

Reti neurali biologiche

Stefano Ferrari

Università degli Studi di Milano
stefano.ferrari@unimi.it

Reti Neurali

Stage 2015

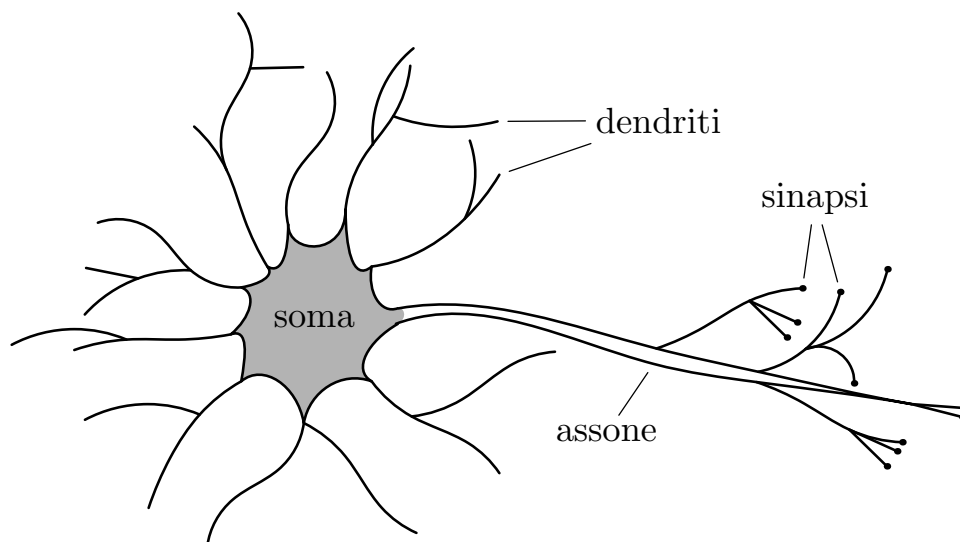
Intelligenza ed apprendimento

- ▶ Una delle caratteristiche principali di un soggetto che definiamo *intelligente* è sicuramente la sua capacità di apprendere.
- ▶ Questa caratteristica è propria dei paradigmi matematici detti *reti neurali (artificiali)*.
- ▶ Le reti neurali, mimando il funzionamento delle reti neurali biologiche, sono in grado di modificare il loro comportamento in modo da adeguarsi agli stimoli esterni.

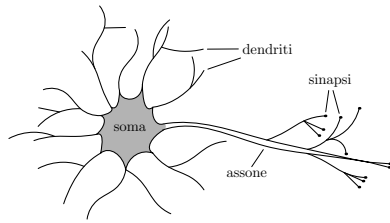
Sistema nervoso centrale

- ▶ Il sistema nervoso centrale è composto da particolari cellule nervose (dette *neuroni*).
- ▶ I neuroni sono tra loro interconnessi a formare una rete neurale biologica.
- ▶ Ciascuna cellula esegue una elaborazione molto semplice.
- ▶ Il comportamento intelligente emerge dal gran numero di elementi e di connessioni tra le cellule.
- ▶ L'attività di una rete neurale biologica è prodotta dallo scambio di segnali elettrici tra i neuroni.

Neurone



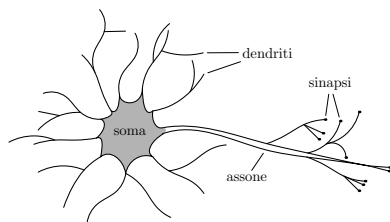
Neurone (2)



Un neurone è composto da:

- soma** corpo cellulare;
- dendriti** prolungamenti brevi;
- assone** prolungamento lungo;
- sinapsi** strutture di connessione poste al termine delle ramificazioni di dendriti e assone.

Neurone (3)



L'elaborazione di un neurone consiste nel:

1. acquisire i segnali dei neuroni vicini;
 - ▶ attraverso i dendriti connessi agli assoni dei vicini;
2. elaborare la risposta nel soma;
 - ▶ quando la somma dei contributi supera una certa soglia;
 - ▶ i contributi possono essere positivi (eccitatori) o negativi (inibitori);
3. trasmettere la risposta per mezzo dell'assone ai neuroni collegati.

Velocità di calcolo

- ▶ I neuroni generano al massimo un centinaio di impulsi al secondo.
- ▶ Ciò significa che per una reazione di un decimo di secondo, l'informazione transita per non più di una decina di neuroni.
- ▶ La potenza di calcolo del sistema nervoso centrale è quindi dovuta all'elevato numero di neuroni e nella densa rete di connessioni tra gli stessi:
 - ▶ 100 miliardi (10^{11}) di neuroni;
 - ▶ 100 bilioni (10^{14}) di sinapsi;
 - ▶ in media, 1000 connessioni per neurone.

Memoria e apprendimento

- ▶ L'apprendimento è una caratteristica fondamentale del cervello:
 - ▶ ricordiamo il viso delle persone;
 - ▶ impariamo a fare operazioni;
 - ▶ riusciamo a valutare come si evolverà una certa situazione con l'esperienza di casi analoghi.
- ▶ Ciò è possibile perché alcune caratteristiche dei neuroni possono essere modificate, mediante due fenomeni:
 - permeabilità** della membrana della cellula;
 - ▶ influenza la soglia di reazione della cellula
 - plasticità** della sinapsi;
 - ▶ modula la forza della connessione tra i neuroni;
 - ▶ un collegamento debole farà sì che l'attività del neurone ricevente sia poco influenzata dall'attività del neurone trasmettitore.