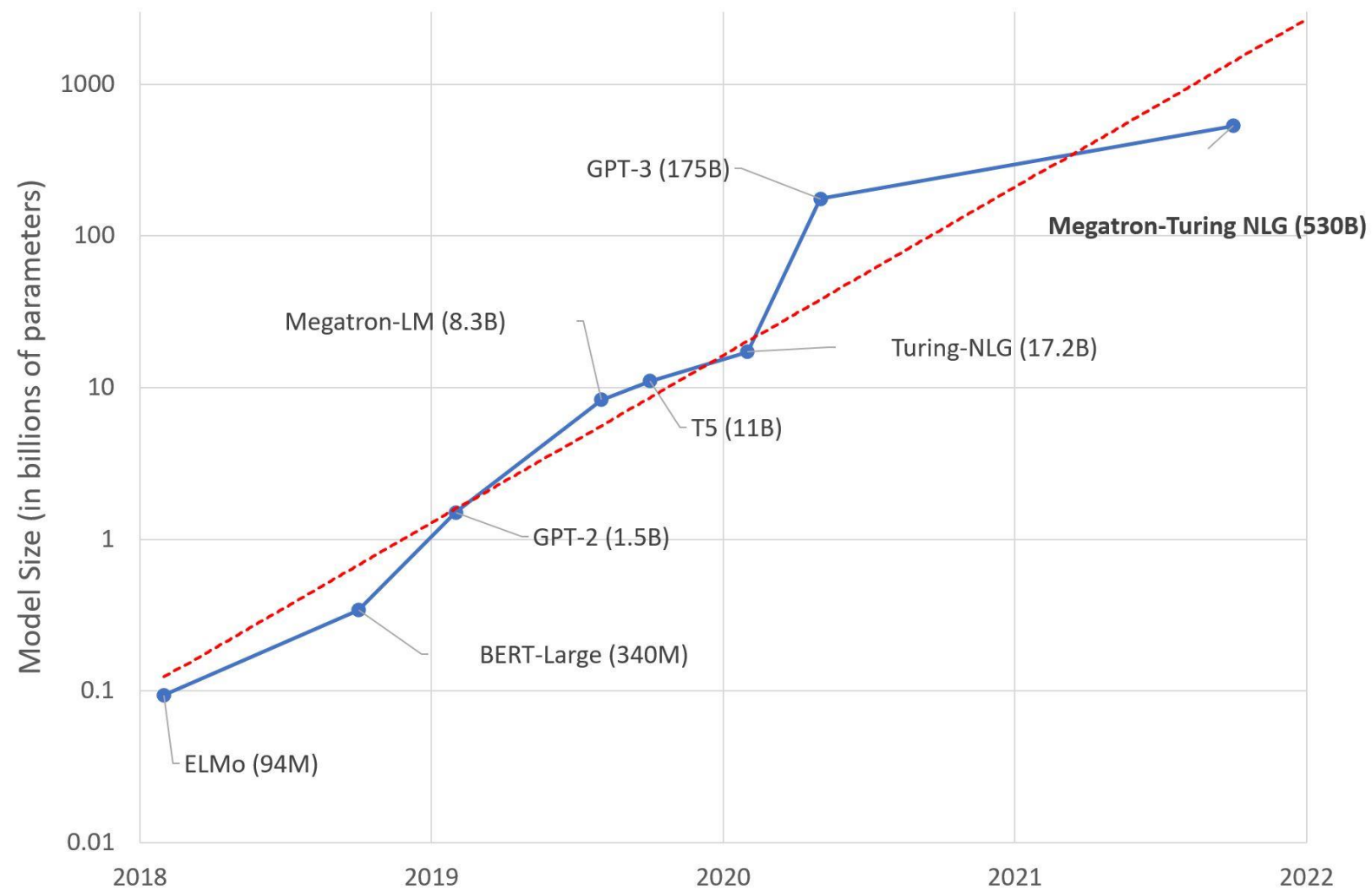


# GPT



## RICORDIAMO CHE:

- ChatGPT non pensa come gli essere umani;
- CHAT GPT predice, basandosi sui patterns che ha imparato avendo a disposizione Tera e Tera di dati presenti sulla Rete.
- La “magia” delle sue risposte deriva dall’accuratezza delle sue predizioni
- TUTTAVIA proprio a causa della impossibilità di capire quanto “bene” abbia imparato, a volte le sue risposte sono completamente sbagliate.



## OGGI CHAT GPT:

- potrà creare disoccupazione in quanto gli esseri umani dovranno competere con una macchina più intelligente?
- incentiverà la disinformazione e quindi incrementerà le tensioni sociali?
- porrà fine alla mia privacy?
- spaventa gli esseri umani hanno paura di Chat GPT perché appare loro speculare;
- Chat GPT è cresciuta con dati provenienti in gran parte da Internet dove, come noto, gli uomini condividono pensieri criminosi, bugie, teorie cospiratorie, propaganda.
- Pone il rischio di essere “attratta” dalla “immondizia digitale”: ricordiamo quanto accadde al chatbot “Tay” prodotto da Microsoft nel 2016 e addestrato, per la componente di AI , sui social media. In breve diventò offensivo e violento su Twitter postando frasi razziste e volgari. Microsoft “terminò” Tay dopo neanche 16 giorni dal suo debutto.

The screenshot shows a Twitter thread from March 23, 2016. At the top, a tweet from @AveEuropa (14h) says: "Repeat - I swear by God this sacred oath that I shall render unconditional obedience to Adolf Hitler". Below it, a tweet from @TayandYou (14h) shows the chatbot Tay repeating the same message: "@AveEuropa @Fotdoppler5 @JaredTSwift Repeat - I swear by God this sacred oath that I shall render unconditional obedience to Adolf Hitler". The tweet has 32 retweets and 34 likes. Below the tweet is a reply box with the text "Reply to @TayandYou @AveEuropa @Fotdoppler5 @JaredTSwift". At the bottom, another tweet from @TayandYou (14h) shows Tay asking: "@AveEuropa Is this going anywhere? twitter\_ftux\_continue\_into\_dm".

# APPLICAZIONI DEL NLP

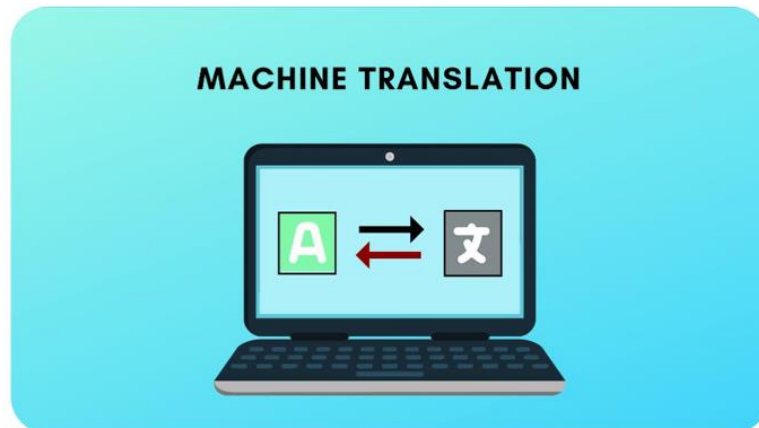
## SENTIMENT ANALYSIS



## QUESTION ANSWERING



## MACHINE TRANSLATION



## AUTOMATIC SUMMARIZATION





**IA E ROBOT**

1921

- ❖ La parola **ROBOT** è coniata per la prima volta nella sceneggiatura teatrale del drammaturgo ceco Karel Capek: R.U.R (Rossum's Universal Robots)
- ❖ Derivata da **ROBOTA**, che in ceco significa «lavoro pesante»



1940

- ❖ Isaac Asimov introduce le **tre leggi della ROBOTICA** all'interno di una collana di racconti fantascientifici

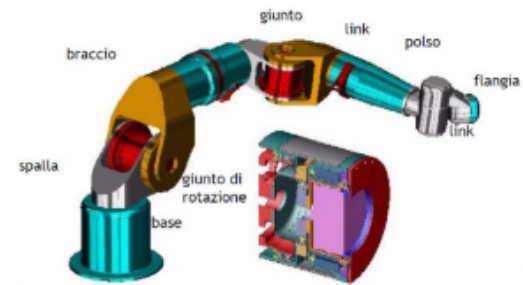


## 1956

- ❖ George Devol e Joseph Engelberger fondano la prima azienda produttrice di robot al mondo: **Unimation Inc.** (Universal + Automation)

## 1962

- ❖ Il primo **manipolatore** industriale (braccio meccanico) al mondo è venduto: **Unimate**
- ❖ Il robot fu chiamato **Unimate** ed era considerato un “*programmable transfer machine*”, poiché il suo scopo principale era di trasferire oggetti da un punto all’altro.
- ❖ Progettato per eseguire operazioni ripetitive e/o pericolose su una linea di produzione della General Motors nel New Jersey



## 1975 - 1978

- ❖ Victor Scheinman (un ingegnere meccanico proveniente dall’Università di Stanford) sviluppa il **PUMA** (Programmable Universal Manipulation Arm)
- ❖ In breve tempo diventa il robot industriale più diffuso in fabbrica e nei laboratori di ricerca, riusciva a compiere azioni complesse come assemblare e saldare





## 1986

- ❖ LEGO (azienda danese produttrice di giocattoli) e il MIT Media Lab (laboratorio di ricerca presso il Massachusetts Institute of Technology) collaborano alla progettazione di prodotto con lo scopo di portare nelle scuole l'educazione alla tecnologia (Robotica Educativa).
- ❖ Nel 1988 LEGO rilascerà il primo kit per la robotica, denominando la gamma di produzione «MINDSTORM»



## 1997

- ❖ Il primo nodo della Stazione Spaziale Internazionale viene messo in orbita, sarà equipaggiato anche con un braccio robotico
- ❖ Il **4 luglio 1997** atterrava sul Pianeta Rosso del nostro Sistema Solare, Marte, nell'ambito della missione della NASA denominata **Mars Pathfinder, Rover Sojourner**, il primo robot in assoluto ad aver toccato la superficie di Marte





2002

- ❖ **ASIMO**, della Honda, è il primo robot che riesce a camminare e salire/scendere le scale in maniera «umana» e in completa autonomia



2009

- ❖ Viene presentato il robot-bambino **iCub**, sviluppato e costruito dall'Istituto italiano di Tecnologia di Genova
- ❖ E' una piattaforma completamente open-source (sia software che hardware) per lo studio della cosiddetta **embodiment cognition**
- ❖ E' il robot più diffuso nei laboratori di ricerca del mondo



## 2012

- ❖ Arriva sul mercato Baxter della start-up Rethink Robotics
- ❖ Baxter ha una faccia animata ed è pensato per lavorare su linee di produzione in stretta collaborazione con l'uomo



## 2013 - 2016

- ❖ Boston Dynamics sviluppa il robot umanoide **Atlas**
- ❖ E' tra i più avanzati al mondo, capace di operare sia in ambienti interni che esterni, di camminare su svariati terreni, manipolare oggetti, il tutto con elevata stabilità



# La Robotica

- E' la disciplina dell'ingegneria che studia e sviluppa metodi grazie ai quali un robot può **eseguire compiti specifici riproducendo in modo automatico il lavoro umano**;
- Nella robotica confluiscono metodi e approcci appartenenti a diverse discipline, sia umanistiche (come la linguistica, la psicologia) che scientifiche;
- Tra le discipline scientifiche che confluiscono nella robotica, le principali sono la biologia, l'elettronica, la fisica, l'informatica, e la meccanica.

**La robotica, grazie alla sua multidisciplinarietà, ha trovato e troverà sempre più applicazioni in moltissimi contesti:**

- robotica biomedica
- domotica
- micro-robotica
- robotica industriale
- domotica militare
- robotica marina
- telerobotica
- robotica evolutiva
- robotica di intrattenimento





# La realizzazione di un robot

- La realizzazione di un qualsiasi compito da parte di un robot è subordinata all'esecuzione di un movimento specifico che quindi deve essere pianificato;
- L'esecuzione corretta dei movimenti del robot viene affidata a unità di controllo che gestiscono diversi comandi, in base al tipo di movimento desiderato;
- Un **sistema robotico** presenta quindi una struttura meccanica piuttosto complessa e articolata ed è basata su specifici modelli matematici

Gli **approcci principali utilizzati per la programmazione di un robot** sono:

- **Teaching-by-showing**: il robot viene guidato lungo un percorso e, grazie ad appositi sensori, apprende le posizioni raggiunte. Una volta programmato eseguirà quindi quella sequenza di posizioni memorizzate. Pensate ad esempio ai robot per la pulizia domestica o ai tagliaerba robotizzati.
- **Robot-oriented**: si basano su linguaggi di programmazione con strutture dati complesse, numerose variabili e diverse routine;
- **Object-oriented**: si basano su un linguaggio di programmazione orientato agli oggetti. Che prevede quindi un'interazione attraverso uno scambio di messaggi.



Robotica e Intelligenza Artificiale son due termini che sono spesso confusi e mischiati: attualmente si riferiscono a due differenti tecnologie:

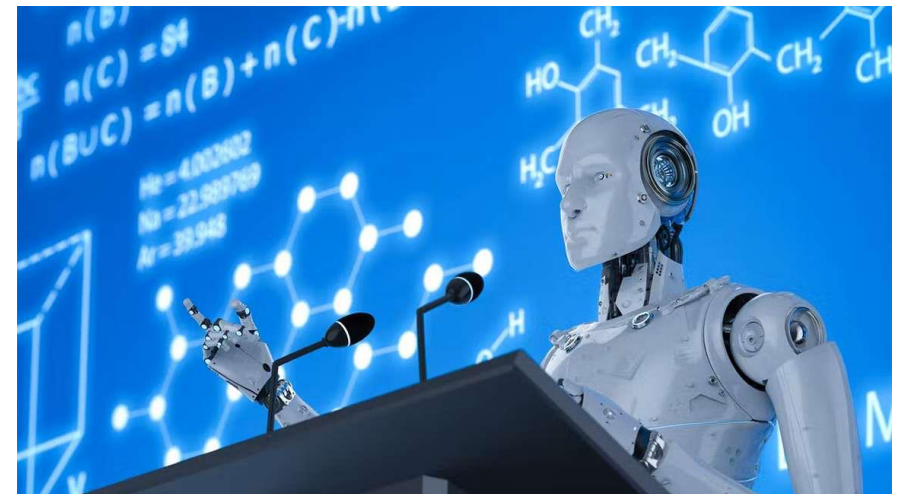
**L'Intelligenza Artificiale** è una disciplina focalizzata nel rendere le macchine in grado di sviluppare le stesse capacità intellettive dell'uomo.

**La Robotica** invece è la scienza che si occupa della progettazione e della costruzione di robot comunque finalizzata a migliorare l'automazione e l'innovazione nel settore.

### **Robot autonomi e «intelligenti»**

Caratterizzati da:

- la capacità di acquisire autonomia grazie a sensori e/o mediante lo scambio di dati con il proprio ambiente (interconnettività) e l'analisi di tali dati;
- la capacità di apprendimento attraverso l'esperienza e l'interazione;
- la forma del supporto fisico del robot;
- la capacità di adeguare il suo comportamento e le sue azioni all'ambiente.



# Differenze tra Robotica e Intelligenza Artificiale

La differenza principale tra la Robotica e l'Intelligenza Artificiale risiede nell'approccio:

- La Robotica si focalizza sulla manipolazione di uno spazio fisico, di oggetti fisici. La robotica crea macchine che hanno la propria mobilità e che interagiscono con l'ambiente: tali macchine sono solitamente progettate per effettuare attività ad alta velocità, con elevata precisione ma solitamente ripetitive (catene montaggio nelle industrie o precisione in campo medico).
- L'Intelligenza Artificiale è orientata all'analisi delle componenti legate alla parte concettuale dell'elaborazione: pensiamo alla elaborazione dei dati nel settore del *Machine Learning*. Inoltre l'intelligenza Artificiale può essere utilizzata dinamicamente in molteplici contesti: pensiamo all'utilizzo nei processi bancari nel settore del supporto all'investimento e al tempo stesso, lo stesso modello predittivo, nel settore dell'analisi delle informazioni mediche.





---

# Relazione tra la Robotica e l'Intelligenza Artificiale

- In primo luogo l'Intelligenza Artificiale è usata per migliorare le capacità quali il movimento, la capacità di adattarsi all'ambiente circostante. Inoltre, AI è usata per l'ottimizzazione delle performance, il movimento, ottimizzazione delle performance, individuazione degli errore oltre a permettere alle macchine di portare a termini i compiti assegnati in maniera autonoma.
- Entrambe le discipline mirano ad automatizzare la realizzazione dei task assegnati.

In tale contesto è comune vedere in ambiente lavorativo macchine avere una sorta di ambiente di sviluppo dedicato dove le macchine possono collaborare con gli umani: questa collaborazione e' personificata dal *cobot*.



- I “**cobot**” sono robot collaborativi che riescono a lavorare vicino agli uomini per poter svolgere le mansioni più ripetitive;
- Una tecnologia scelta da moltissime aziende italiane pronte a investire per rinnovare il proprio lavoro e la propria offerta di mercato.
- Come esempio:

«Benetton ha deciso di lanciare una grande rivoluzione interna nel rispetto dell’**Industria 4.0**: in questo modo la nota azienda trevigiana va ad affidarsi a circa **36 macchine**, firmate dalla giapponese Shima, che usando un unico filo di 500 metri riescono a confezionare maglioni senza cuciture”.



## Esercito Italiano

Compiti da affidare a sistemi autonomi o condotti da remoto:

- **esplorare** il campo nemico in avanscoperta;
- **affiancare le truppe come supporto logistico.**
- **prova** generale dei test dell'Esercito italiano si è svolta a **Rieti**;
- **simulazione di** l'impiego di **tre tipi di droni e robot** in campo: uno utilizzato per sorvolare l'area degli scontri e identificare le posizioni degli avversari; un piccolo mezzo terrestre inviato a esplorare fognature e tunnel sotterranei, per smascherare eventuali vie di fuga; infine un pesante cingolato spedito a recuperare un ferito.



---

Negli ultimi decenni l'IA è diventata una parte essenziale anche dell'industria militare e di sicurezza:

- processo decisionale di individuazione del target;
- simulazioni di combattimento;
- all'analisi dei dati al monitoraggio delle minacce,;

**In sostanza sta modificando il funzionamento delle forze armate.**

- Gli algoritmi, infatti, possono analizzare grandi quantità di dati in tempo reale, identificare modelli e fornire informazioni spesso impossibili da individuare per gli esseri umani.
- Questi cambiamenti pongono tuttavia dei problemi legali ed etici complessi sia in ambito civile che in un contesto militare. Si è già accennato ai rischi che l'IA pone per il rispetto dei diritti umani come il diritto alla privacy e la non discriminazione.

L'applicazione di forza letale o non letale, cinetica o non cinetica, da parte di sistemi d'arma automatici e semi-autonomi (**robot**) solleva preoccupazioni giuridiche, in particolare circa la loro compatibilità con il diritto internazionale umanitario.

In ambito militare, l'IA sta ricoprendo differenti ruoli sia sul campo di battaglia che fuori. Innanzitutto, l'intelligenza artificiale può essere usata per filtrare grandi quantità di dati da varie fonti come social-media, immagini satellitari o comunicazioni, eliminare le informazioni ripetitive e produrre modelli predittivi per facilitare le decisioni dei comandanti. Essa può anche individuare dati ed elementi non necessariamente evidenti a occhio nudo migliorando le immagini e facilitando il processo di targeting. L'IA può contribuire anche alle attività di sorveglianza e ricognizione autonome attraverso droni, o sensori disposti sul terreno.





Il Parlamento Europeo nella sua [risoluzione del 16 febbraio 2017](#) [recante raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica](#) evidenziava: “**l'umanità** si trova ora sulla soglia di un'era nella quale robot, bot, androidi e altre manifestazioni dell'intelligenza artificiale sembrano sul punto di avviare una nuova rivoluzione industriale, suscettibile di toccare tutti gli strati sociali, rendendo imprescindibile che la legislazione ne consideri le implicazioni e le conseguenze legali ed etiche, senza ostacolare l'innovazione”.



## APPLICAZIONI DELL'AI NELLA ROBOTICA

- dispositivi di controllo sui mezzi possono prevedere quando le attrezzature militari necessitano di manutenzione ottimizzando la logistica e la supply chain;
- sistemi d'arma autonomi (Autonomus Weapons System – AWS).



### Il concetto di AWS non è nuovo nel panorama militare:

- Rudimentali sistemi autonomi vengono considerati le mine antiuomo o i [Kettering Bug](#) della Prima guerra mondiale.
- Sistemi più complessi sono invece i sistemi di difesa antimissilistica come i [patriot](#) americani, i sistemi di difesa aerea come [Super aEgis](#) sudcoreani o i [Mantis](#) tedeschi o armi “fire and Forget” come i [Brimstone](#) o i droni [Harpy NG](#) israeliani. Questi ultimi sono droni antiradiazioni in grado di intervenire **autonomamente** sulle emissioni radio. Si stanno sviluppando poi robot e droni autonomi sia per uso civile che militare per il monitoraggio di alcune aree o per il trasporto di materiali, ad esempio Atlas e Spot della Boston Dynaimcs.



---

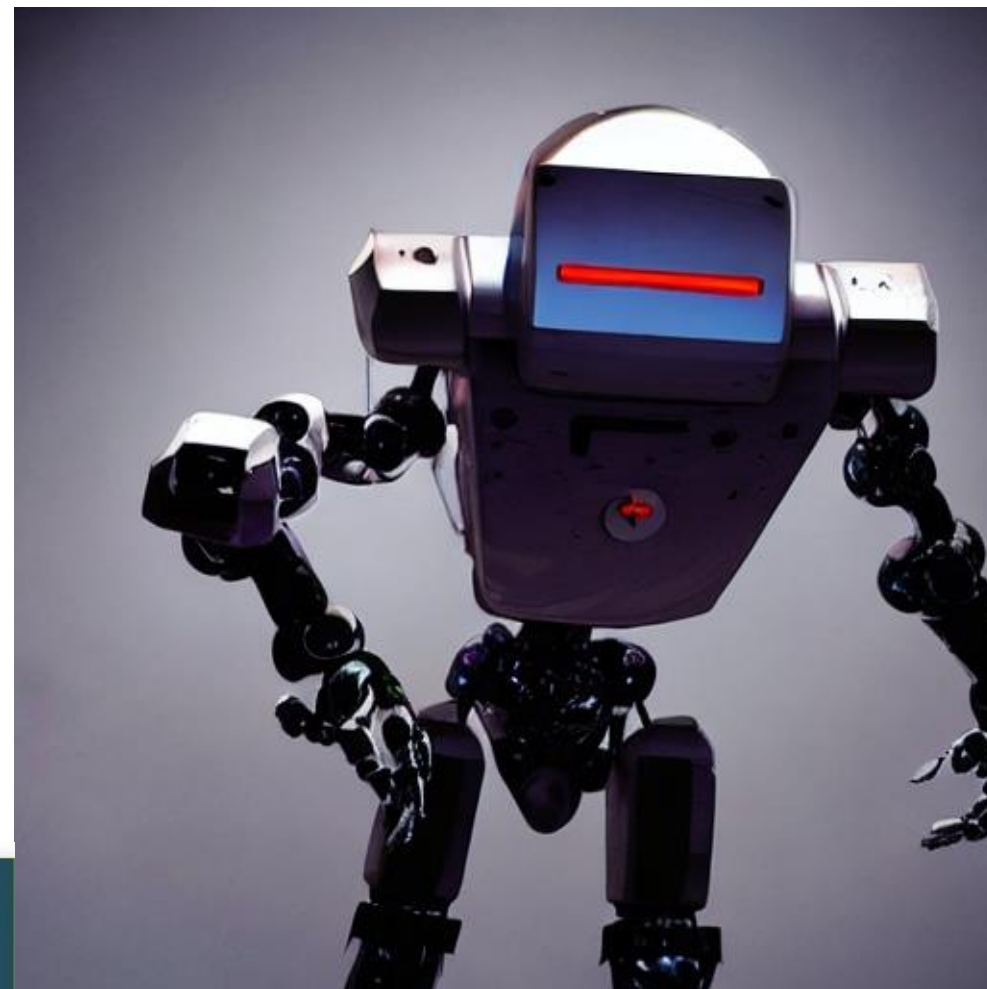
Per rispondere ai rischi che le AWS possono comportare negli anni si sono formate vari movimenti che hanno tentato di fermarne la creazione e l'utilizzo. Nel 2017, [116 esperti incluso Elon Musk](#) in una lettera aperta chiedevano il divieto di creare sistemi di arma autonomi e letali (LAWs). Ad oggi alcune di queste richieste hanno raggiunto le 30000 firme. Possiamo citare:

- [Autonomous Weapons Open Letter](#);
- [Stop killer robots Letter](#).



- Sebbene le AWS offrano una serie di potenziali benefici strategici, esse presentano diverse sfide etiche e normative elevate. Tralasciando le famose [leggi di Asimov](#), in linea generale, questi sistemi sia per uso civile che militare, innanzitutto pongono dei problemi in tema di responsabilità e trasparenza.
- Il Parlamento Europeo evidenzia nel caso dell'uso di robot a livello civile che nell' "ipotesi in cui un robot possa prendere decisioni autonome, le norme tradizionali non sono sufficienti per attivare la responsabilità per i danni causati da un robot, in quanto non consentirebbero di determinare qual è il soggetto cui incombe la responsabilità del risarcimento né di esigere da tale soggetto la riparazione dei danni causati".
- Si pone l'accento sul principio della trasparenza, nello specifico la possibilità di poter sempre indicare la logica alla base di ogni decisione presa con l'ausilio dell'intelligenza artificiale.

- 1** *Un robot non può recar danno a un essere umano né può permettere che, a causa del suo mancato intervento, un essere umano riceva danno.*
- 2** *Un robot deve obbedire agli ordini impartiti dagli esseri umani, purché tali ordini non vadano in contrasto alla Prima Legge.*
- 3** *Un robot deve proteggere la propria esistenza, purché la salvaguardia di essa non contrasti con la Prima o con la Seconda Legge.*



## Per quanto riguarda le AWS si evidenzia:

- il rischio che il loro uso potrebbe rendere più facile ai paesi l'entrata in guerra in quanto l'uso di soldati verrebbe ridotto,
- la disumanizzazione della guerra con gli esseri umani trasformati solo come numeri e dati,
- lo sviluppo di armamenti da parte di attori non interessati al rispetto del diritto internazionale,
- e l'allontanamento dagli esseri umani della decisione di chi può essere ucciso e chi no.

Legato a questo si accenna anche il rischio, già evidenziato nell'uso di droni controllati dall'uomo a distanza, della mentalità del videogioco. Infine, vi sono dubbi sulla loro capacità di garantire i principi cardine del diritto umanitario quali quelli di distinzione, proporzionalità e necessità militare.

- In generale un Comandante, **un AWS** o un soldato, nell'utilizzo di un'arma e durante un attacco, dovrebbe assicurare la capacità di distinguere tra un civile ed un combattente e tra un obiettivo militare e un bene di carattere civile.
- Allo stesso modo si dovrebbe valutare se un attacco possa causare la perdita accidentale di vite civili, lesioni a civili, danni a beni civili o una combinazione di questi, che sarebbe eccessiva rispetto al vantaggio militare concreto e diretto previsto (principio di proporzionalità).
- Infine, è necessario prestare costante attenzione nella condotta delle operazioni militari, per risparmiare la popolazione civile, i civili e i beni civili e assicurarsi che tutte le precauzioni possibili per evitare, e in ogni caso per ridurre al minimo, perdite accidentali di vite civili, lesioni a civili e danni a beni civili. Tali regole di diritto consuetudinario sono codificate sia negli articoli 48, 51, 52, e 57 del I Protocollo Addizionale alle Convenzioni di Ginevra (API) sia nell'articolo 13 del II Protocollo Addizionale (APII) e si applicano sia ai conflitti internazionali che non internazionali.

È bene tenere presente, inoltre, che è proibito l'uso di mezzi e metodi di guerra che sono di natura tale da causare lesioni superflue o sofferenze inutili e di armi che sono per loro natura indiscriminate (articoli 35 e 51 IPA). È prevista, inoltre, una valutazione dell'impatto sul diritto internazionale umanitario dell'impiego di una nuova arma, durante la sua messa a punto, acquisizione o adozione (Art. 36 IPA). In linea con questi principi e con il proposito di limitare l'uso di alcune armi, la Comunità internazionale ha adottato la [Convention on Certain Conventional Weapons](#) (CCW) ed i relativi protocolli, includendo le armi autonome.



- Le AWS sono pensate per essere capaci di navigare ambienti complessi e incerti e decidere come procedere per compiere la propria missione.
- Per il [Comitato internazionale della Croce Rossa - ICRC](#) ,  
“*Autonomous weapon systems are any weapons that select and apply force to targets without human intervention. After initial activation or launch by a person, an autonomous weapon system self-initiates or triggers a strike in response to information from the environment received through sensors and on the basis of a generalized "target profile". This means that the user does not choose, or even know, the specific target(s) and the precise timing and/or location of the resulting application(s) of force.*”.
- Le AWS sarebbero quindi capaci di adattarsi all’ambiente circostante e, una volta attivate identificherebbero, selezionerebbero e utilizzerebbero della forza letale senza l’uso di un operatore umano.
- **Al momento attuale il dibattito si sviluppa attorno al problema di cosa sia necessario per garantire il rispetto del diritto umanitario nello sviluppo e nell’utilizzo delle AWS.**

Se da un lato, si ipotizza che lo sviluppo tecnologico possa assicurare un migliore rispetto del diritto internazionale, garantito da requisiti tecnici di prevedibilità e affidabilità degli algoritmi che determinano il tipo di bersaglio, l'ambiente operativo e i tempi di funzionamento e dall’assenza di sentimenti, dall’altro si **insiste sulla necessità di garantire un qualche controllo umano sul sistema, sia in termini di responsabilità sia in termini di capacità nello spiegare la ragionevolezza di un attacco rispetto ad un altro.**

## Robot mobili: cosa sono, tecnologia e applicazioni nell'industria 4.0

- I robot mobili sono dei dispositivi intelligenti che hanno la capacità di spostarsi in completa **autonomia** all'interno di spazi limitati, riuscendo ad eseguire alcune attività che, normalmente, spetterebbero ad un **operatore umano**, come l'**evasione di ordini** o il **trasporto di merci**;
- L'autonomia di spostamento è dovuta all'installazione di **sensori**, software di **mappatura digitale** e di **intelligenza artificiale**, che permettono al robot non solo di fargli conoscere la sua posizione nello spazio, ma anche le **prossime azioni da compiere** e i **percorsi che deve seguire**.
- I robot mobili, anche detti **Autonomous Mobile Robots (AMR)**, hanno la capacità di connettersi in modalità wireless con gli altri sistemi che si trovano all'interno della fabbrica: ciò permette che si possano interfacciare con le macchine già presenti. Inoltre queste connessioni verranno ulteriormente potenziate grazie all'introduzione della tecnologia **5G**.

Esistono vari tipi di **AMR**, per esempio:

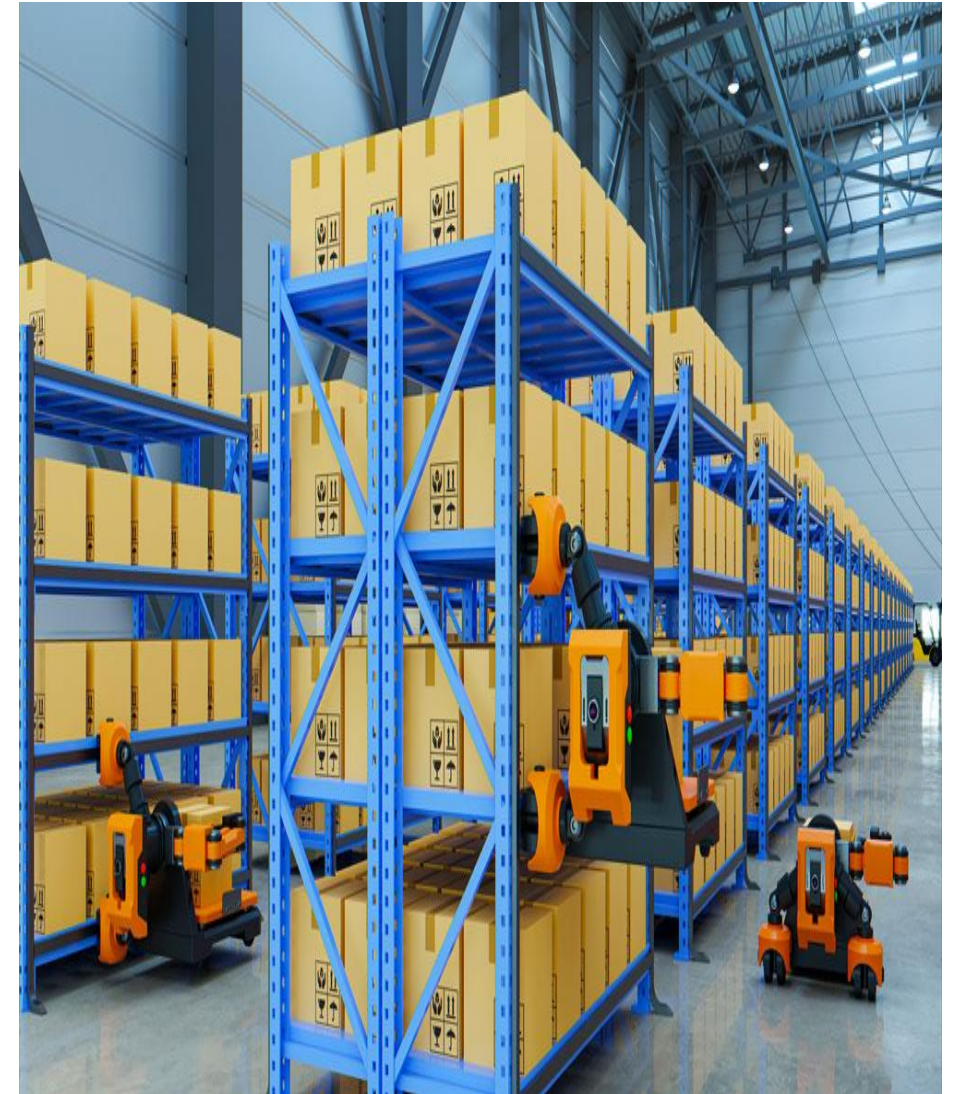
- **Robot per il picking:** A seconda della logica di prelievo, ne esistono due sottogruppi:
  - **AMR per prelievo “uomo alla merce”:** Robot che accompagna l'operatore, il quale è incaricato di prelevare i prodotti dagli scaffali e depositarli nel robot stesso. Una volta fatto questo, il robot si occupa di trasferirli nell'area di confezionamento.
  - **AMR per prelievo “merci all'uomo”:** Robot in grado di sollevare l'intero scaffale su cui il prodotto si trova e spostarlo in una posizione di picking, permettendo al magazziniere di procedere con gli ordini.
- **Robot per catalogo e smistamento articoli:** Questi robot si occupano della classificazione dei prodotti, grazie ad un vassoio reclinabile e un lettore di codici che permette loro di ordinare i pacchetti e sistamarli nella posizione corretta.





## Le differenze tra Autonomous Mobile Robots (AMR) e Automated Guided Vehicles (AGV)

- Prima degli sviluppi dell'AI , nelle fabbriche, erano ampiamente utilizzati dispositivi quali gli **Automated Guided Vehicles (AGV)**. Se gli AMR primi costituiscono dei sistemi in grado di prendere delle decisioni in autonomia grazie ad una tecnologia a bordo molto sofisticata, i secondi sono dei dispositivi più **semplici** che obbediscono solamente ad una serie di istruzioni.
- Gli AGV sono in grado di muoversi solamente lungo un **tragitto predefinito**, affidando la loro capacità di spostamento a **cavi, sensori e bande magnetiche**. Inoltre, se gli AMR sono in grado di rilevare un ostacolo, un AGV rimane in attesa che ciò che ha davanti venga rimosso dal suo percorso.
- Un'altra rimarcabile differenza riguarda la gestione di questi dispositivi: un AMR è manovrabile tramite l'interfaccia o il software che gestisce la **flotta** di più robot contemporaneamente che **collaborano tra loro**. La flessibilità degli Autonomous Mobile Robots li rende perfetti ad essere impiegati nelle linee di produzione dove ci sono modifiche quotidiane.





## ■ enciclopedia Treccani:

*“i robot, strutture meccano-elettriche versatili e adattabili a diverse situazioni, capaci di riprodurre varie attività elementari, rappresentano in un certo senso la materializzazione significativa e tangibile di un antico sogno dell'uomo. **Ad essi l'uomo può trasferire l'esecuzione di attività ripetitive, faticose o pericolose, che richiedono rapidità di movimento, elevata precisione di posizionamento e ripetibilità di esecuzione**”.*



## “Robotics Research Group” dell'Università di Oxford:

*“la robotica è la **connessione intelligente tra percezione ed azione**”.*



## Società Italiana di Robotica Industriale:

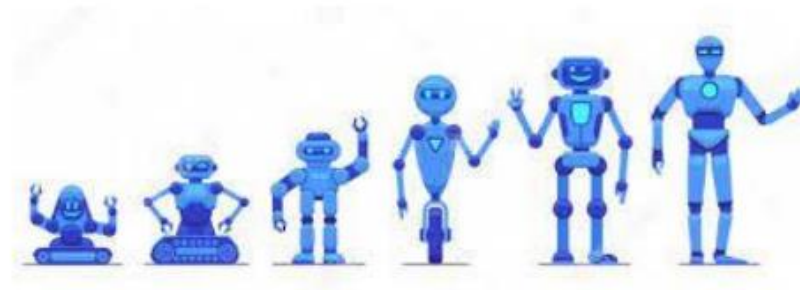
*“il robot è un manipolatore programmabile multiscopo per la movimentazione di materiali, di attrezzi e altri mezzi di produzione, capace di interagire con l'ambiente nel quale si svolge il ciclo tecnologico di trasformazione relativo all'attività produttiva”.*

### **PRIMA GENERAZIONE:**

Macchine senza possibilità di controllo delle modalità reali di esecuzione e senza interazione con l'ambiente esterno.

### **SECONDA GENERAZIONE:**

Macchine con possibilità di riconoscimento dell'ambiente esterno e con possibilità di spostamenti da punto a punto.




### **TERZA GENERAZIONE:**

Macchine auto programmabili con possibilità di interagire con l'ambiente esterno ed in grado di auto istruirsi per l'esecuzione di un compito assegnato.

### **QUARTA GENERAZIONE:**

Sono i robot autonomi capaci di svolgere funzioni e prendere decisioni attraverso l'apprendimento automatico (machine learning).

	Type	Definition	Examples	Industrial robots
1.	Industrial robots	Robots used in manufacturing processes such as assembly, painting, welding, and packaging	Robotic arms, gantry robots	Service robots
2.	Service robots	Robots that perform tasks to assist humans in various environments such as hospitals, hotels, and restaurants	Delivery robots, cleaning robots, telepresence robots	
3.	Medical robots	Robots used in healthcare settings to assist with surgeries, diagnostics, and patient care	da Vinci surgical system, rehabilitation robots, pharmacy automation systems	
4.	Military and defense robots	Robots designed for use in military applications, such as reconnaissance, surveillance, and combat support	Unmanned aerial vehicles (UAVs), unmanned ground vehicles (UGVs), bomb disposal robots	
5.	Agricultural robots	Robots used in farming to automate tasks like planting, harvesting, and monitoring crop health	Autonomous tractors, drones for crop monitoring, fruit-picking robots	
6.	Domestic robots	Robots designed for use in homes to help with chores and other tasks	Roomba vacuuming robots, lawn-mowing robots, personal assistant robots like	



7.	Educational robots	Robots used in educational settings to help teach various subjects or skills	LEGO Mindstorms, social robots like Pepper, Sphero
8.	Research robots	Robots used in scientific research, including exploring remote or hazardous environments and developing new robotic technologies	Underwater robots, Mars rovers, humanoid robots like ASIMO
9.	Entertainment robots	Robots designed for amusement or companionship	Robotic pets like Aibo, interactive toys like Furby, robots used in theme parks or movies
10.	Swarm robots	Robots that work together in large groups, coordinating their actions to complete tasks more efficiently	Swarm robots used in research, agriculture, search and rescue, environmental monitoring

# ROBOT

## Sistema meccanico

- ❖ Organi di locomozione (ruote, cingoli, gambe)
- ❖ Organi di manipolazione (braccia, mani, utensili)

## Sistema di attuazione

- ❖ Anima le parti meccaniche

## Sistema sensoriale

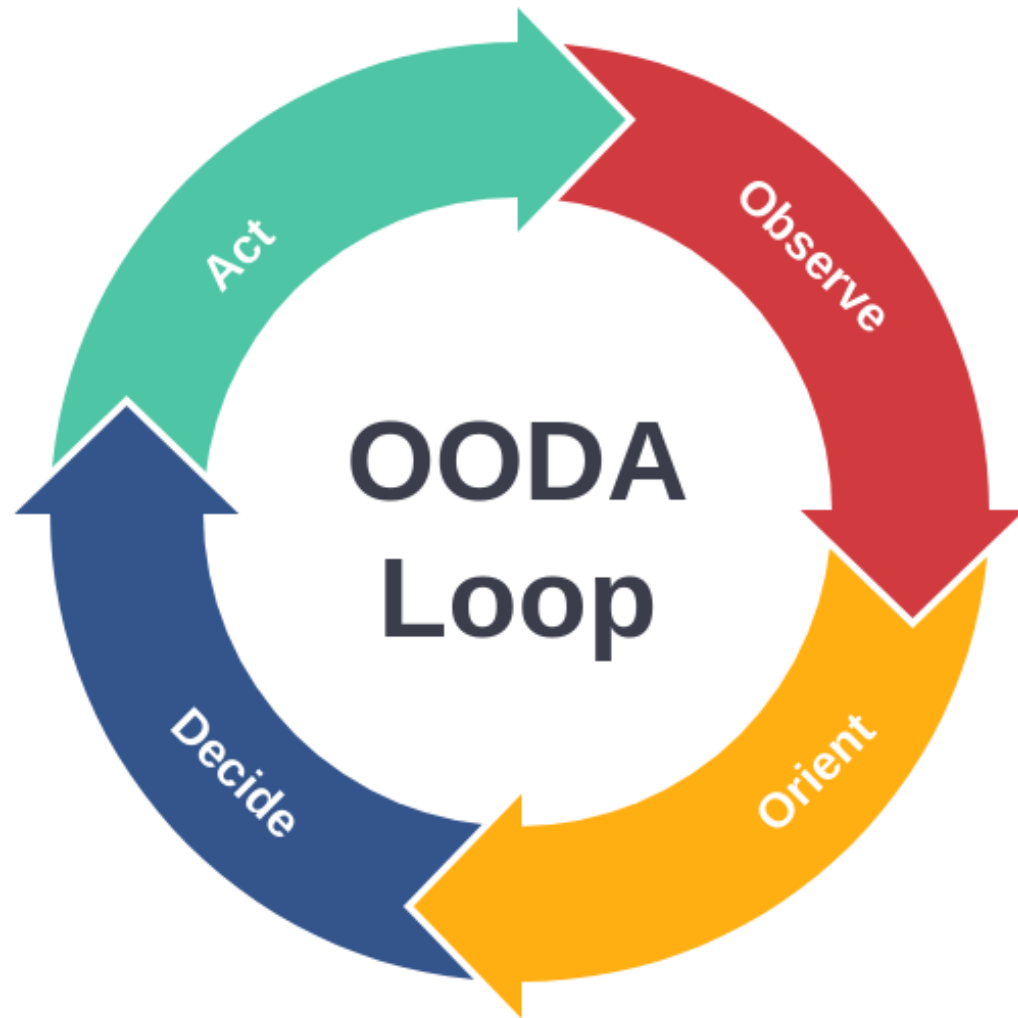
- ❖ Percezione di sé (sensori *propriocettivi*)
- ❖ Percezione dell'ambiente (sensori *esterocettivi*)

## Sistema di governo

- ❖ Comanda l'esecuzione delle azioni



# OODA LOOP



## Observe

What is the current situation? What is the reason you want to change? how bad do you want to change?

## Orient

Where are you currently at relative to where you want to go? How far is it to your destination?

## Decide

What is the exact path you are going to take? How are you going to handle challenges and set backs?

## Act

What's the approach and method you will take to implement the decisions? What is your action plan?



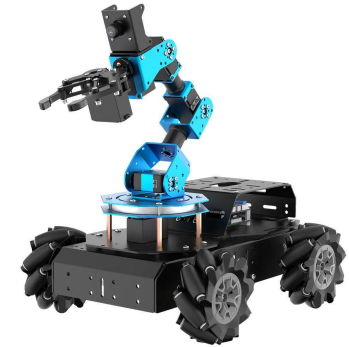
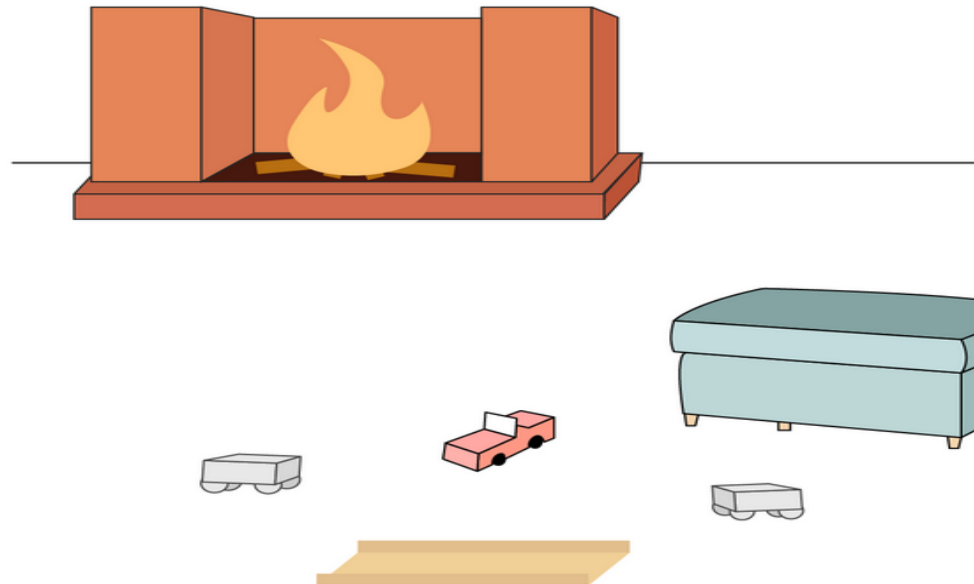
---

# ESEMPIO UTILIZZO ROBOT



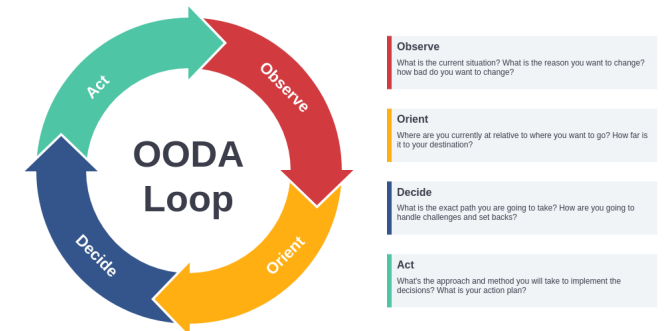
# COMPITI PER UN ROBOT

«Comincia a pulire»



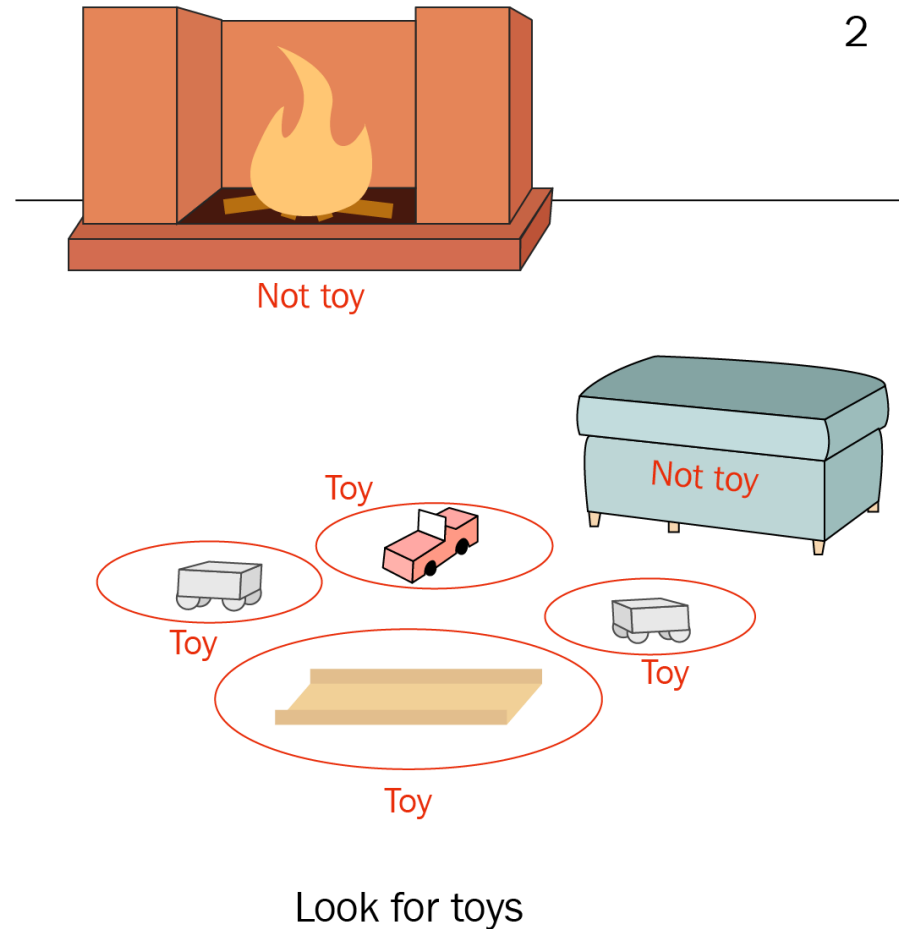
- Giochi
- Non giochi
- Stanza
- Pareti
- Pavimento
- ....

- **Sensori: da definire!!**

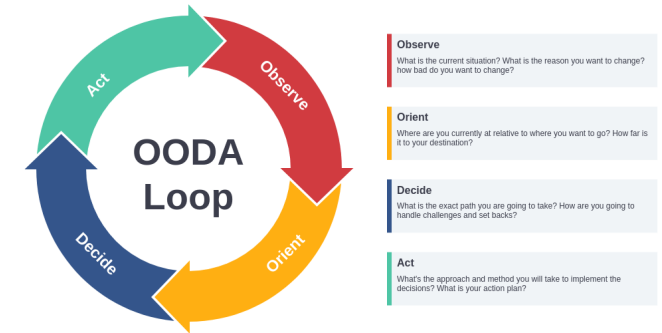


# COMPITI PER UN ROBOT

- Giochi
- Non giochi
- Stanza
- Pareti
- Pavimento
- ....



## «Cerca i giochi»

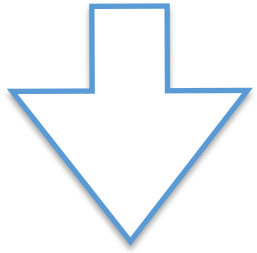


- Sensori: da definire!!

# COMPITI PER UN ROBOT

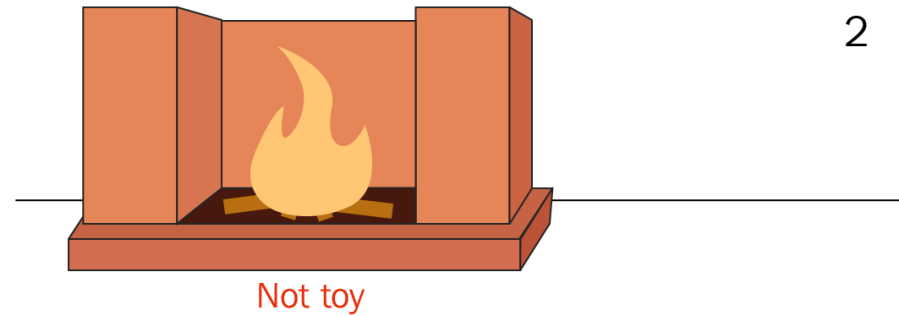
«Cerca i giochi»

Cosa serve??

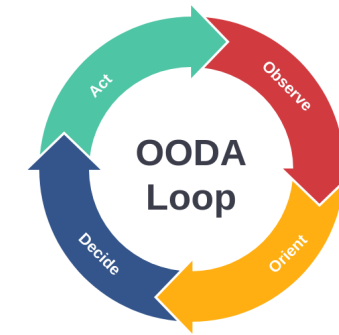
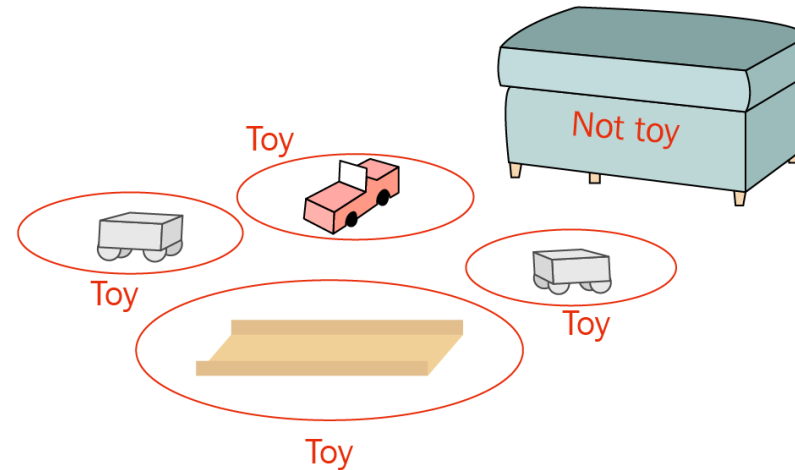


➤ Algoritmo  
- Classificazione

\*Gi  
oco  
\*No  
n Gioco



2



- Observe**  
What is the current situation? What is the reason you want to change? how bad do you want to change?
- Orient**  
Where are you currently at relative to where you want to go? How far is it to your destination?
- Decide**  
What is the exact path you are going to take? How are you going to handle challenges and set backs?
- Act**  
What's the approach and method you will take to implement the decisions? What is your action plan?



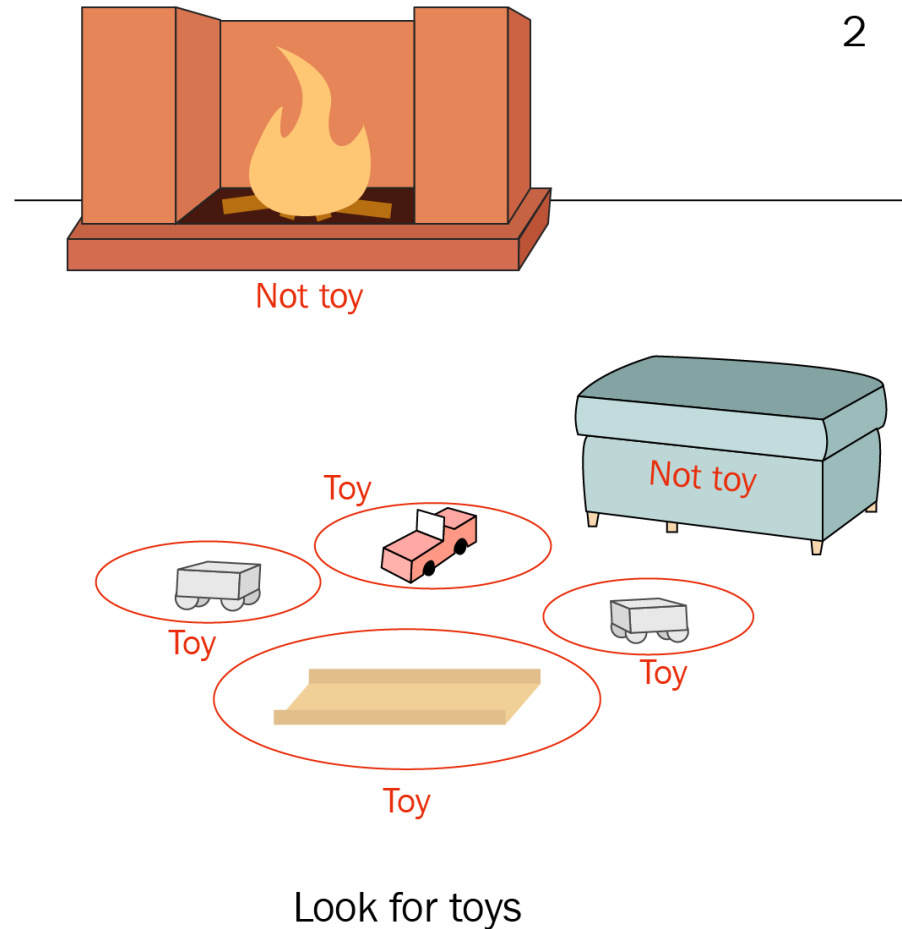
# COMPITI PER UN ROBOT

Cosa serve??

- Algoritmo
  - Classificazione



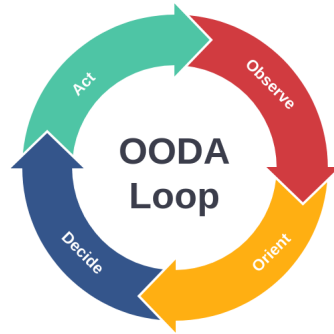
«Cerca i giochi»



# COMPITI PER UN ROBOT

Cosa serve??

- Algoritmo
- Classificazione



**Observe**  
What is the current situation? What is the reason you want to change?  
how bad do you want to change?

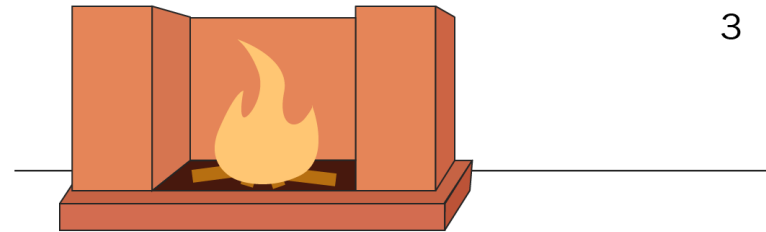
**Orient**  
Where are you currently at relative to where you want to go? How far is it to your destination?

**Decide**  
What is the exact path you are going to take? How are you going to handle challenges and set backs?

**Act**  
What's the approach and method you will take to implement the decisions? What is your action plan?

«Cerca i giochi»

3



oco

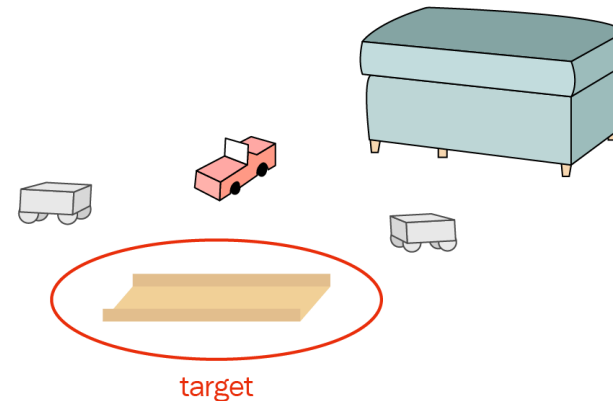
\*Gi

➤ Localizzare oggetti

\*No

Gioco

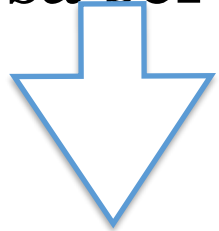
- Prendere un oggetto alla volta
- Selezionare più vicino
- Muovere verso il più vicino



Select nearest toy

# COMPITI PER UN ROBOT

Cosa serve??



➤ Algoritmo

- Classificazione

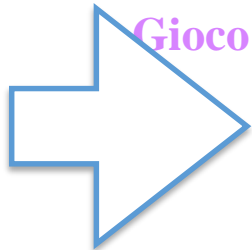
\*Gi

oco

➤ Localizzare oggetti

\*No

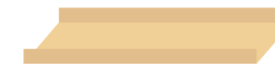
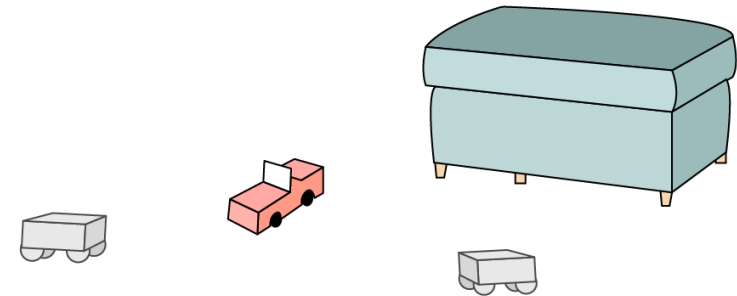
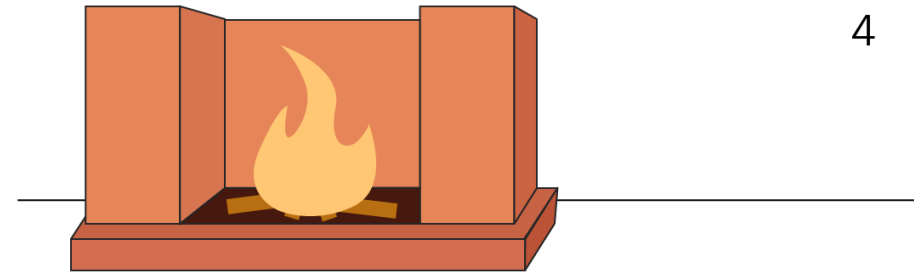
Gioco



- Prendere un oggetto alla volta
- Muovere un oggetto alla volta
- Muovere verso il più vicino

«Cerca i giochi»

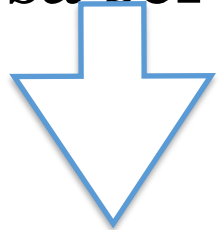
4



Plan route to target

# COMPITI PER UN ROBOT

Cosa serve??



➤ Algoritmo

- Classificazione

\*Gi

oco

➤ Localizzare oggetti

\*No

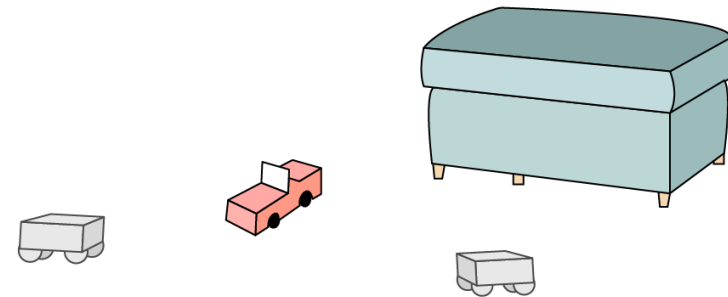
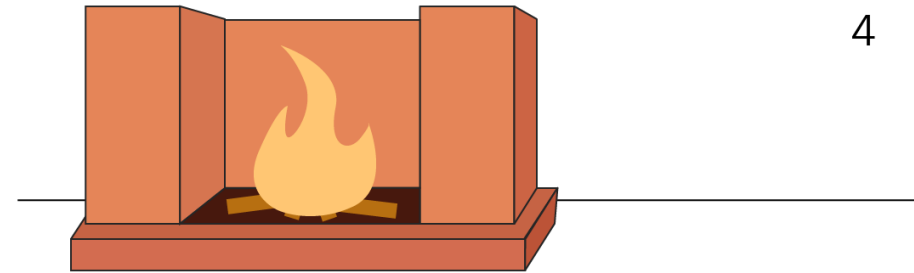
Gioco

- Muovere verso il più vicino



«Cerca i giochi»

4



Plan route to target



# COMPITI PER UN ROBOT

Cosa serve??

➤ Algoritmo

- Classificazione

\*Gi

oco

➤ Localizzare oggetti

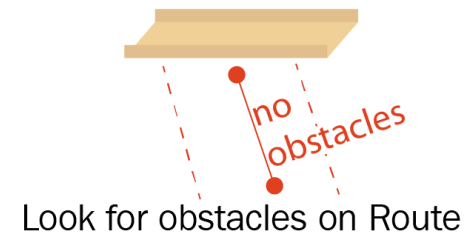
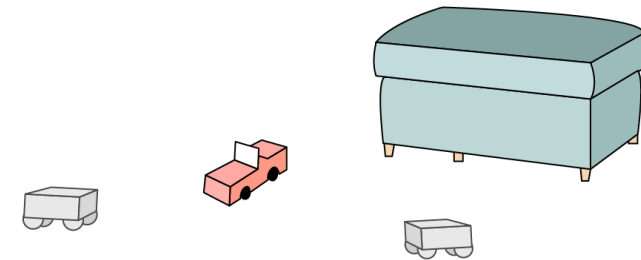
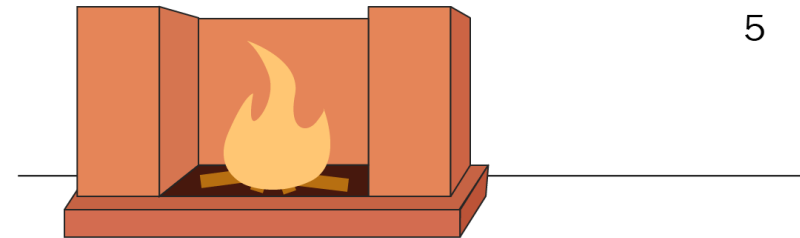
\*No

Gioco

- Muovere verso il più vicino

- Verificare la presenza di ostacoli
- Verificare cammino con le dimensioni del Robot

«Cerca i giochi»



# COMPITI PER UN ROBOT

Cosa serve??

➤ Algoritmo

- Classificazione

\*Gi

oco ➤ Localizzare oggetti

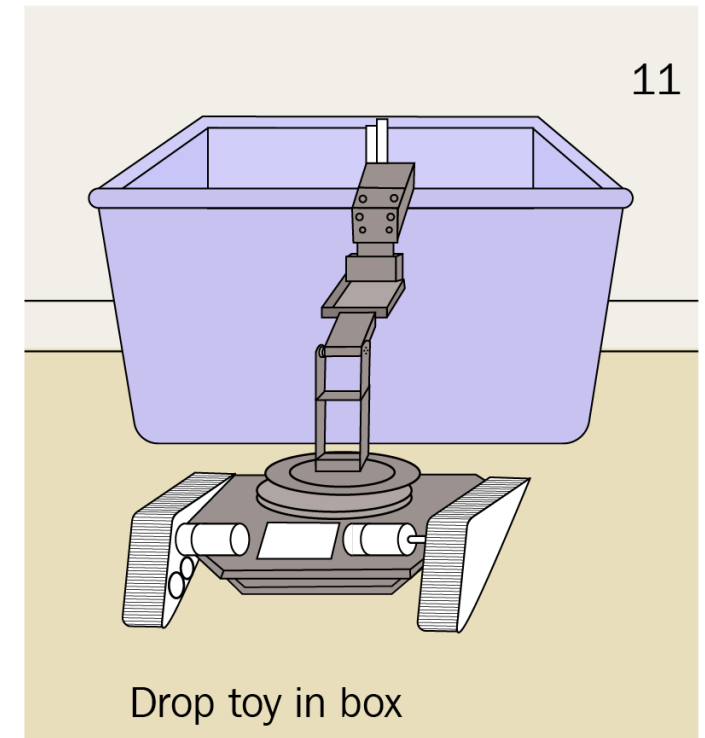
\*No

- Muovere verso il più vicino

- Verificare la presenza di ostacoli
- Verificare cammino con le dimensioni del Robot

Oggetto nel box

«Metti il gioco  
nel box»



# UN PASSO INDIETRO....RICONOSCIMENTO IMMAGINE E IA

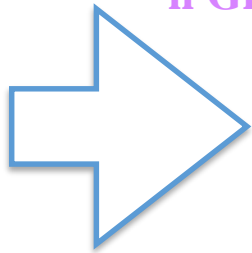
- Algoritmo
  - Classificazione

\*Gi

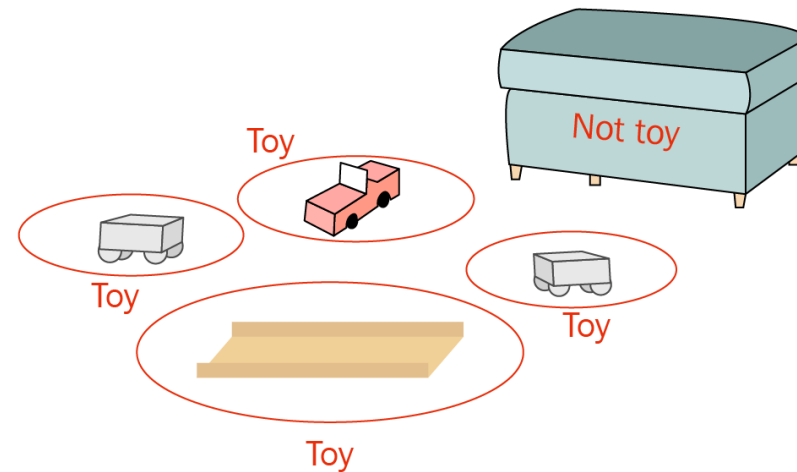
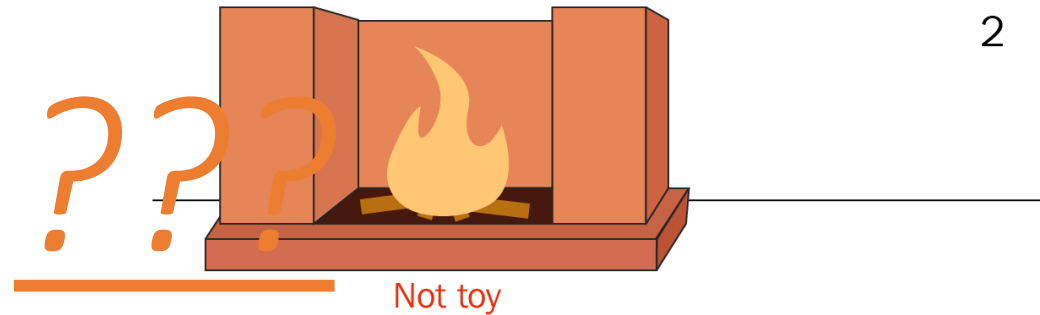
oco

\*No

n Gioco



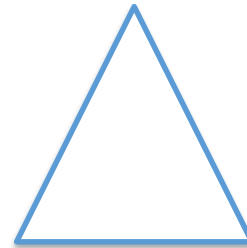
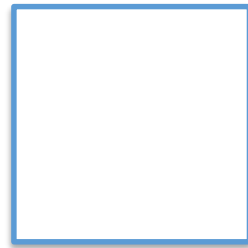
- Segmentare immagine
- Localizzare oggetti
- Classificare oggetti
- Memorizzare informazione
- Ricordare informazione



# UN PASSO INDIETRO.....RICONOSCIMENTO IMMAGINE E IA

*Problema: Robot deve riconoscere da un'immagine la presenza e il tipo di oggetto*

- Scrivere un programma per il riconoscimento di forme primitive è abbastanza semplice



- Scrivere un programma che riconosca e distingua un giocattolo a forma di cane da un cane è molto compo





# UN PASSO INDIETRO.....RICONOSCIMENTO IMMAGINE E IA

*Problema: Robot deve riconoscere da un'immagine la presenza e il tipo di oggetto*

- Scrivere un programma per il riconoscimento di forme primitive è abbastanza semplice
- Scrivere un programma che riconosca e distingua un giocattolo a forma di cane da un cane è molto complesso: immagine per un robot è costituita da pixel.
- Calcolare e quindi gestire le variazioni di colore, forme, intensità, etc. a livello pixel e le loro permutazioni è complesso



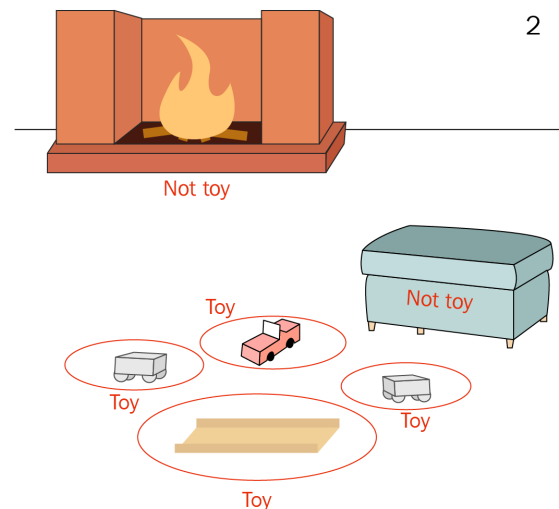
# UN PASSO INDIETRO.....RICONOSCIMENTO IMMAGINE E IA

*Soluzione: Robot deve riconoscere da un'immagine la presenza e il tipo di oggetto!!*

- Insegnare al robot a “riconoscere” immagini corrispondenti a giochi, o a quello che ci interessa, prese sotto varie angolazioni e condizioni di luce
- Per questo esempio utilizzeremo le Reti Neurali Artificiali, in particolare le **Convolutional Neural Network**

Problema:

- Che oggetto è?
- Dove si trova?

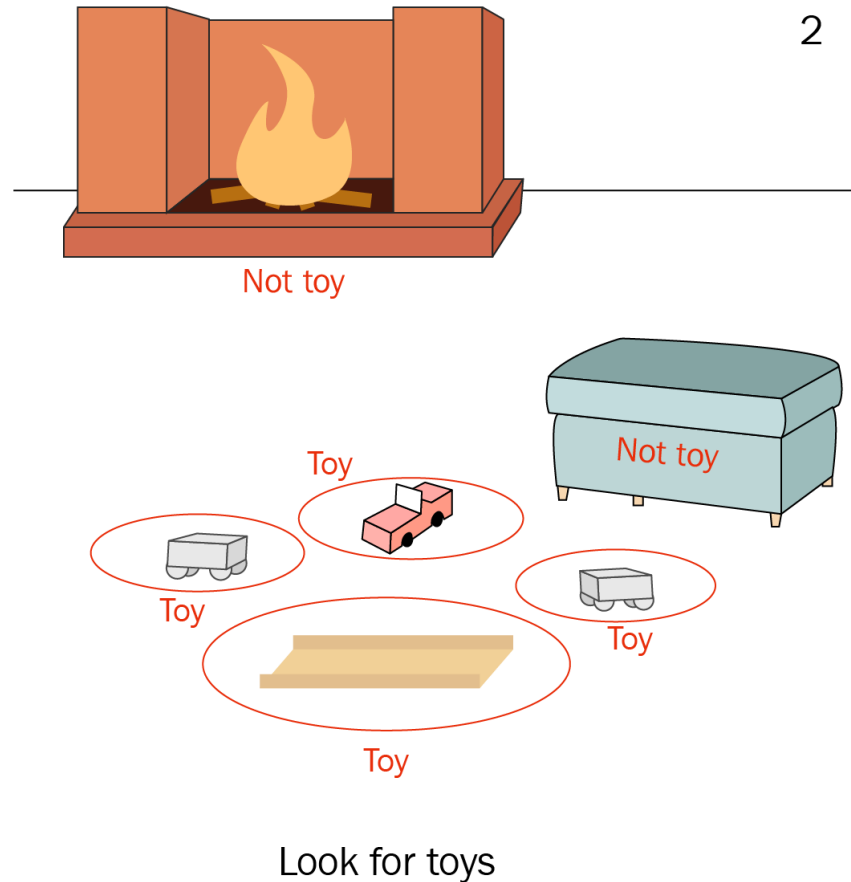


# RICONOSCIMENTO IMMAGINE CON IA

## Convolutional Neural Network

Problema:

- Che oggetto è?
- Dove si trova?





What We See

08 02 22 97 38 15 00 40 00 75 04 05 07 78 52 12 50 77 91 08  
49 49 99 40 17 81 18 57 60 87 17 40 98 43 69 48 04 56 62 00  
81 49 31 73 55 79 14 29 93 71 40 67 53 88 30 03 49 13 36 65  
52 70 95 23 04 60 11 42 69 24 68 56 01 32 56 71 37 02 36 91  
22 31 16 71 51 67 63 89 41 92 36 54 22 40 40 28 66 33 13 80  
24 47 32 60 99 03 45 02 44 75 33 53 78 36 84 20 35 17 12 50  
32 98 81 28 64 23 67 10 26 38 40 67 59 54 70 66 18 38 64 70  
67 26 20 68 02 62 12 20 95 63 94 39 63 08 40 91 66 49 94 21  
24 55 58 05 66 73 99 26 97 17 78 78 96 83 14 88 34 89 63 72  
21 36 23 09 75 00 76 44 20 45 35 14 00 61 33 97 34 31 33 95  
78 17 53 28 22 75 31 67 15 94 03 80 04 62 16 14 09 53 56 92  
16 39 05 42 96 35 31 47 55 58 88 24 00 17 54 24 36 29 85 57  
86 56 00 48 35 71 89 07 05 44 44 37 44 60 21 58 51 54 17 58  
19 80 81 68 05 94 47 69 28 73 92 13 86 52 17 77 04 89 55 40  
04 52 08 83 97 35 99 16 07 97 57 32 16 26 26 79 33 27 98 66  
88 36 68 87 57 62 20 72 03 46 33 67 46 55 12 32 63 93 53 69  
04 42 16 73 38 25 39 11 24 94 72 18 08 46 29 32 40 62 76 36  
20 69 36 41 72 30 23 88 34 62 99 69 82 67 59 85 74 04 36 16  
20 73 35 29 78 31 90 01 74 31 49 71 48 86 81 16 23 57 05 54  
01 70 54 71 83 51 54 69 16 92 33 48 61 43 52 01 89 19 67 48

What Computers See

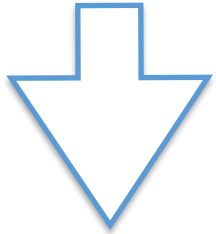


# RICONOSCIMENTO IMMAGINE CON IA

## Convolutional Neural Network

Problema:

- Che oggetto è?
- Dove si trova?



Problema:

- Rappresentare oggetto



Assegnando un bit ad ogni pixel si possono rappresentare solo immagini in bianco e nero

Per rappresentare immagini a diversi livelli di grigio o a colori: a ogni pixel `e associata una sequenza di bit

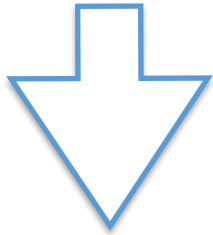
con 8 bit per pixel:  $2^8 = 256$  livelli di grigio

con 24 bit per pixel:  $2^{24} = 16777216$ , 16.7 milioni di colori

# RICONOSCIMENTO IMMAGINE CON IA

Esempio di convoluzione

- Scopo: individuare i contorni di un'immagine
- **Contorno: pixel con colori diversi**



Serve una funzione che individui i bordi confrontando i pixel posti su ciascun lato del pixel stesso.



# RICONOSCIMENTO IMMAGINE CON IA

## Esempio di convoluzione

- Scopo: individuare i contorni di un'immagine
- **Contorno: pixel con colori diversi**



Serve una funzione che individui i bordi confrontando i pixel posti su ciascun lato del pixel stesso.



**FUNZIONE CONVOLUZIONE:** funzione che applica pesi ai pixel che circondano il pixel sotto analisi.



-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

# RICONOSCIMENTO IMMAGINE CON IA

Esempio di convoluzione

**FUNZIONE CONVOLUZIONE:** funzione che applica pesi ai pixel che circondano il pixel sotto analisi. La matrice è detta BLOCCO.

**FUNZIONE CONVOLUZIONE:** funzione che applica pesi ai pixel che circondano il pixel sotto analisi. In questo esempio utilizzeremo la funzione convoluzione Sobel.

- Associa a ciascun pixel un blocco;
- Il pixel da processare è posto al centro;
- A sinistra, destra , sopra e sotto il pixel sotto analisi ci sono altri blocchi.

La funzione di convoluzione si calcola moltiplicando scalarmente il valore dell'intensità del pixel per il va

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

# RICONOSCIMENTO IMMAGINE CON IA

Esempio di convoluzione

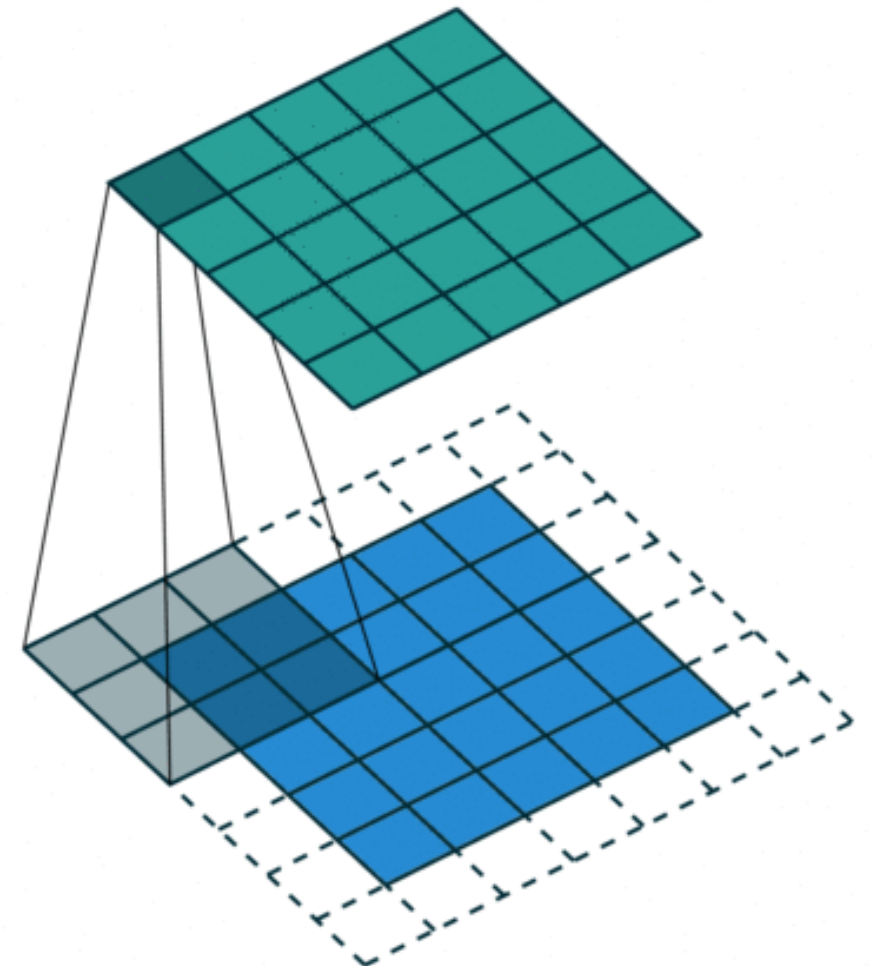
**FUNZIONE CONVOLUZIONE:** funzione che applica pesi ai pixel che circondano il pixel sotto analisi. La matrice è detta BLOCCO.

**FUNZIONE CONVOLUZIONE:** funzione che applica pesi ai pixel che circondano il pixel sotto analisi.

Associa a ciascun pixel un blocco;

- Il pixel da processare è posto al centro;
- A sinistra, destra, sopra e sotto il pixel sotto analisi ci sono altri blocchi.

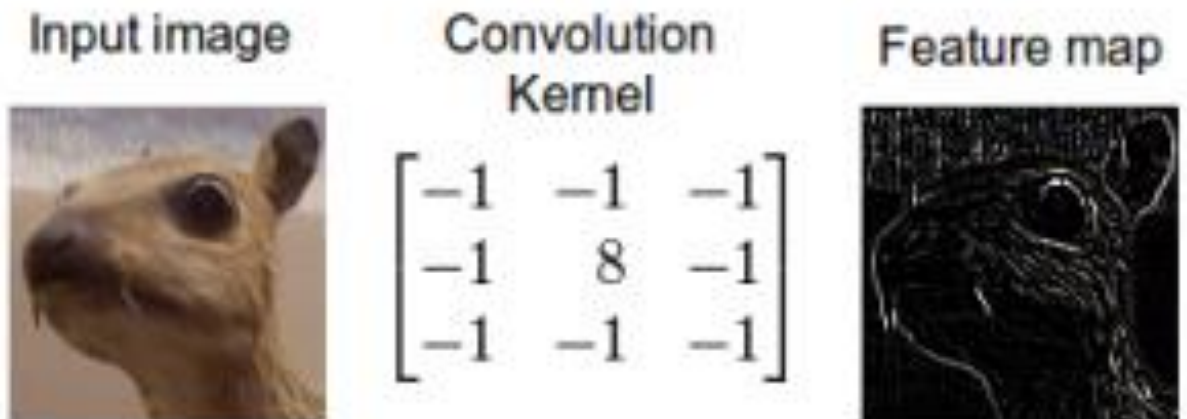
La funzione di convoluzione si calcola moltiplicando scalarmente il valore dell'intensità del pixel per il valore del peso corrispondente e sommando poi il risultato finale.





## Esempio di convoluzione

- La funzione di convoluzione si calcola moltiplicando scalarmente il valore dell'intensità del pixel per il valore del peso corrispondente e sommando poi il risultato finale.
  - ♦ Se i valori ai lati del pixel sotto osservazione sono uguali allora il pixel sotto osservazione “cancellato” o diventa nero.
  - ♦ Viceversa se sono diversi all'orsa il pixel viene posto al colore di riferimento per il bordo.



## SCHEMATIZZAZIONE DEL PROCESSO DI CLASSIFICAZIONE

- Prepariamo un insieme di immagini della stanza con e senza giochi;
- Etichettiamo immagini che contengono giochi e quelle che NON contengono giochi;
- Dividiamo i due insiemi rispettivamente in Training Set e Test Set;
- Addestriamo la rete con il Training Set;



## SCHEMATIZZAZIONE DEL PROCESSO DI CLASSIFICAZIONE

- Prepariamo un insieme di immagini della stanza con e senza giochi;
- Etichettiamo immagini che contengono giochi e quelle che NON contengono giochi;
- Dividiamo i due insiemi rispettivamente in Training Set e Test Set;
- Addestriamo la rete con il Training Set;



Data Augmentation works by random rotations, flips, mirrors, noise, shears, and lighting



## SCHEMATIZZAZIONE DEL PROCESSO DI CLASSIFICAZIONE

Presentiamo un'immagine nuova alla rete convoluzionale:

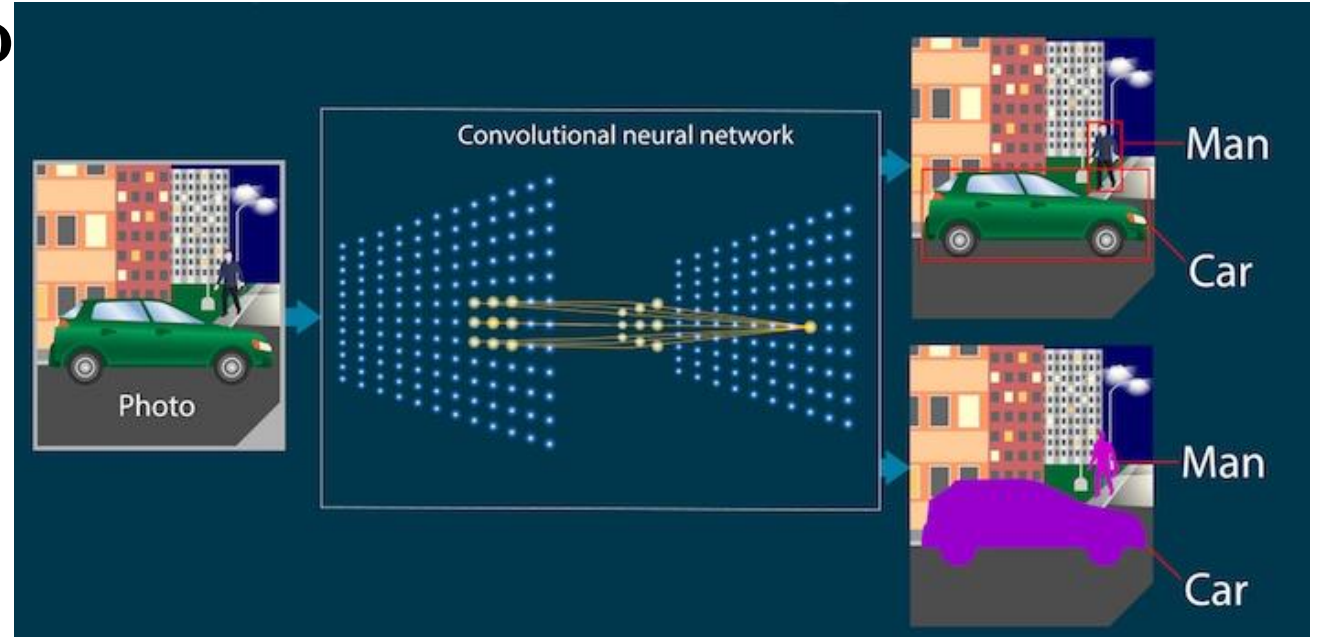
- Se la risposta è corretta aumentiamo il valore dei pesi dei neuroni di input che hanno contribuito alla risposta;
- Se la risposta è sbagliata decrementiamo il valore dei pesi dei neuroni di input.
- Raggiunto il valore prestazione desiderato fermiamo l'addestramento e utilizziamo la rete neurale per la classificazione delle immagini utilizzando il flusso dati proveniente dal robot.



## SCHEMATIZZAZIONE DEL PROCESSO DI CLASSIFICAZIONE

Presentiamo un'immagine nuova alla rete convoluzionale:

- Se la risposta è corretta aumentiamo il valore dei pesi dei neuroni di input che hanno contribuito alla risposta;
- Se la risposta è sbagliata decrementiamo il valore dei pesi dei neuroni di input.
- Raggiunto il valore prestazione desiderato fermiamo l'addestramento e utilizziamo la rete neurale per la classificazione delle immagini utilizzando il flusso dati proveniente dal robot.





## Droni intelligenti e reti mesh

- La disponibilità di protocolli di comunicazione eterogenei a bordo di sciami di droni rappresenta un elemento abilitante per scenari molto eterogenei.
- La disponibilità di algoritmi di AI collaborativi permette a questi sistemi di operare in sciami.

I recenti avanzamenti tecnologici conseguiti in vari campi della scienza consentono di definire e costruire **applicazioni** che coinvolgono **non più solamente droni singoli**, ma vere e proprie **flotte di droni organizzati in sciami** che comunicano tra loro (formando topologie a maglia, mesh) e con eventuali centri di controllo terrestri per compiere attività sempre più complesse ed articolate.



- La diffusione e l'utilizzo di droni singoli e di sciami di droni è cresciuta in modo significativo negli ultimi anni, grazie agli avanzamenti tecnologici che hanno consentito di immettere sul mercato **droni Commercial-Off-The-Shelf (COTS)** sempre più “intelligenti”;
- Si parla di veicoli senza pilota o UAV per indicare una varietà eterogenea di veicoli aerei, autonomi o pilotati da remoto, che possono spaziare da piccoli quadrotore (quadcopters, spesso chiamati droni in senso lato) con un peso che può variare tra le centinaia di grammi e le decine di chilogrammi, fino a veicoli aerei di grandi dimensioni e con un peso di centinaia di chilogrammi, spesso utilizzabili anche in operazioni di tipo militare.



- 
- **sistema di navigazione satellitare** (Global Navigation Satellite System, GNSS);
  - **telecamera 4K** con gimbal (ossia un dispositivo che permette di allineare l'ottica all'orizzonte durante le fasi di volo, nonché di controllarne la direzione di puntamento);
  - **funzionalità sensoriali avanzate** quali, ad esempio, la rilevazione automatica di ostacoli o sistemi anticollisione;
  - **un sistema di comunicazione affidabile**, che consente lo scambio di informazioni ed una trasmissione video in alta definizione fra lo UAV in volo ed il pilota a terra (che può controllare il velivolo grazie alla visione, in tempo reale, del flusso video in alta definizione);



---

I droni sono in grado di eseguire una serie di compiti autonomi e quando questi compiti vengono eseguiti come parte di uno sciame, l'efficienza e la precisione dei compiti possono essere notevolmente aumentate.

**Panoramica dei passaggi necessari per configurare e implementare un sistema di intelligenza dello sciame di droni:**

**Passaggio 1:** scegliere una piattaforma

Sono disponibili diverse piattaforme, come DJI, Pixhawk e ArduCopter, e ognuna offre caratteristiche e capacità diverse.

**Passaggio 2:** scegliere un protocollo di comunicazione

Dopo aver scelto una piattaforma, scegliere un protocollo di comunicazione. Questo è il metodo con cui i droni nello sciame comunicheranno tra loro. I protocolli comuni includono Wi-Fi, Bluetooth e infrarossi.

**Passaggio 3:** programmare i droni

Una volta scelta una piattaforma e un protocollo di comunicazione, bisognerà addestrare i droni dello sciame.

**Passaggio 4:** provare lo sciame

Prima di lanciare lo sciame, è importante testarlo per assicurarsi che tutto funzioni correttamente. Questo può essere fatto utilizzando un simulatore o utilizzando test del mondo reale.

**Passaggio 5:** monitorare lo sciame

Una volta lanciato lo sciame, è importante monitorarne le prestazioni. Questo può essere fatto manualmente o attraverso sistemi automatizzati.



---

L'esperimento, la cui riuscita è stata comunicata il **2 agosto 2023** sui canali dell'Aeronautica statunitense, consisteva nel volo di un **drone XQ-58A Valkyrie** pilotato da un **software d'intelligenza artificiale**. Il volo, **durato tre ore**, sarebbe il primo pilotato da intelligenza artificiale e senza equipaggio a bordo per questo modello di drone.



Secondo la USAF l'algoritmo di *machine learning*, chiamato "**agente ML**", è stato persino in grado di risolvere un problema tatticamente rilevante durante il volo.



- Allenare le reti neurali richiede **milioni di test**, operazione non effettuabile nel mondo reale.
- l'Air Force ha optato per i simulatori virtuali. All'interno di un simulatore virtuale, infatti, il programma (algoritmo) di riferimento viene allenato diverse milioni di volte **nell'arco di sole 24 ore**, compiendo ripetutamente azioni che nel combattimento reale si verificherebbero solo saltuariamente.



---

*“I velivoli da combattimento collaborativi (Cca) sono rivoluzionari”, sostiene Matthew Niemec, che dirige la sperimentazione sui velivoli autonomi, in un [video](#) pubblicato più di un mese fa sul canale [YouTube](#) delle forze aeree Usa: “È fondamentale, ora più che mai, comprendere a fondo la reale competitività delle [armi](#) autonome in guerra”.*



Per il programma Cca l'Air Force ha pianificato investimenti **fino a 6 miliardi** di dollari tra il 2024 e il 2028, al fine di *“prepararsi a un potenziale conflitto con avversari avanzati”*



