

- 1) Cosa si intende per future reward nell'ambito del reinforcement learning? Fare un esempio.
- 2) Cosa si intende per multi-classificatore? Quando un multi-classificatore è efficace?
- 3) Che cos'è il learning rate nell'ambito dell'apprendimento di reti neurali? Cosa succede se viene scelto un learning rate troppo piccolo o troppo grande?
- 4) Cosa si intende per K-fold cross-validation? Quali sono i vantaggi rispetto a un semplice split a due dei dati di training?

---

5) Data una cella di rete ricorrente (RNN) con 64 neuroni e 256 pesi addestrabili, disegnare lo schema grafico del suo *unfolding in time* su 5 stati. Quanti neuroni e pesi addestrabili ha la rete *unfolded*? Giustificare la risposta.

6) Date due distribuzioni multinormali identificate dai seguenti parametri:

$$\boldsymbol{\mu}_1 = \begin{bmatrix} 3,8 \\ -2,9 \\ -0,7 \\ 2,8 \end{bmatrix} \quad \boldsymbol{\mu}_2 = \begin{bmatrix} -2,4 \\ 0,5 \\ 2,5 \\ 3,8 \end{bmatrix}$$

$\boldsymbol{\Sigma}_1 = \boldsymbol{\Sigma}_2 = \mathbf{I}$  (matrice identità) e  $P(w_1) = P(w_2)$ .

Indicare la classe assegnata ai seguenti pattern da un classificatore di Bayes multinormale (motivandone la risposta):

$$\mathbf{p}_1 = \begin{bmatrix} -4,1 \\ 2,1 \\ 3,9 \\ 2,4 \end{bmatrix}, \mathbf{p}_2 = \begin{bmatrix} 3,4 \\ -2,6 \\ 3,1 \\ 0,3 \end{bmatrix}, \mathbf{p}_3 = \begin{bmatrix} 2,0 \\ 0,7 \\ 1,0 \\ 0,6 \end{bmatrix}$$

7) Un problema di multiple linear regression viene risolto ai minimi quadrati ottenendo su un training set i seguenti coefficienti  $\boldsymbol{\beta} = [0,5 \quad 0,3 \quad -0,1 \quad 2,0]$  (dove l'ultimo elemento è il termine noto). Dato un test set costituito dai due soli pattern  $\mathbf{x}_1$  e  $\mathbf{x}_2$  (di cui  $y_1$  e  $y_2$  sono i valori veri della variabile dipendente):

$$\mathbf{x}_1 = [3,2 \quad 8,4 \quad -3,1], y_1 = 7,1$$

$$\mathbf{x}_2 = [2,2 \quad 2,4 \quad -4,1], y_2 = 3,2$$

determinare l'RMSE sul test set, riportando i principali passaggi intermedi del calcolo.