

1) Che cosa codifica la funzione Q nell'ambito dell'approccio Q-learning? Quali sono gli input che ne determinano il valore?

Dispense "Deep Learning (parte 2)"

2) In classificazione cosa si intende per superficie decisionale o di separazione? Riportare anche un esempio grafico.

Dispense "Classificazione (parte 1)"

3) Definire cosa si intende per apprendimento supervisionato e non supervisionato.

Dispense "Fondamenti"

4) Rispetto a K-means l'approccio di clustering EM con Gaussian mixture quali maggiori flessibilità consente?

Dispense "Clustering"

5) Un multiclassificatore, composto da 3 classificatori combinati a livello di decisione utilizzando la Majority vote rule, viene utilizzato per riconoscere pattern appartenenti a 4 classi. Nella tabella seguente sono riportati gli output restituiti dai singoli classificatori (C_i) dati in input 5 diversi pattern (p_j). Riportare la classe di output restituita dal multiclassificatore motivandone la risposta.

	C_1	C_2	C_3
p_1	1	1	3
p_2	4	2	2
p_3	1	1	1
p_4	3	2	3
p_5	4	4	1

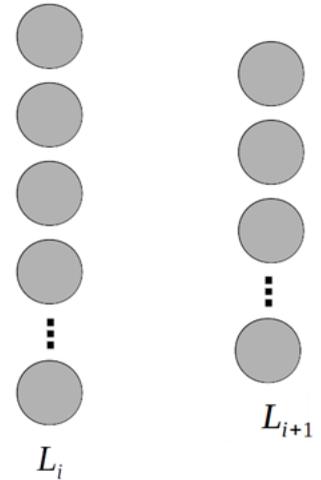
Svolgimento

	Voti Classi				Classe scelta
	1	2	3	4	
p_1	2	0	1	0	1
p_2	0	2	0	1	2
p_3	3	0	0	0	1
p_4	0	1	2	0	3
p_5	1	0	0	2	4

6) Dati due livelli di una rete neurale L_i e L_{i+1} costituiti rispettivamente da 256 e 128 neuroni, indicare:

1. Il numero di connessioni
2. Il numero di pesi distinti

sia nel caso i due livelli costituiscano una porzione di una rete MLP, sia nel caso essi appartengano a una CNN dove ogni neurone del livello $i + 1$ è connesso a 7 neuroni del livello i (*receptive field* = 7). Motivare infine la risposta.



Svolgimento

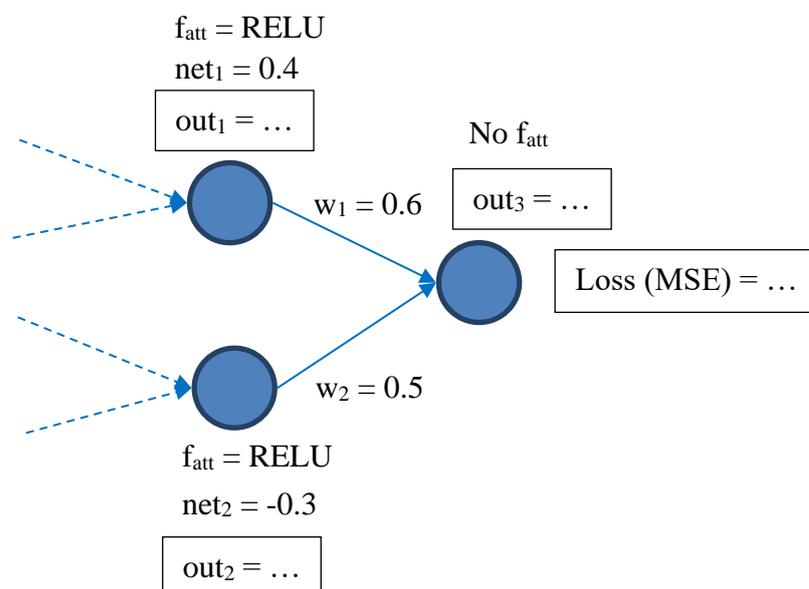
Nel caso in cui i livelli siano “completamente connessi” come accade nelle reti MLP il numero di connessioni è pari a $|L_i| \cdot |L_{i+1}|$ quindi $256 \cdot 128 = 32768$ connessioni totali.

Nel caso in cui i livelli siano di una CNN con “*receptive field*” uguale a 7 allora basta moltiplicare 7 per il numero di neuroni del livello $i + 1$ quindi $7 \cdot 128 = 896$ connessioni totali.

Per quanto riguarda i pesi, nel caso della rete MLP il numero degli stessi è pari al numero di connessioni (quindi 32768) mentre per la CNN è pari alla dimensione del *receptive field* (7 - essendo i pesi condivisi).

7) 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 $t = 4$.
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 0.05. 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 $out_1 = 0.4$ e $out_2 = 0$.

Per poter calcolare l'output del neurone 3 è prima necessario calcolare $net_3 = w_1 \cdot out_1 + w_2 \cdot out_2 = 0.6 \cdot 0.4 + 0.5 \cdot 0 = 0.24$. Visto che il neurone 3 non ha funzione di attivazione $out_3 = net_3 = 0.24$.

Avendo un solo neurone di output, il valore della loss si calcola come $MSE = (t - out_3)^2 = (4 - 0.24)^2 = 14.14$.

Dato $\delta_3 = t - out_3 = 3.76$ possiamo calcolare il gradiente rispetto ai pesi w_1 e w_2 come $\frac{\partial J}{\partial w_i} = -(\delta_3 \cdot out_i)$:

$$\frac{\partial J}{\partial w_1} = -(3.76 \cdot 0.4) = -1.50$$

$$\frac{\partial J}{\partial w_2} = -(3.76 \cdot 0) = 0$$

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:

$$w'_1 = 0.6 - 0.05 \cdot (-1.50) = 0.675$$

$$w'_2 = 0.5 - 0.05 \cdot 0 = 0.5$$