

## 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: in caso di quiz su elearning 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 ( $\mathbf{x}$  grassetto o  $\mathbf{x}$  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 $\Delta_w$ 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 input), 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)

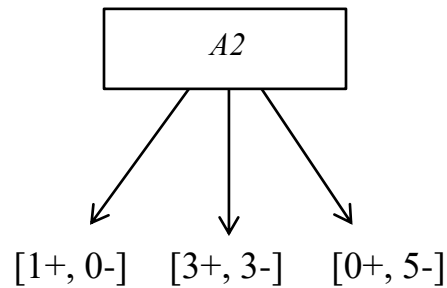
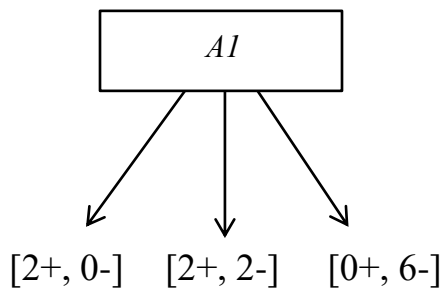
Provare Find-S e Candidate Elimination sul seguente instance space, usando  $x_i$  per i letterali (o  $l_i$ ), aggiungendo “not( $x_i$ )” allo spazio delle “simple conjunctive rules”, risolvendolo nel formalismo “alla Mitchell” e notando poi che rispetto a quello sia ha  $0 \rightarrow \text{not}(x_i)$ ,  $1 \rightarrow x_i$ ,  $? \rightarrow$  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?  $[2+, 0-]$   $[3+, 3-]$   $[0+, 4-]$