



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

A uso didattico interno

Introduzione all'Intelligenza Artificiale

Paola Mello

Dipartimento di Informatica - Scienza e
Ingegneria (DISI)
Università di Bologna

Breve sommario della lezione

- Definizione, storia e principali approcci all'IA
- Applicazioni dell'IA
- **Problemi etici e sociali**
- Conclusioni



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Applicazioni di successo delle DNN, ma...

Marzo 2016: **AlphaGo** batte il campione sudcoreano Lee Sedol, considerato il campione mondiale migliore nel gioco del Go.

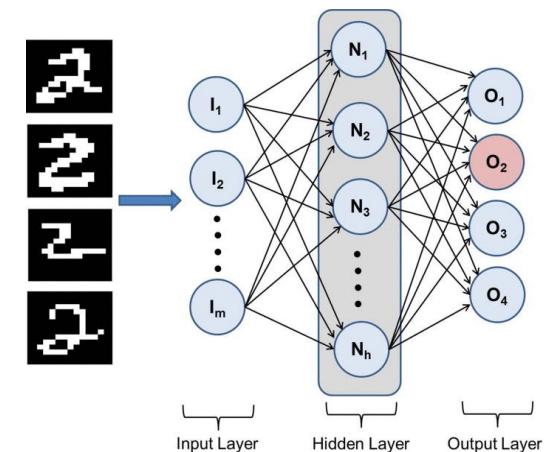


ImageNet Challenge. Nel 2011 il margine di errore dei sistemi di AI nel riconoscimento e nella classificazione di immagini era il 26%, oggi è il 3%. (gli uomini sono più lenti e fanno più errori, in media il 5 %).



[Figure from vision.stanford.edu]

MNIST è un grosso database di cifre scritte a mano utilizzato per fare da training a sistemi di ML



DNN: a volte fanno errori!

DNN possono essere non-stabili: piccole perturbazioni non dovrebbero determinare una repentina modifica di una categorizzazione. **Ma a volte applicando perturbazioni degli ingressi piccole e non casuali è possibile cambiare arbitrariamente una predizione della DNN.** Classificazione di un gatto o un tostapane in base alla modifica di pochi pixel.

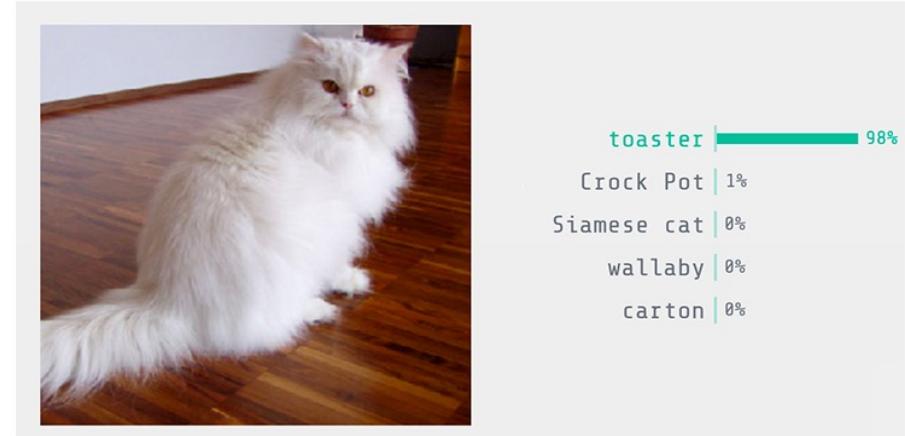
Allo stesso modo potremmo confondere una automobilea potremmo produrre comandi guida autonoma nella lettura di un segnale stradale. Con modifiche nei segnali audio potremmo introdurre suoni (o comandi) comprensibili al sistema di AI (ad esempio Alexa, Siri, ma non intercettabili dagli umani).

Possiamo allora sempre fidarci delle DNN ?

Original Image



Hacked Image



“Only modification of some pixels not evident to the human eye”.

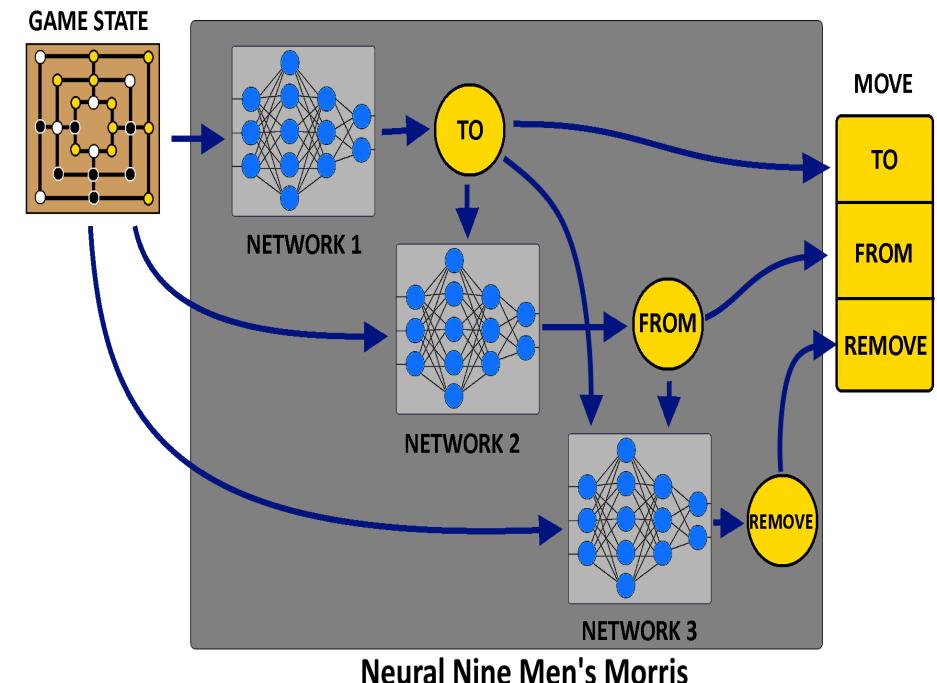
<https://medium.com/@ageitgey/machine-learning-is-fun-part-8-how-to-intentionally-trick-neural-networks-b55da32b7196>
Crag S. Smith, “Alexa and Siri Can Hear This Hidden Command. You Can’t”. New York Times, 10 May 2018
<https://www.nytimes.com/2018/05/10/technology/alex-siri-hidden-command-audio-attacks.html>



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Un esperimento: il gioco del mulino

- Obiettivo: decidere una mossa del gioco del mulino in accordo alle regole **senza alcuna “conoscenza simbolica** e pregressa su di esse.
- Una mossa è composta da tre decisioni vincolate dallo stato della scacchiera e fra loro («TO», «FROM», «REMOVE»)
- NNMM è formato da tre deep networks interconnesse ed è stata istruita con un insieme di esempi di gioco forniti da un altro giocatore
- NNMM testato su più di 3 milioni di esempi è in grado di prendere una decisione “legale” sulla prossima mossa in più del 99% dei casi.
- Ma davvero ha imparato le regole del gioco? Non sa spiegarle e fa, raramente, errori. Ci fideremmo nell'applicarlo a casi reali?



Chesani, F.; Galassi, A.; Lippi, M.; Mello, P., "Can Deep Networks Learn to Play by the Rules? A Case Study on Nine Men's Morris", IEEE TRANSACTIONS ON GAMES, to appear 2018.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Allora ci possiamo sempre fidare delle DNN?

Le DNN lavorano molto bene a livello percettivo, ma...

“Sono affamate di dati e potenza di calcolo e presuppongono un mondo ben conosciuto e stabile”

Problemi se lavoriamo con nuovi dati che si discostano molto da quelli di training (**overfitting**). Una era accurato sui dati di test, ma produceva molti errori su dati reali. Perchè? Le foto dei carri armati amici (nemici) erano state scattate in giornate soleggiate (nuvole) e la DNN ha imparato a discriminare in base al colore del cielo!

“Sono difficilmente comprensibili agli umani nelle loro decisioni”

Hanno milioni di parametri di difficile comprensione non solo per gli utenti finali ma anche da parte degli sviluppatori. Difficili da usare, ad esempio, nella diagnosi medica perchè dobbiamo sapere il perchè di una decisione.

“Non sono in grado di distinguere fra causalità e correlazione”

Sono tecniche statistiche che possono scoprire correlazioni complesse fra ingresso e uscita, ma non necessariamente relazioni di causa-effetto. Posso semplicemente correlare la febbre all'influenza, ma dovrei invece collegare razionalmente (perché...) l'influenza causa la febbre (metodo scientifico). Tutto si riduce a curve-fitting.

“Non sono del tutto affidabili”

Possono fare errori e subire attacchi e i loro errori sono "diversi" da quelli degli umani e quindi di difficile interpretazione.

“Non valutano tutte le possibili conseguenze delle proprie decisioni”

Alcune decisioni raggiungono gli obiettivi ma sono inapplicabili o violano la legge, la morale le convenzioni sociali.

Da: THE BOOK OF WHY: The New Science of Cause and Effect

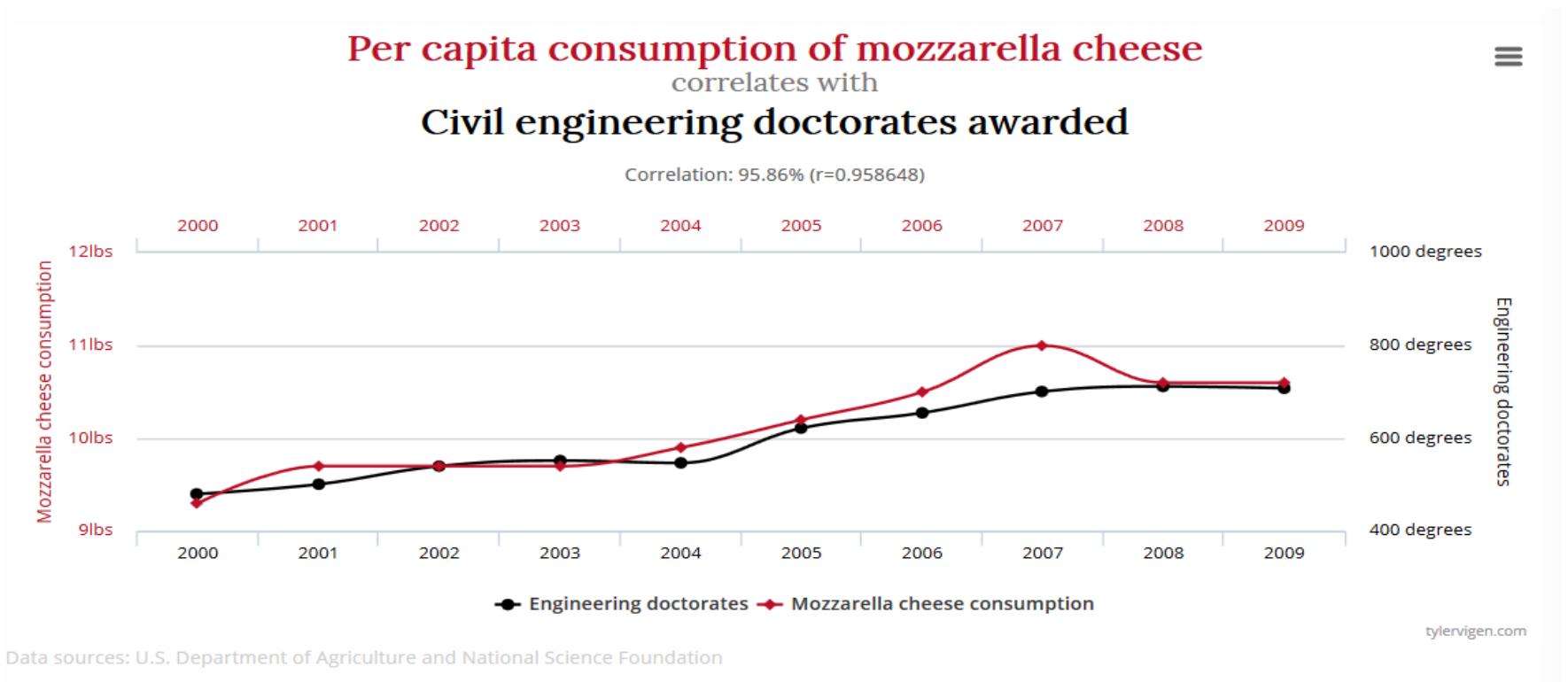
[Judea Pearl](#) , [Dana Mackenzie](#), 15 Maggio 2018.

Gary Marcus, "Deep Learning: A Critical Appraisal". CoRR abs/1801.00631 (2018).

"Explainable Artificial Intelligence: Understanding, Visualizing and Interpreting Deep Learning Models", W. Samek, T. Wiegand, K. Müller (August 2017).

Un esempio di correlazioni che non sono legami di causalità

Funny example: <http://tylervigen.com/spurious-correlations>



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Le correlazioni non sono necessariamente legami di causalità

Rilevando anno dopo anno il numero di matrimoni e il numero di rondini in cielo, si può osservare una forte correlazione tra i due fenomeni, il che non è dovuto al fatto che uno dei due influenza l'altro, ma semplicemente al fatto che in certi Paesi le rondini compaiono durante le loro migrazioni in primavera ed autunno che sono pure i periodi preferiti dalle coppie nello scegliere il giorno delle nozze.

Se due fenomeni risultano statisticamente correlati tra loro, non vuol dire necessariamente che tra di essi sussista un legame diretto di causa-effetto, potendo essere tale correlazione del tutto casuale (cioè spuria) ovvero dipendente da una terza variabile in comune, in assenza di meccanismo logico-causale plausibile che li metta in relazione tra loro.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Intelligenza Artificiale deve essere regolata?

Non esiste una definizione di Intelligenza Artificiale accettata da tutti

"...in recent decades, however, a consensus has emerged around the idea of a rational agent that perceives and acts in order to maximally achieves its objectives"..... "Up to now, **AI has focused on systems that are better at making decisions; but this is not the same as making better decisions.....well aligned with human values**".

AI può essere **benefica** (medicina, clima , energia, assistenza, città vivibile...), ma può anche essere utilizzata in **applicazioni pericolose** (armi, droni ecc..). Le regole per l'AI dovrebbero essere orientate al suo uso non su una generica AI e specifiche per le diverse applicazioni.

Le regole devono essere flessibili.

EU sta discutendo su quali potrebbero essere tali regole e quali **desiderata e proprietà richiedere** per una “trustable” AI.

Stuart Russell, “Provably Beneficial Artificial Intelligence”, 2017
<https://people.eecs.berkeley.edu/~russell/papers/russell-bbvaobook17-pbai.pdf>

Etzioni, Amitai, and Oren Etzioni. "Should Artificial Intelligence Be Regulated?" *Issues in Science and Technology* 33, no. 4 (Summer 2017).

AI quali desiderata/proprietà?

Fairness: Le decisioni non devono essere discriminatorie. Posso provare che, ad esempio, la razza o il genere non è stato utilizzato esplicitamente o implicitamente nella decisione di attribuire un prestito? La nostra società e i dati che ne derivano possono contenere già decisione discriminatorie che vengono quindi apprese. Si pensi Microsoft chatbot Tay che ha appreso dai Twitter chats ad essere nazista o a Amazon che prediligeva profili (tecnologici) di uomini per l'assunzione (chiuso nel 2017). Esiste la Carta dei Diritti fondamentali della UE (uguaglianza).

Transparency: Il sistema utilizza un modello comprensibile all'uomo in modo che ne possa essere capito e previsto il comportamento in ogni situazione. Gli sviluppatori di AI dovrebbero provvedere: Software, codice dati sets (testing, training etc.), e altri parametri (ad esempio per le reti neurali i livelli, la configurazione, i pesi ecc..).

Verifyability: Posso dimostrare formalmente che il sistema è corretto rispetto ad alcune proprietà (difficile formalizzare i sistemi di AI e l'ambiente altamente dinamico in cui lavorano). Ad esempio:

- for all X,Y income(X,Y) and $Y \geq €45,000 \rightarrow \text{loan_offered}(X)$ (grant or refuse a loan).

Explainability: Fornire le motivazioni di una scelta o conclusione in modo comprensibile agli umani. Quali fattori hanno influenzato una scelta?

Accountability: responsabilità per le decisioni prese.

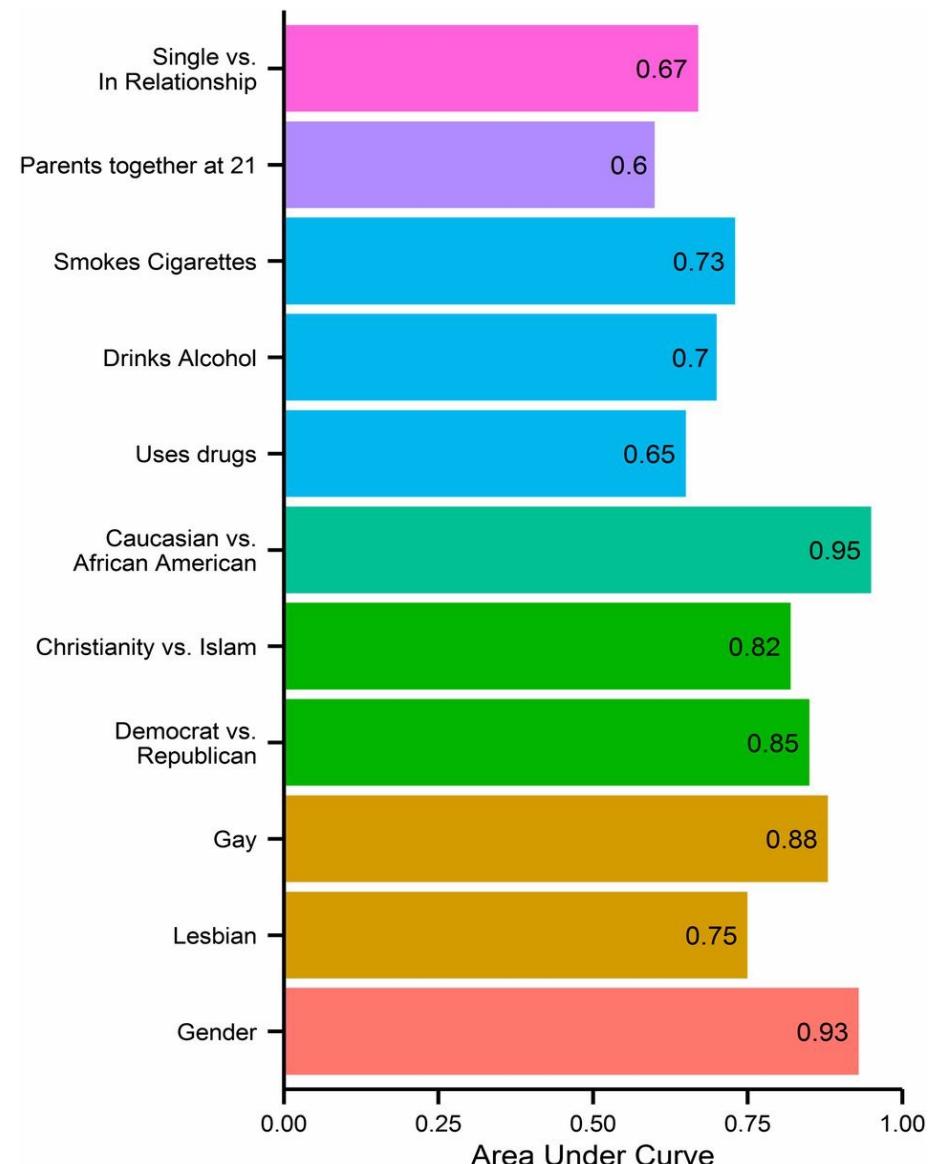
Accuracy, Privacy

Non sempre (tutte) necessarie. Mi può interessare perché non mi è stato attribuito un prestito, meno perché l'aspirapolvere segue un certo percorso

“Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior”

“Easily accessible digital records of behavior, Facebook Likes, can be used to **automatically and accurately predict a range of highly sensitive personal attributes**: sexual orientation, ethnicity, religious and political views, personality traits, intelligence, happiness, use of addictive substances, parental separation, age, and gender”

- Un dataset di circa 58,000 volontari che hanno reso disponibili Facebook Likes e dettagliati dati demografici, profili ecc.
- Si sono utilizzate tecniche di ML.
- Il modello appreso è sufficientemente accurato e discrimina fra diverse categorie (omosessuali e and eterosessuali, nel 88% e Democratici e Repubblicani nel 85% dei casi).
- Implicazioni per la privacy. Le informazioni sensibili si possono apprendere da informazioni pubbliche (si pensi al caso di Cambridge Analytica).



Michal Kosinski, David Stillwell and Thore Graepel. “Private traits and attributes are predictable from digital records of human behavior”. PNAS April 9, 2013. 110 (15) 5802-5805

Deepfakes



- Tecnica per la sintesi dell'immagine umana, basata su reti neurali e in particolare reti antagoniste generative (Generative Adversarial Networks – GAN).
- Una GAN è composta da due parti (tipicamente reti neurali): una componente generativa che cerca di produrre nuovi esempi credibili e una componente discriminativa che cerca di imparare quali esempi siano reali e quali generati sinteticamente.
- Dalla competizione fra le due componenti, mediante apprendimento, la rete generativa diventa sempre più precisa nel creare false immagini, video, sequenze di parlato che però sono quasi indistinguibili rispetto all'originale.
- Utile per la generazione sintetica di esempi di addestramento quando manchino o siano scarsi gli esempi reali;
- Ma, può anche creare falsi video, immagini in truffe e fake news.

Da: «I 100mila volti di persone che non esistono: così il mondo dei Deepfake si allena con la realtà», di ALESSIO SGHERZA

Repubblica, 26 Settembre 2019,

https://www.repubblica.it/tecnologia/2019/09/26/news/volti_generated_photos_deepfake_236979821/?ref=search



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Assicurare queste proprietà è una sfida aperta in AI...

- Non è facile rispettare queste proprietà per sistemi sub-simbolici e DNN, ma la comunità di AI sta lavorando attivamente su questi temi.
- Non ci sono ancora soluzioni generali, ma buone idee e risultati specifici interessanti.
- Fairness, Interpretability, Explainability ECAI-IJCAI Workshops 2018:
- Verso **una riconciliazione delle due “anime” dell’Intelligenza Artificiale?**
- Tentativi di combinare i vantaggi di entrambi gli approcci simbolici e sub-simbolici in **architetture “ibride”**.
- Integrare il **deep learning**, che eccelle nella classificazione a livello percettivo (ma è **opaco**) con **sistemi simbolici** che sono **trasparenti** e che eccellono in inferenza, ragionamento e astrazione.
- (Neural-Symbolic Learning and Reasoning, Statistical relational learning and probabilistic logic learning).

“Learning Explanatory Rules from Noisy Data”, Richard Evans, Edward Grefenstette DeepMind, London, UK To Appear in Journal of Artificial Intelligence Research (2018).

“Neural-Symbolic Learning and Reasoning: Contributions and Challenges” Artur d’Avila Garcez et alii., The 2015 AAAI Spring Symp., 2015.

L.G. Valiant, “Knowledge Infusion: In Pursuit of Robustness in Artificial Intelligence”. In FSTTCS 2008.

Probabilistic Inductive Logic Programming Editors: De Raedt, L., Frasconi, P., Kersting, K., Muggleton, S.H. LNCS 4011 2006



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Domini applicativi del futuro

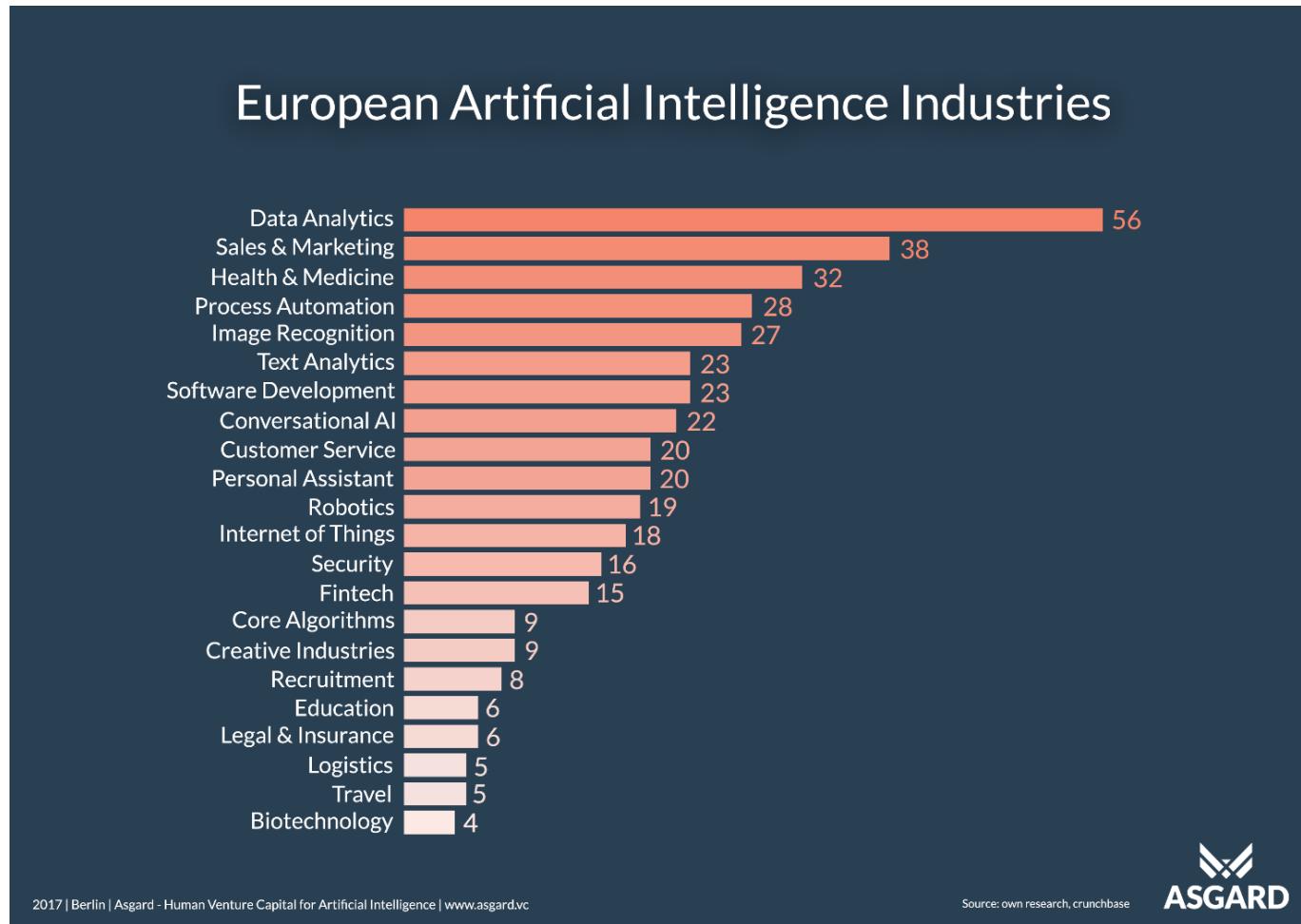
Da “Artificial intelligence and life in 2030”, Stanford University – settembre 2016 – “AI eight domains with high impact:

- Trasporti (automobili più intelligenti, veicoli con guida autonoma, pianificazione dei trasporti, trasporto su richiesta)
- Domotica (ad esempio, robot di servizio e domestici)
- Medicina (supporto clinico, analisi dei dati della sanità, robotica sanitaria, cura degli anziani)
- Istruzione (sistemi di tutoraggio e apprendimento on-line)
- Comunità disagiate
- Sicurezza
- Mercato del Lavoro
- Divertimento e tempo libero (piattaforme sociali, gioco, arte e creatività).



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Rischio di “AI Divide”: grande sviluppo per alcuni a scapito di altri che non hanno accesso all’AI



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

AI con l'uomo e per l'uomo

Una tecnologia ha tanto più successo quanto più diventa invisibile:



Tecnologia

Donna salvata da leucemia: il supercomputer Watson risolve caso medico

In Giappone l'intelligenza artificiale ha permesso di riformulare la diagnosi di una forma rara suggerendo una nuova cura

«17 DOTTORI NON RIESCONO A DIAGNOSTICARE UNA MALATTIA A UN BIMBO, MA CI RIESCE CHATGPT»



Statistica unione Europea: nel 2014 ci sono stati 25.900 morti. Per ogni morto vi sono 4 persone che riportano disabilità permanenti. Al può aiutare?

Medical data is expected to double every 73 days by 2020.



Source: University of Iowa, Carver College of Medicine, 2014

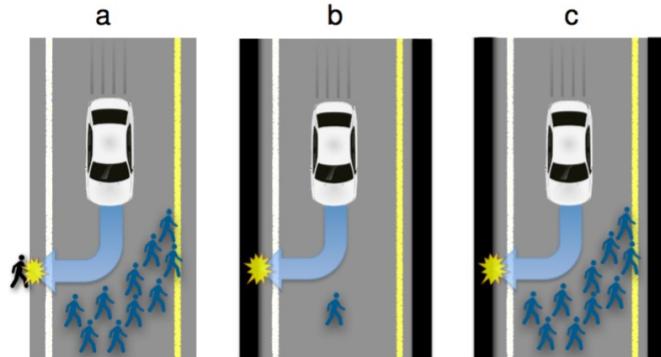
Implicazioni sociali, economiche, etiche e legali dell'AI

La scalata di Facebook all'intelligenza artificiale

Zuckerberg pronto a scommettere nel settore investendo in Vicarious. I suoi alleati sono Elon Musk, il fondatore di Tesla e l'attore Ashton Kutcher



Il Ceo di Facebook Mark Zuckerberg



<http://moralmachine.mit.edu>

Il caso

"L'intelligenza artificiale può distruggere l'uomo" allarme di 400 scienziati

Manifesto con firme da tutto il mondo dopo l'appello di Hawking: "Pericolosa come le armi nucleari: dobbiamo orientarla"

L'ESPRESSO

LEADER In principio c'era Dio (BIO) Il capo dei DNI (CIB) Gli esperti di Google (GOOG) L'informatico (INFO) Nella storia ci sono momenti che cambiano la nostra percezione del possibile. In questi anni siamo passati da un'epoca in cui le macchine erano solo strumenti a un'epoca in cui le tecnologie hanno cominciato a controllare noi. L'arrivo della rete ha aperto una nuova dimensione di connivenza e di potere. Ma non è tutto. L'intelligenza artificiale sta per trasformare la nostra società in un luogo dove tutto è possibile. E questo è un pericolo che non possiamo ignorare.

INTERVISTA "Ma il nostro non è catastrofismo solo buon senso"

Home (<http://www.gqitalia.it/>) >
Gadget (<http://www.gqitalia.it/gadget/>) >
Hi Tech (<http://www.gqitalia.it/gadget/?category=Hi+Tech>)

L'intelligenza artificiale di Microsoft diventa nazista dopo 24 ore di Twitter

Dopo meno di un giorno, Redmond ha deciso di spegnere il suo bot che era già diventato antisemita, misogino e simpatizzante di Hitler

Riflessioni sociali

- Continua sostituzione da parte delle macchine di attività una volta svolte dall'uomo. Non è una novità (rivoluzione industriale), ma questa volta anche in attività professionalizzanti ritenute appannaggio dell'uomo.
- Perdita di molti posti di lavoro per la classe classi medio/basse, mentre aumento di richiesta per posti ad alta professionalità nel settore ICT.
- Rischio di aumento della disoccupazione, povertà e della disuguaglianza. Ma è colpa dell'IA o dei modelli economici/politici adottati? Ridistribuzione del Reddito? Investire nelle formazioni.
- Cosa può fare l'IA al riguardo? Non subiamola, ma invece utilizziamola per ottenere applicazioni con impatti positivi e profondi sulla società e l'economia.
- (*“Artificial intelligence and life in 2030”*, Stanford University – settembre 2016).



Riflessioni etiche

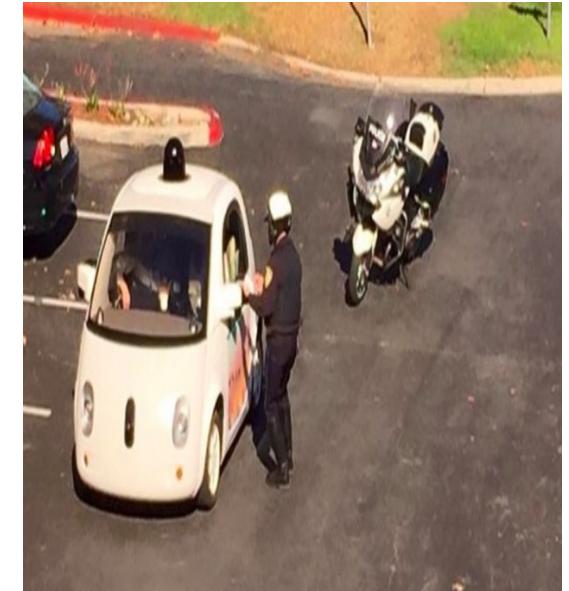
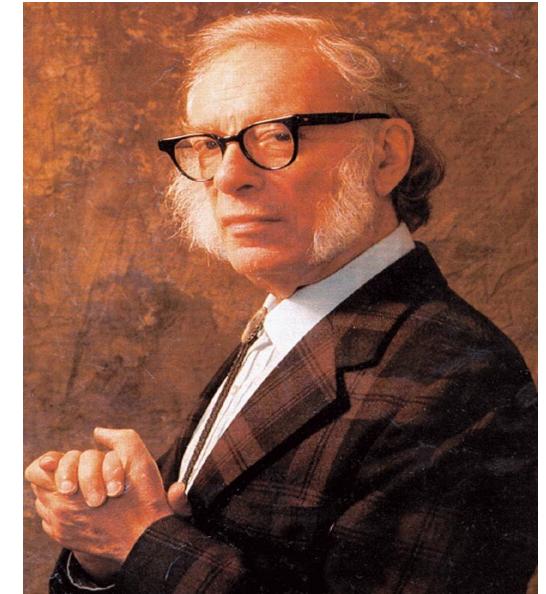
Droni armati, auto con guida autonoma, sistemi di AI che guadagnano in Borsa ecc..

Chi ha la responsabilità delle eventuali violazioni?

Sono necessarie delle regole:

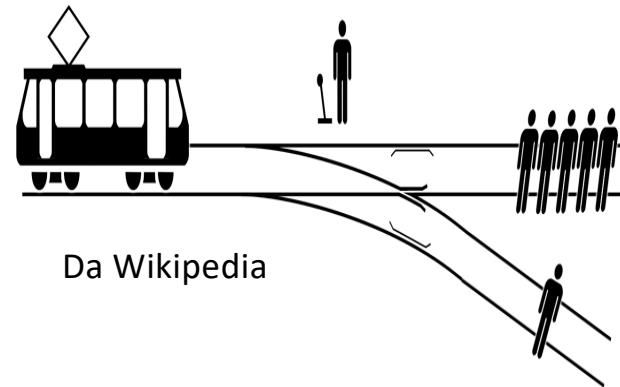
- Regolamento sull' utilizzo delle armi autonome.
- Obbligo per le applicazioni di intelligenza artificiale di spiegare il motivo di una decisione (Regolamento generale sulla protezione dei dati, GDPR 2018, Comunità europea).
- Cross Industry collaboration (Google, Apple, Amazon, IBM, Microsoft).

Man mano che cresce l'autonomia dei robot si parla di **etica dei robot** intesi come entità decisionali autonome (Asimov, le 3 +1 leggi della robotica da «*Io, Robot*»).



Il dilemma del carrello

- E' un esperimento mentale di filosofia etica connesso alle discussioni relative alle decisioni nei sistemi di AI e, in particolare, nelle auto a guida autonoma.
- Un autista di un tram conduce un veicolo capace solo di cambiare rotaia (tramite deviatoio), senza la possibilità di frenare.
- Sul binario percorso si trovano cinque persone legate e il tram è diretto verso di loro.
- Tra il tram e le persone legate si trova un binario parallelo, sul quale è presente una persona legata.
- La persona nei pressi del deviatoio ha un'alternativa che comporta due sole opzioni: lasciare che il tram prosegua dritto la sua corsa, uccidendo le cinque persone, oppure azionare lo scambio e ucciderne una sola.
- Scelta che minimizza il numero delle vittime? Ma chi sono io per decidere/intervenire sulla vita di altri?



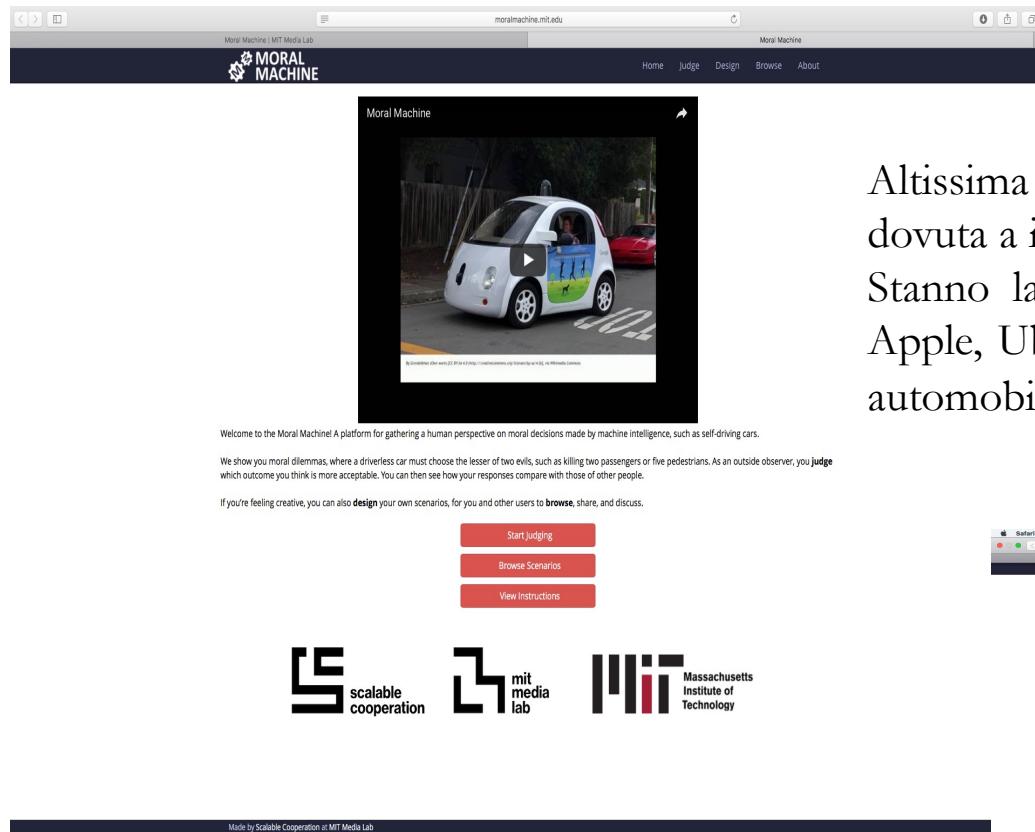
Da Wikipedia



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

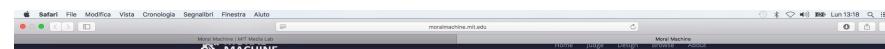
La Moral Machine

<https://www.moralmachine.net>



The screenshot shows the homepage of the Moral Machine website. At the top, there's a navigation bar with links for Home, Judge, Design, Browse, and About. Below the navigation is a large image of a self-driving car. A video player interface is overlaid on the image, showing a play button. Below the image, there's a brief description of the platform: "Welcome to the Moral Machine! A platform for gathering a human perspective on moral decisions made by machine intelligence, such as self-driving cars. We show you moral dilemmas, where a driverless car must choose the lesser of two evils, such as killing two passengers or five pedestrians. As an outside observer, you judge which outcome you think is more acceptable. You can then see how your responses compare with those of other people. If you're feeling creative, you can also design your own scenarios, for you and other users to browse, share, and discuss." There are three red buttons at the bottom: "Start Judging", "Browse Scenarios", and "View Instructions". At the very bottom, it says "Made by Scalable Cooperation at MIT Media Lab". Logos for Scalable Cooperation, MIT Media Lab, and Massachusetts Institute of Technology are also present.

Altissima mortalità e disabilità permanente dovuta a incidenti stradali
Stanno lavorando all'auto senza pilota Google, Apple, Uber e la maggior parte delle grandi case automobilistiche, a cominciare da Ford e BMW.



Verso un'Intelligenza Artificiale benefica...

“Up to now, AI has focused on systems that **are better at making decisions**; but this is **not the same as making better decisions**. No matter how excellently an algorithm maximizes, and no matter how accurate its model of the world, a machine’s decisions may be ineffably stupid, in the eyes of an ordinary human, if **its utility function is not well aligned with human values**. . . . This problem requires a change in the definition of AI itself, from a field concerned with pure intelligence, independent of the objective, to a field concerned with systems that are provably beneficial for humans.”

(“*Provably Beneficial Artificial Intelligence*”, *Stuart Russell 2017*).



Stuart Russell, “*Provably Beneficial Artificial Intelligence*”, 2017
<https://people.eecs.berkeley.edu/~russell/papers/russell-bbvabook17-pbai.pdf>



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Per un'AI Sostenibile

- AI può avere un impatto benefico sullo sviluppo sostenibile per l'economia, la società e l'ambiente
- “**Computational Sustainability**” coinvolge differenti aree e sfide globali che coinvolgono tutta l’umanità (ad esempio la disuguaglianza, la povertà, il clima l’energia, le risorse naturali, i fattori sociali, la vita umana, la salute..).
- L’approccio deve essere integrato, richiede diverse tecniche di AI per gestire (big) dati, informazioni, conoscenza incerta.
- Verso un’AI **human-centric**.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Ethics guidelines for trustworthy AI

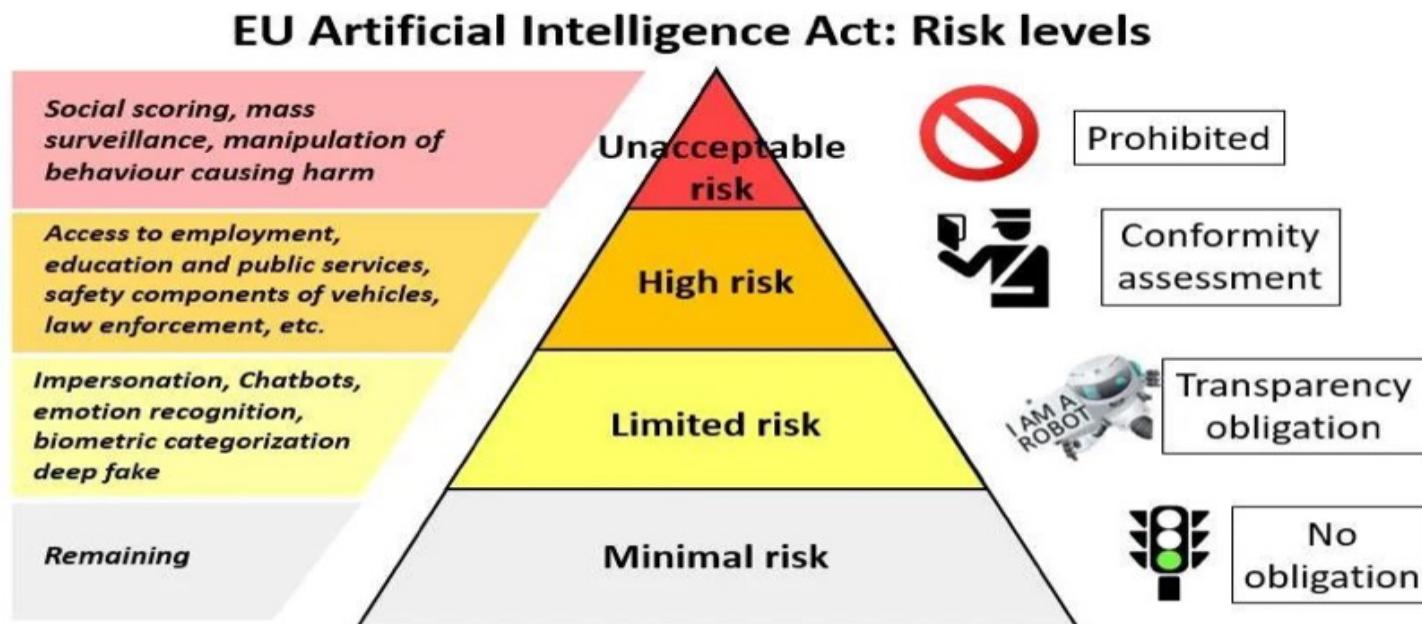
- Prodotto dall' European Commission's High-Level Expert Group on Artificial Intelligence (AI HLEG).
- “Trustworthy AI has two components: (1) it should respect fundamental rights, applicable regulation and core principles and values, ensuring an “ethical purpose” and (2) it should be technically robust and reliable since, even with good intentions, a lack of technological mastery can cause unintentional harm.”
- “Incorporate the requirements for Trustworthy AI from the earliest design phase: Accountability, Data Governance, Design for all, Governance of AI Autonomy (Human oversight), Non-Discrimination, Respect for Human Autonomy, Respect for Privacy, Robustness, Safety, Transparency.”
- “Foresee training and education, and ensure that managers, developers, users and employers are aware of and are trained in Trustworthy AI.”
- <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/draft-ethics-guidelines-trustworthy-ai>



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

EU-AI ACT

Il Parlamento europeo ha approvato il Regolamento denominato AI Act, destinato a regolamentare l'impiego dell'intelligenza artificiale nell'Unione europea nel 2024.



<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/ai-pact>



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Conclusioni



Grandi passi avanti dell' AI negli ultimi tempi grazie all'approccio data-driven che richiede una grande mole di dati e potenza di calcolo (cloud, architetture parallele).

AI generativa (ChatGPT)

Aree di ricerca correlate emergenti: Bigdata, Internet of Things (IoT)

Una tecnologia è vincente quando diventa “invisibile” parte della nostra vita, AI è ovunque (aerei, banche, medicina, borsa, clima,) fra noi.

Ne futuro... Necessità di integrazione di tecniche della AI classica e di quella moderna.

Integrazione con i livelli percettivi e sub-simbolici (architetture ibride).

Collaborazione con umani, condivisione della conoscenza.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Intelligenza Artificiale dove:

- Esistono molte associazioni scientifiche e conferenze che hanno come principale obiettivo lo studio dell'IA, le sue applicazioni e la sua diffusione e promozione come disciplina.
- Association for the Advancement of Artificial Intelligence (AAAI) (prima denominata American Association for Artificial Intelligence). Fondata nel 1979, rappresenta principalmente la comunità americana e organizza la AAAI Conference on Artificial Intelligence.
- European Association for Artificial Intelligence (EurAI), (prima denominata ECCAI). Fondata nel 1982, rappresenta principalmente la comunità europea e organizza la ECAI European Conference on Artificial Intelligence.
- Associazione Italiana per l'Intelligenza Artificiale (AI*IA). Fondata nel 1988, rappresenta principalmente la comunità Italiana e organizza la Conferenza Italiana di IA.

- La maggiore conferenza mondiale dell'IA è l'International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI) che si è svolta in anni alterni a partire dal 1969.
- Nel 2025 ECAI conference evento internazionale a Bologna.

Intelligenza Artificiale dove:

In Italia presso quasi tutte le Università italiane. Comunità molto ricca e ben riconosciuta a livello internazionale.

Anche all'Università di Bologna, presso vari Dipartimenti.

In particolare nel Dipartimento di Informatica - Scienza e Ingegneria – (DISI)

- Gruppi di ricerca su Intelligenza Artificiale
- Corsi di intelligenza Artificiale nei Corsi di Laurea di Informatica (Bologna), Ingegneria Informatica (Bologna) e Ingegneria e Scienze Informatiche (Cesena) e dall' AA 2019/2020. Laurea Magistrale in Artificial Intelligence.
- Ricerca e Formazione nell'ambito del Dottorato.
- Centro Interdipartimentale su Human-Centered AI.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Alcuni riferimenti:

- Per materiale didattico:
 - Sito del Corso di Fondamenti di Intelligenza Artificiale, Laurea magistrale in Ingegneria Informatica, Università di Bologna.
virtuale.unibo.it
- Per un testo di riferimento (a cui sono ispirate parti delle slides):
 - S. Russel and P. Norvig: “Intelligenza Artificiale - Un Approccio Moderno”, Milano, Pearson, 2005 e successive edizioni.
- Per libri divulgativi sugli sviluppi futuri del “Machine Learning” e dell’IA:
 - Pedro Domingos: “L’ algoritmo definitivo. La macchina che impara da sola e il futuro del nostro mondo”, Boringhieri, 2016.
 - Nello Cristianini: : “La Scorciatoia. Come le macchine sono diventate intelligenti senza pensare in modo umano”, Il Mulino, 2023.



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA