

Introduzione all'intelligenza artificiale

IIA Code: 586AA ECTS: 6 Semester: II

Alessio Micheli, Paolo Mancarella

a.a. 2022/2023

IIA edizione 2023

- Docenti:
 - Prof. Alessio Micheli (ricevimento: dopo la lezione del giovedì)
 - <http://pages.di.unipi.it/micheli> Email: alessio.micheli@unipi.it
 - Prof. Paolo Mancarella (ricevimento: appuntamento via email)
 - <http://pages.di.unipi.it/mancarella> Email: paolo.mancarella@unipi.it
- Pagina del corso (Moodle: elearning. di.unipi.it):
<https://elearning.di.unipi.it/course/view.php?id=325>
 - Self enrolment (Student)
 - Informazioni, note delle lezioni e esercitazioni, altro materiale didattico utile in progresso con lo svolgimento del corso.

Modalità delle lezioni



- Le lezioni 2023 si svolgono in aula (“in presenza”): si veda per istruzioni il sito: <https://didattica.di.unipi.it/laurea-in-informatica/orario-informatica/>
- Meccanismo di iscrizione degli studenti per la frequenza “in presenza”, attraverso la App “[Agenda Didattica](#)” → Accesso a Teams



- Registrazione lezioni: Teams **586AA 22/23**
 - Come accedere alle registrazioni? ML Teams: File (tab) → Recordings
 - *Informalmente* (e.g. studenti lavoratori) potete seguire registrazioni o in streaming via Teams (ma in questo caso senza garanzia di interazioni)
- Please, *mantenere silenzio in aula* (per le registrazioni), ovviamente eccetto domande
- Inizio puntuali, ma intervallo



IIA: edizione 2023 (cont.)

- Struttura del corso (6 CFU):

- **Parte 1:** Risoluzione dei problemi come ricerca (Alessio Micheli)

- **Parte 2:** Rappresentazione della conoscenza e ragionamento (Paolo Mancarella)

~ 3CFU

- **Parte 3:** Introduzione all'apprendimento automatico (Alessio Micheli)

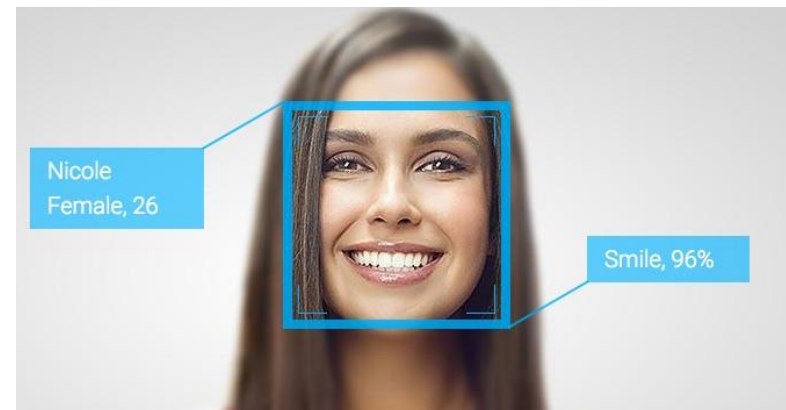
~ 3CFU

3 esempi estremi (ed emblematici)

- Puzzle: difficile? semplice?
 - Ma come risolverlo sistematicamente (*razionalmente*)? Vedremo che è semplice farlo tramite algoritmi già noti (in IA visti come tool per il *problem solving*)
- Dimostrazione di teoremi
- Face recognition/detection:
 - ci porta ai metodi del *Machine Learning* (nuovi per voi)

1	2	3
4	5	6
7	8	

5	2	7
8	4	
1	3	6



Intelligence: the human tool

AI: the new human tool



AI

Motivazioni: cenni all'utilità

- **Culturale:**
 - Completamento del vostro percorso informatico
 - Stimolo per un'area dai confini di ricerca e applicativi ancora molto aperti
- **Opportunità:** essere parte delle sfide aperte
 - Più della metà delle aziende operanti nel mondo impiega qualche sistema di IA (vedi dati a fine parte storica)
 - GPT (General-purpose technologies): potenzialmente in grado di influenzare drasticamente le strutture economiche e sociali preesistenti
 - Secondo alcuni esperti, il suo impatto sarà “maggiore di qualsiasi altra cosa nella storia dell'umanità” ([Kai-Fu](#))
- **Impatto universale**, occupandosi di «incrementare/amplificare l'intelligenza», può aiutare ogni altra disciplina a risolvere le grandi sfide dell'umanità (salute, ambiente, energia, risorse ...)

Cosa è l'IA? Question time



- **Intelligenza Artificiale: costruire entità intelligenti**
- **Ma cosa significa “intelligente”?**
- **Provate a dare la vostra definizione ...**

- *A collection of definitions of intelligence*, Shane Legg, Marcus Hutter, 2007 [<https://arxiv.org/abs/0706.3639>]
 - Settanta definizioni di intelligenza, di cui 35 fuori dal settore AI.
 - Qualità intrinseca o comportamento?
 - Difficile arrivare ad una definizione condivisa e completa perché esistono diversi tipi di “intelligenza”.

Che tipo di capacità? (diversi focus nella storia dell'IA)

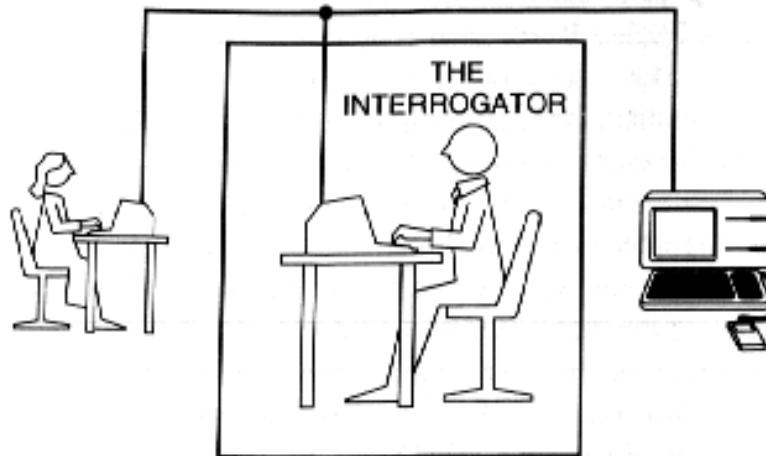
- Capacità di simulare il comportamento umano?
- Capacità di ragionamento logico/matematico?
- Intelligenza come competenza “da esperto”?
- Intelligenza come “buon senso” (*common sense*)?
- Capacità di interagire efficacemente con un ambiente?
- Capacità sociali, di comunicazione e coordinamento?
- Capacità di comprendere e provare emozioni?
(*intelligenza emozionale*)
- Capacità di acquisire esperienza? Adattarsi e apprendere?
- Creatività?

Obiettivi dell'IA (I): Diversi approcci

- Modellare («fedelmente») l'essere umano:
 1. Agire umanamente: **Test di Turing** (→ prossime slide)
 2. Pensare umanamente: modelli cognitivi per descrivere il funzionamento della mente umana
- Raggiungere risultati ottimali
 3. Pensare razionalmente: studio di facoltà mentali tramite modelli computazionali, e.g. la *tradizione logicista* (per lo studio delle leggi/processi del pensiero che si ritiene «guidino» la mente)
 4. Agire razionalmente: **Agenti razionali**, automazione del comportamento intelligente (→ prossime slide)

1. Test di Turing (I)

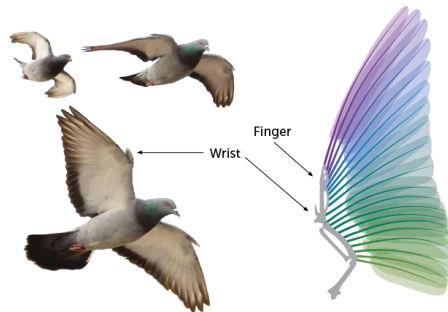
[“Can machine think?”, *Computing machines and Intelligence*, 1950]



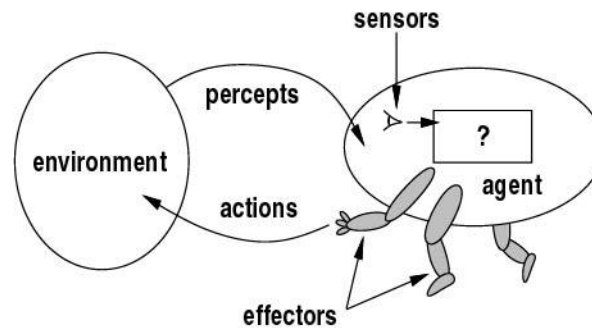
- **The imitation game.** Semplificando: Tre partecipanti: L'esaminatore deve decidere, conversando attraverso la telescrivente, se sta conversando con un umano o una macchina; se non sa distinguerli (in varie prove) dopo alcuni minuti di conversazione la macchina vince ...

1. Test di Turing (II)

- L'articolo di Turing ha innescato un grande *dibattito culturale* sulla possibilità o meno di riprodurre l'intelligenza nelle macchine
- E molta discussione se sistemi intelligenti attuali abbiano superato una delle versione del test
- Tuttavia, forse il test di Turing non è poi così interessante ...
- In ingegneria aereospaziale non hanno mai definito il loro obiettivo come “*creare delle macchine in grado di volare come piccioni, in maniera così perfetta da ingannare gli altri piccioni*”



4. Agenti razionali



- Visione del corso (ALMA): costruzione di **agenti razionali**
 - percepiscono dall'ambiente, operano autonomamente , si adattano
- fanno la *cosa giusta*, agiscono in modo da ottenere il miglior risultato (o risultato atteso), calcolando come agire in modo efficace e sicuro in una varietà di situazioni nuove
- Vantaggi dell'approccio:
 - Estendibilità e generalità (Es. Uomo, agente robotico, agente software ... e offre una visione che include molti paradigmi dell'IA)
 - Misurabilità risultati rispetto all'obiettivo (ad esempio valore che misura una prestazione) versus generica imitazione dei processi del pensiero umano
 - Limiti: trattabilità computazionali, rischi ed etica degli obiettivi
- Visione che introdurremo dalla prossima (lezione 2)



Da “Strategic directions in AI” [1996]”

Riconcilia le visioni analitica e costruttiva, o limitata al pensiero/comportamento, dell'Intelligenza Artificiale.

- Il settore dell'IA consiste nell'indagine tecnologica e intellettuale, a lungo termine, che mira al raggiungimento dei seguenti obiettivi scientifici e pratici:
 - costruzione di macchine intelligenti, sia che operino come l'uomo che diversamente;
 - formalizzazione della conoscenza e meccanizzazione del ragionamento, in tutti i settori di azione dell'uomo;
 - comprensione mediante modelli computazionali della psicologia e comportamento di uomini, animali e agenti artificiali;
 - rendere il lavoro con il calcolatore altrettanto facile e utile del lavoro con persone, capaci, cooperative e possibilmente esperte.

[da *Strategic Directions in Artificial Intelligence*, ACM 1996]



Fondamenti dell'IA

E' disciplina **Informatica** con fondamenti da molte altre aree (inerentemente interdisciplinare):

- Filosofia (vedi note storiche)
- Matematica (vedi nozioni propedeutiche al corso)...
- Economia (teoria delle decisioni, RO, ...)
- Neuroscienze (cervello sorgente del pensiero, oggi anche «brain pri»)
- Psicologia (comportamento della mente e scienze cognitive)
- Teoria del controllo e cibernetica (modelli con autoregolazione e autonomia)
- Linguistica (forte interconnessione tra linguaggio e pensiero, rappresentazione della conoscenza)

Breve storia dell'IA - Sintesi



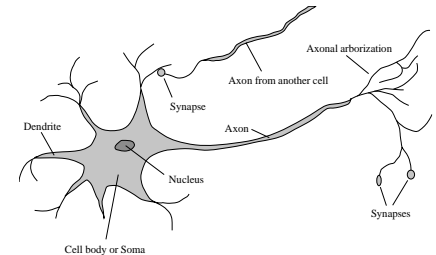
- «Desiderata» dei **filosofi antichi**: Aristotele, da *automi* per sollevare l'uomo dalle fatiche del lavoro (e.g. Talos) alle leggi razionali della mente, ...
- Studi filosofici sulla possibilità di dotare le macchine di intelligenza (e.g. Aristotele, Hobbes, Cartesio, ...) e studi concreti con le prime macchine calcolatrici fisiche (e.g. Pascal, Leibniz) o astratte (Turing)

E **dal 1940** con periodi di alternanza tra «crisi» e grandi avanzamenti:

- Studi sulla risoluzione di problemi «difficili» (e.g. giochi) e sulla codifica della conoscenza in modo formale (logico) [**IA «classica»**]
- Studi sulla gestione dell'**incertezza** del mondo reale
- Studi sulla capacità di apprendimento e adattamento automatico
- **Premi Turing** («nobel» dell'Informatica) in area IA: [M. Minsky](#) (1969), [J. McCarthy](#) (1971), [H. Simon](#) (1975), [E. Feigenbaum](#) e [R. Reddy](#) (1994), [J. Pearl](#) (2011), [Y. Bengio](#), [G. Hinton](#), [Y. LeCun](#) (2019), ... chi? ;-)

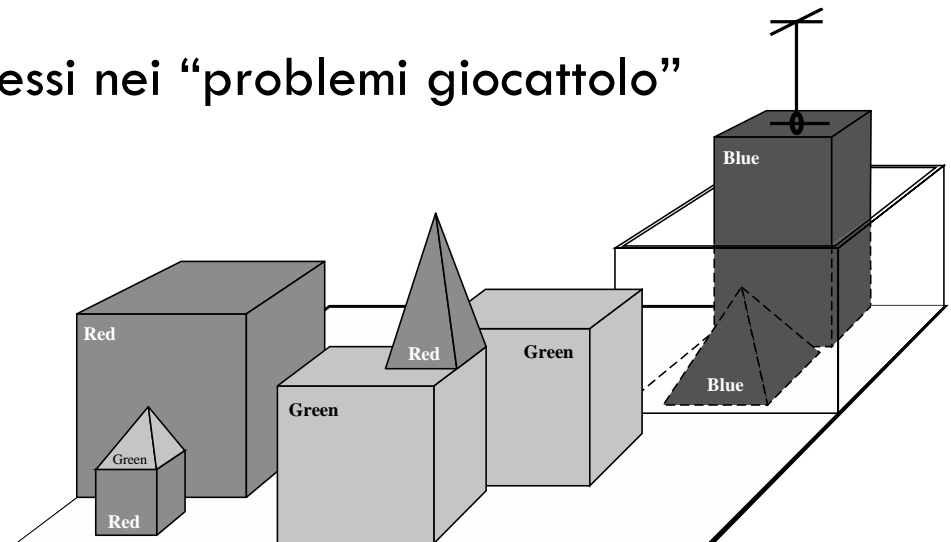
Gli inizi (1943-1956)

- Mc Culloch & Pitts (1943): **Reti Neurali** e calcolo proposizionale;
Hebb (1949); Minsky (1950): rete neurale “fisica”
Turing (1947): il test, ma anche da programmare l'IA all'apprendimento automatico
- **Conferenza di Dartmouth, NH, USA (1956)**
 - Viene coniato il termine “*Intelligenza Artificiale*”
 - Presenti ~10 scienziati per due mesi
 - Iniziativa promossa sulla base della «congettura per cui, in linea di principio, ogni aspetto dell'apprendimento o qualsiasi altra caratteristica dell'intelligenza possano essere descritte così precisamente da poter costruire una macchina che le simuli»



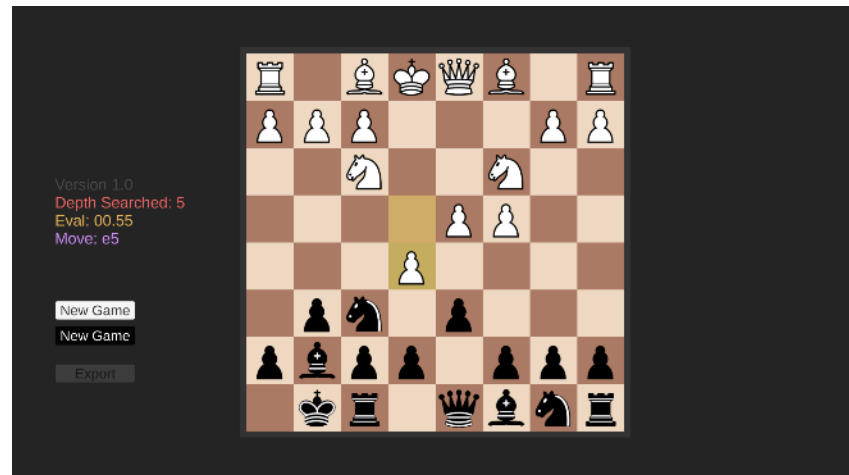
Grande entusiasmo ed aspettative (1956 -1969)

- **Ragionamento simbolico:** Dimostratori di teoremi: Logic Theorist (Newell & Simon 57), Geometry Theorem (Gelenter 59) : Analogy (test di intelligenza) (Evans) 63, e molti altri
- **Giochi:** Samuel e la dama (con apprendimento)
- **Piani di azione da conoscenza generale:** Advice Taker (McCarthy)
- Prime forme di **unità neurali con apprendimento** (Rosenblatt 62)
- ...
- **Micromondi** (Minsky) e successi nei “problemi giocattolo”



Una parentesi: Giocare a dama o a scacchi (I)

- Le previsioni (una storia istruttiva):
 - Newell e Simon 1957: “tra 10 anni le macchine saranno dichiarate campioni del mondo di scacchi” ...
 - Dreyfus anni '60: “una macchina non sarà mai in grado di giocare a scacchi”
[*Che cosa non possono fare i computer*]
- Com'è andata a finire?



Il racconto gli scacchi (II) *[da 'Macchine come noi', O. Stock]*

New York, Settima strada, 11 maggio 1997.

Sta per concludersi una partita a scacchi formidabile, forse la più seguita di tutti i tempi.

In palio oltre un miliardo di lire.

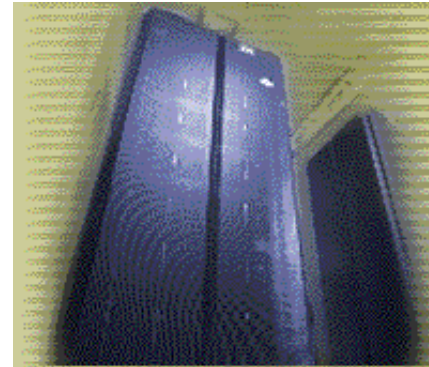
Quello con la testa tra le mani e lo sguardo corrucciato è il campione

Gary Kasparov, 34 anni, il più grande giocatore di tutti i tempi

...



Giocare a scacchi (III)



- 1997: Deep Blue, sconfigge il campione mondiale di scacchi, Kasparov
- Deep Blue, computer IBM Risk 2000 ...
 - riesce a valutare 200 milioni di mosse al secondo
 - conosce 600.000 aperture di partita

... ma è davvero “intelligente”? (IV)

- Fortuna?
- Vantaggio psicologico?
 - Contromosse di Deep Blue pressoché immediate
 - Kasparov si sentiva come la “speranza del genere umano”
- Forza bruta?
 - 36 miliardi di posizioni in 3 minuti
- Oggi l'IA domina su tutti i giochi, anche con calcolatori meno potenti: ultimo a “resistere” il gioco del “go”, fino ad AlphaGo, 2016 (problem solving classico+ reti neurali)
- Esempio di «IA debole»: al contrario dell'«IA forte», non ha lo scopo di possedere abilità cognitive generali, ma piuttosto di essere in grado di risolvere esattamente un singolo problema

Una dose di realismo (1966-1973)

- Eccesso di aspettative e «promesse»
- Manipolazione simbolica **sintattica** non adeguata (e.g. per la traduzione)
- La soluzione dei problemi nei micromondi “**non scala**” per problemi reali (esplosione combinatoria e intrattabilità computazionale)
- Limiti di rappresentazione di **singole unità neurali** (Minsky e Papert, *Perceptrons*), benché soluzioni per *reti* neurali esistessero già in ambito scientifico
- Rapporto Lighthill in UK (1973) → Taglio a fondi di ricerca e **Primo inverno dell'IA**

Sistemi esperti (1969-1986) I

- Restringersi a trattare conoscenza specifica del dominio.
“Knowledge is power!”
- Una serie di successi nei sistemi esperti negli anni 70-80:
 - Dendral (Chimica), Mycin (Medicina), R1 /XCON (configurazione hw), ...
- Esempi di ambizioni:
 - 1982-90: progetto giapponese “Fifth Generation computer programme” (fondato su sistemi paralleli e programmazione logica, Prolog)
 - Grandi investimenti in industrie

Sistemi esperti (1969-1986) II



- **Nuovo inverno dell'IA**

Esempio: a fine anni 90 termina il “Fifth Generation computer programme”

- **Problemi:**

- Il collo di bottiglia: l'acquisizione di conoscenza (non appresa in modo automatico)
- Sistemi di ragionamento senza gestione dell'incertezza
- La mancanza di “buon senso” o “senso comune”

- Molti progetti per costruire una base di conoscenza universale per dotare i computer di “**senso comune**” (e conoscenza da *ontologie*)

- E.g. CYC (dal 1986, oggi integrato con ML), DBpedia ..., Google Knowledge Graph: milioni di entità/concetti, miliardi di fatti

Ripresa dal 1990 ed «esplosione» dal 2012 (AI Spring/«Revoution»)

- Forte impulso dell'area del **Machine Learning**, in particolare con il «Rinascimento» delle reti neurali iniziato da metà anni 80 e seguito a forti sviluppi della ricerca
- “Learning core of intelligence” (sia biologica che artificiale)
- Apprendimento come via strategica (unica) per dotare sistemi di intelligenza: difficoltà di “programmare” l'intelligenza (Turing)
 - Passaggio da «codice» che prescrive la procedura a «modello» che rappresenta la conoscenza acquisita automaticamente (data-driven)
- Ampliamento confini applicativi per la costruzione di nuovi *sistemi intelligenti adattivi* e di *intelligence data analysis* (data mining e data science)

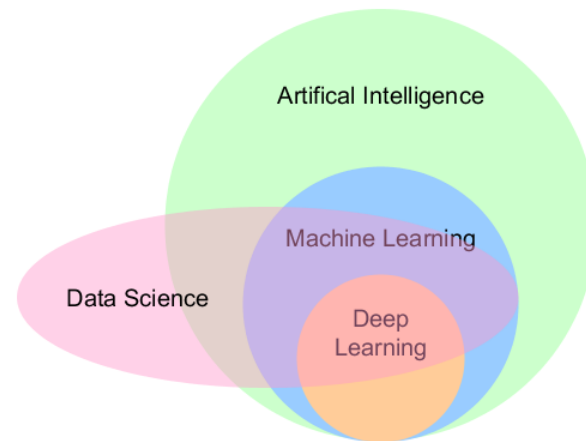
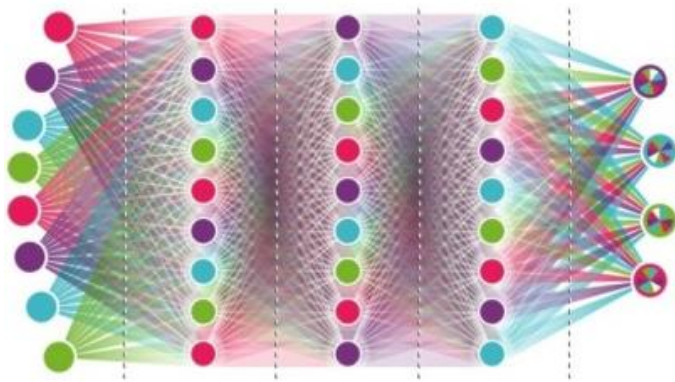
Reti neurali: altri aspetti concettuali (I)

- Caratteristiche (favorevoli I)
 - Capacità acquisizione automatica della conoscenza (dai dati) (flessibilità)
 - Capacità adattamento automatico a contesti diversi o dinamici (flessibilità)
 - Capacità di trattare incertezza e dati rumorosi del mondo reale (robustezza)
 - (Vaga) ispirazione neurobiologica



Reti neurali: altri aspetti concettuali (II)

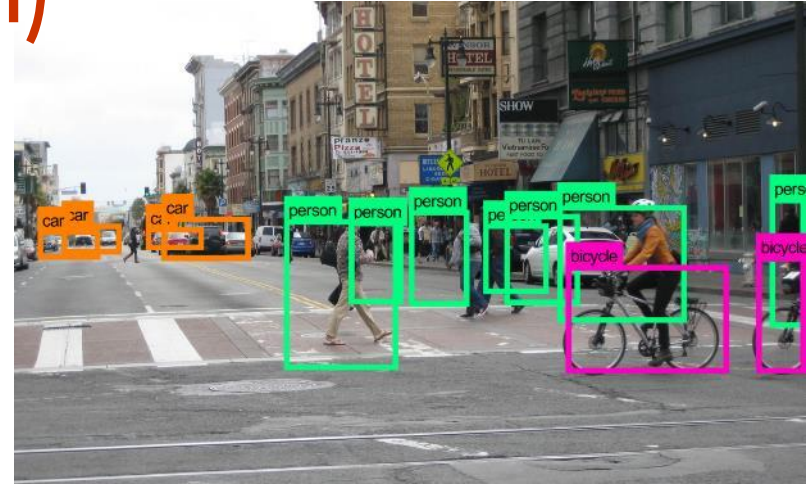
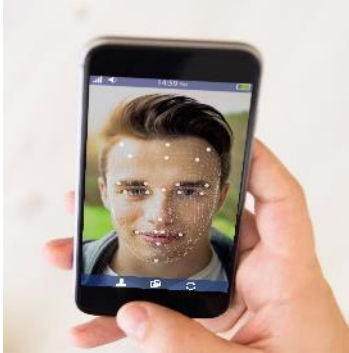
- Caratteristiche (favorevoli II)
 - Rappresentazione appresa dai dati in forma non-simbolica (**sub-simbolica**/connessionista o distribuita o basata sulle probabilità) più robusta vs «fragilità» della logica tradizionale e dei sistemi esperti
 - Possibilità di utilizzare più strati di unità neurali, con *diversi livelli di astrazione* nella rappresentazione della conoscenza estratta dai dati (reti neurali profonde, **deep learning**)



Deep learning «tsunami»

- E abbinando alla capacità dei modelli di ML una massiva **disponibilità di dati** (internet, social media, banche dati bio*, IoT, ..) + **HPC**
- dal 2010 le reti neurali profonde iniziano ad essere concrete in molte applicazioni della **grande industria**, portando numerosi esempi di successo (un cosiddetto «tsunami» rispetto agli approcci precedenti) in aree come:
 - Computer vision
 - Natural Language Processing
- Con prestazioni a livello di **capacità umana** in molti ambiti (riconoscimento immagini, vocale, traduzione, giochi, diagnosi mediche, ...)
- Vediamo alcuni (pochissimi) esempi (che hanno suscitato molto interesse, limitandosi all'area delle *immagini* e della *linguistica*)

Immagini (Computer vision)



Skin Cancer Classification with Deep Learning



- Il sistema (una rete neurale deep) può apprendere da 130.000 casi, molto più di quanto un medico possa fare «in molte vite»
- Raggiunge l'accuratezza di dermatologi certificati (Nature 2017)
- Trasferibile su app



Natural Language Processing

- **IBM Watson** (gennaio 2011)
sconfigge nel quiz televisivo **Jeopardy!** i due leggendari campioni (Brad Rutter e Ken Jennings) vincendo il primo premio di un milione di dollari.

Video



Dal 2016: Google *Neural* Machine Translation for the
“**Google Translate**” tool
Dal 2017: **DeepL**

.....

ChatGPT

- ChatGPT (lanciato il **30 novembre 2022**) è un **prototipo di chatbot** basato su IA e ML sviluppato da OpenAI specializzato nella conversazione con un utente umano
- Genera contenuti originali dopo apprendimento (con rete neurale a miliardi di parametri) da dati in rete e da interazione umana
- Ha attirato l'attenzione per le sue risposte dettagliate e articolate (rispetto ai sistemi precedenti), sta ancora ***sbagliando e imparando***
 - “We’ve trained a model called ChatGPT which interacts in a conversational way. The dialogue format makes it possible for ChatGPT to answer followup questions, admit its mistakes, challenge incorrect premises, and reject inappropriate requests”
- Tutt’ora oggetto di *grande dibattito* per impatto, accuratezza, limitazioni ma anche per le potenzialità e possibili applicazioni...
- Gennaio 2023: OpenAI balzata a 29 miliardi \$ di valutazione

ChatGPT (GPT-3.5)

- Dimostrazione teoremi
- Spiegare in maniera semplice un tema complesso (e.g. “spiegami questo concetto come lo spiegheresti ad un bambino”)
- Debug software
- Rielaborare testi
- Tradurre
- Creare giochi
-

“ChatGPT is at
capacity right now”

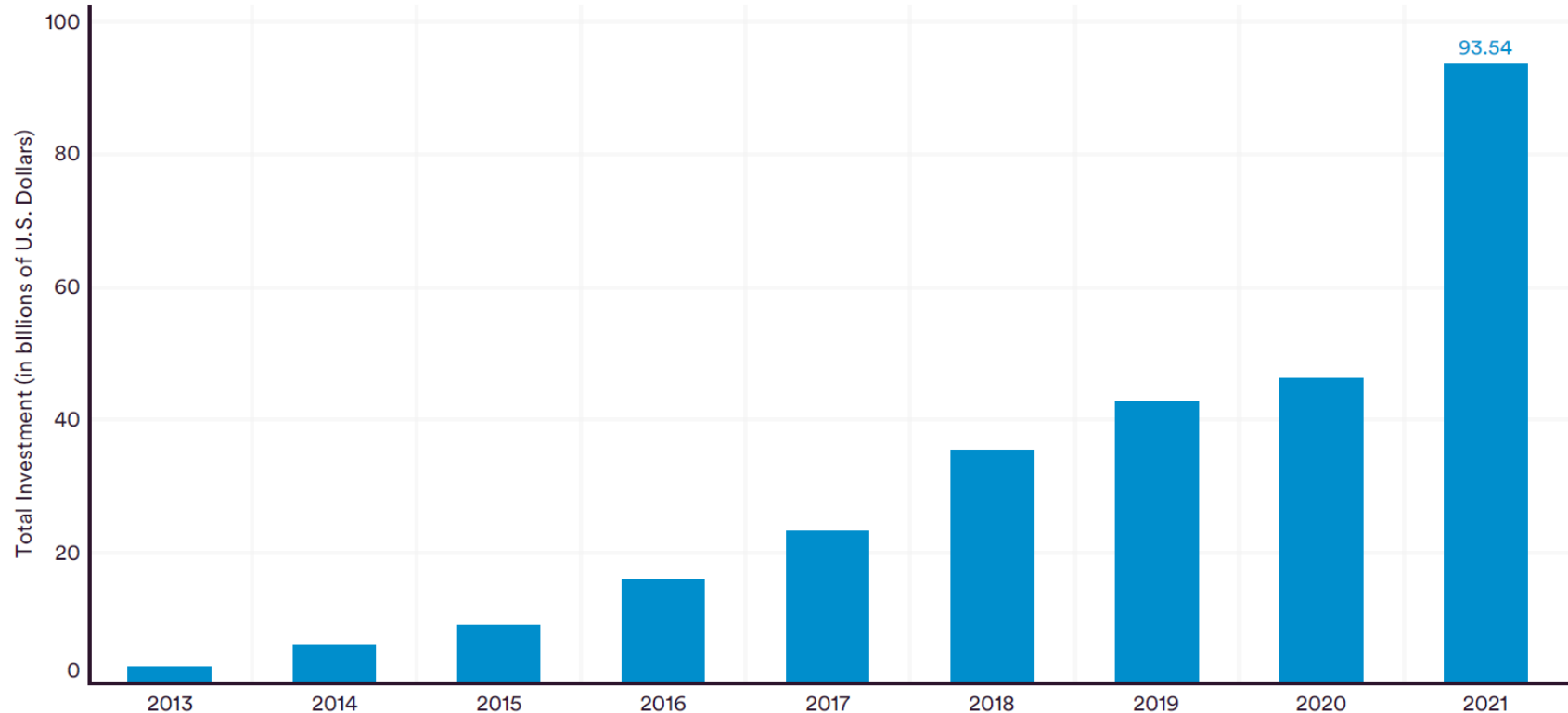
IA oggi (esempi di aree applicative)

- **Veicoli autonomi** (e.g. piloti aerei, guida autonoma, droni, ...)
- **Robotica** ([BigDog](#), [Atlas](#), Spot di Boston Dynamics)
- **Pianificazione e scheduling autonomo**
 - Esplorazione spaziale: Remote agent, EUROPA ... della NASA;
 - Pianificazione logistica di DARPA, pianificazione percorsi auto per Uber, Gogle Maps, ...
- **Traduzione automatica** (per il 99% della popolazione umana!)
- **Riconoscimento vocale**, nei personal assistants (Alexa, Google, Siri ...)
- **Raccomandazioni** (Amazon, Netflix, Spotify,..., Filtri spam)
- **Giochi** (Go!, videogiochi, ...)
- **Computer vision** (moltissime casistiche..)
- **Medicina**: supporto alla diagnostica, meglio se in collab. con il medico
- **Climatologia**, predizione di eventi climatici estremi
- *... l'unico limite è la nostra creatività*

Stanford AI-index Report 2022 (I)

PRIVATE INVESTMENT in AI, 2013–21

Source: NetBase Quid, 2021 | Chart: 2022 AI Index Report

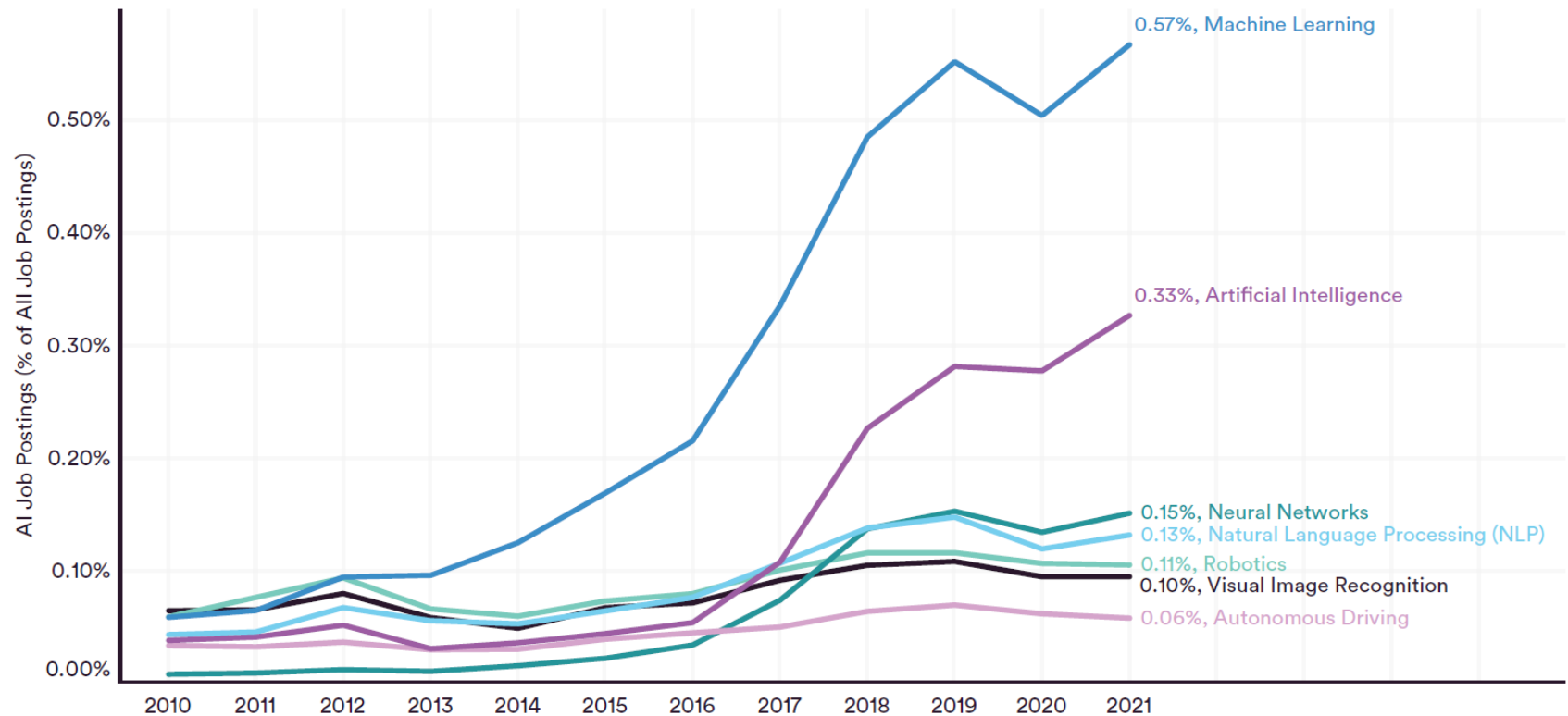


The private investment in AI in 2021 totaled around \$93.5 billion—more than double the total private investment in 2020

Stanford AI-index Report 2022 (II)

AI JOB POSTINGS (% of ALL JOB POSTINGS) in the UNITED STATES by SKILL CLUSTER, 2010–21

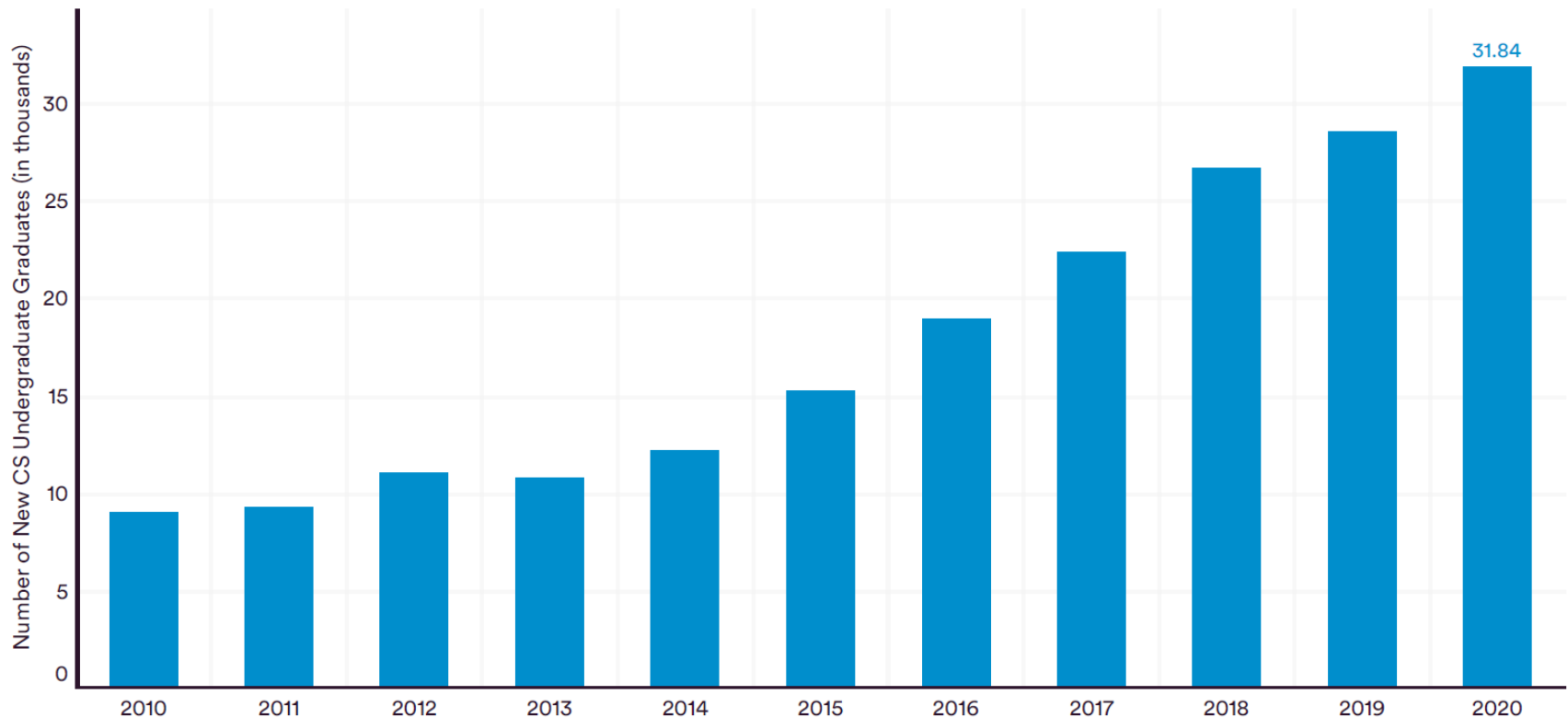
Source: Emsi Burning Glass, 2021 | Chart: 2022 AI Index Report



Stanford AI-index Report 2022 (III): studenti

NUMBER of NEW CS UNDERGRADUATE GRADUATES at DOCTORAL INSTITUTIONS in NORTH AMERICA, 2010–20

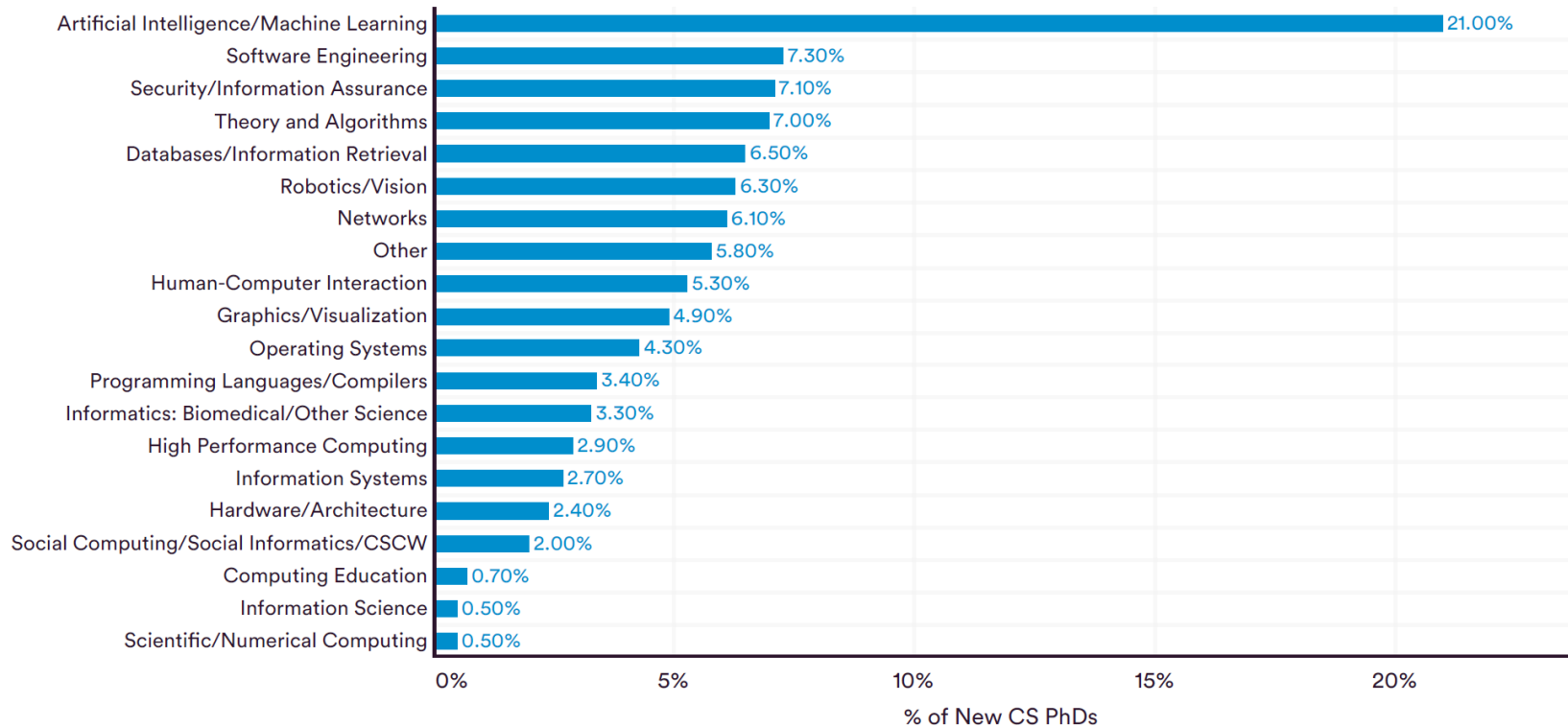
Source: CRA Taulbee Survey, 2021 | Chart: 2022 AI Index Report



Stanford AI-index Report 2022 (IV) - Ricerca - PhD

NEW CS PHDS (% of TOTAL) in the UNITED STATES by SPECIALITY, 2020

Source: CRA Taulbee Survey, 2021 | Chart: 2022 AI Index Report

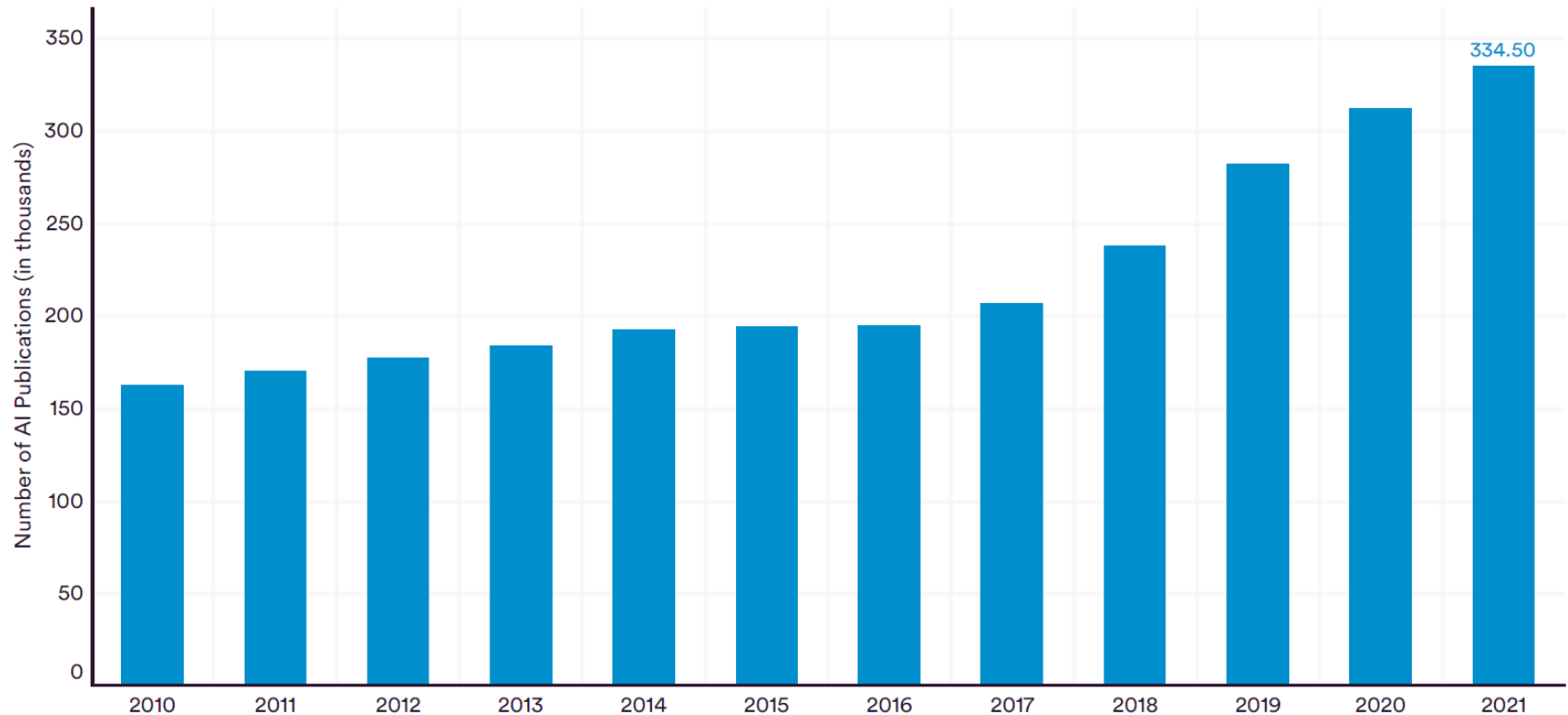


In 2020, 1/5 CS students who graduated with PhD degrees specialized in artificial intelligence/machine learning, the most popular specialty in the past decade.

Stanford AI-index Report 2022 (V) - Ricerca

NUMBER of AI PUBLICATIONS in the WORLD, 2010–21

Source: Center for Security and Emerging Technology, 2021 | Chart: 2022 AI Index Report



From 2010 to 2021, the total number of AI publications **doubled**, growing from 162,444 in 2010 to 334,497 in 2021.

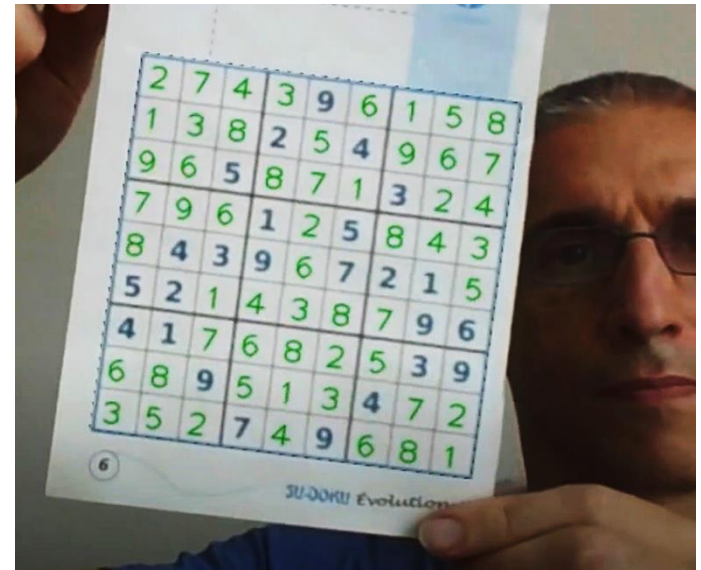
With ML and related areas taking a major role in the trend

IA: futuro?

- Non sappiamo dirlo! Ma potete farne parte!
- Messaggi:
 - 1) **Imparare dalla storia** (evitare «false promesse» e esagerate aspettative)
 - 2) Rilevanza della **sistematicità** degli studi e del **rigore**
 - 3) Curate la vostra **preparazione di base** (materia interdisciplinare con molti fondamenti)
 - 4) Siate pronti a “**cambiare idea**”, l’IA è ancora un’area rivoluzionaria e soggetta a cambiamenti di paradigma
 - 5) **Integrazione** tra le diverse sotto-aree e capacità, in particolare apprendimento e ragionamento, metodi neurali e simbolici, system 1 (intuizione) e system 2 (ragionamento lento), o integrare i modelli con architetture cognitive per una general purpose AI (AGI -artificial general intelligence)

Integrare approcci diversi: semplici esempi

- Il gioco del «go» (AlphaGo)
(problem solving + ML)
- Dimostrazione di teoremi
(ragionamento + DL per
euristiche, «intuizione»)
- Un semplice esempio:
risolutore di Sudoku “a vista”
 - Metodi computer vision (da
modelli di ML), risoluzione con
metodi di IA classica
 - https://www.youtube.com/watch?v=QR66rMS_ZfA



I sistemi di IA possono essere creativi?

Esempio dalla pittura

Lo stile di Van Gogh appreso e applicato a una foto.

Demo di [Artistic Style Transfer](#)

In maniera simile per la musica e per la poesia ...



Questione etica: opportunità e rischi

Come ogni mezzo potente l'IA offre grandi **potenzialità** ma anche **rischi** di misuse.

L'intelligenza artificiale ... deve essere benefica, “deve fare solo quello che noi vogliamo che faccia”.

- Servono ricerche non solo per rendere l'IA **più capace** ma anche fare in modo che sia **robusta** e **benefica** per la società (*Trustworthy AI*)
 - **Privacy, Robustness** (sicurezza), **Fairness** (equità, non discriminazioni), **Explainability** (e trasparenza più in generale)
 - **Responsabilità**: veicoli autonomi, etica delle macchine, armi autonome
 - Verifica (il sistema è 'corretto'?), validità (il sistema è 'giusto'?)
 - **Impatto energetico** (ambientale)
 - **Nuovi equilibri economici** (affrancandoci da lavori ripetitivi)
- Questo cambia il concetto di agente razionale che non deve perseguire solo i **suoi** obiettivi (*modello classico*) ma i **nostri**, che sono molto meno definiti.

Iniziative: esempi

- **Principi di Asilomar (2017):** <https://futureoflife.org/ai-principles/>
 - “1. Scopo delle ricerca: obiettivo della ricerca sull’IA deve essere creare non un’intelligenza senza orientamento, bensì una *intelligenza benefica.*»
- Iniziative per un codice etico della **Commissione Europea**
- «AI for Good» (**ONU**), stimolo per progetti orientato al bene comune
- Progetti Human-centered AI e.g. PNRR 2022



In sintesi ...

- È difficile dare una definizione univoca di “intelligenza” e quindi di “intelligenza artificiale”
- A seconda dei periodi storici gli approcci sono diversi, l'enfasi è diversa, gli obiettivi stessi sono diversi. ... un “*bersaglio mobile*”
- Disciplina di lunga storia, con molti cicli ma ancora «effervescente» e molto dinamica (mantiene il carattere rivoluzionario delle origini)
- Successi recenti:
 - “CS/AI is taking over the world... but *intelligence* is **not** everywhere **yet**... especially for *machines*”
- Futuro: grandi opportunità ...
- L'obiettivo ultimo è estendere la disponibilità di sistemi “intelligenti” per amplificare le nostre capacità intellettive, come contributo strategico per accelerare il progresso scientifico ed umano.

Il nostro corso di IIA

- Il corso fornisce una introduzione ai fondamenti dell'IA con una enfasi alle **evoluzioni del settore** dando ad esempio ampio spazio alla parte ML
- «**Introdurre**» all'intelligenza artificiale
 - Conoscenza e consapevolezza dell'IA come opportunità (vostra carriera professionale e il vostro contributo come informatici) e per il cittadino di domani
 - Meccanismi di base su *alcune* sotto-aree emblematiche (problem solving, rappresentazione conoscenza e ragionamento, ML)
 - Limiti e potenzialità
- Visione dell'**agente** (AIMA) come unificante dei diversi «linguaggi» dell'IA

Prerequisiti, Esame, programma, testi , ...

Prerequisiti & Background

- Prerequisiti:
 - Parti 1 & 2: Algoritmica; logica formale
 - Parte 3: Elementi di Analisi matematica: funzioni, calcolo differenziale; notazione e calcolo matriciale; algoritmica; elementi di calcolo della probabilità e statistica
- Assunti dagli esami del corso di laurea in Informatica
- Ma trovate sul Moodle del corso una sezione <**Prerequisiti & Background**> con materiale di ausilio a coprire i prerequisiti (anche per studenti di altri corsi di laurea)

Suggerimenti metodologici (hard work & enjoy)

- L'IA è materia ricca, all'apice del percorso formativo in CS
 - Non confondete le basi che avete (richiamate) con i concetti nuovi di IA
 - Richiede applicazione, basi forti (corsi precedenti), rigore, approfondimenti e capacità di affrontare problemi nuovi

Suggeriamo (dall'esperienza degli studenti, per aiutarvi):

1. Studio durante il corso (seguire, soprattutto la parte 3, no ALMA), con slide fornite in anticipo nel progresso del corso
2. Provare gli esercizi forniti autonomamente e farlo solo dopo lo studio della parte «teorica» (l'esercitazione non è materia di studio «mnemonico» ma di *test* e *applicazione autonoma*)
3. Le prove di esame non sono esercitazioni (too late!)
4. Don't forget: Enjoy! Fondamentale per motivarsi, «introdursi».

Domanda: Come non riuscire nel percorso di IIA?

Codice (di ausilio alle esercitazioni)

- Manteniamo anche un mezzo di ausilio aggiuntivo: **codice** per i principali algoritmi studiati nel corso
 - Autoverifica (esercizi)
 - Fai e sai
 - Enjoy! Stimolo applicativo e possibilità di esempi avanzati
- Materiale fornito:
 - Python: semplicità/diffusione/opportunità
 - Code semplificato e uniformato per il corso
 - con Documentazione e demo (in IT)

IIA ESAME: Premessa sui principi

- Forte incentivo a seguire il corso e svolgere le **verifiche intermedie (test in itinere)** (quindi anche a conseguire *rapidamente* l'esame)
- **Modalità**
 - I **mezzi** saranno quelli possibili in base alla disponibilità di aule e aggiornamenti dei regolamenti (ammessi spazi disponibili, nessuna emergenza pandemica, ecc)
 - **Info aggiornate** a lezione, su Moodle <Informazioni per le prove d'esame> e su le note degli appelli su esami.unipi.it
 - NOTA: È sempre **necessario iscriversi all'esame** sulla piattaforma esami.unipi.it ENTRO le scadenze lì indicate. Non sono ammessi studenti non iscritti. Sugeriamo di verificare le scadenze con **largo anticipo**, onde evitare spiacevoli disguidi.

IIA ESAME: Prove in itinere

- In corso: **3-4 verifiche intermedie** (ex compitini), **modalità incentivata**
 - A fine della parte 1, della parte 2, e una o due per la parte 3 del corso.
- **Test:** I test sono superati (con valutazione), anche ai fini della vostra «autovalutazione», o non superati
 - Risultati su Moodle (sezione ESAMI)
 - Necessario superare con successo ciascuno dei test intermedi (con soglia comunicata*) per superare l'esame o per l'ammissione all'eventuale** orale degli appelli maggio-luglio (purché non si riprovi il test)
 - ** «eventuale» in base alle casistiche delle slide successive

IIA ESAME: Prove in itinere (continua)

Modalità **in presenza** (vedi premessa)

- **Test scritto** in aula, su piattaforma Moodle con i vostri dispositivi (**BYOD**), con valutazione finale dopo tutti i compitini (voto)
- Se esito complessivo è sufficiente: *non* è necessaria la prova orale, *salvo* sia richiesto dai docenti (e.g. esiti tra parti sbilanciati)
Esiti finali: non ammesso, ammesso orale, voto verbalizzabile
 - Tipicamente orale non necessario (facoltativo) avendo già mostrato la vostra buona preparazione tramite l'ampia verifica di teoria e esercizi nel corso
- Chi supera i test intermedi si deve comunque **iscrivere** al primo appello utile estivo (mag-lug) per la verbalizzazione o orale (si veda precedente slide)
- **NOTA:** Per chi ha superato i compitini: all'iscrizione al primo appello utile dei 2 estivi **inserite una nota «in itinere»** e prenotatevi tramite **iscrizione su Moodle** attività «Agenda» (sezione ESAMI), specificando nelle note se si verbalizza o si vuol sostenere un orale
- Chi invece rifà il test (presentandosi) all'esame annulla le prove in itinere.

IIA ESAME: Altri appelli

- Oltre alle prove in itinere, 2 estivi (maggio-luglio), 1 settembre, 2 invernali, + 2 straordinari categorie previste
(<https://didattica.di.unipi.it/appelli-straordinari/>)

Modalità in presenza (vedi premessa)

- **Test** scritto in aula, su piattaforma Moodle con i vostri dispositivi (**BYOD**), con valutazione finale (voto)
 - Necessario superare il test (più ampio, con domande su tutte le parti del corso) per l'ammissione all'eventuale** orale dello stesso appello
 - **Non necessaria la prova orale (o facoltativa), salvo sia richiesto dai docenti (e.g. esiti tra parti sbilanciati)
 - Esiti finali : non ammesso, ammesso orale, voto verbalizzabile
 - Risultati su Moodle (sezione ESAMI) e prenotazioni attività «Agenda» specificando se si verbalizza o si vuol sostenere un orale

BYOD policy & altre info pratiche

- La prova si svolgerà in aula (vedere quali su esami.unipi.it) con un test scritto in aula, su piattaforma Moodle con i vostri dispositivi – **BYOD** (**laptop, tablet** o persino uno **smartphone**, collegati alla wireless del polo); segnalateci appena possibile e comunque entro l'iscrizione se non avete alcun dispositivo personale per svolgerla
- Assicuratevi di avere **batterie cariche** dotate di autonomia di almeno un'ora (tipicamente non sono presenti prese elettriche in aula).
- Portare con sé un **documento di identità** (C.I., tessera universitaria, etc.) per la vostra identificazione
- I test intermedi sulle sotto-parti del corso saranno **annunciati** in aula e con una news del sito Moodle del corso
- Una **demo** sarà resa disponibile sul sito Moodle di IIA prima della prima prova. Provatela e leggete le istruzioni prima di iniziarla.

Esame per IIA: Codici e edizioni passate

- Il corso IIA è di 6 crediti, codice **586AA**, per tutti gli studenti
 - Gli studenti di altri corsi di laurea che necessitino di codici diversi dal 586AA possono chiarirmi la loro posizione.
- **A.A. passati:** Chi deve svolgere la prova da **9 crediti** segue le prove di questo anno (compreso quelle in itinere) + orale [obbligatorio in questo caso] di integrazione per le parti aggiuntive
 - Maggiori informazioni sul sito Moodle su richiesta

Programma 2023

- Il programma sarà ridotto dal 2023 (in via sperimentale)
- Programma di massima:
 - <https://esami.unipi.it/esami2/programma.php?c=55546>
- Prossima lezione
 - La visione dell'Intelligenza Artificiale come costruzione di “agenti intelligenti” come quadro unificante ed inizio Parte 1 (Risoluzione di problemi come ricerca)

Testi di riferimento

- S. Russell, P. Norvig, “Intelligenza Artificiale: un approccio moderno”, Prentice Hall, **Terza edizione**, 2010 (AIMA)
 - *N.B. l'edizione in Italiano (Vol. 1) ha solo le parti 1 e 2 del programma*
 - *La quarta ed. 2021 può essere considerata ma non è ancora pienamente adottata*
 - *Sito di AIMA: <http://aima.cs.berkeley.edu/>*
- T. Mitchell, Machine Learning, McGraw-Hill 1997

Altro, e.g.:

- Per la parte ML saranno forniti altri riferimenti (testi) all'interno delle slide del corso (parte 3).
- Documentazione per gli algoritmi di esercitazione.

Rebus (dal prof. F. Luccio - Unipi)

LO STUDIOSO DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

2 4 1 1 4 = 7 5

