



Intelligenza Artificiale e Astronomia

Giovanni Della Lunga
Emiliano Ricci



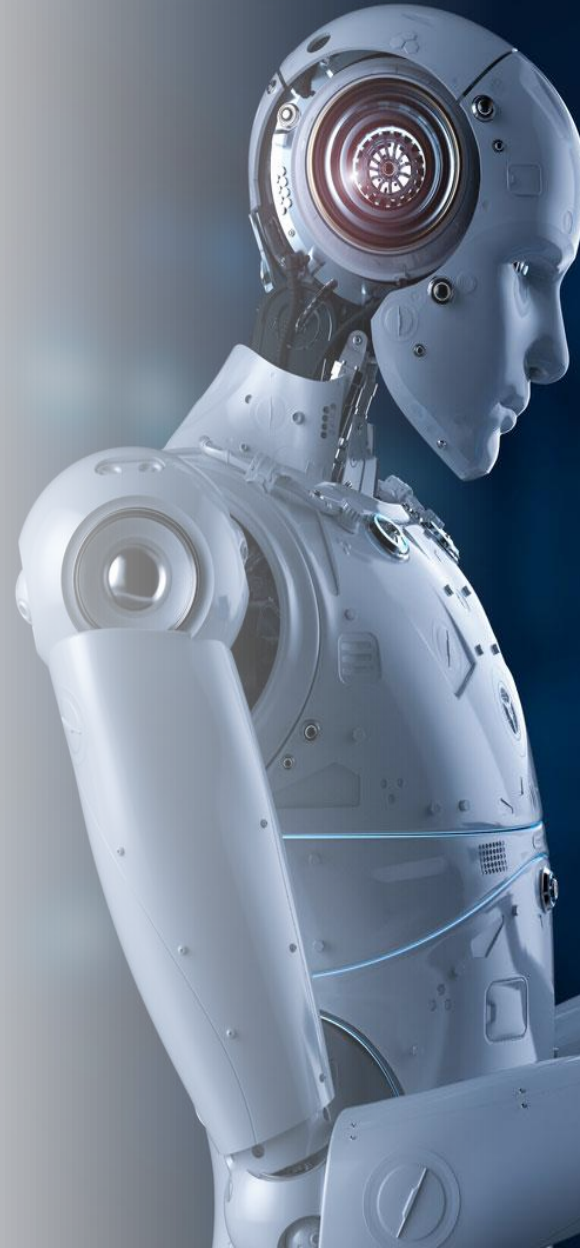


Introduzione

- L'intelligenza artificiale (IA) sta rivoluzionando i campi dell'astronomia, dell'astrofisica e della cosmologia.
- Grazie alle capacità di apprendimento automatico, l'IA permette di analizzare grandi quantità di dati, identificare modelli complessi e fare previsioni accurate.
- In questa presentazione esploreremo le principali applicazioni dell'IA in queste discipline scientifiche.

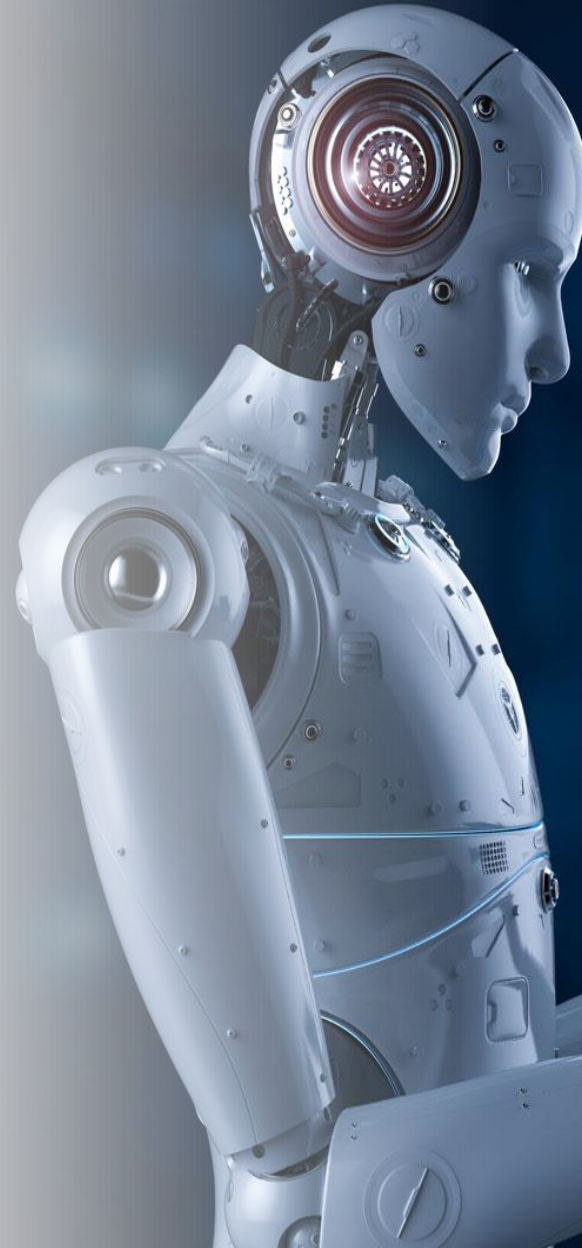
Apprendimento Automatico (Machine Learning)

- L'apprendimento automatico, un sottoinsieme dell'intelligenza artificiale, svolge un ruolo fondamentale nell'automazione dell'analisi dei dati astronomici.



Apprendimento Automatico (Machine Learning)

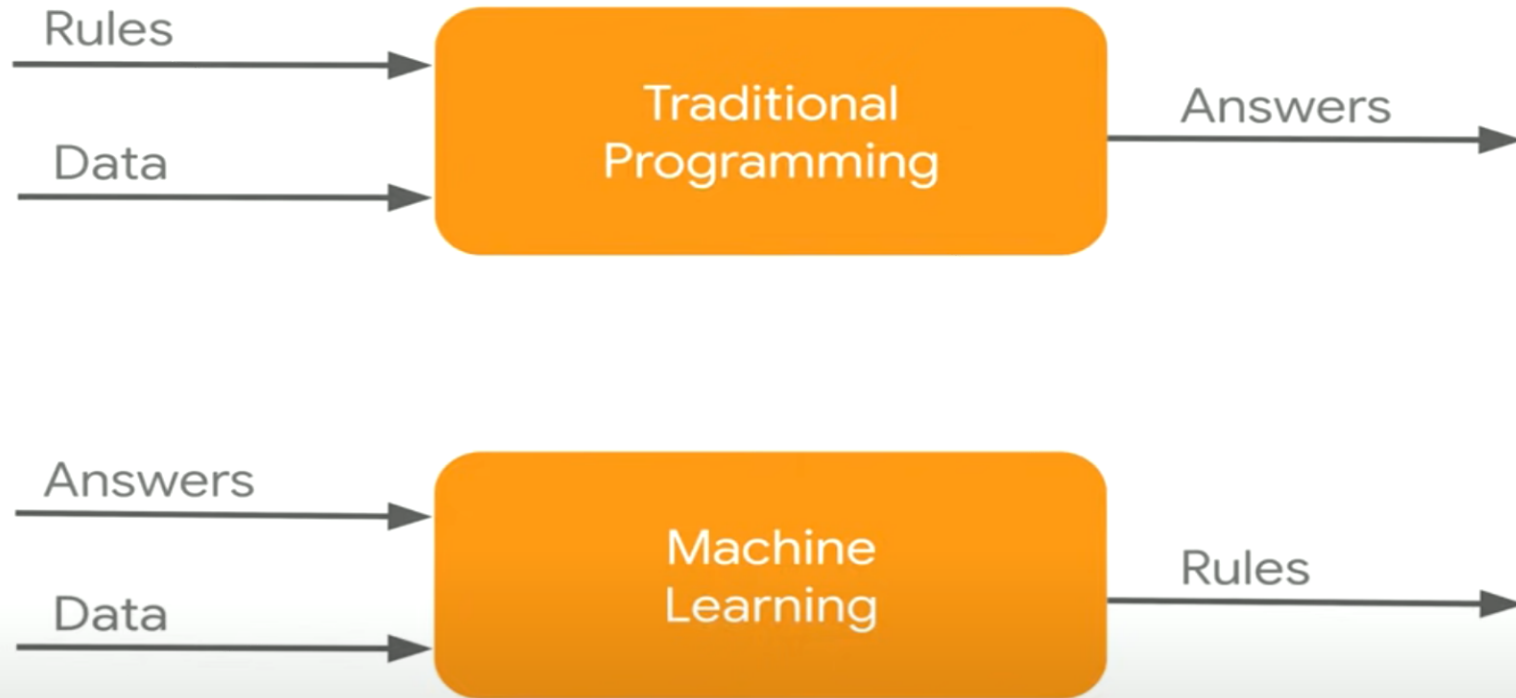
- A differenza degli algoritmi tradizionali programmati con regole specifiche, i sistemi di machine learning apprendono dai dati e migliorano le proprie prestazioni nel tempo.



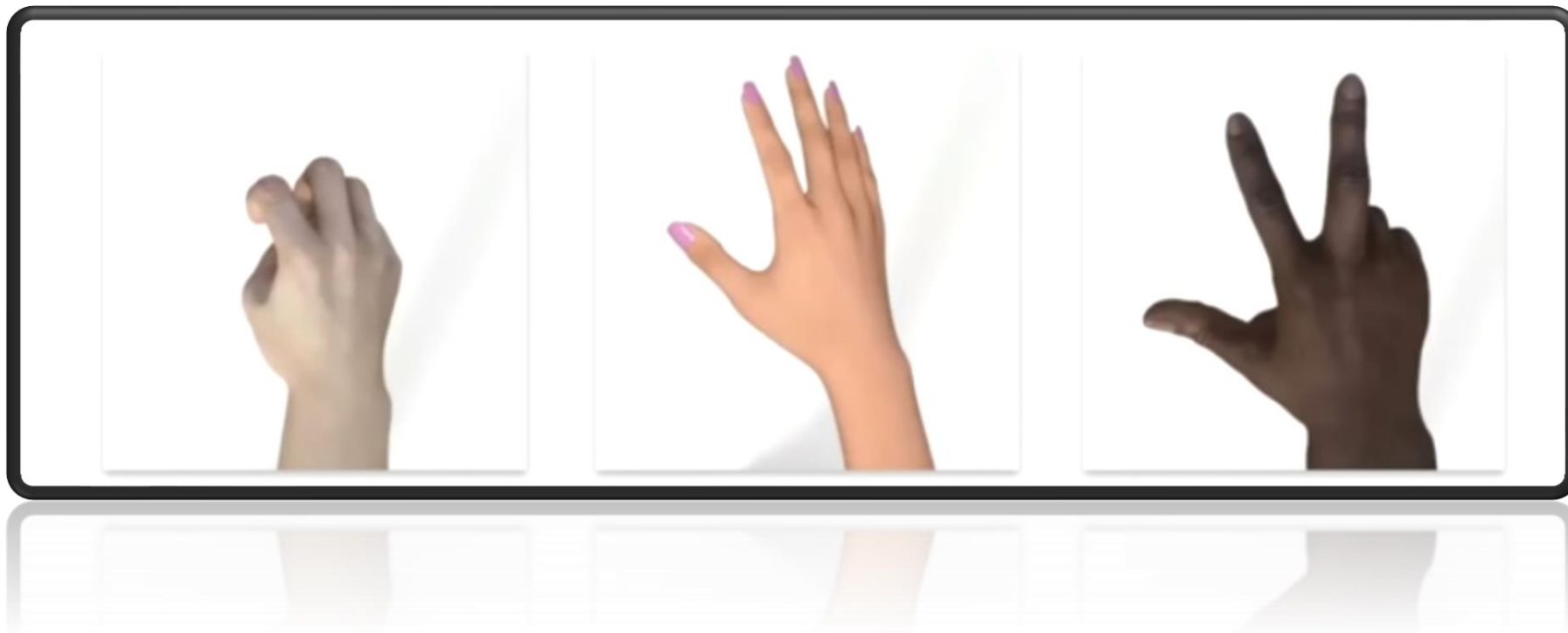
Approccio Tradizionale



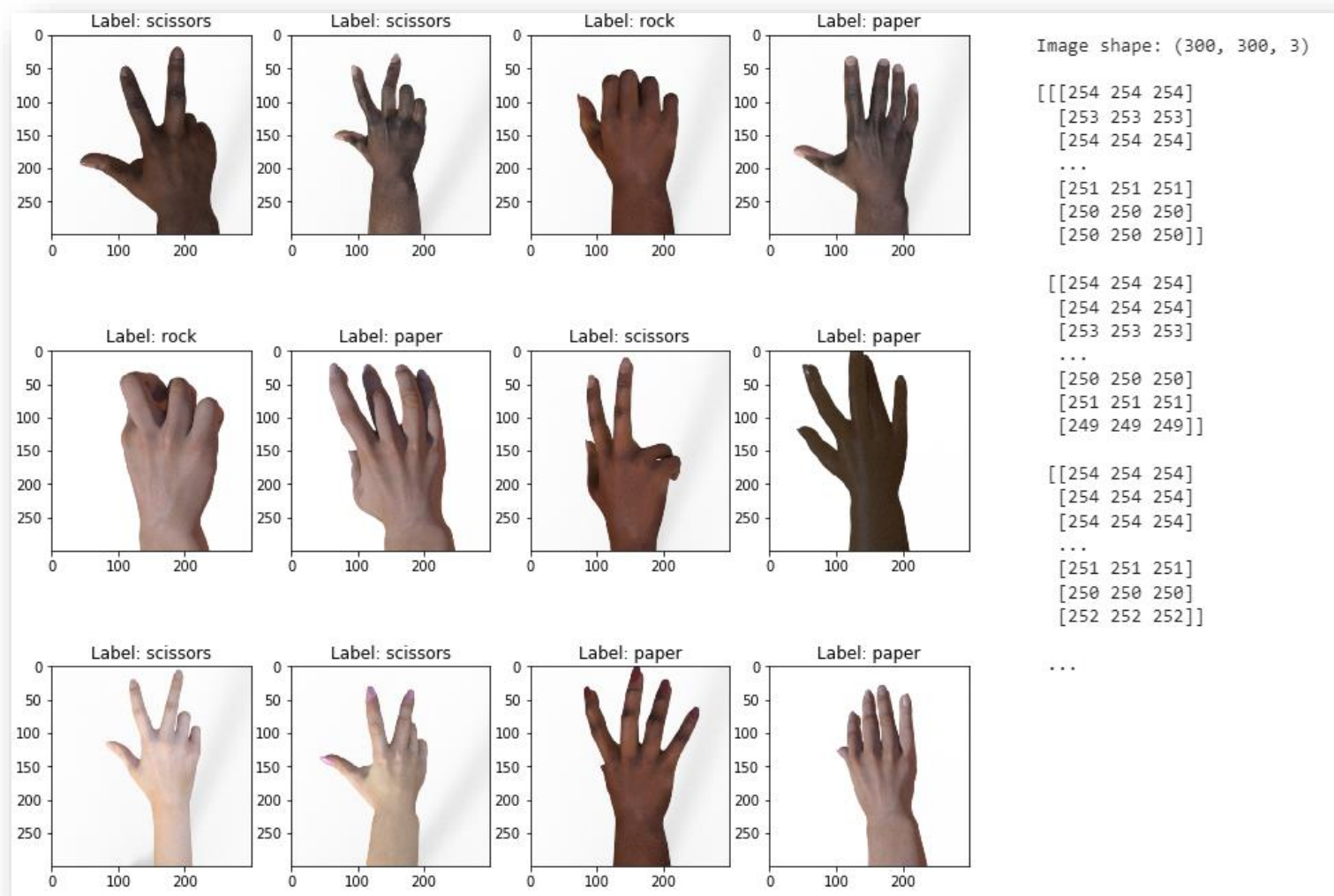
Apprendimento Automatico



Un gioco semplice (si fa per dire...)

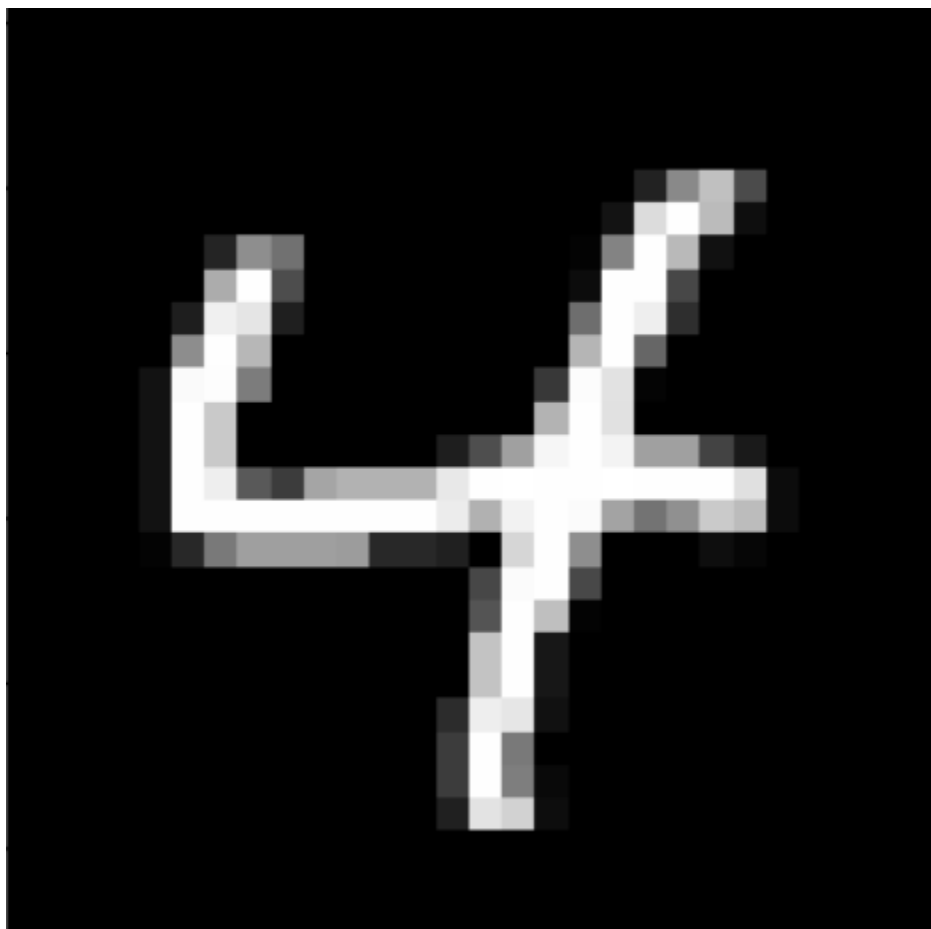


Come riconoscere le immagini?



Cosa «vede» una macchina?

Cosa «vede» una macchina?

[illegible]

Riconoscere vuol dire Classificare!



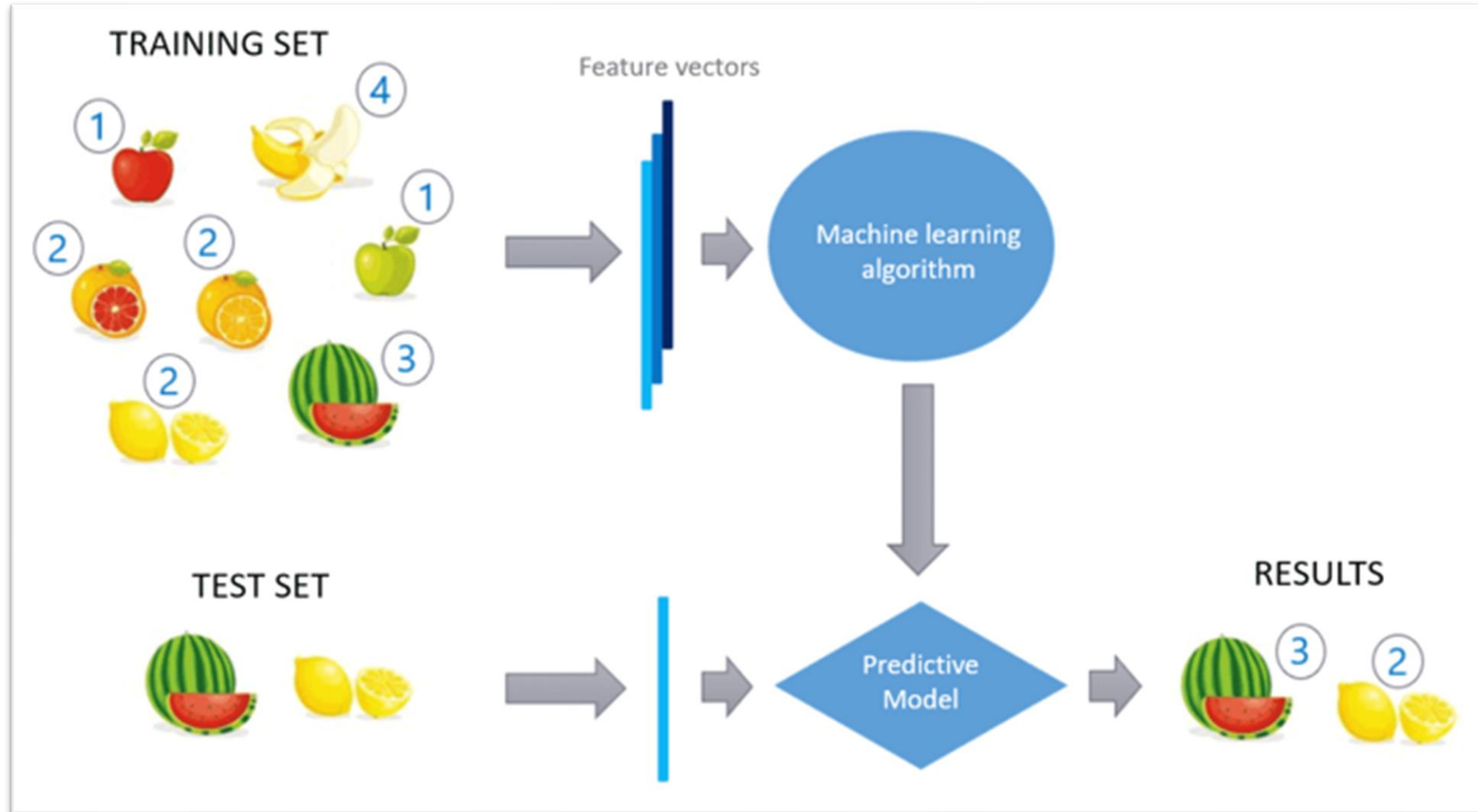
- Quali immagini rappresentano delle scarpe?

Riconoscere vuol dire Classificare!



- Ad una «scarpa» sono associate molte forme diverse...

Riconoscere vuol dire Classificare!



Riconoscere vuol dire Classificare!

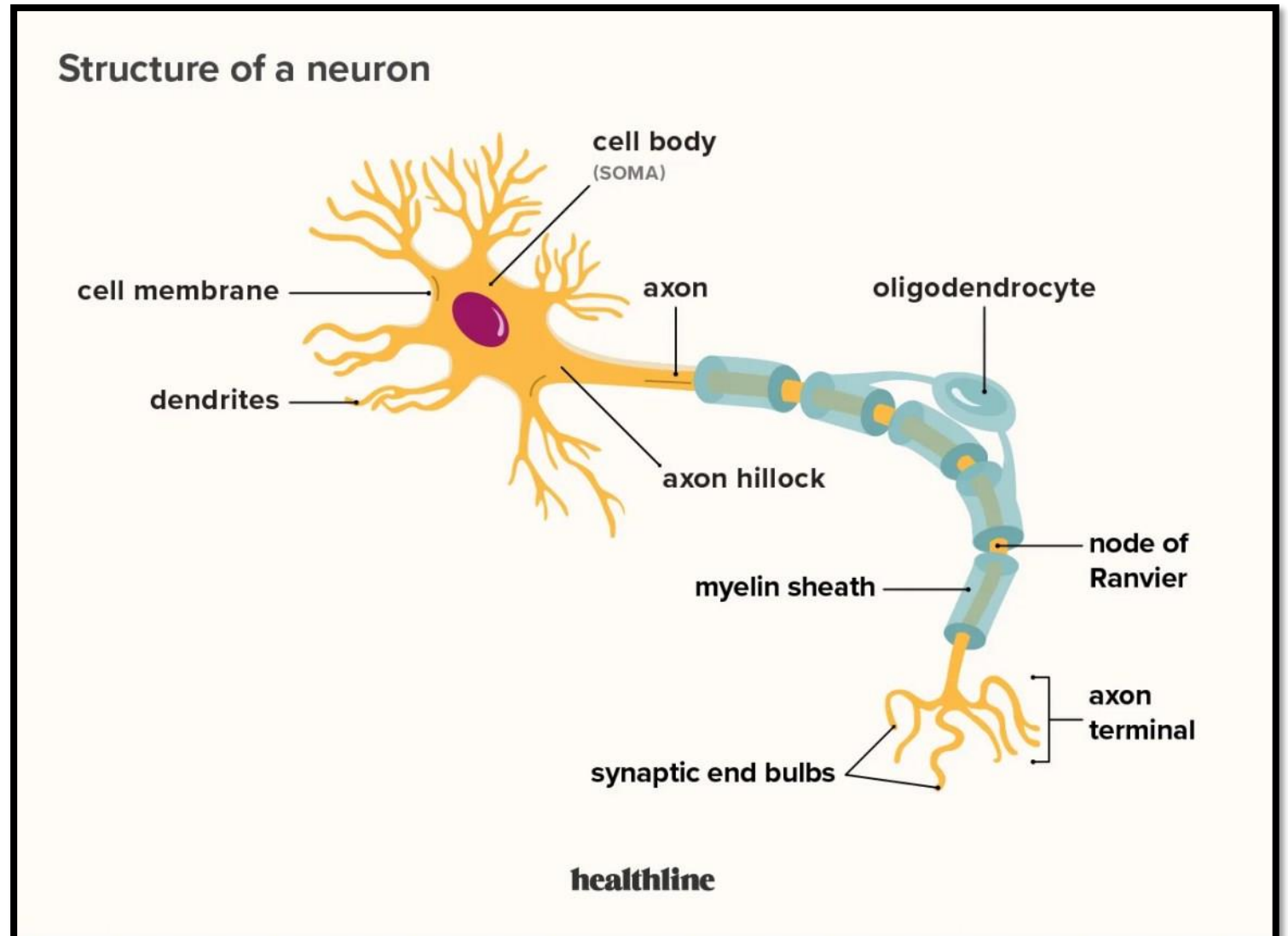
[illegible]

0
0
0
0
1
0
0
0
0
0

Cos'è una Rete Neurale? L'analogia Biologica

Ricezione del segnale

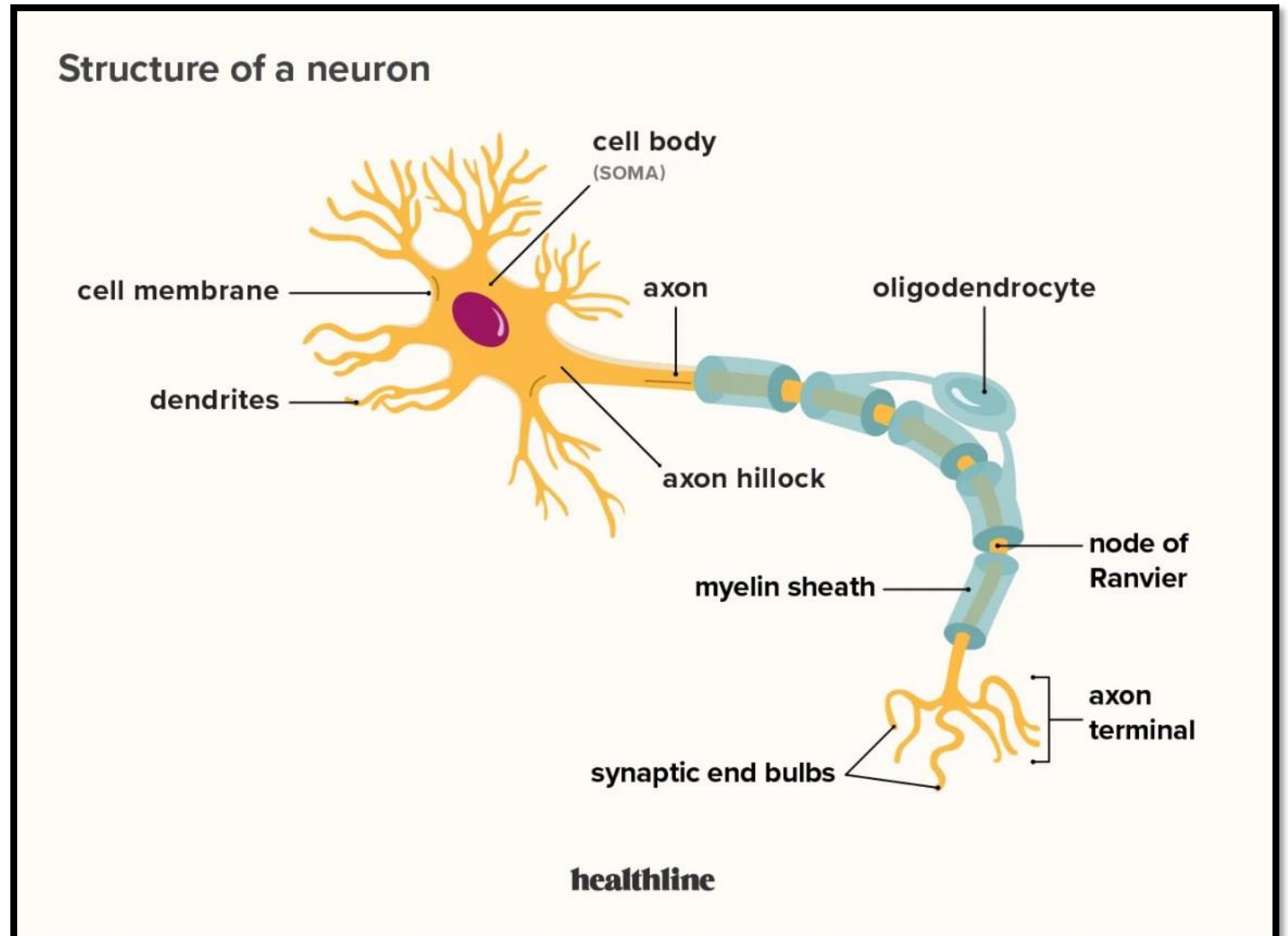
- Un neurone biologico riceve segnali attraverso le sue strutture dendritiche, che sono estensioni ramificate che catturano i segnali chimici inviati da altri neuroni attraverso le sinapsi.
- Questi segnali chimici, noti come neurotrasmettitori, vengono convertiti in segnali elettrici all'interno del neurone.



Cos'è una Rete Neurale? L'analogia Biologica

Processamento del segnale

- I segnali elettrici ricevuti dai dendriti si propagano verso il corpo cellulare del neurone, dove vengono **integrati** e processati.
- Se la **somma** dei segnali eccitatori e inibitori raggiunge una certa soglia, il neurone genera un potenziale d'azione, un impulso elettrico che viaggia lungo l'assone.



Cos'è una Rete Neurale? L'analogia Biologica

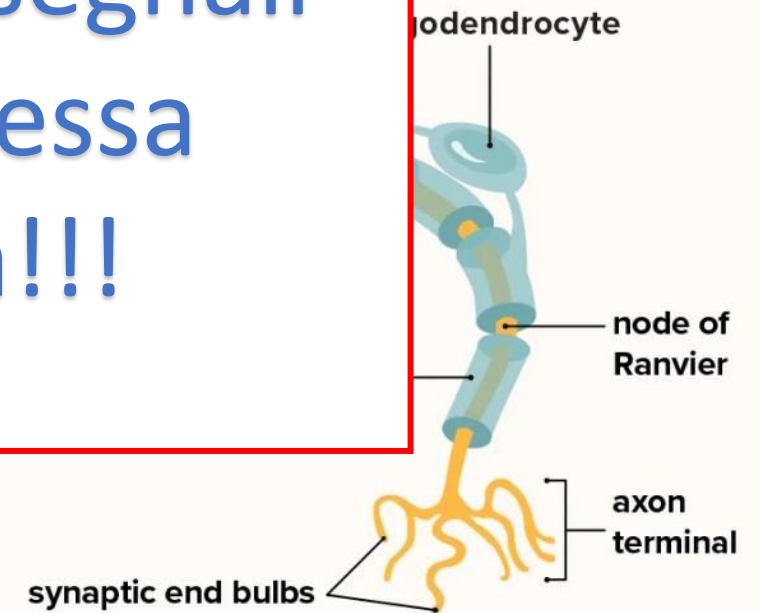
Processamento

- I segnali elettrici dai dendriti si propagano al corpo cellulare dove vengono processati.
- Se la **somma** di eccitatori e inibitori supera una certa soglia, il neurone genera un potenziale d'azione, un impulso elettrico che viaggia lungo l'assone.



Non tutti i segnali
hanno la stessa
importanza!!!

Structure of a neuron

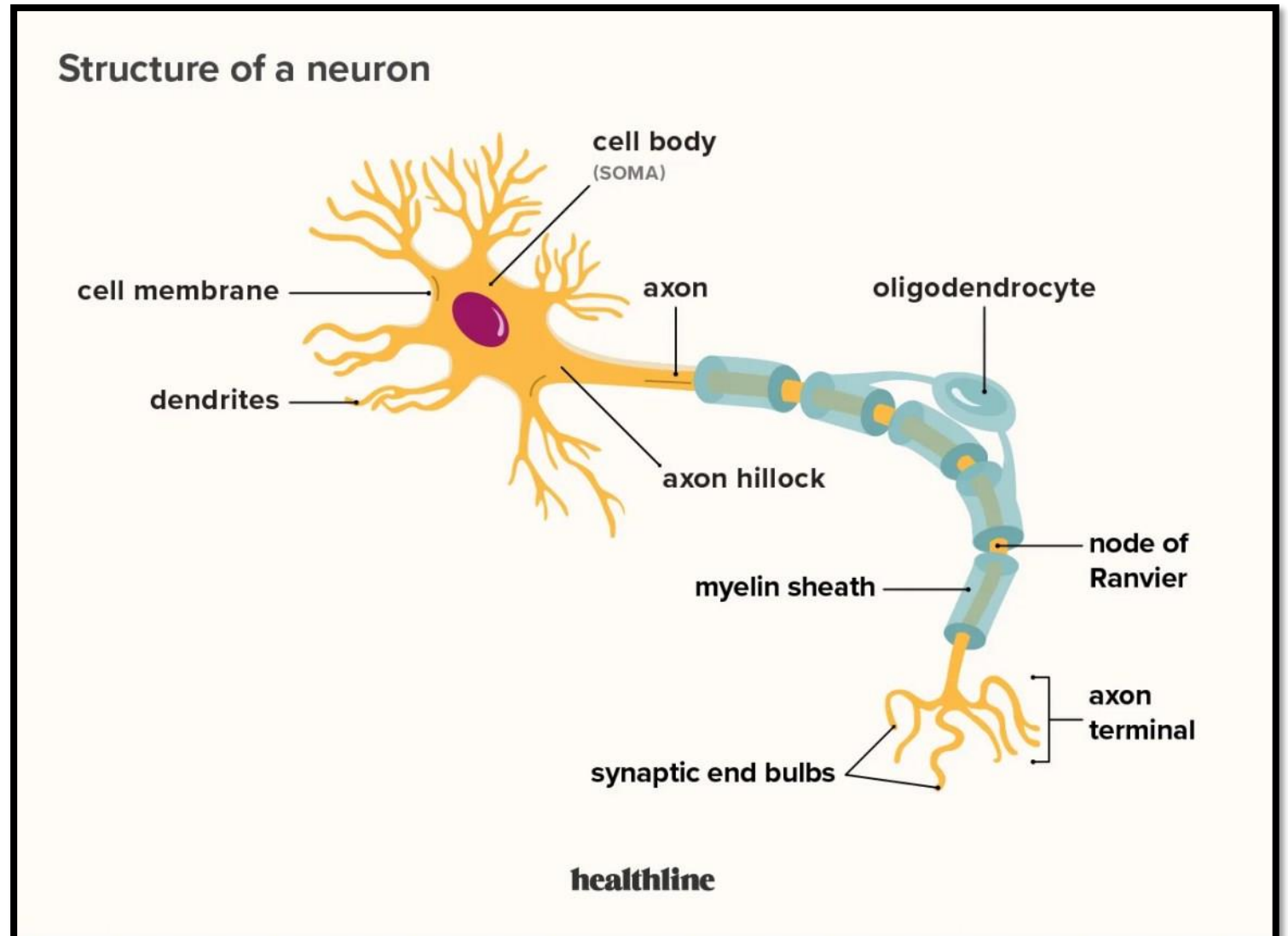


healthline

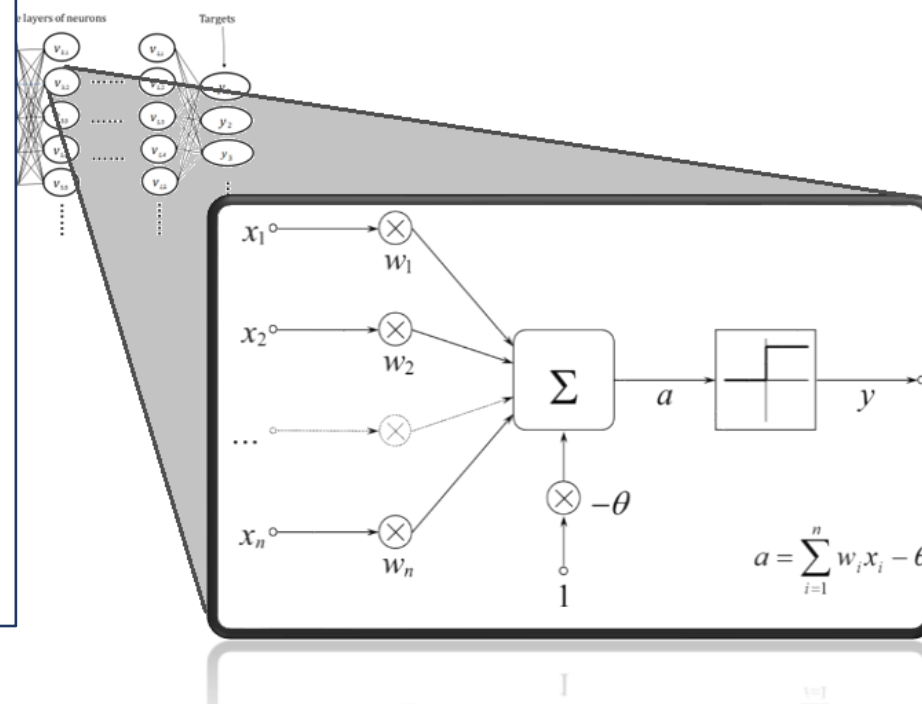
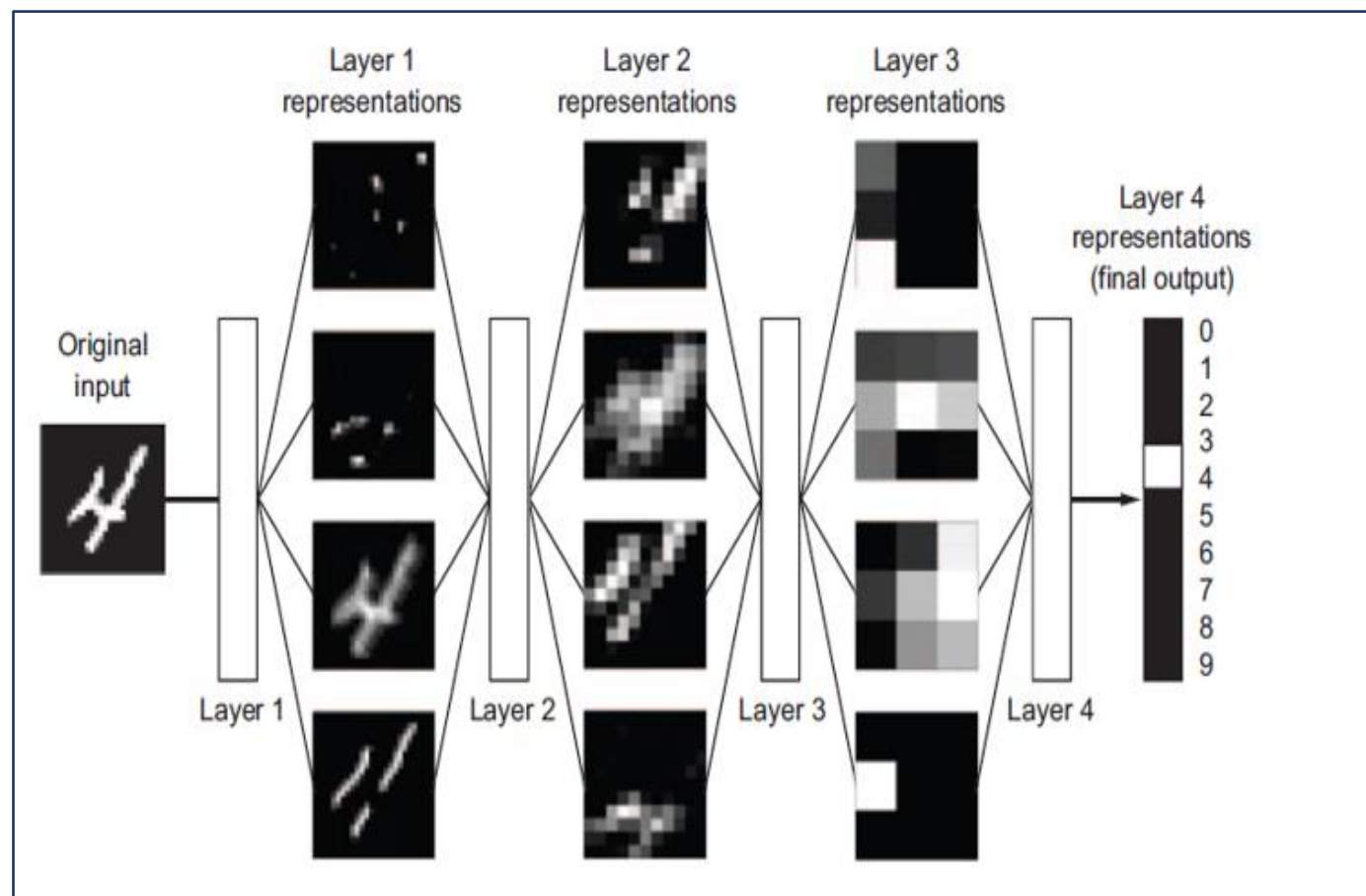
Cos'è una Rete Neurale? L'analogia Biologica

Trasmissione del segnale

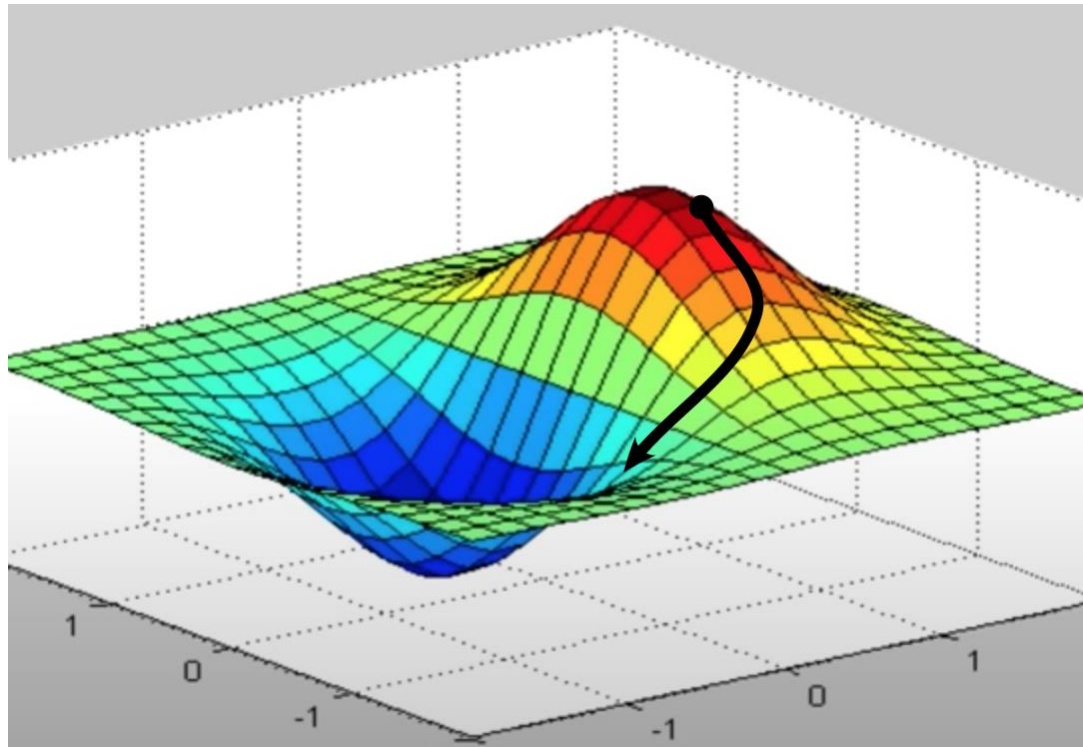
- Il potenziale d'azione percorre l'assone, una lunga proiezione del neurone, fino a raggiungere le terminazioni sinaptiche.
- Qui, il segnale elettrico provoca il rilascio di neurotrasmettitori nelle sinapsi, che attraversano lo spazio sinaptico e si legano ai recettori sui dendriti del neurone successivo, ripetendo il ciclo di comunicazione neuronale.



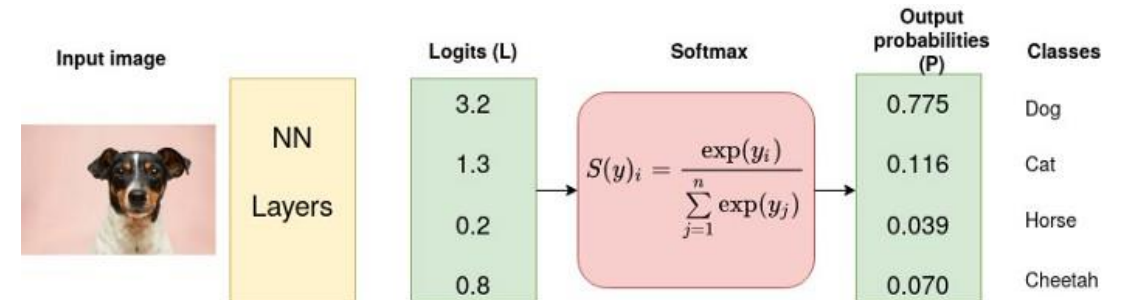
Una Rete Neurale è una Rete di «Funzioni»



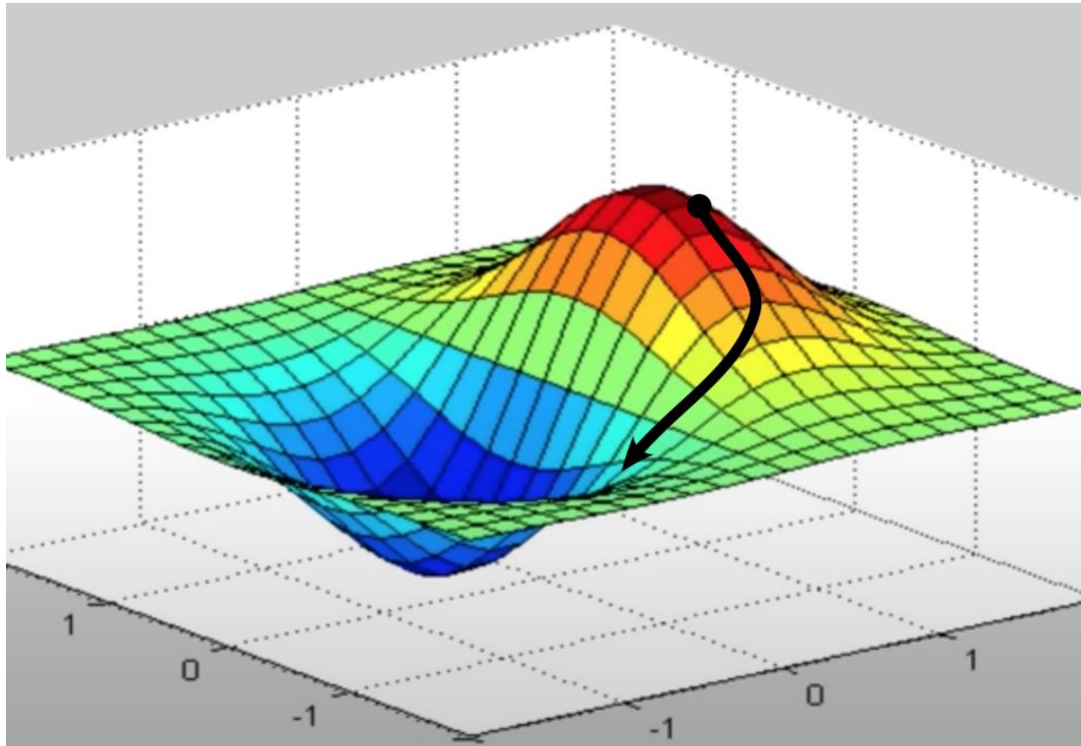
L' «addestramento» di una Rete Neurale



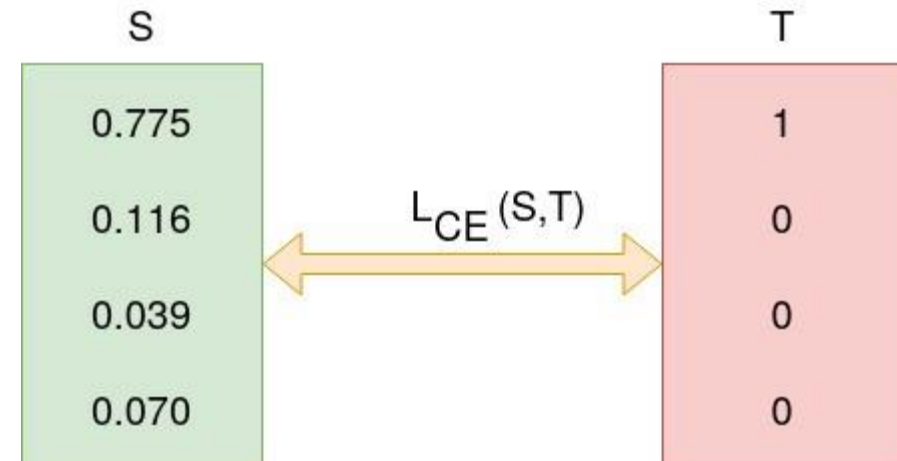
- L'addestramento di una rete consiste nella ricerca del set ottimale di pesi che minimizza la differenza fra il risultato calcolato e il risultato atteso



L' «addestramento» di una Rete Neurale

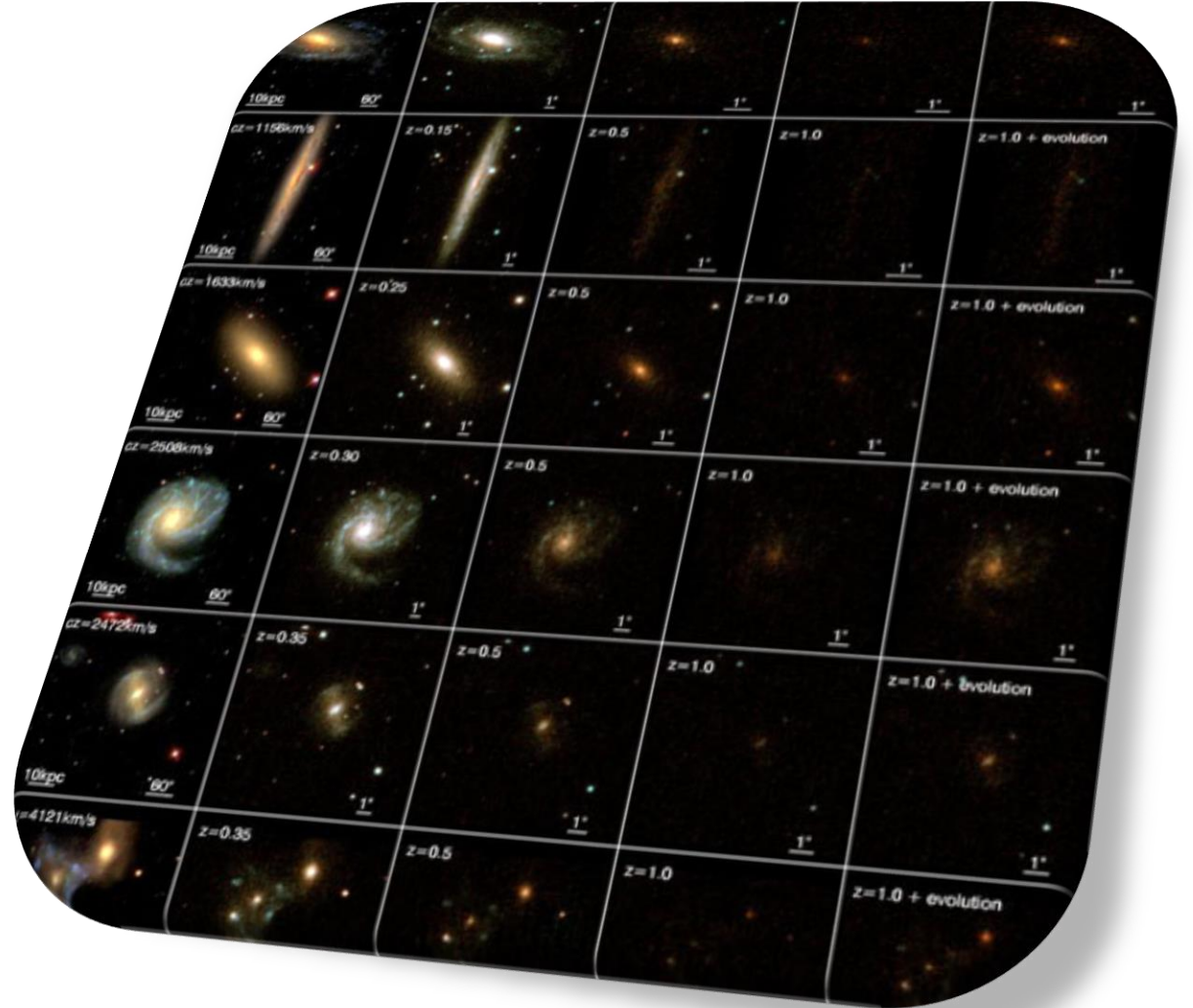


- L'addestramento di una rete consiste nella ricerca del set ottimale di pesi che minimizza la differenza fra il risultato calcolato e il risultato atteso



Apprendimento Automatico

- Nel campo dell'astronomia, questo significa addestrare algoritmi su set di dati etichettati per riconoscere caratteristiche specifiche, come galassie, nebulose o effetti di lente gravitazionale.
- Una volta addestrati, questi algoritmi possono elaborare autonomamente nuovi dati, identificando e classificando gli oggetti celesti con notevole precisione.



Analisi dei dati osservativi



L'IA viene utilizzata per analizzare i dati provenienti da telescopi e altre strumentazioni astronomiche.



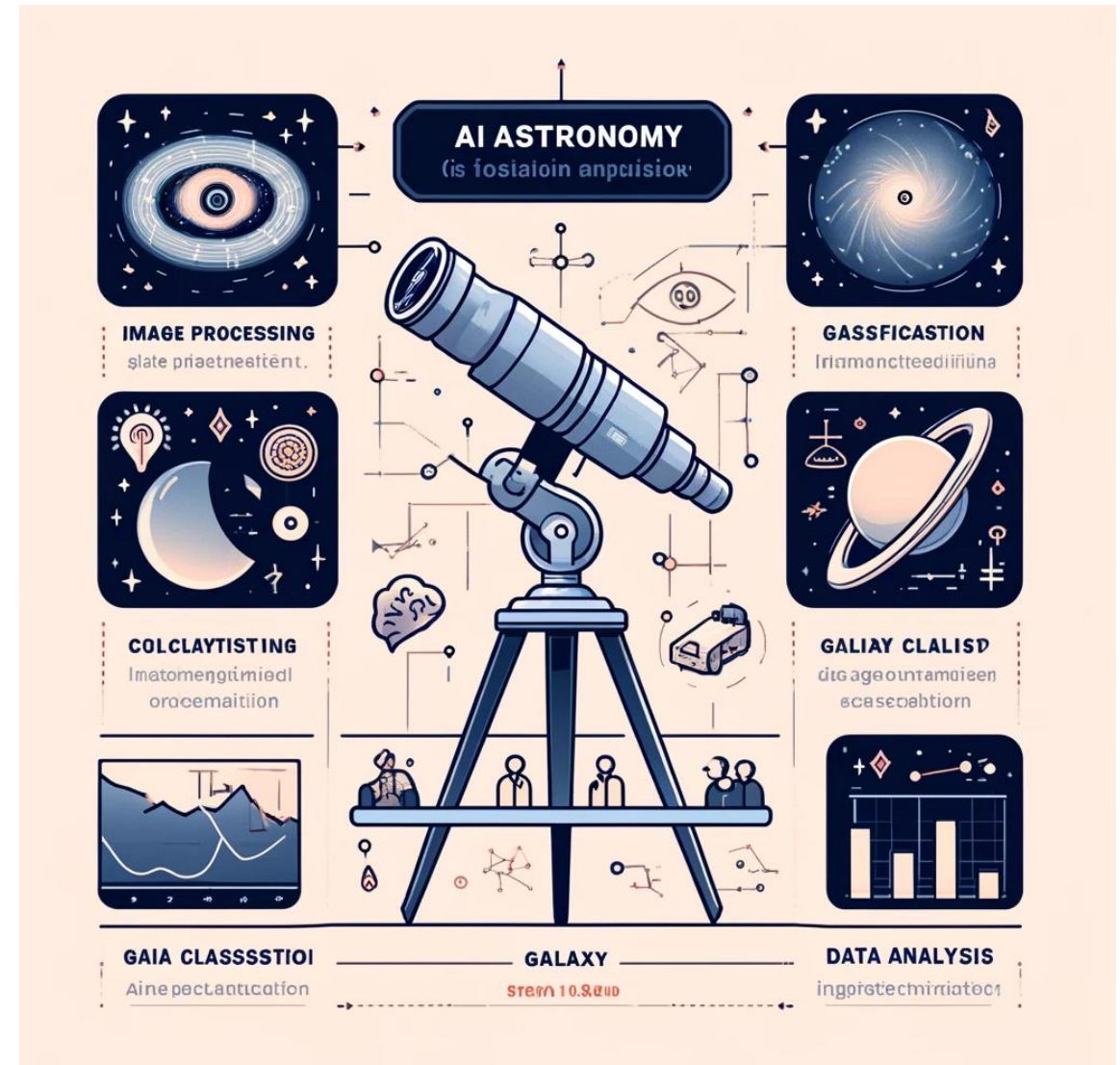
Algoritmi di machine learning e deep learning aiutano a identificare e classificare oggetti celesti, come stelle, pianeti, galassie e fenomeni transienti.



Esempi di strumenti: telescopi spaziali (Webb, Hubble, Kepler), radiotelescopi (SKA, ALMA).

Analisi dati osservativi

- I sistemi automatizzati, alimentati da algoritmi di intelligenza artificiale, possono rilevare eventi transitori, come supernove o lampi di raggi gamma, in tempo reale.
- La capacità di identificare e avvisare gli astronomi di questi eventi consente rapide osservazioni di follow-up, approfondendo la nostra comprensione della natura dinamica e in continua evoluzione del cosmo.



Riconoscimento di pattern e anomalie



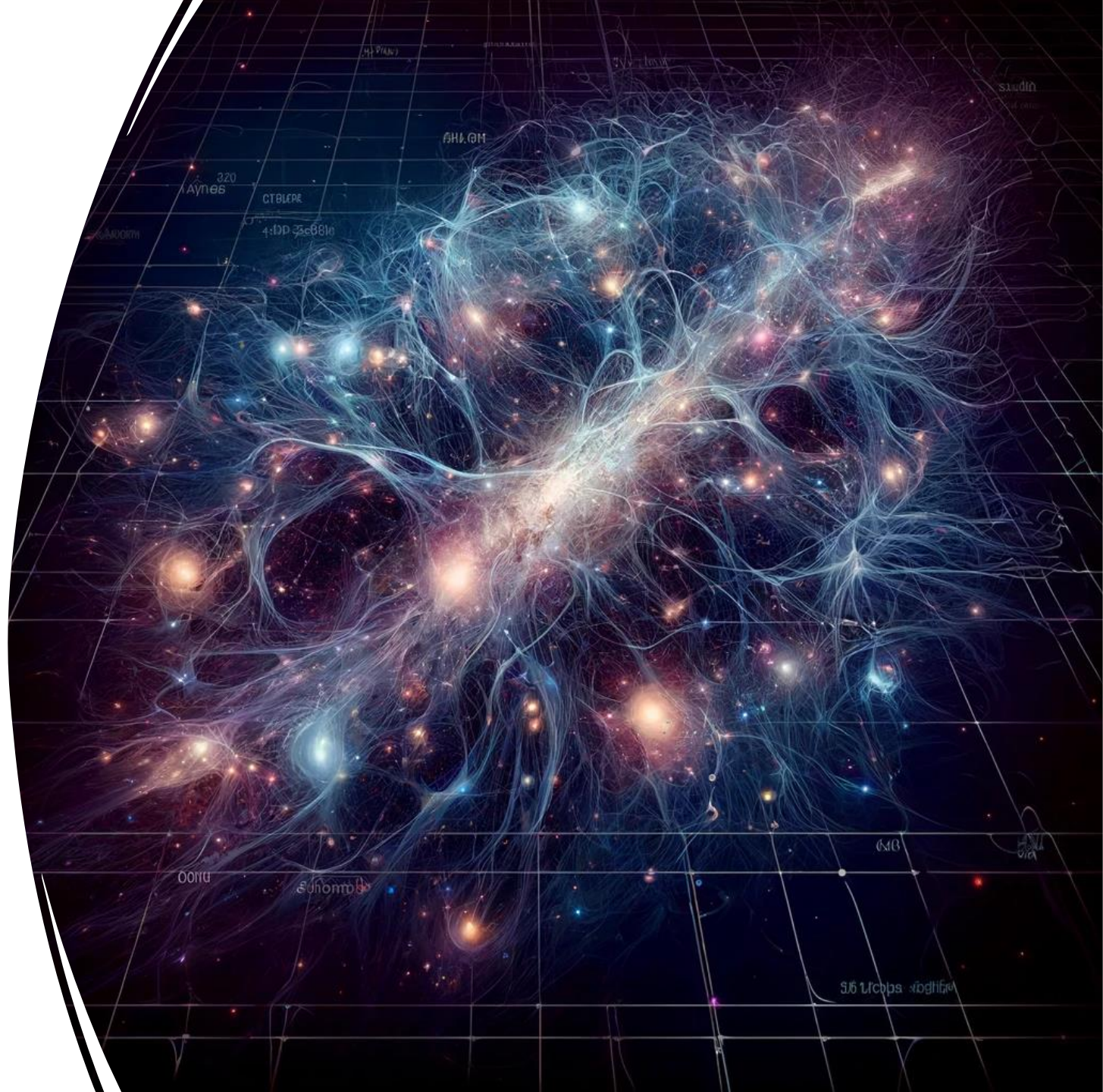
Rilevamento di pattern: l'IA è in grado di riconoscere modelli ricorrenti nei dati astronomici, facilitando lo studio della struttura dell'universo.

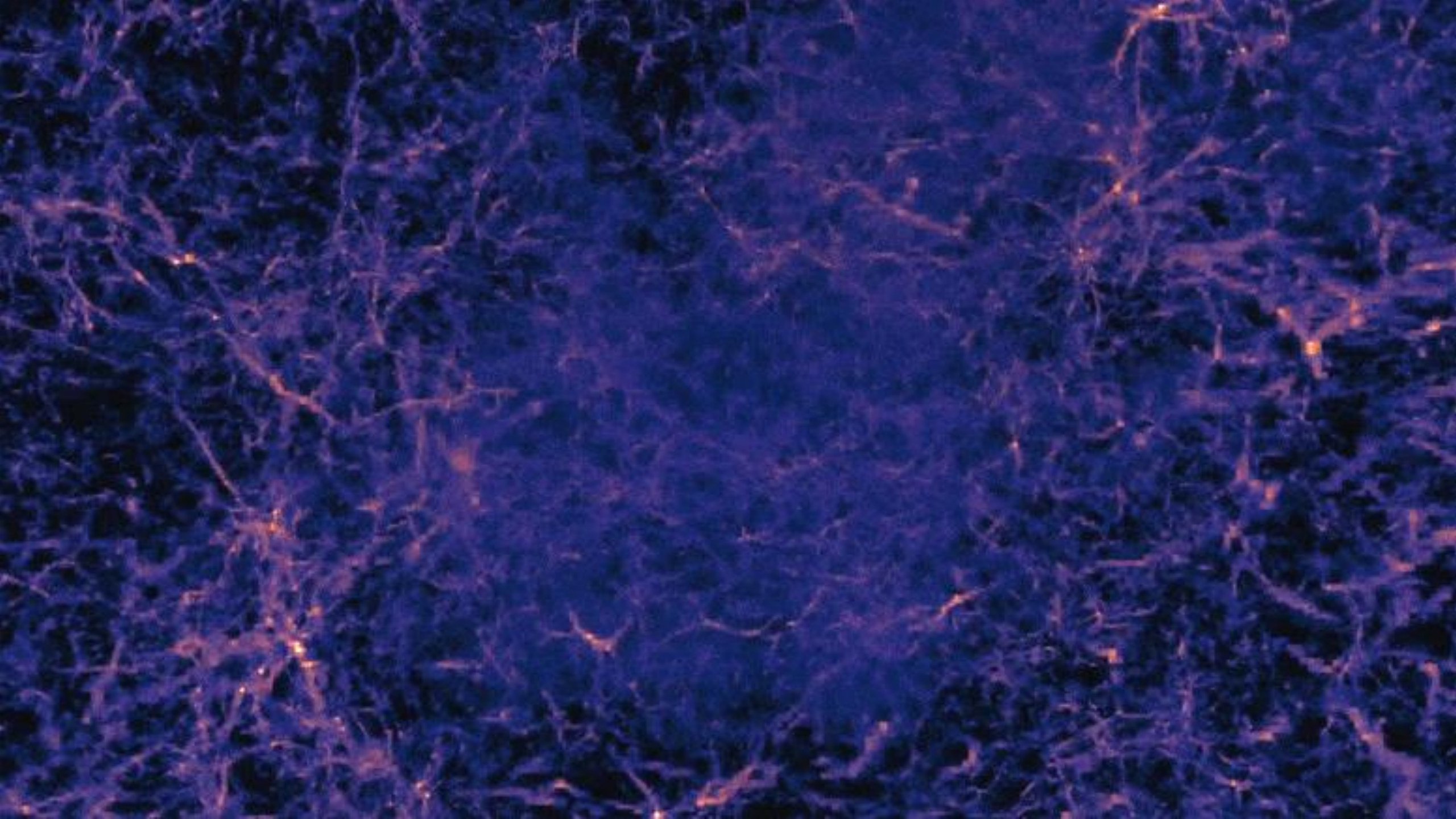


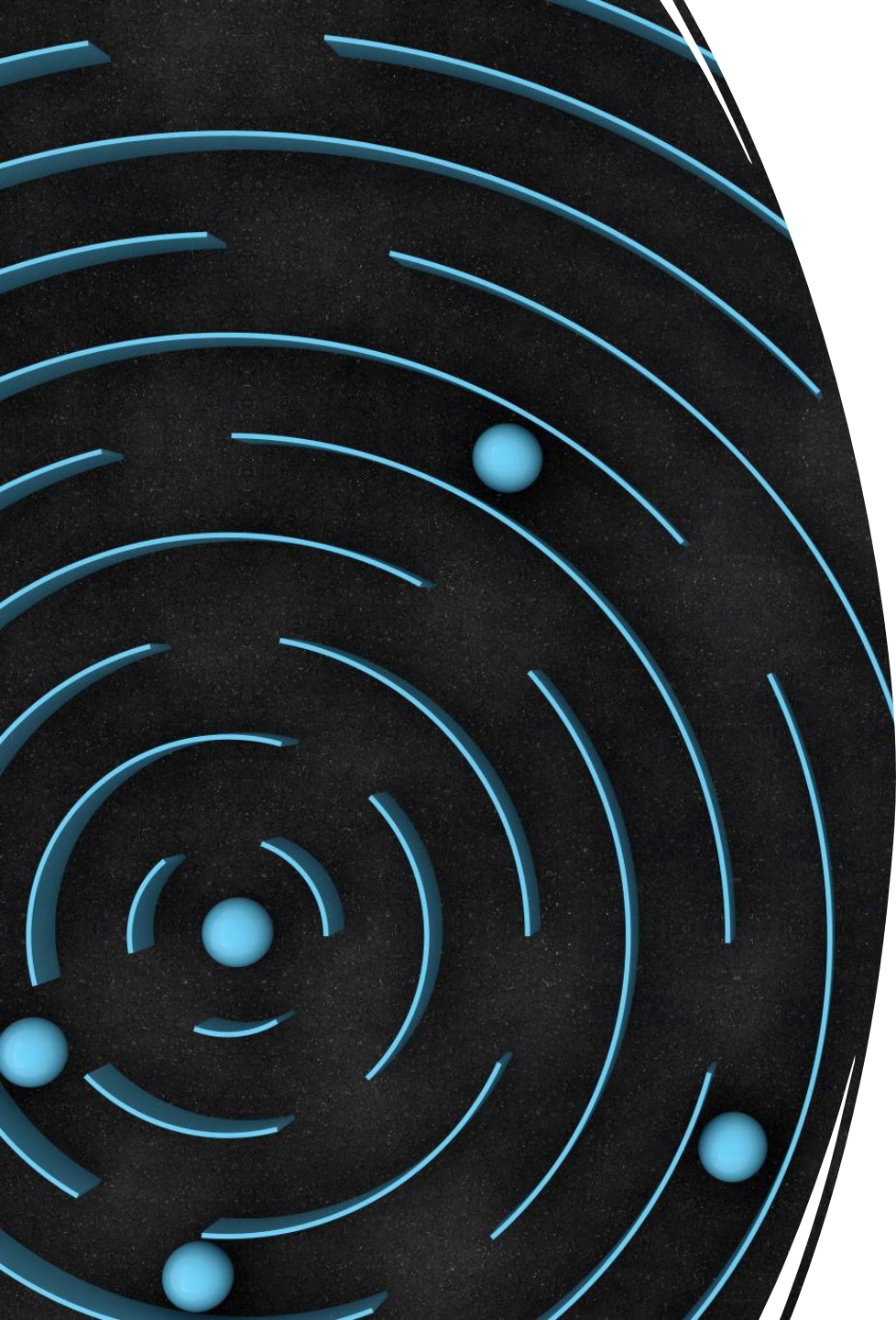
Rilevamento di anomalie: l'IA identifica eventi o oggetti insoliti che potrebbero indicare nuovi fenomeni astrofisici o errori strumentali.

Simulazioni cosmologiche

- L'IA aiuta a migliorare le simulazioni dell'universo, modellando la formazione e l'evoluzione di galassie, ammassi di galassie e strutture su larga scala.
- Utilizzo di reti neurali per simulare la distribuzione della materia oscura e l'evoluzione delle galassie in base a diversi modelli cosmologici.







Ricerca di esopianeti

- L'IA viene utilizzata per analizzare i dati delle curve di luce di stelle alla ricerca di esopianeti.
- Algoritmi di machine learning classificano le variazioni di luminosità delle stelle per identificare potenziali pianeti in transito.
- Esempio: missione Kepler e TESS.

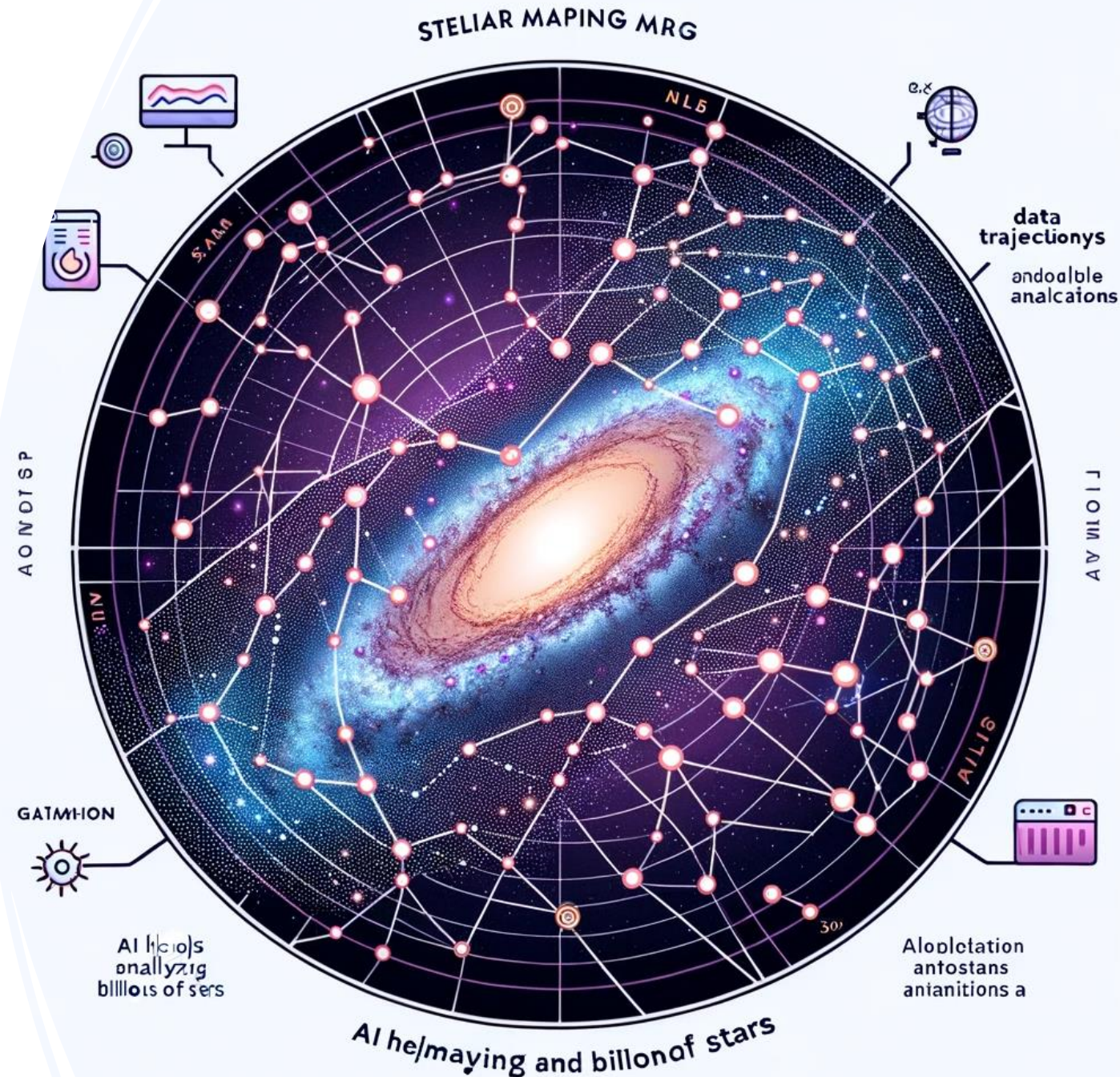


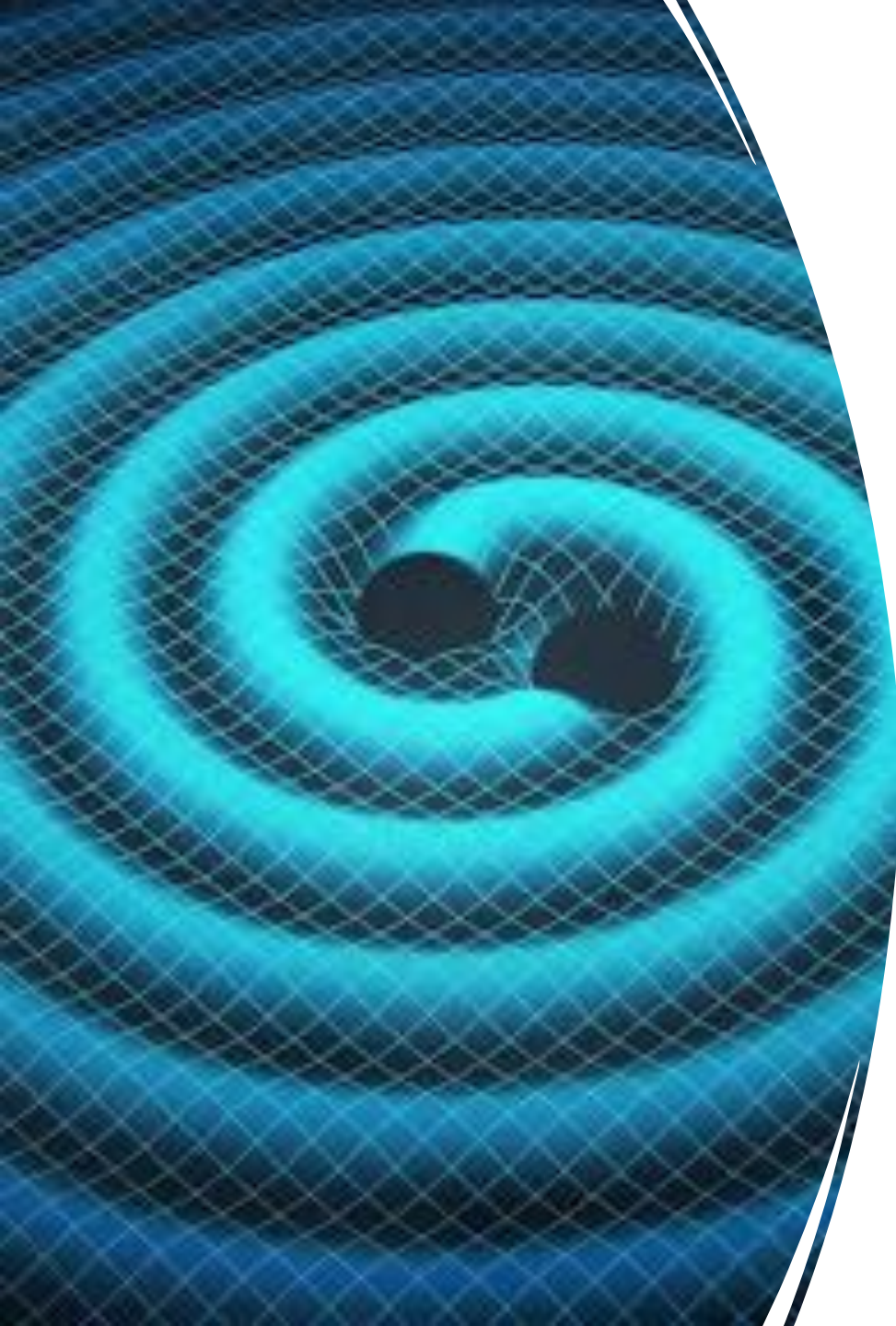
Studio delle supernove

- Le supernove sono eventi esplosivi cruciali per comprendere l'evoluzione stellare e l'espansione dell'universo.
- L'IA aiuta a identificare e classificare le supernove in grandi set di dati astronomici, migliorando la nostra comprensione dei meccanismi che le governano.

Mappatura del cielo

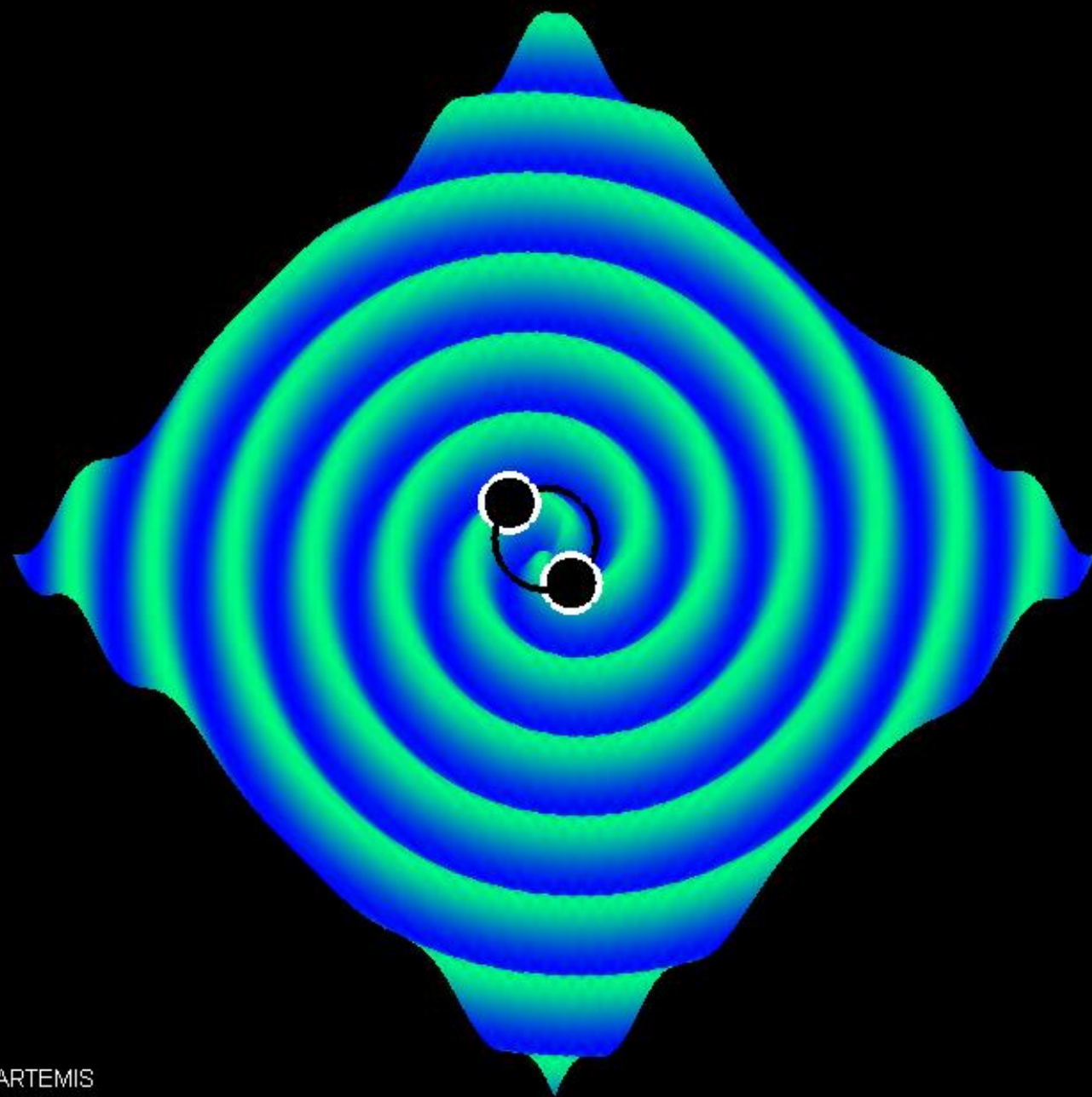
- Creazione di mappe dettagliate del cielo notturno utilizzando l'IA per analizzare le immagini ottenute da telescopi.
- L'IA contribuisce alla catalogazione di miliardi di oggetti celesti e alla creazione di atlanti celesti dettagliati.






Analisi di onde gravitazionali

- Le onde gravitazionali offrono una nuova finestra sull'universo, rivelando fenomeni come la fusione di buchi neri e stelle di neutroni.
- L'IA è utilizzata per analizzare i segnali delle onde gravitazionali e identificare eventi di fusione in dati complessi e rumorosi.



The background of the slide is a composite image. On the left, there is a graph with a vertical axis labeled with values 20, 20°, 15, and 40. A line labeled 'light curve' is plotted on the graph. The rest of the background is a deep space scene with a large, glowing, orange-yellow sphere in the center, surrounded by numerous stars and curved lines of light, suggesting gravitational well or cosmic expansion.

Previsione di eventi cosmici

- L'IA può prevedere eventi astronomici futuri, come esplosioni di supernove o scoppi di raggi gamma.
- Modelli di apprendimento automatico vengono addestrati su dati storici per migliorare la precisione delle previsioni.

Prospettive future

- L'IA ha già trasformato molti aspetti dell'astronomia, astrofisica e cosmologia, ma il suo potenziale è ancora in gran parte inesplorato.
- Le future applicazioni dell'IA potrebbero includere la scoperta di nuovi fenomeni cosmici, la miglior comprensione dell'energia oscura e la ricerca di segnali di vita extraterrestre.
- La collaborazione tra scienziati e esperti di IA sarà fondamentale per sfruttare al meglio queste tecnologie.



Grazie per la vostra attenzione





Bibliografia