

- 1) Qual è l'idea di base dell'algoritmo backpropagation per l'addestramento di reti neurali?
- 2) Nell'ambito dell'apprendimento automatico cosa si intende per generalizzazione e overfitting?
- 3) Rispetto a K-means l'approccio di clustering EM con Gaussian mixture quali maggiori flessibilità consente?
- 4) Indicare le principali "stagioni" nello sviluppo dell'intelligenza artificiale e machine learning.

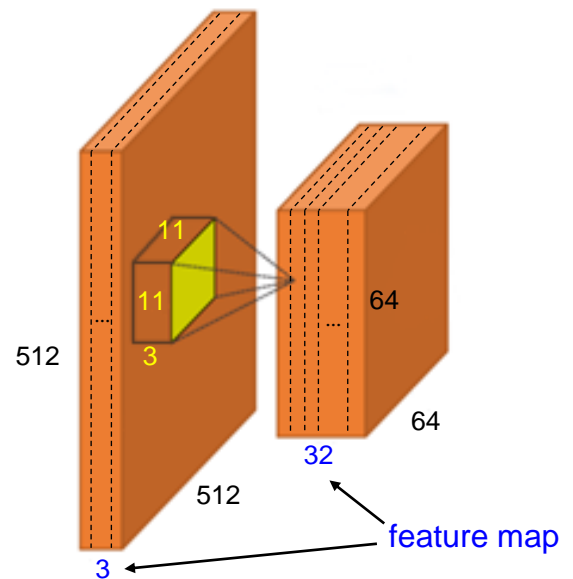
5) Dati un volume di input ed uno di output relativi a un livello di convoluzione in una CNN, aventi le seguenti dimensioni:

- *Volume Input:* $3 \times 512 \times 512$
- *Volume Output:* $32 \times 64 \times 64$

Considerando che ciascun filtro abbia dimensioni:

- *Dimensione Filtro:* $3 \times 11 \times 11$

Si calcoli il numero totale di connessioni e di pesi del livello (NON considerando i bias) motivando la risposta.



6) Dato un insieme di pattern tri-dimensionali composto da 4 elementi:

$$\left\{ \begin{bmatrix} 4.8 \\ 1.3 \\ 6.9 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -0.7 \\ 1.8 \\ 3.2 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} -5.8 \\ 9.6 \\ 6.5 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 5.1 \\ -5.3 \\ -1.5 \end{bmatrix} \right\}$$

Calcolare il vettore medio (μ) e la matrice di covarianza ($\Sigma = [\sigma_{ij}]$).

Si ricorda che ogni elemento della matrice di covarianza può essere calcolato come

$$\sigma_{ij} = \sigma_{ji} = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n (x_{ki} - \mu_i) \cdot (x_{kj} - \mu_j)$$

dove x_{km} è l' m -esimo elemento del k -esimo pattern, e n il numero di pattern.

7) Un multiclassificatore, composto da 4 classificatori combinati a livello di decisione utilizzando la Majority vote rule, viene utilizzato per riconoscere pattern appartenenti a 5 classi. Nella tabella seguente sono riportati gli output restituiti dai singoli classificatori (C_i) dati in input 4 diversi pattern (p_j). Riportare la classe di output restituita dal multiclassificatore motivandone la risposta.

	C_1	C_2	C_3	C_4
p_1	1	2	1	3
p_2	1	5	5	5
p_3	1	2	4	4
p_4	3	2	3	1