

IIA ML Esercitazioni (testo degli esercizi) - Parte 1

Suggerimenti generali:

- Seguire equazioni, nozioni e algoritmi, specialmente quelle in accordo all'etichetta "def", ma ovviamente non solo quelle!, distribuite nelle note del corso (specie per le domande).
- Seguire tutti gli "esercizi" distribuiti nelle note del corso.
- Non ci si basa su esercizi con parti "meccaniche" (in cui meriti esercitarsi) ma spesso si richiede di collegare dei concetti per esprimere una risposta ragionata a situazioni proposte d'uso del ML, che esercitano la comprensione degli argomenti di lezione.
- Si preferiscono risposte espresse in modo matematico (là dove è sensato, per chiarezza e sintesi), poi commentate a parole se occorre. *Nota 2022: in caso di esami telematici verranno considerate forme di soluzioni adeguate ai mezzi, cioè non toglie al valore di questi esercizi preparatori qui presentati e poi discussi.*
- Non è ammessa la consultazione di materiale.
- Fare attenzione a indicare i vettori nel caso di scrittura a mano (**x** grassetto o x segnato da freccia etc. purché sia indicato chiaramente).

1 – Piani separatori nel piano 2D

a) Disegnare il piano separatore nello spazio delle istanze (2D) per un classificatore lineare

- Esercizio: Disegnare diversi *decision boundary* al variare del valore dei w
Provare in particolare a disegnare
 1. $x_1 + x_2 - 1 = 0$ (ossia $w_1=1, w_2=1, w_0=-1$)
 2. $x_1 + x_2 - 0.5 = 0$ (ossia $w_1=1, w_2=1, w_0=-0.5$)
- Che succede al *decision boundary* moltiplicando i w per una costante?

b) Conjunctions (AND) con modello lineare, come a lezione:

- Realizzare $x_1 \wedge x_2 \wedge x_4 \leftrightarrow y$ con modello lineare

c) AND a 2 variabili:

- Realizzare $x_1 \wedge x_2 \leftrightarrow y$ con modello lineare
- E disegnare la soluzione nel piano cartesiano

d) OR a 2 variabili:

- Realizzare $x_1 \vee x_2 \leftrightarrow y$ con modello lineare
- E disegnare la soluzione nel piano cartesiano

e) Invertire il segno

- Che succede al classificatore lineare invertendo il segno ai w ?

f) Tre punti con tutte le possibili etichette

- Quanti modi esistono di etichettare 3 punti nel piano 2D con label di target 0/1?
- Disegnare 3 punti (come vertici di un triangolo) e valutare se esistono delle configurazioni di assegnamento label tali che il problema risulti linearmente non separabile.
- Esistono delle configurazioni dei 3 punti per cui un assegnamento delle label risulti non linearmente separabile?

2 - Esercizio: derivare un modello lineare estremamente ridotto

Si vuol sviluppare un semplice sistema di previsioni per regressione lineare basato sul metodo Least Square e nessuna variabile di ingresso (polinomio di grado 0).

- a) Scrivere l'equazione della ipotesi $h(x)$
- b) Mostrare come risolvere per trovare il valore del parametro libero con 1 esempio di training.
- c) Mostrare come risolvere per trovare il valore del parametro libero con l (elle) esempi di training.
- d) Discutere il significato del risultato.
- e) In caso di classificazione che ipotesi possiamo scrivere e che significato assume?

3 - Ricavare Δ_w con la *loss della ridge regression* (esercizio proposto alla lezione sui linear model)

4- Discutere il bias induttivo del modello lineare semplice (lineare rispetto agli inputs), con il suo algoritmo di apprendimento visto a lezione

5 – Definire un task (il meteo)

Definire un task e un sistema di apprendimento per previsioni di gradimento sulle condizioni meteo, basato su variabili che misurano l'umidità (in percentuale) e la temperatura (in gradi Celsius) di oggi, che stimi se per voi sia o no una giornata piacevole. Si dispone di una serie di misurazioni delle variabili di interesse nel passato.

- a) Definire l'input e il tipo delle variabili
- b) Definire l'output e il target e il loro tipo
- c) Definire il data set
- d) Definire il tipo di task
- e) Proporre un possibile modello per la soluzione
- f) Descrivere cosa significa fare apprendimento e training per il problema.

Nota: Definire un compito (task) di apprendimento significa definire le risposte alle domande a, b, c, d.

6 Find-S e Candidate Elimination (esercizio proposto alla lezione su concept learning)

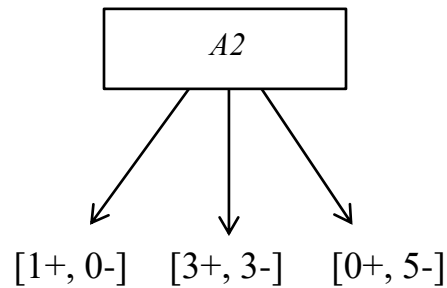
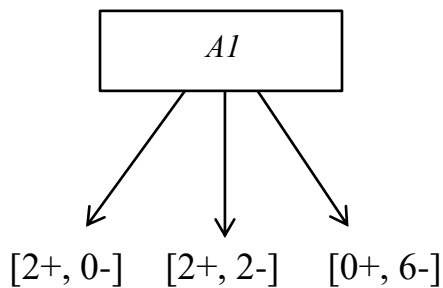
Provare Find-S e Candidate Elimination sul seguente instance space, usando x_i per i letterali (o l_i), aggiungendo “not(x_i)” allo spazio delle “simple conjunctive rules”, risolvendolo nel formalismo “alla Mitchell” e notando poi che rispetto a quello sia ha $0 \rightarrow \text{not}(x_i)$, $1 \rightarrow x_i$, $? \rightarrow$ no literal

Example	x_1	x_2	x_3	x_4	y
1	0	0	1	0	0
2	0	1	0	0	0
3	0	0	1	1	1
4	1	0	0	1	1
5	0	1	1	0	0
6	1	1	0	0	0
7	0	1	0	1	0

7 - Esercizio: Decision Tree construction

Nella costruzione di un Decision Tree,

- a) scegliere tra i 2 nodi con attributi candidati descritti in figura e motivare la scelta in base al calcolo dell'Information Gain ($\log_2 1/2 = -1$ e assumere $0 \log_2 0 = 0$). Mostrare i calcoli.



- b) E' possibile o frutto di un errore considerare un attributo $A3$ che dia luogo alla ripartizione seguente? $[2+, 0-]$ $[3+, 3-]$ $[0+, 4-]$