



Deep Learning

Corso AI Engineering - Lezione 3

Reti



DEEP LEARNING

- ✓ Cosa è una rete neurale
- ✓ Neurone
- ✓ Percettrone
- ✓ Reti Neurali Artificiali
- ✓ Deep Learning

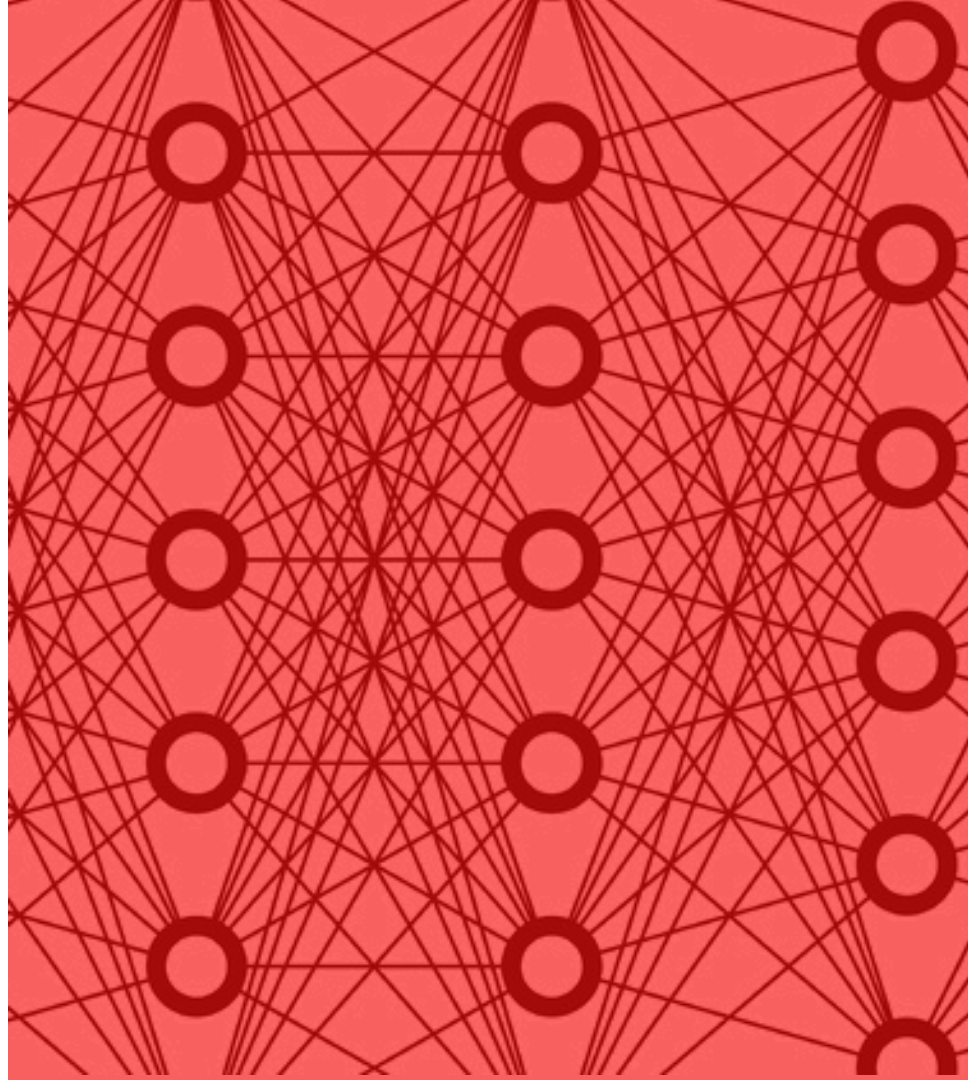
COSA È UNA RETE NEURALE



Reti Neurali

Le **Reti Neurali Artificiali (Artificial Neural Network, ANN)** sono strutture di calcolo *liberamente* ispirate dalla rete neurale biologica che costituisce il cervello degli animali.

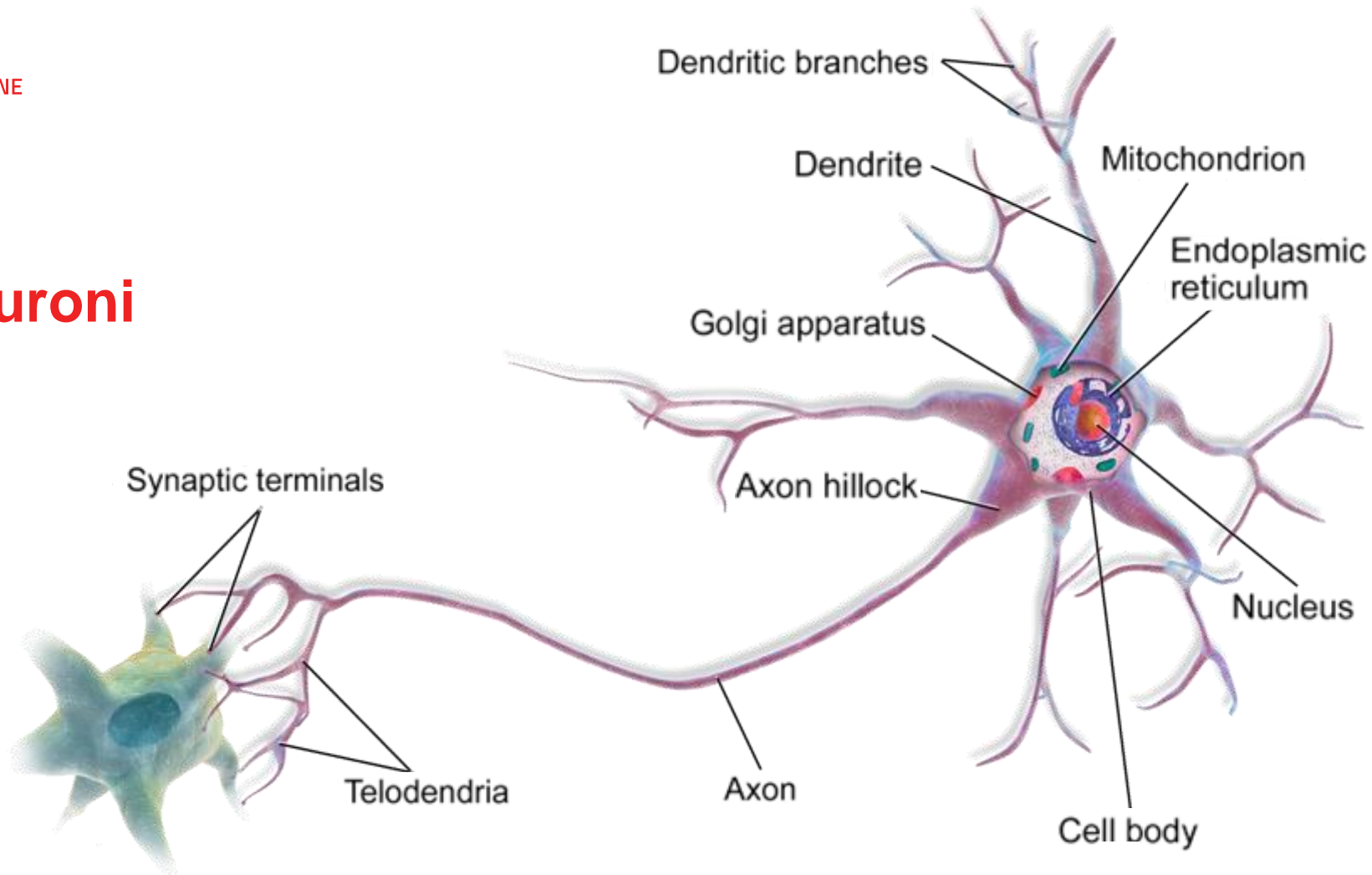
- ✓ Le reti neurali sono state ideate negli anni 50'
- ✓ Sono diventate lo standard solo negli ultimi anni a causa dell'avanzamento tecnologico e dalla grande quantità di dati disponibili



NEURONE



Neuroni



PERCETTRONE

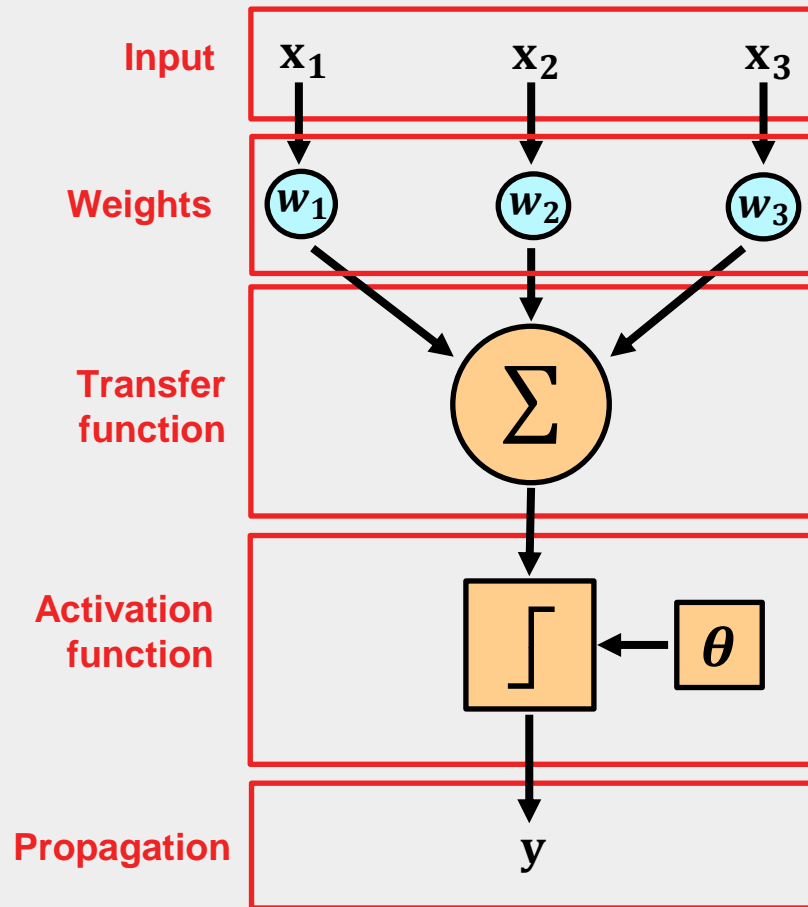


Percettroni

Il **Percettrone**, (o **Perceptron**) è una modellizzazione matematica dei neuroni.

Un percettrone:

- ✓ **Riceve** input (o segnali) x da altri neuroni (attivi)
- ✓ Ogni segnale viene **moltiplicato** per un peso w
- ✓ Le informazioni vengono **aggregate** da una **funzione di trasferimento** (o **transfer function**)
- ✓ Il risultato dell'aggregazione viene **filtrato** da una **funzione di attivazione** che decide se propagare il segnale o meno
- ✓ Se attivato, il percettrone **propaga il segnale**.



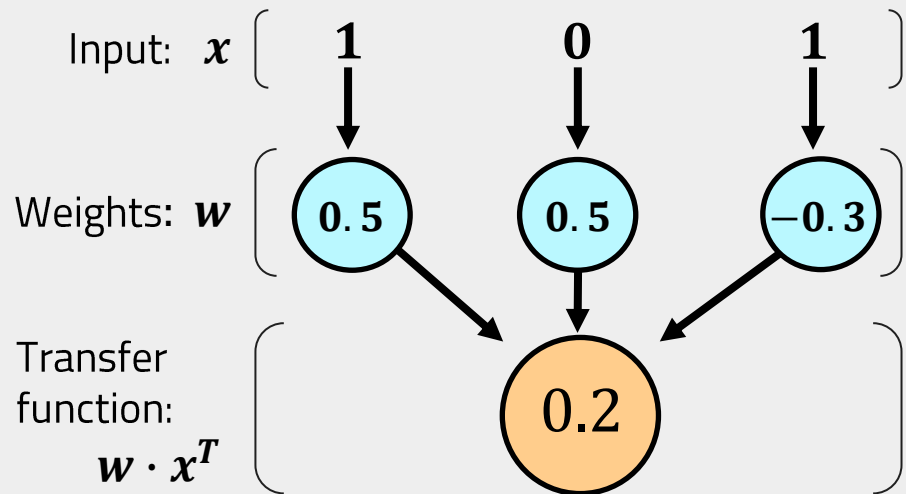


Transfer function

Tipicamente l'aggrerazione delle informazioni in input consiste nei seguenti passaggi :

- ✓ **Moltiplichiamo** tutti i segnali in input per i rispettivi pesi
- ✓ **Sommiamo** i risultati.

Possiamo rappresentare questa operazione come un **prodotto scalare** (o **prodotto interno**) di due vettori w e x



$$w \cdot x^T = [0.5 \quad 0.5 \quad -0.3] \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$1 \cdot 0.5 + 0 \cdot 0.5 + 1 \cdot (-0.3) = 0.2$$

PERCETTRONE



Activation function

La **funzione di attivazione** o (**activation function**) ha il compito di decidere se il perceptrone può o meno propagare l'informazione

- ✓ Imita la funzione degli **action potential**, pulsazioni di attività elettrica che servono al neurone per scambiarsi informazioni
- ✓ Nella sua forma più semplice, l'informazione è **binaria** e viene scambiata quando **supera** un certo **threshold θ**
- ✓ Causa **non-linearità** nel comportamento del perceptrone

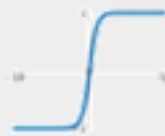
Sigmoid

$$\sigma(x) = \frac{1}{1+e^{-x}}$$



tanh

$$\tanh(x)$$



ReLU

$$\max(0, x)$$



Leaky ReLU

$$\max(0.1x, x)$$

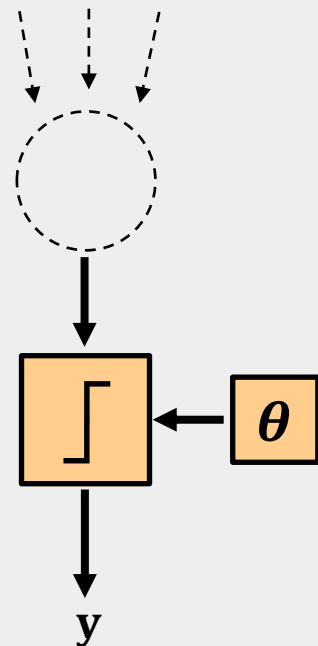
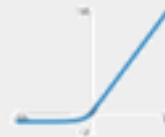


Maxout

$$\max(w_1^T x + b_1, w_2^T x + b_2)$$

ELU

$$\begin{cases} x & x \geq 0 \\ \alpha(e^x - 1) & x < 0 \end{cases}$$





Dal perceptrone alla rete

Unendo più perceptroni definiamo una **rete neurale artificiale**.

La rete neurale è divisa in **layer**. In base alla loro posizione distinguiamo tre categorie di layer:

- ✓ **Input layer:** primo layer dedicato agli input iniziali
- ✓ **Output layer:** ultimo layer destinato all'output finale
- ✓ **Hidden layers:** tutti i layer intermedi

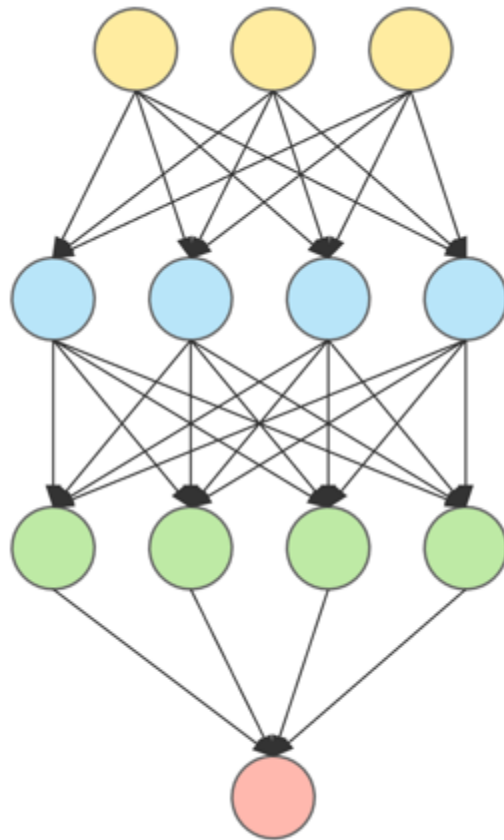
Il numero dei perceptroni per layer e il numero di layer definisce l'**architettura** (o **topologia**) della rete neurale

Input Layer

Hidden Layer 1

Hidden Layer 2

Output Layer



Cerchio: perceptrone

In entrata: input del perceptrone

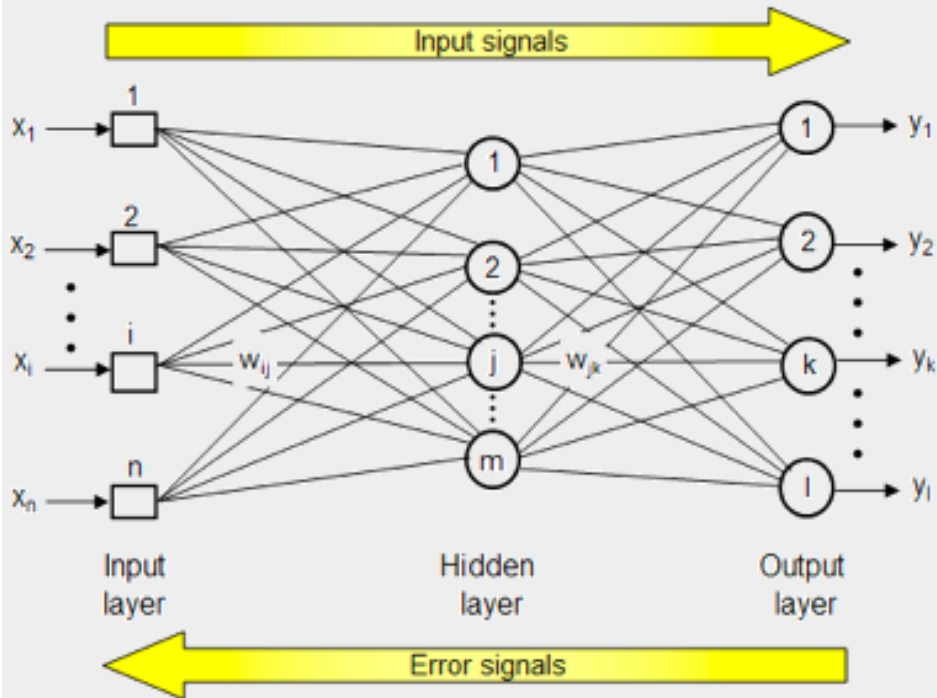
In uscita: propagazione dell'output



Addestrare una ANN

Una rete neurale si addestra in quattro fasi:

- ✓ Si assegnano valori iniziali ai pesi
- ✓ **Forward propagation:** si calcolano gli output a partire da input e pesi assegnati.
- ✓ Si confrontano i risultati ottenuti con gli output corretti
- ✓ **Backward propagation:** i pesi vengono modificati con l'obiettivo di minimizzare la differenza fra risultato ottenuto e desiderato.



Keyword:

- ✓ **Ottimizzazione Non-Lineare**
- ✓ **Gradient Descent**

DEEP LEARNING



Deep learning

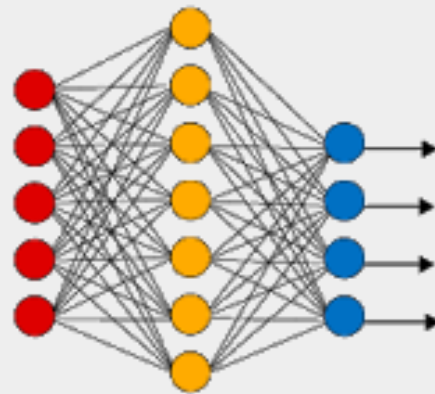
Una ANN con molteplici hidden layer prende il nome di **rete neurale artificiale profonda** o **Deep Neural Network (DNN)**.

Il **Deep Learning** è una tecnica di ML che prevede l'utilizzo di DNN nella fase di modellizzazione del problema.

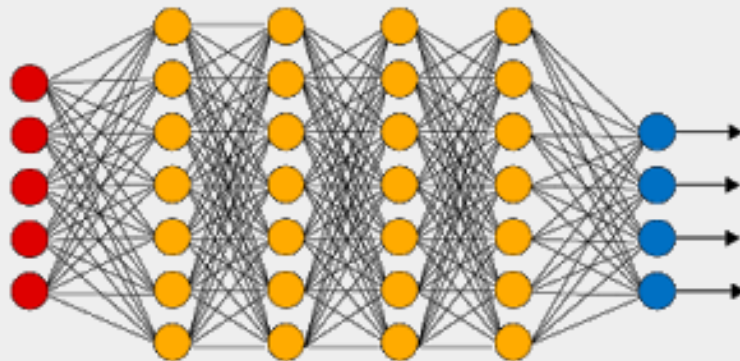
Aumentare il numero di layer intermedi permette di utilizzare più informazioni dal training set.

● Input Layer ● Hidden Layer ● Output Layer

Simple Neural Network



Deep Learning Neural Network



DEEP LEARNING

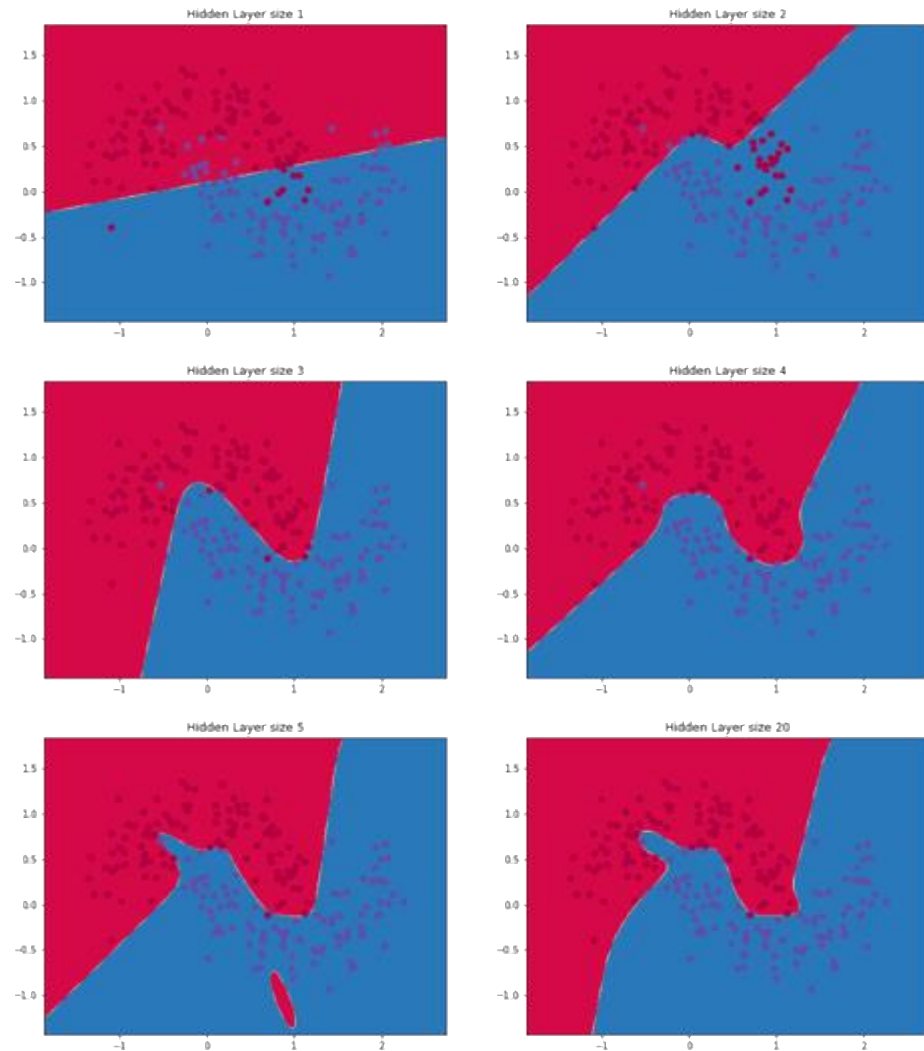


Benefici della profondità

La sequenza di layer estrae progressivamente una maggior quantità di informazioni dai dati in input

In figura abbiamo un esempio di **classification network**.

- ✓ Al crescere del numero di hidden layer la performance del classificatore migliora.
- ✓ Utilizzando un numero eccessivo di hidden layer possiamo cadere in overfitting





• **GRAZIE**



Via Dante, 6, 21052 Busto Arsizio VA
Tel.: +39.0331.357.400
Fax: +39.0331.622.869

Reti