

1) Come opera un livello di pooling in una CNN?

Dispense “Deep Learning (parte 1)”

2) Nel caso di pattern non-linearmente separabili, nella formulazione di SVM lineare come si approccia il problema?

Dispense “Classificazione (parte 2)”

3) Quali sono i più noti algoritmi di clustering?

Dispense “Clustering”

4) Fare esempi pratici di pattern numerici, categorici e di sequenze.

Dispense “Fondamenti”

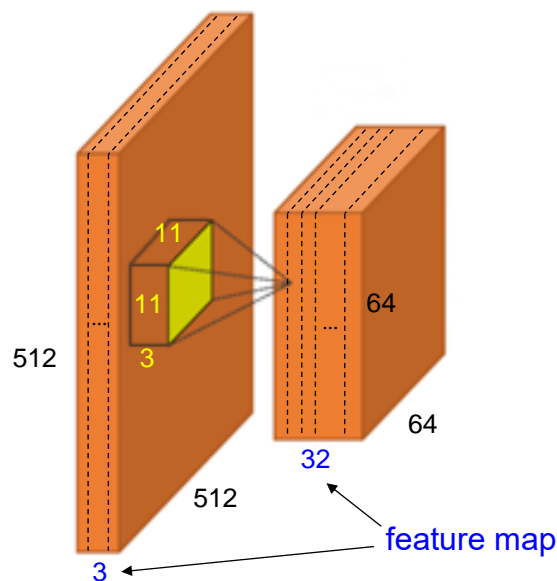
5) Dati un volume di input ed uno di output relativi a un livello di convoluzione in una CNN, aventi le seguenti dimensioni:

- *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.



Svolgimento

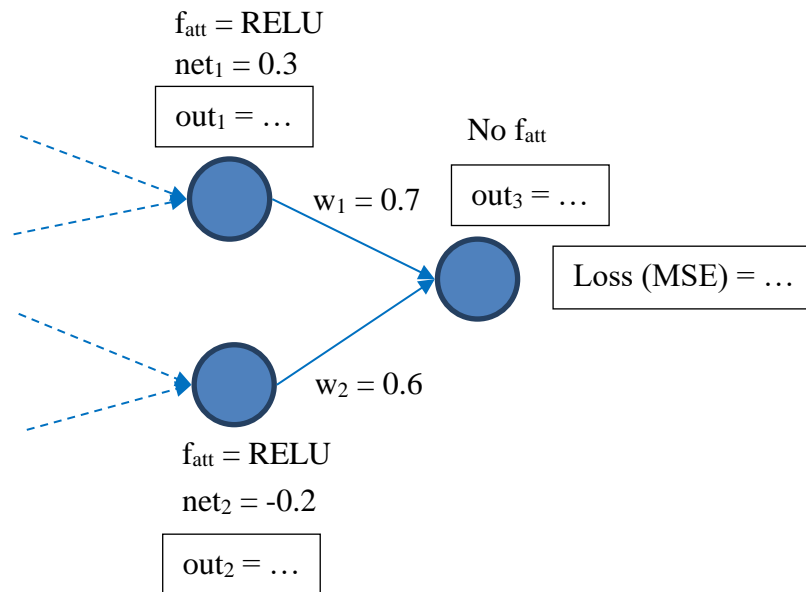
Ogni neurone del livello di output ($32 \times 64 \times 64$) è connesso con tanti neuroni del livello di input pari alla dimensione del filtro ($3 \times 11 \times 11$).

Pertanto il **numero totale di connessioni** è $(32 \times 64 \times 64) \cdot (3 \times 11 \times 11) = 47579136$.

Il **numero totale di pesi**, invece, risulta molto più piccolo giacché in una CNN i pesi di ciascun filtro sono condivisi da tutti i neuroni contenuti in una stessa feature map. Visto che il numero di feature map è uguale a 32, e il numero di input per ciascun filtro è pari a ($3 \times 11 \times 11$), il numero totale di pesi (NON considerando il bias) è $(3 \times 11 \times 11) \times 32 = 11616$.

6) Data la seguente porzione di rete neurale (per un problema di regressione), durante il passo forward un pattern ha prodotto le attivazioni net_1 e net_2 indicate in figura. Motivando le risposte si richiede di:

1. Completare il passo forward calcolando out_1 , out_2 , out_3 (i neuroni 1 e 2 hanno funzione di attivazione RELU, mentre il neurone 3 non ha funzione di attivazione).
2. Calcolare la loss MSE considerando che il valore atteso per il pattern è $t = 2$.
3. Calcolare i nuovi valori che i pesi w_1 e w_2 assumeranno a seguito del passo backward con un learning rate (η) di 0.1. Si ricorda che il δ_3 (errore) sul neurone 3 in caso di loss MSE senza funzione di attivazione è uguale alla differenza tra valore atteso e attivazione del neurone ($t - out_3$) e pertanto il gradiente rispetto al peso w_i corrisponde a $-(\delta_3 \cdot out_i)$.



Svolgimento

Gli output dei neuroni 1 e 2, data la funzione di attivazione RELU $f(net) = \max(0, net)$, hanno rispettivamente un valore pari a $out_1 = 0.3$ e $out_2 = 0$.

Per poter calcolare l'output del neurone 3 è prima necessario calcolare $net_3 = w_1 \cdot out_1 + w_2 \cdot out_2 = 0.7 \cdot 0.3 + 0.6 \cdot 0 = 0.21$. Visto che il neurone 3 non ha funzione di attivazione $out_3 = net_3 = 0.21$.

Avendo un solo neurone di output, il valore della loss si calcola come $MSE = (t - out_3)^2 = (2 - 0.21)^2 = 3.20$.

Dato $\delta_3 = t - out_3 = 1.79$ possiamo calcolare il gradiente rispetto ai pesi w_1 e w_2 come $\frac{\partial J}{\partial w_i} = -(\delta_3 \cdot out_i)$:

$$\frac{\partial J}{\partial w_1} = -(1.79 \cdot 0.3) = -0.54$$

$$\frac{\partial J}{\partial w_2} = -(1.79 \cdot 0) = 0$$

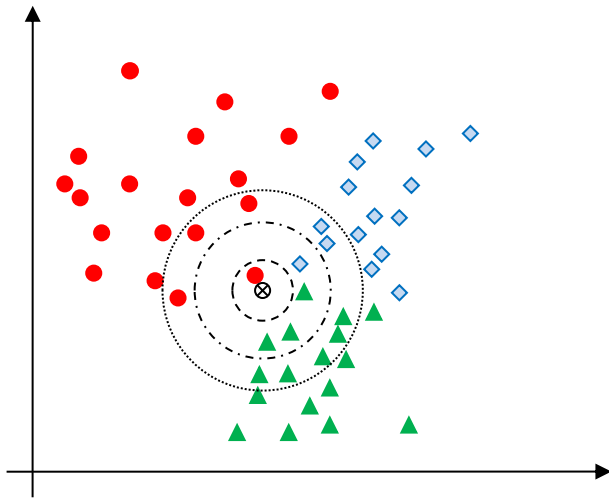
I nuovi valori dei pesi w_1 e w_2 dopo il passo di backward sono calcolati utilizzando la formula $w'_i = w_i - \eta \cdot \frac{\partial J}{\partial w_i}$. Pertanto:

$\frac{\partial J}{\partial w_i}$. Pertanto:

$$w'_1 = 0.7 - 0.1 \cdot (-0.54) = 0.75$$

$$w'_2 = 0.6 - 0.1 \cdot 0 = 0.6$$

7) Date le distribuzioni riportate nel grafico sottostante, indicare come viene classificato il pattern \otimes da 3 classificatori k -NN (con k uguale a 1, 5 e 15) supponendo di utilizzare come metrica la distanza euclidea. Motivare la risposta.



Svolgimento

La regola k -NN determina i k elementi più vicini al pattern da classificare (in base alla metrica utilizzata). Ognuno dei k elementi vota per la classe a cui appartiene e il pattern da classificare viene assegnato alla classe che ha ottenuto il maggior numero di voti.

Pertanto, al pattern \otimes verrà assegnata la classe “cerchio” nel caso di $k=1$ (intorno - - -), la classe “triangolo” nel caso di $k=5$ (intorno - · -) e la classe “triangolo” nel caso di $k=15$ (intorno · · ·).