



TEORIA DEI GIOCHI E INTELLIGENZA ARTIFICIALE: strategie ottimali per Sistemi Intelligenti

**Giordano Mariateresa
Ligato Cristina
Lo Giudice Maria
Longo Alfonso
Manglaviti Jessica
Manglaviti Marika
Moraca Eliana
Nevolo Irene
Ripepi Anna
Sinicropi Alessia
Sorrenti Rocco Christian
Vadalà Valeria
Valenti William**

ANNO ACCADEMICO 2023/2024



TEORIA DEI GIOCHI: Economia classica VS Economia moderna

- Transizione dall'economia classica di Adam Smith, Pigou e Pareto a quella moderna.
- Shapley e Shubik (1959): gioco cooperativo ad utilità trasferibile.
- Elementi chiave: insieme dei giocatori, coalizioni e contributo marginale.

CONTRIBUTI ALLE TEORIA DEI GIOCHI: Sviluppo della teoria Shapley e Shubik (1959)

- Shapley e Shubik: modelli di equilibrio economico in termini di gioco cooperativo.
- John Nash (1950-1951): definizione dell'equilibrio di Nash nei giochi non cooperativi.
- Differenza tra giochi cooperativi (accordi vincolanti) e non cooperativi (decisioni individuali).



Applicazioni della Teoria dei Giochi nell'Intelligenza Artificiale

Ottimizzazione delle Decisioni

- Modellare e risolvere problemi di decisione strategica in economia, finanza, logistica e gestione delle risorse.

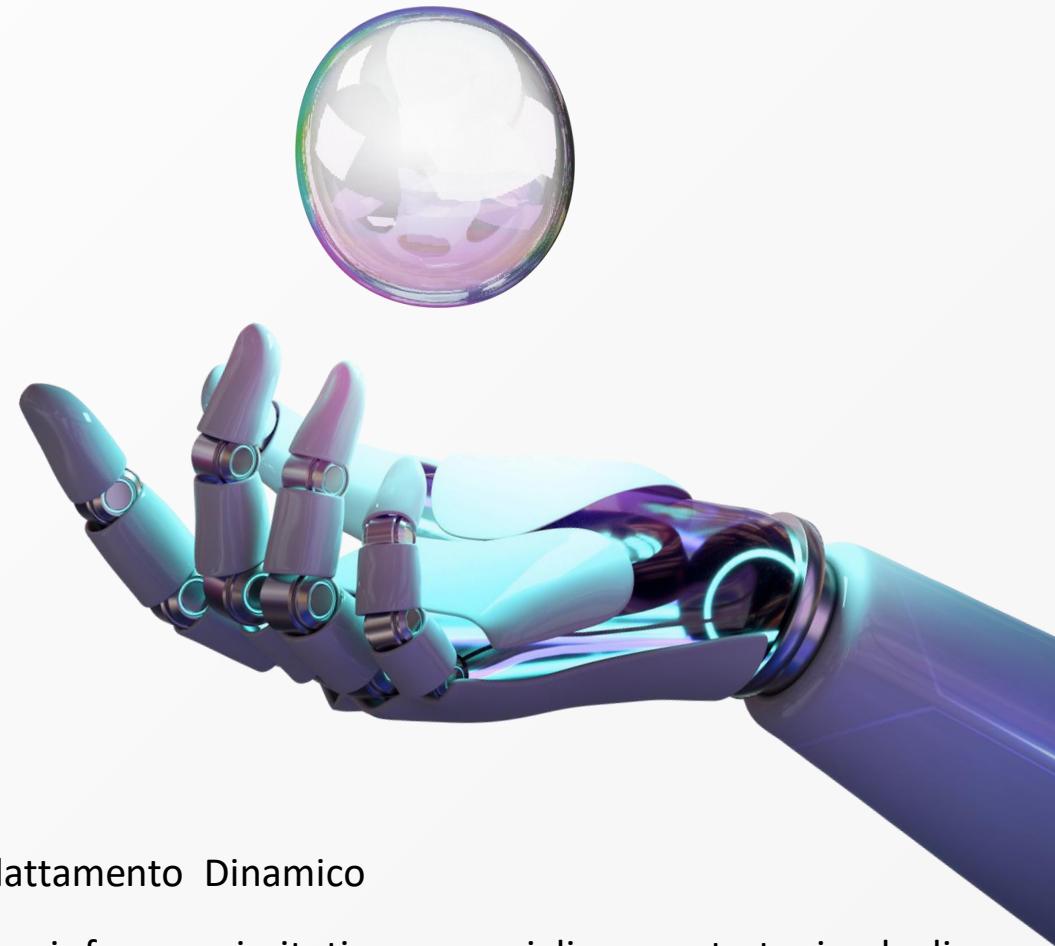
Sistemi Multi-Agente

- Coordinamento del comportamento di agenti autonomi in robotica collaborativa e sistemi di trasporto intelligente.



Apprendimento e Adattamento Dinamico

- Apprendimento per rinforzo e imitativo per migliorare strategie degli agenti IA attraverso l'interazione e l'adattamento.





Il gioco cooperativo nell'IA è fondamente per:

- sviluppo di algoritmi collaborativi;
- promozione della ricerca avanzata;
- sfida delle capacità di apprendimento;
- applicazioni pratiche in diversi settori;
- coltivazione di competenze sociali e di teamwork.



Vantaggi:

Collaborazione dinamica;
apprendimento collaborativo;
progettazione di strategie.

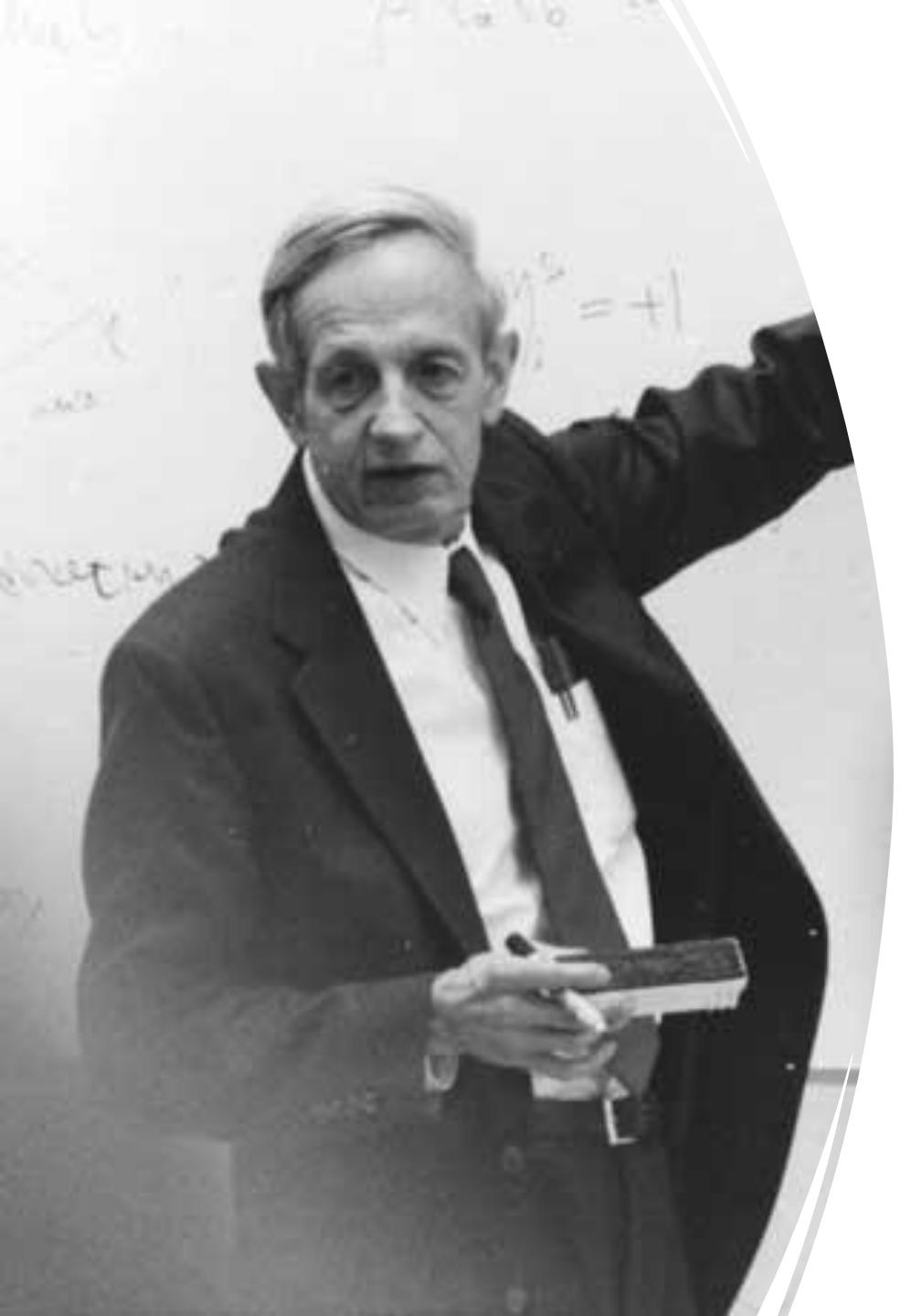
Svantaggi:

Complessità della coordinazione;
comunicazione effettiva;
fiducia e coesione del teamwork.



L'IA affina le sue doti sia nel campo
della robotica sia nei giochi da
tavola.





Equilibrio di Nash

- Tra gli studiosi che hanno contribuito alla teoria dei giochi, fondamentale è l'apporto di John Nash (1950);
- L'equilibrio di Nash consiste in un insieme di soluzioni per i giochi non cooperativi tra due o più soggetti, in cui ciascun giocatore gioca in modo razionale e nessuno ha un interesse a cambiare la propria strategia, data la strategia degli altri giocatori.



Dilemma del prigioniero

Supponiamo che due individui vengano arrestati e tenuti in celle separate:

- se uno confessa, accusando l'altro, il primo verrà liberato, il secondo sarà condannato a 10 anni;
- se nessuno dei due confessa, saranno condannati entrambi ad un anno;
- se entrambi confessano, saranno condannati a 5 anni.

L'equilibrio di Nash si ottiene quando entrambi si tradiscono.

Applicazione dell'equilibrio di Nash all'AI

L'equilibrio di Nash, applicato all'AI, è importante per individuare le strategie ottimali in un insieme di contesti. Per ottenere queste strategie, è necessario individuare:

- giocatori ed ambiente di riferimento;
- payoff ed ogni possibile strategia per ciascuno.

L'algoritmo sceglierà, dunque, la strategia relativa all'equilibrio di Nash nel gioco considerato.



INVERSE GAME THEORY

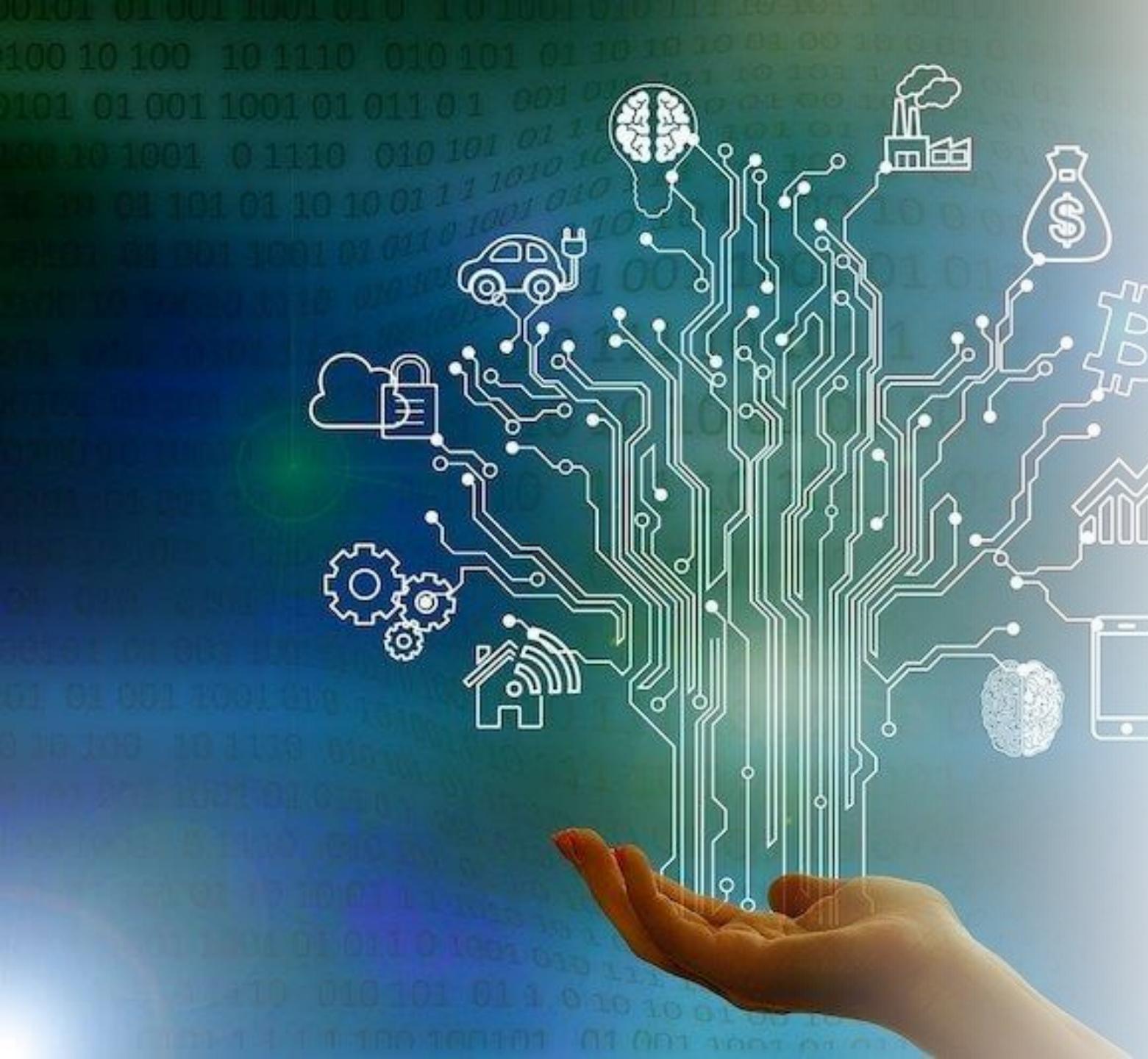
L'**inverse game theory**, o teoria dei giochi “inversa”, mira a progettare un gioco basato sulle strategie e gli obiettivi dei giocatori.

La domanda che si pone è: dati i comportamenti di equilibrio degli agenti, quali sono le possibili utilità che inducono questi stessi comportamenti?



- Tra i modelli più popolari per quantificare i comportamenti degli agenti, troviamo il **modello di risposta quantistica** (QR).
- I rumori dovuti a comportamenti razionali limitati possono essere sfruttati come fonti di informazione aggiuntive per apprendere l'utilità degli agenti.
- Questi comportamenti razionali limitati possono essere definiti irrazionali, dato il loro verificarsi, e grazie a questi sarà possibile prevedere il comportamento dell'agente.





MINMAX

- **MINMAX** è una regola decisionale finalizzata a ridurre al minimo la possibile perdita massima, in un contesto di conflitto con agenti rivali che puntano a ottenere il massimo guadagno.
- **Nel campo dell'IA**, si esaminano soprattutto giochi con le seguenti caratteristiche:
 - informazione perfetta
 - somma-zero
 - sequenziale
 - deterministico
 - non cooperativo
- Esempio: gioco degli scacchi

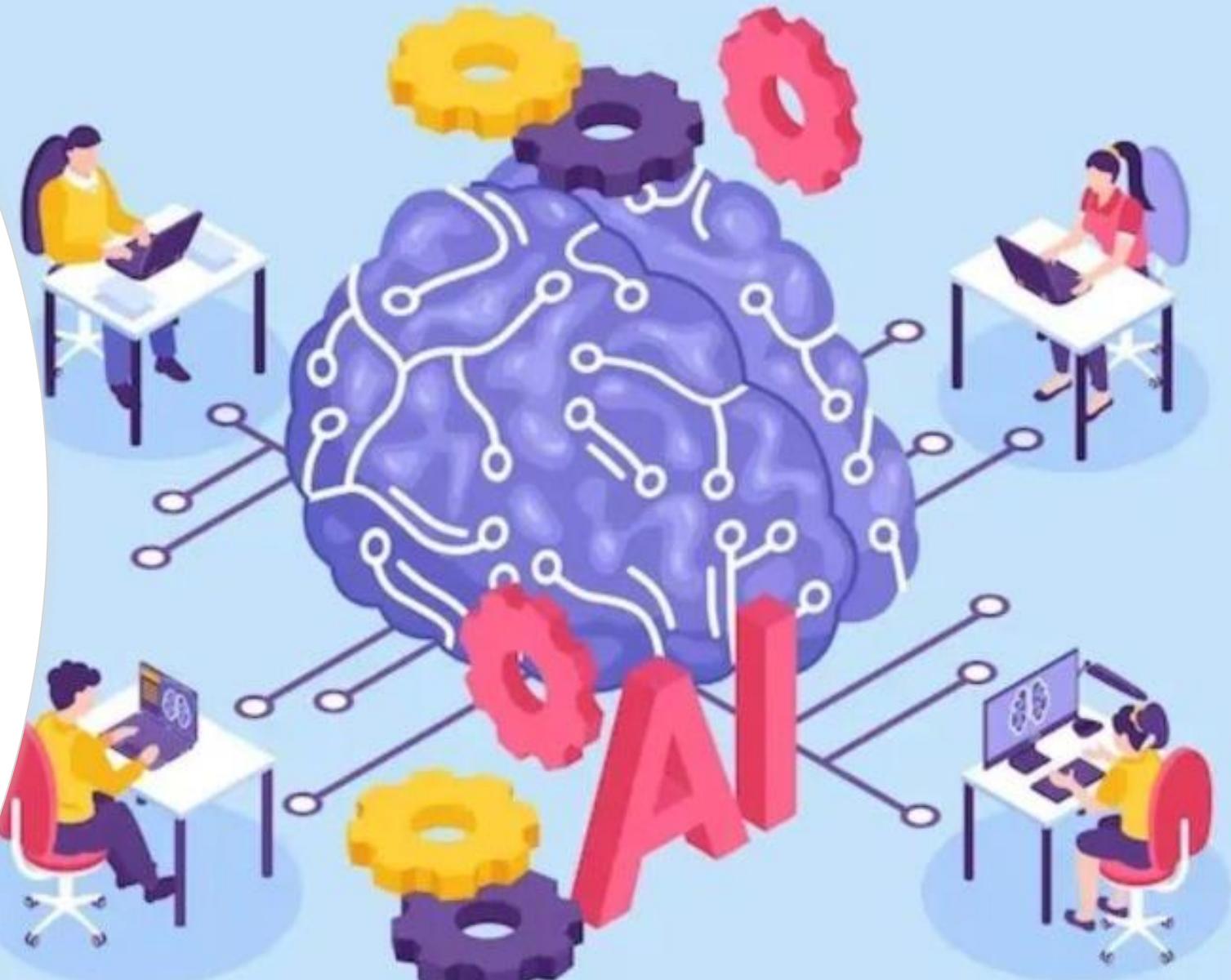
- L'algoritmo consente di determinare le azioni migliori per i due giocatori attraverso un'analisi ricorsiva dell'**albero di gioco**.
- L'algoritmo di ricerca ci indica quale nodo dell'albero esplodere per primo. Si distinguono due algoritmi di ricerca:
 - algoritmi non informati (ritenuto non IA)
 - algoritmi informati
- Eventuali criticità: **effetto orizzonte**

Sentiment Analysis

La Sentiment Analysis è un campo dell'Intelligenza Artificiale che si occupa di identificare, estrarre e comprendere le emozioni, le opinioni e le tendenze soggettive espresse nei testi scritti.

Il processo è diviso in cinque fasi:

1. raccolta dati;
2. revisione dei testi;
3. individuazione del sentimento;
4. classificazione del sentimento;
5. presentazione dei risultati.



Applicazioni della SA nella Teoria dei Giochi

Attraverso la Sentiment Analysis è possibile valutare il tono generale di una discussione e, applicando i principi della Teoria dei Giochi, si può modellare il comportamento degli utenti come decisioni strategiche.

Le varie combinazioni di queste due discipline sono:

- la modellazione strategica per comprendere meglio il comportamento degli agenti in contesti sociali, politici o economici;
- i giochi di opinione;
- la previsione di mercato in ambito finanziario.



SA nel Dilemma del Prigioniero

Un'applicazione più specifica della Sentiment Analysis nella Teoria dei Giochi consiste nell'analisi del sentiment dei giocatori coinvolti nel Dilemma del prigioniero.

L'analisi del sentiment potrebbe rivelare le emozioni e le aspettative dei prigionieri riguardo alla loro reciproca cooperazione o tradimento.

È possibile, così, esplorare l'interazione tra razionalità strategica e sfere emotive nell'ambito della Teoria dei Giochi.



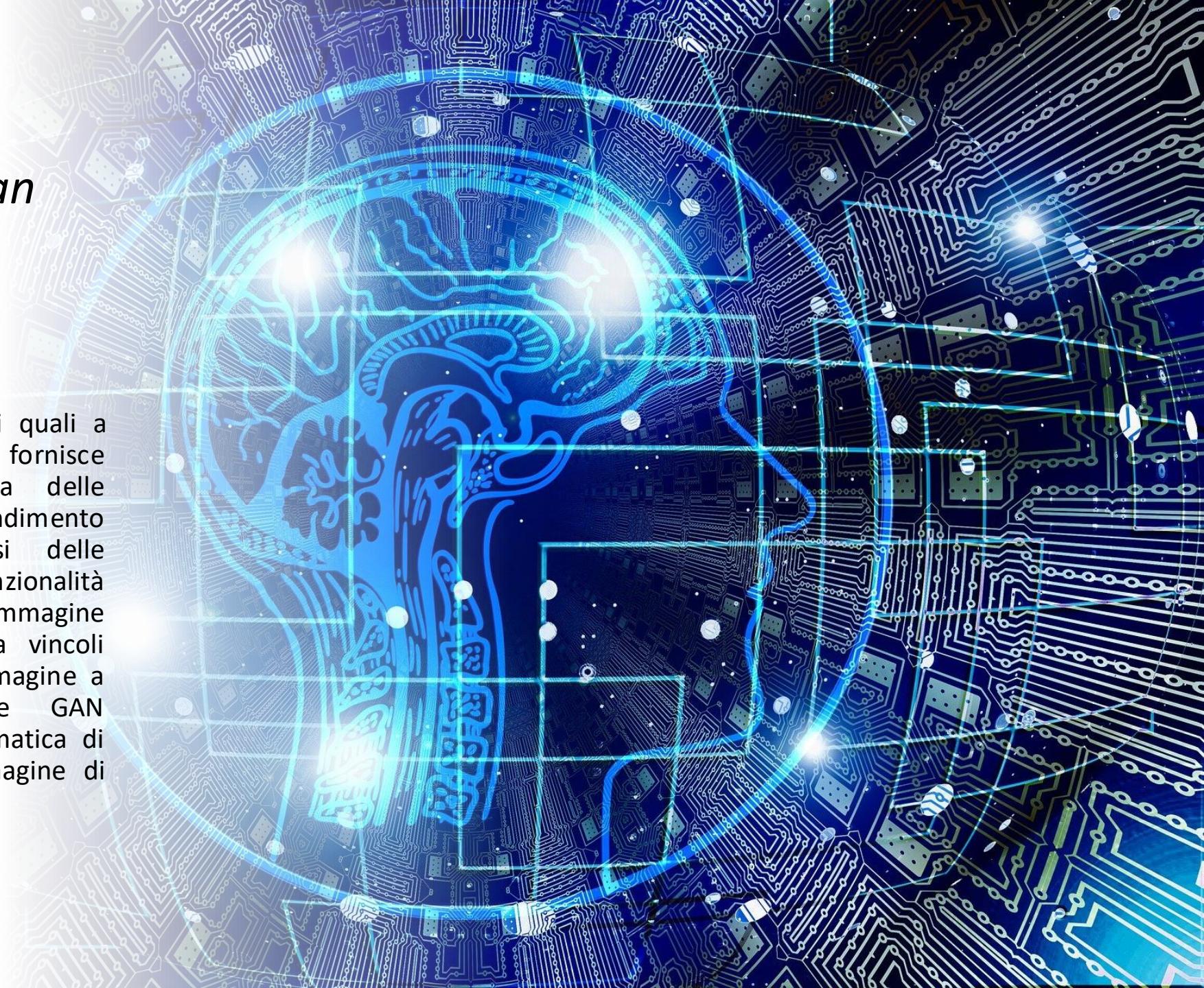


Reti Generative Avversarie (GAN)

- Il principio di base di Gans è ispirato al gioco a due giocatori a somma zero, in cui i guadagni totali di due giocatori sono pari a zero, e il guadagno o la perdita di utilità di ogni giocatore è esattamente bilanciato dalla perdita o guadagno dell'utilità di un altro giocatore.
- Sono costituiti da un generatore e da un discriminatore che apprendono simultaneamente.
- Il generatore ha lo scopo di apprendere la distribuzione dei dati reali, mentre il discriminatore mira a determinare correttamente se i dati di input sono dai dati reali o dal generatore.

Applicazioni delle Gan

Le Gan hanno molti utilizzi tra i quali a classificazione delle immagini, che fornisce un'utile valutazione quantitativa delle caratteristiche estratte nell'apprendimento non supervisionato; la sintesi delle immagini, rimane una funzionalità importante delle Gan quando l'immagine generata può essere soggetta a vincoli preesistenti; la traduzione da immagine a immagine dimostra come le GAN permettono la conversione automatica di un'immagine di input in un'immagine di output.



Introduzione al Multi-Agent Reinforcement Learning (MARL)

- Un ambiente multi-agente è un sistema in cui due o più agenti razionali interagiscono.
- **Caratteristiche:**
 - Gli agenti devono considerare sia l'ambiente che il comportamento degli altri agenti.
 - Imparano attraverso l'interazione continua, ricevendo feedback (ricompense o penalità).
- **Importanza del Reinforcement Learning:**
 - Potenzia le capacità decisionali degli agenti.
 - Utilizza iterazioni di tentativi ed errori per perfezionare le strategie.



Esempi di Applicazione e Tipi di Ambienti Multi-Agente

- **Esempio:** Flotta di veicoli autonomi:
 - Obiettivo: raggiungere la destinazione senza collisioni;
 - Ricompense per obiettivi raggiunti senza incidenti, penalità per violazioni del codice stradale;
 - Apprendimento adattativo per migliorare il flusso del traffico.
- **Tipi di Ambienti:**
 - **Cooperativi:** Gli agenti lavorano insieme per massimizzare benefici comuni (es. robot in un magazzino);
 - **Competitivi:** Gli agenti competono per massimizzare i propri benefici a scapito degli avversari (es. una partita di tennis);
 - **Misti:** Gli agenti cooperano all'interno di una squadra e competono contro un'altra squadra.





Sfide e Tecniche nel MARL

- **Sfide Principali:**
 - **Specificare Obiettivi:** Difficile definire un obiettivo di apprendimento condiviso;
 - **Non-stazionarietà:** Gli agenti apprendono simultaneamente, creando un bersaglio mobile;
 - **Necessità di Coordinazione:** Le azioni di un agente dipendono dalle azioni degli altri.
- **Tecniche Utilizzate:**
 - **Q-learning Distribuito:** Estende l'algoritmo Q-learning per il contesto multi-agente;
 - **Algoritmi Genetici:** Utilizzano selezione naturale e mutazione per addestrare politiche di comportamento;
 - **Apprendimento Federato:** Gli agenti condividono conoscenze e politiche di apprendimento tramite una rete federata.

SUPPORT VECTOR MACHINE

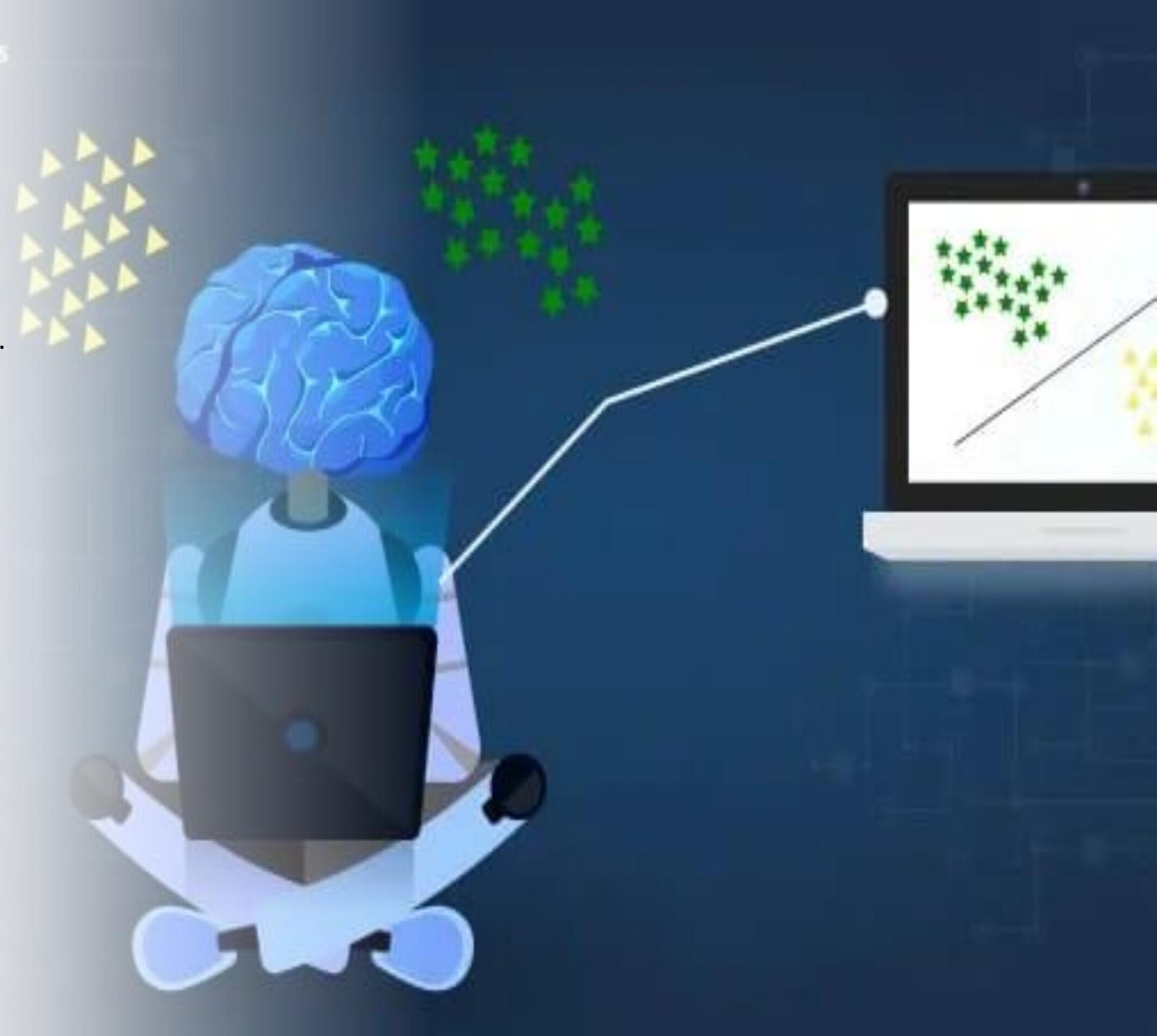
SVM è un algoritmo di apprendimento supervisionato per la classificazione e la regressione.

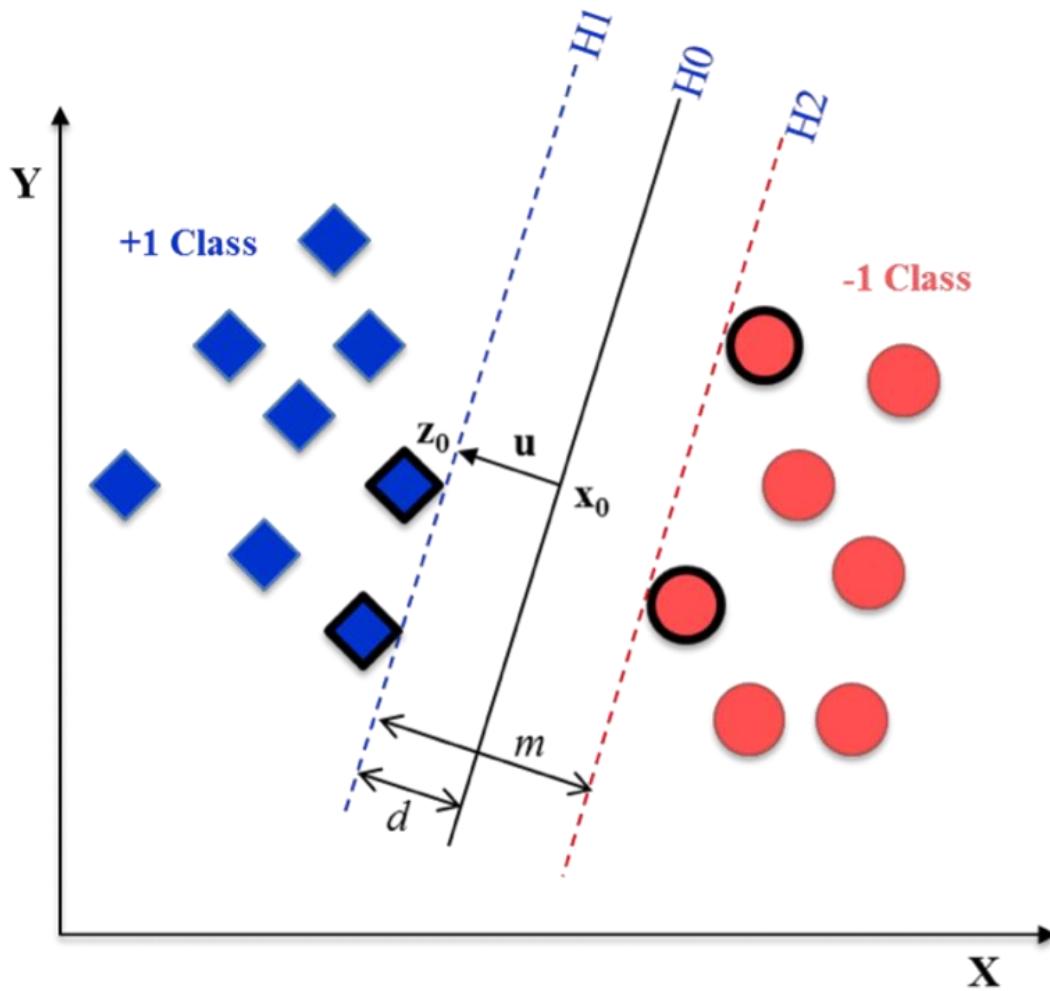
Esso è un classificatore:

- Binario;
- Non probabilistico.

L'obiettivo è trovare un iperpiano che separa i dati in due classi diverse.

A ogni classe viene assegnata un'etichetta.





La classificazione avviene tenendo in considerazione solo i vettori di supporto, gli unici esempi del dataset che risiedono sul margine dell'iperpiano e anche i più difficili da classificare.

L'approccio utilizzato possiamo riassumerlo così:

" Se la classificazione vale per gli esempi più difficili, vale sicuramente anche per tutti gli altri."



Conclusioni

L'interconnessione tra intelligenza artificiale (IA) e teoria dei giochi è un campo di studio importante e promettente, che offre vantaggi sia teorici che pratici. La teoria dei giochi analizza le interazioni strategiche tra agenti razionali, mentre l'IA utilizza algoritmi per simulare e ottimizzare queste interazioni in ambienti complessi. L'integrazione tra i due campi arricchisce entrambi e crea nuove opportunità per affrontare problemi complessi in modo più efficiente e innovativo, migliorando la capacità dei sistemi di IA di prendere decisioni informate, adattarsi a nuovi contesti e collaborare efficacemente.

