermat e Lagrange
- **Motivazione**
- Alcuni esempi storici
- Ottimizzazione oggi

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

Lo studio dell'ottimizzazione non lineare ai tempi di Fermat, Lagrange, Eulero e Newton era dovuto al fatto che avevano realizzato che molti principi fisici in natura possono essere spiegati tramite principi di ottimizzazione.

Motivazione

Lo studio dell'ottimizzazione non lineare ai tempi di Fermat, Lagrange, Eulero e Newton era dovuto al fatto che avevano realizzato che molti principi fisici in natura possono essere spiegati tramite principi di ottimizzazione.

Per esempio il principio di Fermat sulla rifrazione della luce può essere enunciato come: *in un mezzo non omogeneo, la luce viaggia da un punto all'altro lungo il cammino che richiede il tempo minimo.*

Motivazione

Lo studio dell'ottimizzazione non lineare ai tempi di Fermat, Lagrange, Eulero e Newton era dovuto al fatto che avevano realizzato che molti principi fisici in natura possono essere spiegati tramite principi di ottimizzazione.

Per esempio il principio di Fermat sulla rifrazione della luce può essere enunciato come: *in un mezzo non omogeneo, la luce viaggia da un punto all'altro lungo il cammino che richiede il tempo minimo.*

Nel 19mo secolo Karl Weierstrass (1815 -1897) ha dimostrato il famoso risultato che una funzione continua ammette minimo e massimo su insieme compatto e questo fornisce una condizione sufficiente per l'esistenza di una soluzione ottima che si applica in molti casi pratici.

- Euclide, Fermat e Lagrange
- Motivazione
- Alcuni esempi storici
- Ottimizzazione oggi

Alcuni esempi storici

L'origine è il libro about Maxima and Minima di V.M. Tikhomirov (AMS, 1990).

1. Problema di Tartaglia (1500-1557): come si divide il numero 8 in 2 parti tali che il risultato del moltiplicare il prodotto delle due parti per la loro differenza sia massimo?

- Euclide, Fermat e Lagrange
- Motivazione
- Alcuni esempi storici
- Ottimizzazione oggi

Alcuni esempi storici

L'origine è il libro about Maxima and Minima di V.M. Tikhomirov (AMS, 1990).

1. Problema di Tartaglia (1500-1557): come si divide il numero 8 in 2 parti tali che il risultato del moltiplicare il prodotto delle due parti per la loro differenza sia massimo?
2. problema di Keplero (1615): data una sfera, inscrivere un cilindro di massimo volume.

- Euclide, Fermat e Lagrange
- Motivazione
- Alcuni esempi storici
- Ottimizzazione oggi

Alcuni esempi storici

L'origine è il libro about Maxima and Minima di V.M. Tikhomirov (AMS, 1990).

1. Problema di Tartaglia (1500-1557): come si divide il numero 8 in 2 parti tali che il risultato del moltiplicare il prodotto delle due parti per la loro differenza sia massimo?
2. problema di Keplero (1615): data una sfera, inscrivere un cilindro di massimo volume.
3. problema di Steiner (1659) trovare nel piano di un dato triangolo un punto tale che la somma delle distanze dai suoi vertici sia minima (punto di Torricelli).

Ottimizzazione oggi

Introduzione al corso

Un po'di storia

- Euclide, Fermat e Lagrange
- Motivazione
- Alcuni esempi storici
- Ottimizzazione oggi

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

Il semplice buon senso, ovvero l'impiego di una persona competente del settore che sulla base dell'esperienza acquisita nel corso degli anni gestisca il sistema non è più sufficiente a far fronte alla sempre più crescente complessità organizzativa della gran parte dei sistemi di produzione e servizio.

- Euclide, Fermat e Lagrange
- Motivazione
- Alcuni esempi storici
- Ottimizzazione oggi

Ottimizzazione oggi

Il semplice buon senso, ovvero l'impiego di una persona competente del settore che sulla base dell'esperienza acquisita nel corso degli anni gestisca il sistema non è più sufficiente a far fronte alla sempre più crescente complessità organizzativa della gran parte dei sistemi di produzione e servizio.

Lo sviluppo di mezzi di calcolo potenti ha favorito la diffusione della RO in quanto un calcolatore potente è uno strumento irrinunciabile per risolvere problemi di decisione complessi

- **Esempio di Dantzig**
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Esempio di Dantzig

Riportiamo l'esempio di G.B. Dantzig - Linear Programming the story about it began: some legends, a little about historical significance, and comments about where its many mathematical programming extensions may be headed in History of Mathematical programming - a collection of personal reminiscences, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan and A. Schrijver eds., North Holland (1991).

Esempio di Dantzig

Riportiamo l'esempio di G.B. Dantzig - Linear Programming the story about it began: some legends, a little about historical significance, and comments about where its many mathematical programming extensions may be headed in History of Mathematical programming - a collection of personal reminiscences, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan and A. Schrijver eds., North Holland (1991).

(i) Supponiamo di dover assegnare 70 dipendenti a 70 diverse mansioni. Le abilità dei dipendenti non sono tutte uguali, quindi si vuole scegliere l'assegnamento che massimizza la riuscita complessiva delle mansioni (obiettivo).

Esempio di Dantzig

Riportiamo l'esempio di G.B. Dantzig - Linear Programming the story about it began: some legends, a little about historical significance, and comments about where its many mathematical programming extensions may be headed in History of Mathematical programming - a collection of personal reminiscences, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan and A. Schrijver eds., North Holland (1991).

- (i) Supponiamo di dover assegnare 70 dipendenti a 70 diverse mansioni. Le abilità dei dipendenti non sono tutte uguali, quindi si vuole scegliere l'assegnamento che massimizza la riuscita complessiva delle mansioni (obiettivo).
- (i) Vincoli:

Esempio di Dantzig

Riportiamo l'esempio di G.B. Dantzig - Linear Programming the story about it began: some legends, a little about historical significance, and comments about where its many mathematical programming extensions may be headed in History of Mathematical programming - a collection of personal reminiscences, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan and A. Schrijver eds., North Holland (1991).

(i) Supponiamo di dover assegnare 70 dipendenti a 70 diverse mansioni. Le abilità dei dipendenti non sono tutte uguali, quindi si vuole scegliere l'assegnamento che massimizza la riuscita complessiva delle mansioni (obiettivo).

(i) Vincoli:

1. ogni dipendente deve essere assegnato a una mansione

Esempio di Dantzig

Riportiamo l'esempio di G.B. Dantzig - Linear Programming the story about it began: some legends, a little about historical significance, and comments about where its many mathematical programming extensions may be headed in History of Mathematical programming - a collection of personal reminiscences, J.K. Lenstra, A.H.G. Rinnooy Kan and A. Schrijver eds., North Holland (1991).

(i) Supponiamo di dover assegnare 70 dipendenti a 70 diverse mansioni. Le abilità dei dipendenti non sono tutte uguali, quindi si vuole scegliere l'assegnamento che massimizza la riuscita complessiva delle mansioni (obiettivo).

(i) Vincoli:

1. ogni dipendente deve essere assegnato a una mansione
2. ogni mansione deve essere assegnata a un dipendente.



Enumerazione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di
assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

Ci sono un numero finito di possibilità : 70!

Enumerazione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di
assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

Ci sono un numero finito di possibilità : $70! > 10^{100}$!!!!!

Enumerazione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

Ci sono un numero finito di possibilità : $70! > 10^{100}$!!!!!!

Supponiamo di disporre di un calcolatore capace di effettuare un milione di calcoli al secondo e che sia in funzione dal tempo del big bang, 15 milioni di anni fa a oggi: non avrebbe ancora esaminato tutte le possibilità .

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Enumerazione

Ci sono un numero finito di possibilità : $70! > 10^{100}$!!!!!!

Supponiamo di disporre di un calcolatore capace di effettuare un milione di calcoli al secondo e che sia in funzione dal tempo del big bang, 15 milioni di anni fa a oggi: non avrebbe ancora esaminato tutte le possibilità .

Supponiamo allora di disporre di un calcolatore che possa effettuare un bilione di assegnamenti per ogni nano secondo; la risposta sarebbe ancora no.

Enumerazione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

Ci sono un numero finito di possibilità : $70! > 10^{100}$!!!!!!

Supponiamo di disporre di un calcolatore capace di effettuare un milione di calcoli al secondo e che sia in funzione dal tempo del big bang, 15 milioni di anni fa a oggi: non avrebbe ancora esaminato tutte le possibilità .

Supponiamo allora di disporre di un calcolatore che possa effettuare un bilione di assegnamenti per ogni nano secondo; la risposta sarebbe ancora no.

Si dovrebbe disporre di 10^{40} terre ciascuna ricoperta di calcolatori di questo tipo, in funzione dal tempo del big bang fino a quando il sole si raffredderà .

Approccio modellistico

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di
assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

In certe situazioni è dunque assolutamente impossibile esaminare tutti i casi possibili per determinare qual è il migliore.

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Approccio modellistico

In certe situazioni è dunque assolutamente impossibile esaminare tutti i casi possibili per determinare qual è il migliore.

1. ad hoc ground-rule approach: affidarsi al buon senso di persone guidate dall'esperienza che stabilivano regole ad hoc di base che dovevano essere seguite per risolvere i problemi .

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Approccio modellistico

In certe situazioni è dunque assolutamente impossibile esaminare tutti i casi possibili per determinare qual è il migliore.

1. ad hoc ground-rule approach: affidarsi al buon senso di persone guidate dall'esperienza che stabilivano regole ad hoc di base che dovevano essere seguite per risolvere i problemi .
2. approccio modellistico-ottimizzatorio: approccio introdotto dalla RO

Modello

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- **Modello**
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di
assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

Il termine **modello** è di solito usato per indicare una costruzione artificiale realizzata per evidenziare proprietà specifiche di oggetti reali.

Modello

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- **Modello**
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

Il termine **modello** è di solito usato per indicare una costruzione artificiale realizzata per evidenziare proprietà specifiche di oggetti reali.

1. modelli concreti prototipi di aerei o automobili

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- **Modello**
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Modello

Il termine **modello** è di solito usato per indicare una costruzione artificiale realizzata per evidenziare proprietà specifiche di oggetti reali.

1. modelli concreti prototipi di aerei o automobili
2. modelli astratti: modelli matematici che usano il simbolismo dell'algebra per mettere in evidenza le relazioni principali dell'oggetto che deve essere modellato.



Modelli

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- **Modelli**
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

La Ricerca Operativa utilizza un approccio modellistico ai problemi, diviso essenzialmente in 2 fasi:

Modelli

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- **Modelli**
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

La Ricerca Operativa utilizza un approccio modellistico ai problemi, diviso essenzialmente in 2 fasi:

1. la rappresentazione del problema attraverso un modello matematico che ne astragga gli aspetti essenziali e che schematizzi le interrelazioni esistenti tra i diversi aspetti del fenomeno che si sta studiando;

Modelli

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- **Modelli**
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

La Ricerca Operativa utilizza un approccio modellistico ai problemi, diviso essenzialmente in 2 fasi:

1. la rappresentazione del problema attraverso un modello matematico che ne astragga gli aspetti essenziali e che schematizzi le interrelazioni esistenti tra i diversi aspetti del fenomeno che si sta studiando;
2. lo sviluppo di metodi matematici efficienti (algoritmi di soluzione) per determinare una soluzione ottima del problema o una sua buona approssimazione.



Modello matematico

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

1. Si parte da una descrizione verbale del problema quantitativa/logica.

Modello matematico

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

1. Si parte da una descrizione verbale del problema quantitativa/logica.
2. Si individuano le **variabili di decisione** (ovvero le grandezze di interesse che si possono controllare) che costituiscono le **incognite** del problema.

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- **Modello matematico**
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Modello matematico

1. Si parte da una descrizione verbale del problema quantitativa/logica.
2. Si individuano le **variabili di decisione** (ovvero le grandezze di interesse che si possono controllare) che costituiscono le **incognite** del problema.
3. Si esprimono **quantitativamente** i legami tra le variabili e le limitazioni sulle variabili stesse, che definiscono i vincoli (relazioni tecnologiche, leggi fisiche, vincoli di mercato, etc.) e definiscono l'**insieme ammissibile**. Se il problema è stato ben formulato, deve essere non vuota e non banale (infiniti punti).

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- **Modello matematico**
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Modello matematico

1. Si parte da una descrizione verbale del problema quantitativa/logica.
2. Si individuano le **variabili di decisione** (ovvero le grandezze di interesse che si possono controllare) che costituiscono le **incognite** del problema.
3. Si esprimono **quantitativamente** i legami tra le variabili e le limitazioni sulle variabili stesse, che definiscono i vincoli (relazioni tecnologiche, leggi fisiche, vincoli di mercato, etc.) e definiscono l'**insieme ammissibile**. Se il problema è stato ben formulato, deve essere non vuota e non banale (infiniti punti).
4. Si definisce la funzione obiettivo che si vuole minimizzare o massimizzare.

Modello matematico

1. Si parte da una descrizione verbale del problema quantitativa/logica.
2. Si individuano le **variabili di decisione** (ovvero le grandezze di interesse che si possono controllare) che costituiscono le **incognite** del problema.
3. Si esprimono **quantitativamente** i legami tra le variabili e le limitazioni sulle variabili stesse, che definiscono i vincoli (relazioni tecnologiche, leggi fisiche, vincoli di mercato, etc.) e definiscono l'**insieme ammissibile**. Se il problema è stato ben formulato, deve essere non vuota e non banale (infiniti punti).
4. Si definisce la funzione obiettivo che si vuole minimizzare o massimizzare.

Complessivamente il problema è della forma

$$\min_{x \in S} f(x)$$

Problema di assegnamento (Dantzig)

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

- Esempio di Dantzig
- Enumerazione
- Approccio modellistico
- Modello
- Modelli
- Modello matematico
- Problema di assegnamento (Dantzig)

Esempi

Big Data

Problemi di DM

1. Variabili di decisione: x_{ij} variabili binarie, pari a 1 se il dipendente i svolge la mansione j , 0 altrimenti per $i, j = 1, \dots, 70$.

Problema di assegnamento (Dantzig)

1. Variabili di decisione: x_{ij} variabili binarie, pari a 1 se il dipendente i svolge la mansione j , 0 altrimenti per $i, j = 1, \dots, 70$.
2. Ogni dipendente svolge esattamente una mansione :

$$\sum_{j=1}^{70} x_{ij} = 1, \quad \forall i = 1, \dots, 70$$

Problema di assegnamento (Dantzig)

1. Variabili di decisione: x_{ij} variabili binarie, pari a 1 se il dipendente i svolge la mansione j , 0 altrimenti per $i, j = 1, \dots, 70$.
2. Ogni dipendente svolge esattamente una mansione :

$$\sum_{j=1}^{70} x_{ij} = 1, \quad \forall i = 1, \dots, 70$$

3. Ogni mansione deve essere affidata esattamente a un dipendente:

$$\sum_{i=1}^{70} x_{ij} = 1, \quad \forall j = 1, \dots, 70$$

Problema di assegnamento (Dantzig)

1. Variabili di decisione: x_{ij} variabili binarie, pari a 1 se il dipendente i svolge la mansione j , 0 altrimenti per $i, j = 1, \dots, 70$.
2. Ogni dipendente svolge esattamente una mansione :

$$\sum_{j=1}^{70} x_{ij} = 1, \quad \forall i = 1, \dots, 70$$

3. Ogni mansione deve essere affidata esattamente a un dipendente:

$$\sum_{i=1}^{70} x_{ij} = 1, \quad \forall j = 1, \dots, 70$$

4. Il parametro c_{ij} rappresenta le capacità del dipendente i di svolgere la mansione j : la funzione obiettivo è

$$\max \sum_{i=1}^{70} \sum_{j=1}^{70} c_{ij} x_{ij}$$



Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- Esempi di problemi di decisione III
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Big Data

Problemi di DM

Esempi di problemi di decisione I

(i) Problemi in ambito industriale:

Esempi di problemi di decisione I

(i) Problemi in ambito industriale:

1. **Pianificazione della produzione:** come assegnare la forza lavoro alle varie attività della nostra impresa? Su quali macchine e per quanto tempo ci conviene effettuare i nostri processi? Si tratta di pianificare i livelli di produzione e/o l'utilizzazione di risorse in modo da massimizzare o minimizzare un qualche criterio.

Esempi di problemi di decisione I

(i) Problemi in ambito industriale:

1. **Pianificazione della produzione:** come assegnare la forza lavoro alle varie attività della nostra impresa? Su quali macchine e per quanto tempo ci conviene effettuare i nostri processi? Si tratta di pianificare i livelli di produzione e/o l'utilizzazione di risorse in modo da massimizzare o minimizzare un qualche criterio.
2. **gestione ottima delle scorte:** decidere quando e quanto utilizzare i magazzini durante un processo produttivo così da rispettare le consegne minimizzando i costi.

Esempi di problemi di decisione I

(i) Problemi in ambito industriale:

1. **Pianificazione della produzione:** come assegnare la forza lavoro alle varie attività della nostra impresa? Su quali macchine e per quanto tempo ci conviene effettuare i nostri processi? Si tratta di pianificare i livelli di produzione e/o l'utilizzazione di risorse in modo da massimizzare o minimizzare un qualche criterio.
2. **gestione ottima delle scorte:** decidere quando e quanto utilizzare i magazzini durante un processo produttivo così da rispettare le consegne minimizzando i costi.
3. **localizzazione e dimensionamento di impianti:** decidere dove installare impianti di produzione in modo da rifornire in modo ottimale aree distribuite su un territorio, ad es. dove costruire degli ospedali (o scuole o stazioni dei vigili del fuoco) in modo da ottimizzare il servizio fornito (o rete GSM per cellulari)

Esempi di problemi di decisione II

(ii) Problemi di progettazione ottima:

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

- Esempi di problemi di decisione I
- **Esempi di problemi di decisione II**
- Esempi di problemi di decisione III
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Big Data

Problemi di DM

- Esempi di problemi di decisione I
- **Esempi di problemi di decisione II**
- Esempi di problemi di decisione III
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione II

(ii) Problemi di progettazione ottima:

1. **progettazione di reti e loro gestione:** definire i collegamenti e dimensionare una rete stradale, di telecomunicazione, di trasmissione dati, di circuiti, in modo da garantire il traffico tra le varie origini e destinazioni e minimizzare il costo complessivo; Esempio applicativo: line planning dell'anello ferroviario di Roma per RFI

- Esempi di problemi di decisione I
- **Esempi di problemi di decisione II**
- Esempi di problemi di decisione III
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione II

(ii) Problemi di progettazione ottima:

1. **progettazione di reti e loro gestione:** definire i collegamenti e dimensionare una rete stradale, di telecomunicazione, di trasmissione dati, di circuiti, in modo da garantire il traffico tra le varie origini e destinazioni e minimizzare il costo complessivo; Esempio applicativo: line planning dell'anello ferroviario di Roma per RFI
2. **progettazione strutturale:** definire il progetto di un edificio, in modo che resista al meglio a sollecitazioni derivanti da agenti esterni (terremoti, venti forti) oppure il progetto del profilo di un'ala di un aereo in modo che, ad esempio, sia massimizzata la portanza;

- Esempi di problemi di decisione I
- **Esempi di problemi di decisione II**
- Esempi di problemi di decisione III
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione II

(ii) Problemi di progettazione ottima:

1. **progettazione di reti e loro gestione:** definire i collegamenti e dimensionare una rete stradale, di telecomunicazione, di trasmissione dati, di circuiti, in modo da garantire il traffico tra le varie origini e destinazioni e minimizzare il costo complessivo; Esempio applicativo: line planning dell'anello ferroviario di Roma per RFI
2. **progettazione strutturale:** definire il progetto di un edificio, in modo che resista al meglio a sollecitazioni derivanti da agenti esterni (terremoti, venti forti) oppure il progetto del profilo di un'ala di un aereo in modo che, ad esempio, sia massimizzata la portanza;
3. **calcolo delle traiettorie ottime:** determinare la traiettoria che permette ad un veicolo spaziale di arrivare sulla luna e tornare usando la quantità minima di carburante

Esempi di problemi di decisione II

(ii) Problemi di progettazione ottima:

1. **progettazione di reti e loro gestione:** definire i collegamenti e dimensionare una rete stradale, di telecomunicazione, di trasmissione dati, di circuiti, in modo da garantire il traffico tra le varie origini e destinazioni e minimizzare il costo complessivo; Esempio applicativo: line planning dell'anello ferroviario di Roma per RFI
2. **progettazione strutturale:** definire il progetto di un edificio, in modo che resista al meglio a sollecitazioni derivanti da agenti esterni (terremoti, venti forti) oppure il progetto del profilo di un'ala di un aereo in modo che, ad esempio, sia massimizzata la portanza;
3. **calcolo delle traiettorie ottime:** determinare la traiettoria che permette ad un veicolo spaziale di arrivare sulla luna e tornare usando la quantità minima di carburante
4. **VLSI design:** (allocazione ottima di componenti elettronici): disegnare una piastra madre in modo che, ad esempio, siano minimizzate le lunghezze dei percorsi dei segnali elettrici



Esempi di problemi di decisione III

(iii) Problemi di organizzazione:

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- **Esempi di problemi di decisione III**
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Big Data

Problemi di DM

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- **Esempi di problemi di decisione III**
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione III

(iii) Problemi di organizzazione:

1. **determinazione dei turni del personale:** scelta dei turni del personale in maniera tale da garantire copertura di un servizio minimizzando i costi;

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- **Esempi di problemi di decisione III**
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione III

(iii) Problemi di organizzazione:

1. **determinazione dei turni del personale:** scelta dei turni del personale in maniera tale da garantire copertura di un servizio minimizzando i costi;
2. **instradamento di veicoli:** scegliere i percorsi che i veicoli di una flotta di automezzi devono seguire per, ad esempio, raccogliere l'immondizia, o rifornire una rete di negozi, in modo da minimizzare le distanze complessive percorse (tesi di oggi);

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- **Esempi di problemi di decisione III**
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione III

(iii) Problemi di organizzazione:

1. **determinazione dei turni del personale:** scelta dei turni del personale in maniera tale da garantire copertura di un servizio minimizzando i costi;
2. **instradamento di veicoli:** scegliere i percorsi che i veicoli di una flotta di automezzi devono seguire per, ad esempio, raccogliere l'immondizia, o rifornire una rete di negozi, in modo da minimizzare le distanze complessive percorse (tesi di oggi);
3. **project planning:** decidere durata e risorse di un progetto e come sequenziare le attività che lo costituiscono in modo da minimizzare i costi e garantire dei risultati attesi.

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- **Esempi di problemi di decisione III**
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione III

(iii) Problemi di organizzazione:

1. **determinazione dei turni del personale:** scelta dei turni del personale in maniera tale da garantire copertura di un servizio minimizzando i costi;
2. **instradamento di veicoli:** scegliere i percorsi che i veicoli di una flotta di automezzi devono seguire per, ad esempio, raccogliere l'immondizia, o rifornire una rete di negozi, in modo da minimizzare le distanze complessive percorse (tesi di oggi);
3. **project planning:** decidere durata e risorse di un progetto e come sequenziare le attività che lo costituiscono in modo da minimizzare i costi e garantire dei risultati attesi.
4. **Scheduling nello sport:** stabilire il calendario per un campionato di un certo sport, che rispetti le regole del campionato stesso (round robin, andata e ritorno speculari) e i vincoli legati alle contingenze del campionato. Esempio reale: lega volley a partire dal 2016/2017:
<http://www.legavolley.it/VediPagina.asp?ContentId=60306>.



Esempi di problemi di decisione IV

(iv) Problemi di economia e finanza:

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- Esempi di problemi di decisione III
- **Esempi di problemi di decisione IV**
- Esempi di problemi di decisione V

Big Data

Problemi di DM

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- Esempi di problemi di decisione III
- **Esempi di problemi di decisione IV**
- Esempi di problemi di decisione V

Esempi di problemi di decisione IV

(iv) Problemi di economia e finanza:

1. **scelta di investimenti**: scegliere fra un vasto numero di possibilità di investimento rispettando i vincoli imposti da un budget finanziario e massimizzando il guadagno;

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- Esempi di problemi di decisione III
- **Esempi di problemi di decisione IV**
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione IV

(iv) Problemi di economia e finanza:

1. **scelta di investimenti:** scegliere fra un vasto numero di possibilità di investimento rispettando i vincoli imposti da un budget finanziario e massimizzando il guadagno;
2. **composizione di un portafoglio:** decidere quali titoli e con quali quote investire capitali in modo da massimizzare il ricavo o minimizzare il rischio;

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- Esempi di problemi di decisione III
- **Esempi di problemi di decisione IV**
- Esempi di problemi di decisione V

Esempi di problemi di decisione IV

(iv) Problemi di economia e finanza:

1. **scelta di investimenti:** scegliere fra un vasto numero di possibilità di investimento rispettando i vincoli imposti da un budget finanziario e massimizzando il guadagno;
2. **composizione di un portafoglio:** decidere quali titoli e con quali quote investire capitali in modo da massimizzare il ricavo o minimizzare il rischio;
3. **determinazione del prezzo di derivati finanziari:** si vuole determinare il prezzo di un prodotto derivato finanziario (per esempio di un'opzione) in funzione del tempo e dell'andamento del titolo sottostante



Esempi di problemi di decisione IV

(v) Problemi matematico - scientifici

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- Esempi di problemi di decisione III
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Big Data

Problemi di DM

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- Esempi di problemi di decisione III
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione IV

(v) Problemi matematico - scientifici

(vi) Problemi in ambito medico

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- Esempi di problemi di decisione III
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione IV

- (v) Problemi matematico - scientifici
- (vi) Problemi in ambito medico
- (vii) Problemi in ambito ambientale

- Esempi di problemi di decisione I
- Esempi di problemi di decisione II
- Esempi di problemi di decisione III
- Esempi di problemi di decisione IV
- Esempi di problemi di decisione IV

Esempi di problemi di decisione IV

- (v) Problemi matematico - scientifici
- (vi) Problemi in ambito medico
- (vii) Problemi in ambito ambientale
- (viii) Progettazione di sistemi di apprendimento

Definizione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- DM oggi
- Motivazione

Problemi di DM

Big Data (Wikipedia)

In statistica e informatica, la locuzione inglese **big dati** (grandi [masse di] dati) indica genericamente una raccolta di dati informativi così estesa in termini di volume, velocità e varietà da richiedere tecnologie e metodi analitici specifici per l'estrazione di valore o conoscenza. Il termine è utilizzato in riferimento alla capacità (propria della scienza dei dati) di analizzare ovvero estrapolare e mettere in relazione un'enorme mole di dati eterogenei, strutturati e non strutturati (grazie a sofisticati metodi statistici e informatici di elaborazione), allo scopo di scoprire i legami tra fenomeni diversi (ad esempio correlazioni) e prevedere quelli futuri.

Non esiste una dimensione di riferimento, ma questa cambia sempre, poichè le macchine sono sempre più veloci e i dataset sono sempre più grandi. Nel 2001 l'analista Doug Laney aveva definito il modello di crescita come tridimensionale (modello delle "3V"): con il passare del tempo aumentano volume (dei dati), velocità e varietà (dei dati). Questo modello è stato esteso.

- Definizione
- **Caratteristiche**
- Origine DM
- DM oggi
- Motivazione

Caratteristiche

1. **volume**: rappresenta la dimensione effettiva del dataset
2. **velocità** : si riferisce alla velocità di generazione dei dati; si tende all'effettuare analisi dei dati in tempo reale o quasi;
3. **varietà** : riferita alle varie tipologie di dati, provenienti da fonti diverse (strutturate e non);

- Definizione
- **Caratteristiche**
- Origine DM
- DM oggi
- Motivazione

Caratteristiche

1. **volume**: rappresenta la dimensione effettiva del dataset
2. **velocità** : si riferisce alla velocità di generazione dei dati; si tende all'effettuare analisi dei dati in tempo reale o quasi;
3. **varietà** : riferita alle varie tipologie di dati, provenienti da fonti diverse (strutturate e non);
4. **variabilità** : questa caratteristica può essere un problema; si riferisce alla possibilità di inconsistenza dei dati;
5. **complessità** : maggiore è la dimensione del dataset, maggiore è la complessità dei dati da gestire; il compito più difficile è collegare le informazioni, ed ottenerne di interessanti.

Origine DM

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- DM oggi
- Motivazione

Problemi di DM

Data Mining (Wikipedia)

Ha per oggetto l'estrazione di un sapere o di una conoscenza a partire da grandi quantità di dati (attraverso metodi automatici o semi-automatici) e l'utilizzazione industriale o operativa di questo sapere. Il termine **data mining** (letteralmente: estrazione di dati) è diventato popolare nei tardi anni '90 come versione abbreviata per "estrazione" di informazione utile da insiemi di dati di dimensione cospicua.

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- DM oggi
- Motivazione

Origine DM

Data Mining (Wikipedia)

Ha per oggetto l'estrazione di un sapere o di una conoscenza a partire da grandi quantità di dati (attraverso metodi automatici o semi-automatici) e l'utilizzazione industriale o operativa di questo sapere. Il termine **data mining** (letteralmente: estrazione di dati) è diventato popolare nei tardi anni '90 come versione abbreviata per "estrazione" di informazione utile da insiemi di dati di dimensione cospicua.

1. Crescita notevole degli strumenti e delle tecniche per generare e raccogliere dati (introduzione codici a barre, transazioni economiche tramite carta di credito, dati da satellite o da sensori remoti, servizi on line..)

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- DM oggi
- Motivazione

Origine DM

Data Mining (Wikipedia)

Ha per oggetto l'estrazione di un sapere o di una conoscenza a partire da grandi quantità di dati (attraverso metodi automatici o semi-automatici) e l'utilizzazione industriale o operativa di questo sapere. Il termine **data mining** (letteralmente: estrazione di dati) è diventato popolare nei tardi anni '90 come versione abbreviata per "estrazione" di informazione utile da insiemi di dati di dimensione cospicua.

1. Crescita notevole degli strumenti e delle tecniche per generare e raccogliere dati (introduzione codici a barre, transazioni economiche tramite carta di credito, dati da satellite o da sensori remoti, servizi on line..)
2. Sviluppo delle tecnologie per l'immagazzinamento dei dati, tecniche di gestione di database e data warehouse, supporti più capaci più economici (dischi, CD) hanno consentito l'archiviazione di grosse quantità di dati

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- DM oggi
- Motivazione

Origine DM

Data Mining (Wikipedia)

Ha per oggetto l'estrazione di un sapere o di una conoscenza a partire da grandi quantità di dati (attraverso metodi automatici o semi-automatici) e l'utilizzazione industriale o operativa di questo sapere. Il termine **data mining** (letteralmente: estrazione di dati) è diventato popolare nei tardi anni '90 come versione abbreviata per "estrazione" di informazione utile da insiemi di dati di dimensione cospicua.

1. Crescita notevole degli strumenti e delle tecniche per generare e raccogliere dati (introduzione codici a barre, transazioni economiche tramite carta di credito, dati da satellite o da sensori remoti, servizi on line..)
2. Sviluppo delle tecnologie per l'immagazzinamento dei dati, tecniche di gestione di database e data warehouse, supporti più capaci più economici (dischi, CD) hanno consentito l'archiviazione di grosse quantità di dati

Questi volumi di dati superano di molto la capacità di analisi dei metodi manuali tradizionali, come le query ad hoc. Tali metodi possono creare report informativi sui dati ma non riescono ad analizzare il contenuto dei report per focalizzarsi sulla conoscenza utile.



DM oggi

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- DM oggi
- Motivazione

Problemi di DM

Oggi il termine data mining ha una duplice valenza:

DM oggi

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- **DM oggi**
- Motivazione

Problemi di DM

Oggi il termine data mining ha una duplice valenza:

1. **Estrazione**, con tecniche analitiche, di informazione **implicita**, nascosta, da dati già strutturati, per renderla disponibile e direttamente utilizzabile;

DM oggi

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- **DM oggi**
- Motivazione

Problemi di DM

Oggi il termine data mining ha una duplice valenza:

1. **Estrazione**, con tecniche analitiche, di informazione **implicita**, nascosta, da dati già strutturati, per renderla disponibile e direttamente utilizzabile;
2. Esplorazione ed analisi, eseguita in modo automatico o semiautomatico, su grandi quantità di dati allo scopo di **scoprire pattern** (schemi/regole/configurazioni) caratterizzanti i dati e non evidenti.

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- **DM oggi**
- Motivazione

DM oggi

Oggi il termine data mining ha una duplice valenza:

1. **Estrazione**, con tecniche analitiche, di informazione **implicita**, nascosta, da dati già strutturati, per renderla disponibile e direttamente utilizzabile;
2. Esplorazione ed analisi, eseguita in modo automatico o semiautomatico, su grandi quantità di dati allo scopo di **scoprire pattern** (schemi/regole/configurazioni) caratterizzanti i dati e non evidenti.

In entrambi i casi i concetti di informazione e di significato sono legati strettamente al dominio applicativo in cui si esegue data mining, cioè un dato può essere interessante o trascurabile a seconda del tipo di applicazione in cui si vuole operare. Questo tipo di attività è cruciale in molti ambiti della ricerca scientifica, ma anche in altri settori (ad es. ricerche di mercato).

Motivazione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- DM oggi
- Motivazione

Problemi di DM

Il Data Mining si riferisce all'uso di una varietà di tecniche per identificare “pepite” di informazione e di conoscenza per il supporto alle decisioni. L' estrazione di tale conoscenza avviene in modo che essa possa essere usata in diverse aree come supporto alle decisioni, previsioni e stime. I dati sono spesso voluminosi ma, così come sono, hanno un basso valore e nessun uso diretto può esserne fatto; è l'informazione nascosta nei dati che è utile (Clementine user guide).

- Definizione
- Caratteristiche
- Origine DM
- DM oggi
- Motivazione

Motivazione

Il Data Mining si riferisce all'uso di una varietà di tecniche per identificare “pepite” di informazione e di conoscenza per il supporto alle decisioni. L' estrazione di tale conoscenza avviene in modo che essa possa essere usata in diverse aree come supporto alle decisioni, previsioni e stime. I dati sono spesso voluminosi ma, così come sono, hanno un basso valore e nessun uso diretto può esserne fatto; è l'informazione nascosta nei dati che è utile (Clementine user guide).

Motivazione:

esigenza di analizzare e comprendere fenomeni complessi descritti in modo esplicito solo parzialmente e informalmente da insiemi di dati.



Problemi di DM

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

☐ Classificazione:



Problemi di DM

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

□ Classificazione:

◁ supervisionata



Problemi di DM

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

□ Classificazione:

- ◁ supervisionata
- ◁ non supervisionata



Problemi di DM

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

☐ Classificazione:

- ◁ supervisionata
- ◁ non supervisionata

☐ Regressione



Classificazione e Regressione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- **Classificazione e Regressione**
- Classificazione supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi collegate

La **classificazione** individua l'appartenenza ad una classe.

- Problemi di DM
- **Classificazione e
Regressione**
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Classificazione e Regressione

La **classificazione** individua l'appartenenza ad una classe.

Ad es. un modello potrebbe predire che il potenziale cliente risponderà ad un'offerta. Con la classificazione l'output predetto (la classe) è categorico ossia può assumere solo pochi possibili valori come Sì, No, Alto, Medio, Basso...

- Problemi di DM
- **Classificazione e
Regressione**
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Classificazione e Regressione

La **classificazione** individua l'appartenenza ad una classe.

Ad es. un modello potrebbe predire che il potenziale cliente risponderà ad un'offerta. Con la classificazione l'output predetto (la classe) è categorico ossia può assumere solo pochi possibili valori come Sì, No, Alto, Medio, Basso...

La **regressione** predice un valore numerico specifico. Ad es. un modello potrebbe predire che il cliente X ci porterà un profitto di Y lire nel corso di un determinato periodo di tempo. Le variabili in uscita possono assumere un numero illimitato (o comunque una grande quantità) di valori. Spesso queste variabili in uscita sono indicate come continue anche se talvolta non lo sono nel senso matematico del termine (ad esempio l'età di una persona)



Classificazione supervisionata

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- **Classificazione
supervisionata**
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Pattern:

oggetto descritto da un insieme finito di attributi numerici (caratteristiche/features)

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- **Classificazione
supervisionata**
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Classificazione supervisionata

Pattern:

oggetto descritto da un insieme finito di attributi numerici (caratteristiche/features)

Classificazione supervisionata: sono noti **a priori** dei pattern rappresentativi di diverse classi, si vuole determinare un modello matematico che, dato un generico pattern appartenente allo spazio delle caratteristiche, definisca la corrispondente classe di appartenenza

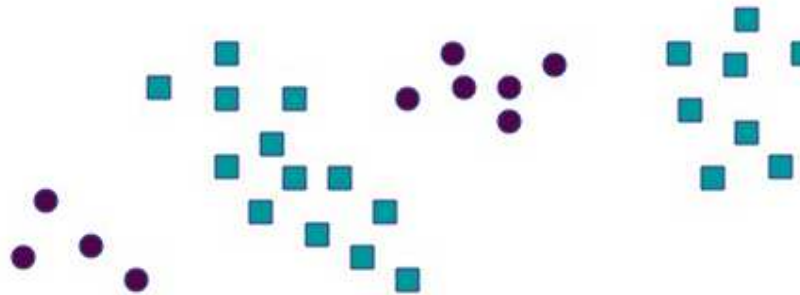
- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- **Classificazione
supervisionata**
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Classificazione supervisionata

Pattern:

oggetto descritto da un insieme finito di attributi numerici (caratteristiche/features)

Classificazione supervisionata: sono noti **a priori** dei pattern rappresentativi di diverse classi, si vuole determinare un modello matematico che, dato un generico pattern appartenente allo spazio delle caratteristiche, definisca la corrispondente classe di appartenenza



Esempio 1

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- **Esempio 1**
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

ESEMPIO DI CLASSIFICAZIONE SUPERVISIONATA

Pattern: cifra manoscritta rappresentata da una matrice di pixel

10 Classi: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9

Esempio 1

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

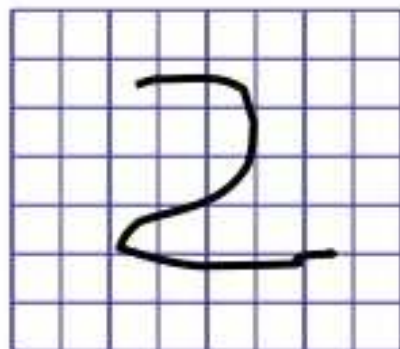
Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- **Esempio 1**
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

ESEMPIO DI CLASSIFICAZIONE SUPERVISIONATA

Pattern: cifra manoscritta rappresentata da una matrice di pixel

10 Classi: 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9



classificazione



0
1
2
3
4
5
6
7
8
9

Esempio 2

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- **Esempio 2**
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Pattern: elettrocardiogramma di un paziente

2 Classi: normale, ischemico

Esempio 2

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- **Esempio 2**
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Pattern: elettrocardiogramma di un paziente

2 Classi: normale, ischemico

Dati a disposizione per un dato paziente:

Esempio 2

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- **Esempio 2**
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Pattern: elettrocardiogramma di un paziente

2 Classi: normale, ischemico

Dati a disposizione per un dato paziente:

1. Tracciato digitale dell'ECG durante una fase normale

Esempio 2

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

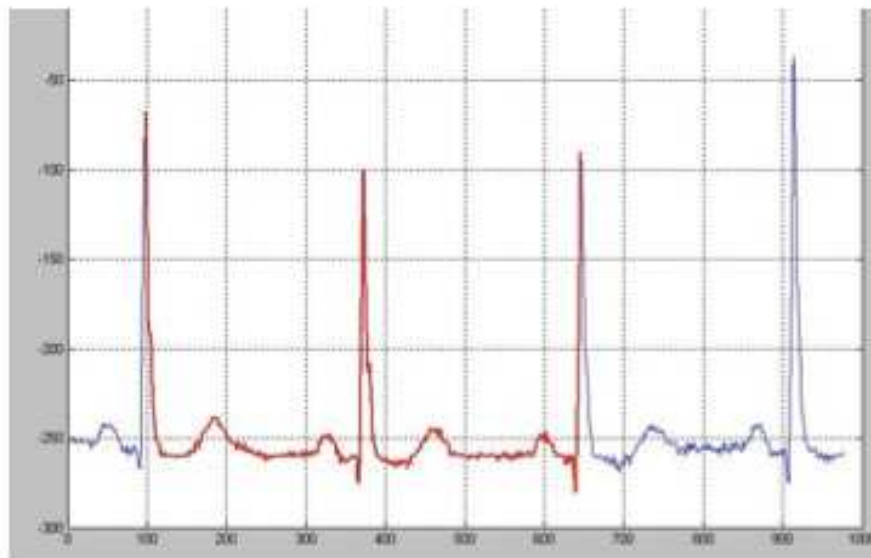
- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- **Esempio 2**
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Pattern: elettrocardiogramma di un paziente

2 Classi: normale, ischemico

Dati a disposizione per un dato paziente:

1. Tracciato digitale dell'ECG durante una fase normale
2. Tracciato digitale dell'ECG durante una fase ischemica



Esempio 2

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- **Esempio 2**
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Pattern: immagini rappresentanti una porzione di mare (pixel per pixel)

2 Classi: macchia di petrolio, mare

Esempio 2

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- **Esempio 2**
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Pattern: immagini rappresentanti una porzione di mare (pixel per pixel)

2 Classi: macchia di petrolio, mare





Classificazione non supervisionata

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Pattern:

oggetto descritto da un insieme finito di attributi numerici (caratteristiche/features)

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Classificazione non supervisionata

Pattern:

oggetto descritto da un insieme finito di attributi numerici (caratteristiche/features)

Classificazione non supervisionata: non sono noti a priori pattern rappresentativi delle classi; si vuole determinare il numero di classi di “similitudine” e un modello matematico che, dato un generico pattern appartenente allo spazio delle caratteristiche, definisca la corrispondente classe di appartenenza

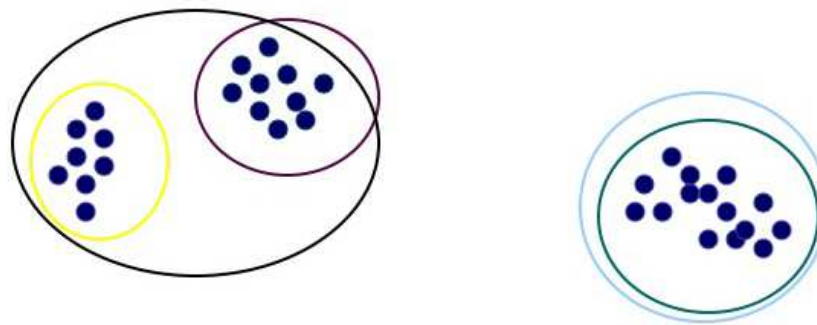
- Problemi di DM
- Classificazione e Regressione
- Classificazione supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi collegate

Classificazione non supervisionata

Pattern:

oggetto descritto da un insieme finito di attributi numerici (caratteristiche/features)

Classificazione non supervisionata: non sono noti a priori pattern rappresentativi delle classi; si vuole determinare il numero di classi di “similitudine” e un modello matematico che, dato un generico pattern appartenente allo spazio delle caratteristiche, definisca la corrispondente classe di appartenenza



- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- **Esempio 1**
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Esempio 1

ESEMPIO DI CLASSIFICAZIONE NON SUPERVISIONATA

Pattern: cifra manoscritta

Dati disponibili: matrici di pixel di immagini

Obiettivo: raggruppare le immagini in K gruppi i cui elementi presentino caratteristiche “simili”

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- **Esempio 1**
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

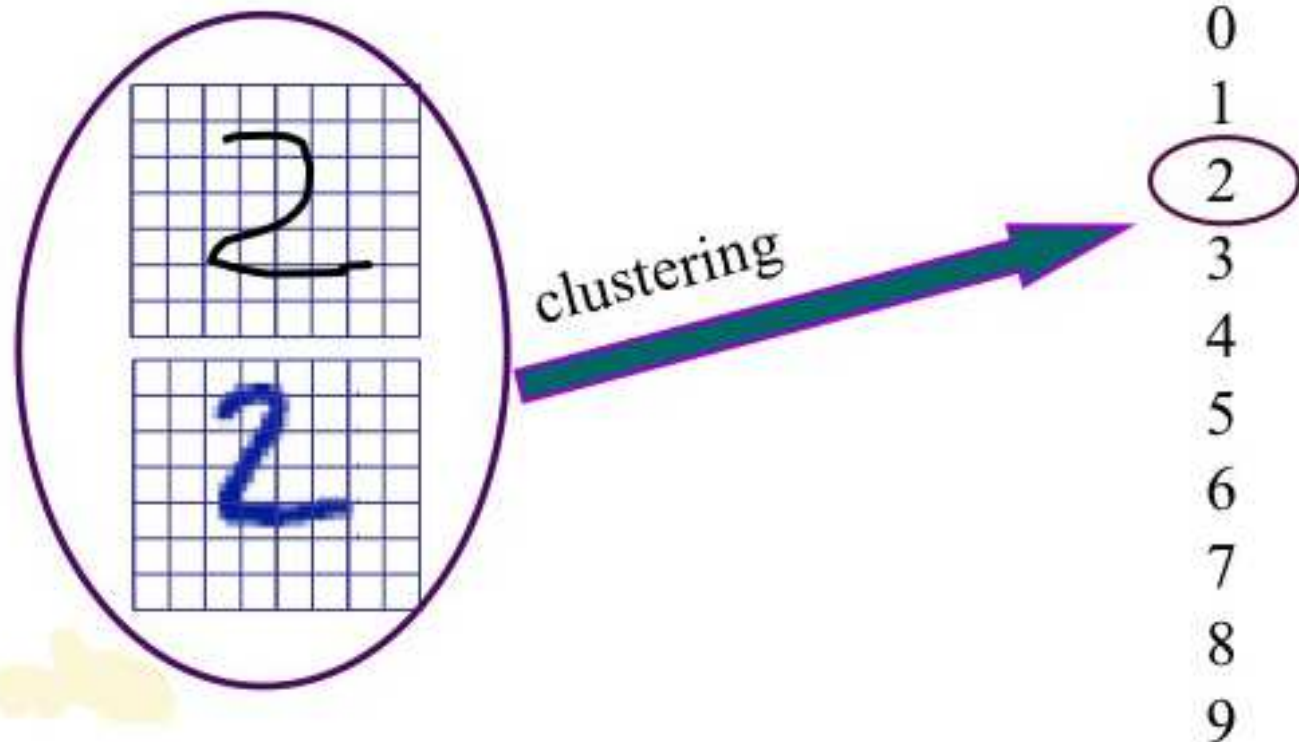
Esempio 1

ESEMPIO DI CLASSIFICAZIONE NON SUPERVISIONATA

Pattern: cifra manoscritta

Dati disponibili: matrici di pixel di immagini

Obiettivo: raggruppare le immagini in K gruppi i cui elementi presentino caratteristiche “simili”



- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- **Esempio 2**
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Esempio 2

Pattern: paziente afflitto da una determinata patologia e descritto da M fattori clinici (caratteristiche)

Dati disponibili: insieme di N pazienti

Obiettivo: raggruppare i pazienti in K gruppi i cui elementi presentino caratteristiche “simili”



Regressione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- **Regressione**
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Pattern:

oggetto descritto da un insieme finito di attributi numerici (caratteristiche/features)

Regressione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e Regressione
- Classificazione supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi collegate

Pattern:

oggetto descritto da un insieme finito di attributi numerici (caratteristiche/features)

Approssimazione o **Regressione**: sono note a priori delle coppie pattern/target rappresentative di una funzione incognita a valori reali; si vuole determinare una funzione analitica che approssimi la funzione incognita

Regressione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

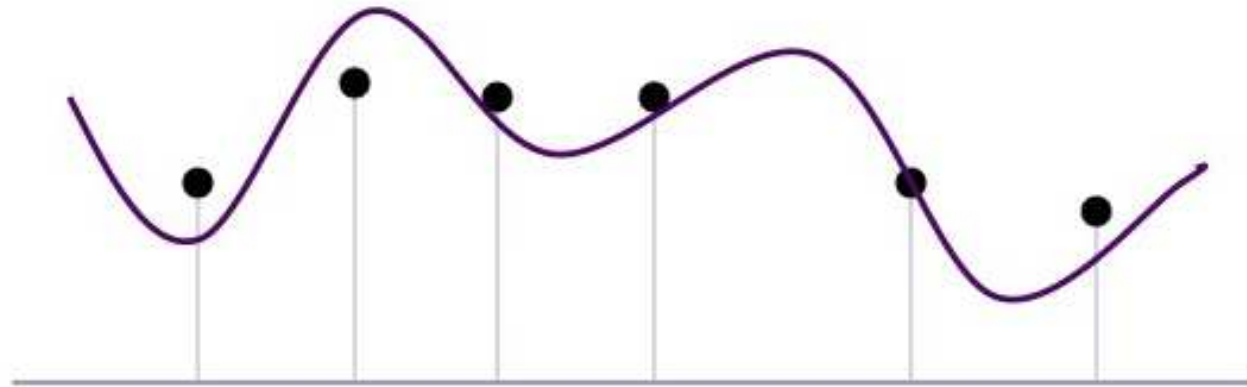
Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e Regressione
- Classificazione supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- **Regressione**
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi collegate

Pattern:

oggetto descritto da un insieme finito di attributi numerici (caratteristiche/features)

Approssimazione o **Regressione**: sono note a priori delle coppie pattern/target rappresentative di una funzione incognita a valori reali; si vuole determinare una funzione analitica che approssimi la funzione incognita



- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- **Esempio**
- Metodi per DM
- Esempi di tesi
collegate

Esempio

ESEMPIO DI REGRESSIONE

Pattern: vettore di N correnti che circolano in un dispositivo

Dati disponibili: valore del campo magnetico in un determinato punto interno al dispositivo

Obiettivo: determinare una funzione analitica che approssimi il legame funzionale tra il campo magnetico e il valore delle correnti

Metodi per DM

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- **Metodi per DM**
- Esempi di tesi
collegate

☐ Classificazione:

- ◁ supervisionata
- ◁ non supervisionata

☐ Regressione

Metodi per DM

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- **Metodi per DM**
- Esempi di tesi
collegate

☐ Classificazione:

- ◁ supervisionata
- ◁ non supervisionata

☐ Regressione

Metodi

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- **Metodi per DM**
- Esempi di tesi
collegate

Metodi per DM

- ☐ Classificazione:
 - ◁ supervisionata
 - ◁ non supervisionata
- ☐ Regressione

Metodi

1. Clustering

Metodi per DM

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- **Metodi per DM**
- Esempi di tesi
collegate

☐ Classificazione:

- ◁ supervisionata
- ◁ non supervisionata

☐ Regressione

Metodi

1. Clustering
2. Reti Neurali

Metodi per DM

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- **Metodi per DM**
- Esempi di tesi
collegate

☐ Classificazione:

- ◁ supervisionata
- ◁ non supervisionata

☐ Regressione

Metodi

1. Clustering
2. Reti Neurali
3. Support Vector Machines

Metodi per DM

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- **Metodi per DM**
- Esempi di tesi
collegate

☐ Classificazione:

- ◁ supervisionata
- ◁ non supervisionata

☐ Regressione

Metodi

1. Clustering
2. Reti Neurali
3. Support Vector Machines
4. Programmazione logica

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- **Metodi per DM**
- Esempi di tesi
collegate

Metodi per DM

- ☐ Classificazione:
 - ◁ supervisionata
 - ◁ non supervisionata
- ☐ Regressione

Metodi

1. Clustering
2. Reti Neurali
3. Support Vector Machines
4. Programmazione logica
5. Alberi di decisione

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- **Metodi per DM**
- Esempi di tesi
collegate

Metodi per DM

- ☐ Classificazione:
 - ◁ supervisionata
 - ◁ non supervisionata
- ☐ Regressione

Metodi

1. Clustering
2. Reti Neurali
3. Support Vector Machines
4. Programmazione logica
5. Alberi di decisione



Problemi “difficili”

- Problemi di DM
- Classificazione e
Regressione
- Classificazione
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Esempio 2
- Classificazione non
supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- **Metodi per DM**
- Esempi di tesi
collegate

Metodi per DM

- ☐ Classificazione:
 - ◁ supervisionata
 - ◁ non supervisionata
- ☐ Regressione

Metodi

1. Clustering
2. Reti Neurali
3. Support Vector Machines
4. Programmazione logica
5. Alberi di decisione



Problemi “difficili”



Metodi di ottimizzazione efficienti

Esempi di tesi collegate

Introduzione al corso

Un po'di storia

Modello vs
enumerazione

Esempi

Big Data

Problemi di DM

- Problemi di DM
- Classificazione e Regressione
- Classificazione supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Classificazione non supervisionata
- Esempio 1
- Esempio 2
- Regressione
- Esempio
- Metodi per DM
- Esempi di tesi collegate

1. Feature selection per Brain Computer Interface: problema di classificazione binaria per riconoscere i cambiamenti nel cervello a seguito di stimoli cognitivi.
2. Costruzioni di BCI collaborative a partire da segnali EEG
3. Previsioni esito di partite di basket date statistiche significative alle fine del primo quarto
4. Previsione esito finale di partite di calcio date le statistiche di gioco del primo tempo
5. Previsione entrata ai play off di una squadra di serie A di pallavolo maschile
6. Forecast di incassi nella ristorazione
7. Disaggregazione e previsioni di consumi elettrici
8. Clustering di scommettitori per una società di scommesse
9. Supporto alle decisioni per il credit scoring bancario
10. Deep Learning (DL) per il problema di change detection su immagini di street view
11. DL per riconoscimento di oggetti presenti in immagini satellitari
12. DL per evitare cavi elettrici per droni a sistemi di guida automatica
13. DL per riconoscere macchie di petrolio nel mare