

2.Nascita e storia dell'IA UTE 2020

Fiat Turing Negli anni in cui alcuni pensatori – filosofi, matematici e logici - conducevano le loro ricerche che si riveleranno poi essenziali per l'informatica e l'IA, **Alan Turing** (1912-1954), si afferma come uno dei padri dell'informatica per aver inventato un modello astratto che **definisce una macchina in grado di eseguire algoritmi e dotata di un nastro potenzialmente infinito su cui può leggere e/o scrivere dei simboli.**

ACE il computer di Turing Questa macchina è realizzata come progetto da Turing chiamata ACE (Automatic Computing Engine), molto diversa dal primo computer della storia, l'ENIAC (acronimo di "Electronic Numerical Integrator and Calculator"), un elaboratore di numeri molto veloce ma che richiede, per cambiare programmazione, di riattaccare migliaia di interruttori e cavi. Per Turing occorre una macchina più semplice possibile quanto ad hardware e che possa svolgere diversi scopi semplicemente cambiando le istruzioni. [*"L'uomo che sapeva troppo"* di David Leavitt p. 170].

Nel giugno 1945 von Neumann presenta il progetto per la macchina, chiamata EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer), che si ispira alle ricerche di Turing, senza menzionarlo, specie in termini di programmazione. Turing allora si concentra sul suo progetto cercando di differenziarlo il più possibile dall'EDVAC.

L'ACE per Turing si differenzia per la sua capacità di "badare a se stessa" e di comprendere le istruzioni interpretandole in un modo ben definito. Ovviamente la macchina può non rispondere a certe questioni, come quelle indecidibili o fornire risposte sbagliate. Ma ciò non pregiudica l'intelligenza della macchina, come gli errori commessi da molti matematici non significano che siano stupidi. Ogni matematico del resto è sottoposto ad un lunghissimo addestramento, e anche la macchina ne ha diritto. Pertanto è essenziale che la macchina apprenda. L'ACE dev'essere digitale piuttosto che elettronica poiché ciò le consente di essere una macchina universale **eseguendo qualsiasi compito che potrebbe essere svolto da un calcolatore umano in un decimillesimo del tempo.** La macchina quindi dev'essere molto veloce e semplice impiegando un vocabolario simbolico di base ridotto agli operatori logici "e" "oppure" "non" "se e solo se" "mai". Per svolgere i suoi compiti l'ACE deve disporre di una memoria molto grande e all'occorrenza in parte cancellabile.

L'ACE non è mai stato costruito e le nostre macchine sono eredi di quella di von Neumann, ma diversi suoi aspetti le hanno influenzate, ad es. il microprocessore che è una macchina universale in un chip, nella microprogrammazione e nell'architettura RISC (Reduced Instruction Set Computing) che utilizza un'istruzione minima sul chip.

Turing non concepisce il computer banalmente come un dispositivo per il calcolo, ma, insieme a Shannon (altro pioniere dell'informatica), come **una macchina capace di imitare il comportamento del cervello umano**, una macchina effettivamente **capace di pensare.** [*"L'uomo che sapeva troppo"* di David Leavitt p. 164 e 169].

Turing filosofo Di conseguenza egli propone in un saggio del 1950 il celebre esperimento mentale, che porta il nome di **test di Turing.** Secondo questo test **una macchina è dotata di intelligenza di tipo**

umano se è in grado di conversare attraverso un terminale con un uomo senza che questi si accorga che si tratta di una macchina. Ovvero la macchina di Turing è capace di pensare, se fornisce risposte che non permettono di inferire se provengono da un uomo o da una macchina. Per Turing dunque “pensare” non è l’attività unica e sublime di cui solo l’uomo è capace grazie a Dio che ha voluto in esclusiva donarla alla creatura prediletta. L’uomo, contrariamente a quanto credeva Cartesio, è in grado di riprodurre il pensiero umano attraverso una macchina.

Il saggio del 1950, il suo più famoso e perverso che A. Hodges definisce “un lavoro filosofico”, [*Alan Turing Storia di un enigma* 2014 p.541] si intitola “*Macchine calcolatrici e intelligenza*”, ed appare per la prima volta ad ottobre sulla rivista “Mind”. Questa è una rivista filosofica, fondata nel 1876 a Londra dal filosofo della mente e logico Robertson, che in seguito si caratterizzò sempre più in senso specificamente analitico, grazie alla direzione di G.E. Moore dal 1921 al 1947, e ancora allorché subentrò, dopo Moore, in questo ruolo G. Ryle, il maestro di Dennett, fino al 1972. Dagli anni Trenta agli anni Sessanta una notevolissima influenza fu esercitata su questa rivista e nelle facoltà inglesi di Cambridge e Oxford dai ripensamenti di Wittgenstein, che trovarono la loro maggiore espressione nelle *Ricerche filosofiche*, che Turing conosceva almeno dal 1939 allorché aveva seguito un corso di filosofia della matematica tenuto quell’anno da Wittgenstein, già allievo di Moore. Hodges sottolinea che le domande che assillano Turing – può una macchina prima memorizzare parole e poi usarle intelligentemente se non è dotata di un cervello connesso ad organi periferici? può esistere un’intelligenza senza vita? può esistere la mente senza comunicazione? il linguaggio senza esistenza? Il pensiero senza l’esperienza? sono simili alle domande che tormentano Wittgenstein: il linguaggio è un gioco o deve avere una relazione con il mondo reale?. [*Alan Turing Storia di un enigma* di A. Hodges 2014 p.548]

A conferma dei suoi interessi filosofici nell’ottobre 1949 Turing aveva partecipato al dibattito sul tema “*La mente e le macchine calcolatrici*” al dipartimento di filosofia dell’università di Manchester dove era intervenuto sulle cellule cerebrali. [*Alan Turing Storia di un enigma* di A. Hodges 2014 p.540]

Il test di Turing Il saggio di Turing del 1950 è pubblicato da MIND sotto la direzione di Ryle, il che non è casuale dato che questo filosofo l’anno prima aveva pubblicato “Il concetto di mente”, testo dall’orientamento spiccatamente comportamentista e anticartesiano, condiviso dal grande matematico.

In effetti nel saggio di Turing riscontriamo posizioni tipiche di Ryle e di molti altri filosofi analitici. La domanda fondamentale che si pone Turing in questo scritto è: “Le macchine possono pensare?” La domanda non è affatto innocente poiché è già un’aperta provocazione per i cartesiani, i credenti e tutti coloro che ritengono il pensiero una prerogativa esclusiva dell’uomo. Invece di definire il significato dei termini “macchina” e “pensare”, Turing propone il “gioco dell’imitazione”, che diventerà noto come “test di Turing”. Turing riformula la domanda di partenza nei termini “*Una macchina può vincere al gioco dell’imitazione?*”, per renderla meno astratta e poterne trovare una

risposta, almeno nella forma di un esperimento mentale in stile analitico. Le due domande sono identiche per Turing poiché ciò che conta a suo avviso è il comportamento. Se la macchina imita così bene un essere umano da ingannare un qualsiasi uomo, allora pensa. La migliore strategia per la macchina è quella di rispondere come farebbe istintivamente un uomo. [*“L’uomo che sapeva troppo”* di David Leavitt p. 204 e seg.].

Nello stile dei filosofi analitici ancora Turing elenca e confuta cinque obiezioni che si potrebbero avanzare contro la possibilità di pensare per una macchina. La prima obiezione è detta teologica, secondo cui Dio ha dato un’anima immortale solo all’uomo. Per Turing l’uomo non è affatto superiore agli animali; casomai gli animali andrebbero classificati insieme all’uomo piuttosto che insieme alle macchine. La presunzione di superiorità è oggetto della seconda obiezione, detta della testa nella sabbia, secondo cui le macchine non possono pensare poiché se pensassero le conseguenze sarebbero terribili. È chiaro che questo argomento non ha fondamento logico ma esprime solo un desiderio, o meglio un timore, il timore di non poter controllare un’altra intelligenza. La terza è l’obiezione matematica secondo cui i teoremi di Gödel e il suo (di indecidibilità) evidenziano limiti nelle macchine (il computer non si arresta mai se interrogato con domande che implicano risposte indecidibili, come l’antinomia di Russell). Ma la fallibilità delle macchine non confuta la loro intelligenza, anzi ne è una caratteristica imprescindibile, come per noi. Se stabilissimo che la macchina è stupida se sbaglia allora dovremmo dichiararci stupidi dato che abbiamo sbagliato e sbagliamo in tante occasioni. La quarta obiezione è quella dell’autocoscienza secondo cui la macchina pensa solo se è autocosciente. Ma l’unico modo per verificarlo se rigettiamo il criterio della somiglianza, afferma Turing, è essere la macchina stessa. Infatti non posso sapere se un uomo pensa se non sono quell’uomo. Posso sempre credere che tutti gli uomini che mi circondano siano degli automi ben fatti, che semplicemente eseguono delle istruzioni senza minimamente sapere ciò che dicono e fanno. Coloro che sollevano questo argomento cadono nel solipsismo. [*“L’uomo che sapeva troppo”* di David Leavitt].

La quinta e ultima obiezione è quella delle incapacità, secondo cui una macchina non sarà mai capace di fare certe cose, come ad es. essere cordiale, ironizzare, gustare le fragole con la panna, ecc. Turing obietta che così si rischia un inconcludente regresso all’infinito in quanto sono innumerevoli le incapacità elencabili per la macchina, ma anche nostre.

Positivamente Turing afferma che la capacità di apprendere è il principale ingrediente dell’intelligenza, e quella di ragionare è la sua prova estrema. [*“L’uomo che sapeva troppo”* di David Leavitt]. L’apprendimento può generare creatività se raggiunge uno stato “ipercritico” per cui la macchina comincia a produrre più idee di quante le sono state fornite. [*“Alan Turing Storia di un enigma”* di A. Hodges 2014 p.542]

Speculare sulla comprensione intrinseca del significato da parte della macchina, come aveva fatto Cartesio, per Turing è vano. Se la macchina conversa rispondendo a proposito alle domande che le

sono poste, allora ha compreso. Insomma Turing crede che l'età moderna possa compiersi con la macchina che funziona come il cervello umano e che perciò pensa.

Anche noi aderiamo spontaneamente a questo punto di vista, cosicché se conversiamo costruttivamente con qualcuno non ci domandiamo se abbiamo a che fare con un automa che non capisce quello che ascolta e dice. Per Dennett il test di Turing è assolutamente naturale poiché conversare è il modo con cui mettiamo alla prova l'intelligenza di ciascun altro nella vita quotidiana [Brainchildren 1998 p.20].

A mio avviso possiamo perciò considerare il 1950 come anno di nascita dell'IA, l'anno in cui Turing elaborò il suo celebre esperimento, l'anno che segna l'inizio della nostra era, l'era delle macchine intelligenti, che abbiamo ribattezzato appunto IA.

Turing prevede che alla fine del XX secolo tutti avrebbero parlato di macchine pensanti senza problemi [Artificial intelligence 2016 p.70], che sono inevitabili e che competeranno con gli umani in tutti i campi intellettuali [“L'uomo che sapeva troppo” di David Leavitt p. 220].

Gli esperti di IA hanno messo a punto macchine, dette chatbot, che recentemente sono riuscite a farsi passare per umani anche da psicologi, ecc.

Ma la conferma più forte che siamo entrati nell'era di Turing viene a mio avviso dalla scrittura. Le macchine sono capaci di scrivere creativamente: inventano storie, compongono racconti di fantascienza e altri generi, aiutano giornalisti finanziari a scrivere articoli specialistici, ecc. [vedi “Scritture artificiali” di Leonardo di Cosmo MIND ottobre 2019 pp. 50-57].

Dunque la creatività non sembra più una prerogativa umana, non sembra scaturire da alcuna fiamma o luce divina. E soprattutto la creatività non sembra aver nulla di irriducibile al calcolo, come già avevano intuito Hobbes e Leibniz del 600.

Anni 50 e 60 Come serio campo di studi, l'intelligenza artificiale nasce a metà degli anni cinquanta. In quegli anni i computer suscitarono grandi entusiasmi, quando iniziarono a battere gli esseri umani a dama e a risolvere problemi algebrici espressi a parole.

Negli anni sessanta crebbe la speranza che gli scienziati potessero in breve replicare il cervello umano con hardware e programmi, e che presto «l'intelligenza artificiale» avrebbe eguagliato le prestazioni umane in tutti i campi, tant'è che nel 1967 Marvin Minsky, proclamò che la sfida dell'intelligenza artificiale sarebbe stata risolta entro una generazione.

Però l'IA ha deluso nel momento in cui nessuna macchina è riuscita a comprendere il linguaggio ordinario, e non si è riusciti a dotarla di senso comune. Perciò è stato messo in discussione il programma funzionalistico, sostenuto negli anni 50 dal filosofo Putnam, ma poi dallo stesso abbandonato, secondo cui i fenomeni mentali sono solo funzioni o operazioni, che pertanto possono essere compiute anche da materiali non biologici (silicio, ecc.). Secondo questo programma il pensiero è soltanto manipolazione formale di segni, ovvero calcolo, come avevano già asserito Hobbes e Leibniz. In questo senso per Kaplan (1952 - vivente) [Artificial intelligence 2016 p.70] i

programmi di computer, come noi li interpretiamo, sono indubbiamente capaci di pensare. Ma ciò è sufficiente per comprendere o fare qualcosa? [ibid]

Il lungo inverno dell'IA Le speranze sono naufragate quando è stato chiaro che algoritmi e potenza di calcolo dell'epoca non erano all'altezza del compito. Alcuni scettici, anzi, liquidarono l'impresa come arrogante. L'ottimismo si era rivelato prematuro. Programmi progettati per aiutare i medici a fare diagnosi migliori e reti modellate sul cervello umano per riconoscere il contenuto delle fotografie non erano stati all'altezza delle attese iniziali. **Gli algoritmi di quei primi tempi mancavano di raffinatezza e avevano bisogno di più dati rispetto a quelli disponibili all'epoca.** E anche le capacità di elaborazione dei computer non erano sufficienti ad alimentare macchine che potessero eseguire i cospicui calcoli necessari per avvicinarsi a qualcosa di simile alla complessità del pensiero umano.

Una quindicina d'anni fa nella comunità scientifica il sogno di costruire macchine con intelligenza di livello umano era ormai quasi svanito. Lo stesso termine «intelligenza artificiale» (o AI, da artificial intelligence) sembrava uscito dal campo scientifico vero e proprio. **Ricercatori e scrittori descrivono le speranze deluse del periodo fra gli anni settanta e la meta degli anni duemila come un susseguirsi di lunghi e freddi inverni dell'intelligenza artificiale.**

In questo lungo inverno non mancarono clamorosi risultati dell'IA che colpiscono l'immaginario collettivo: nel Maggio 1997, un computer sviluppato da IBM, noto come '*Deep Blue*', sconfisse il Gran maestro Garry Kasparov – considerato il miglior giocatore umano di scacchi in assoluto. Lo sviluppo di *Deep Blue* era iniziato già nel 1985 come progetto di ricerca alla Carnegie Mellon University. *Deep Blue* era stato addestrato da un abile maestro di scacchi, ma non all'altezza di Kasparov. Dunque *Deep Blue* non era intelligente nel gioco degli scacchi quanto il suo maestro ma molto di più.

Occorre inoltre segnalare i progressi che Google dopo l'anno 2000 compie. Il suo motore di ricerca si trasforma in una macchina capace di raccogliere le tracce lasciate dagli utenti in esso integrandole in strutture di dati complete per predire i comportamenti degli stessi. L'IA messa a punto dai tecnici di Google si affina sempre più al punto da prevedere puntualmente i comportamenti di chi si avvale del motore di ricerca, che diventa la macchina universale preconizzata da Turing.

La rinascita dell'IA Dal 2005 le prospettive dell'AI sono cambiate in modo spettacolare. **Si è avuta una ripresa grazie a programmi modellati sulle reti dei neuroni cerebrali che hanno dimostrato che le vecchie promesse dell'intelligenza artificiale potrebbero ancora realizzarsi.** **Le tecniche di deep learning (apprendimento profondo), che usano complesse reti neurali, permettono di acquisire concetti astratti, e per alcuni compiti si avvicinano e superano le prestazioni di livello umano.** Ispirandosi alle scienze del cervello, queste tecniche hanno iniziato a diventare efficaci nella realizzazione di macchine intelligenti. E i colossi dell'informatica finanziano con miliardi di dollari il suo sviluppo.

Deep learning vuol dire simulare reti di neuroni che «imparano» per gradi a riconoscere immagini, a capire il linguaggio parlato o addirittura a prendere decisioni da sole. Alla base di queste tecniche ci sono le **reti neurali artificiali**, un elemento chiave dell'attuale ricerca sull'IA. **Le reti neurali artificiali**

non mimano precisamente l'effettivo funzionamento dei neuroni, ma partono da principi matematici generali per arrivare a riconoscere persone oppure oggetti nelle fotografie, o a tradurre le principali lingue del mondo.

La tecnologia del deep learning ha trasformato la ricerca sull'AI, rivitalizzando tante ambizioni perdute per visione computerizzata, riconoscimento vocale, elaborazione del linguaggio naturale e robotica. I primi prodotti sono stati presentati nel 2012 e riguardavano la comprensione del parlato; molti conoscono *Google Now*. Poco dopo sono arrivate le applicazioni per identificare il contenuto delle immagini, una possibilità oggi incorporata nel motore di ricerca *Google Photos*.

Perché nei decenni precedenti l'intelligenza artificiale si è scontrata con tanti ostacoli? La ragione è che la maggior parte della conoscenza che abbiamo del mondo intorno a noi non è formalizzata in un linguaggio scritto come una successione di compiti espliciti, che è invece una necessità nella scrittura di programmi per computer. Per questo non siamo riusciti a programmare i computer affinché facciano molte cose che per noi sono facili, come capire discorsi, immagini e lingue, o guidare un'automobile. I tentativi - organizzare insieme di fatti in banche dati accurate per infondere ai computer qualcosa di simile all'intelligenza - hanno avuto scarso successo.

E qui che entra in gioco l'apprendimento profondo, che fa parte della più ampia branca dell'intelligenza artificiale, detta apprendimento automatico (o machine learning), basata su una serie di principi usati per addestrare sistemi computerizzati intelligenti e infine arrivare a macchine che imparino da sole.

Le conoscenze indispensabili per fare una buona scelta in un particolare contesto non sono necessariamente chiare in un modo che sia traducibile in codici per computer.

Prima di costruire computer capaci di addestrarsi da soli, gli informatici dovevano rispondere a domande di fondo, per esempio a come gli esseri umani acquisiscono conoscenze, un problema che i filosofi si sono sempre posti – costituendo l'epistemologia, la branca della filosofia che si occupa della conoscenza - e che ora sperano di risolvere con l'aiuto delle macchine intelligenti. Alcune conoscenze sono innate, ma la maggior parte sono apprese con l'esperienza. Quello che sappiamo intuitivamente non può essere tradotto in una chiara sequenza di passi eseguibili un computer, ma spesso può essere appreso con esempi ed esercizio. Fin dagli anni cinquanta i ricercatori hanno tentato di affinare principi generali grazie ai quali animali ed esseri umani - o anche le macchine - possono acquisire conoscenze con l'esperienza. L'apprendimento automatico mira a stabilire procedure - algoritmi di apprendimento - che permettono a una macchina di imparare dagli esempi proposti.

Verso l'apprendimento automatico è critica Kate Crawford, secondo la quale essa si limita a scoprire correlazioni piuttosto che rapporti di causa-effetto. Ciò solleva questioni concrete sulla verificabilità, e quindi è possibile che sia una forma di rifiuto del metodo scientifico. [*Le Scienze* novembre 2019 p. 54]

Questa scienza è in larga misura sperimentale, perché non c'è un algoritmo di apprendimento universale: nessun algoritmo può abilitare un computer a imparare bene ogni compito dato. Ogni algoritmo di acquisizione di conoscenze va testato su compiti di apprendimento e dati specifici per una situazione, che si tratti di riconoscere tramonti o di tradurre dall'inglese in urdu. Non c'è modo di dimostrare che un certo algoritmo sarà costantemente migliore, in tutti i sensi e per ogni data situazione, di tutti gli altri.

Al successo delle tecniche di apprendimento profondo hanno contribuito due fattori. Un immediato aumento di dieci volte nella velocità dei computer, grazie a processori grafici inizialmente progettati per i videogiochi, ha permesso di addestrare reti più estese in tempi ragionevoli. La crescita dell'apprendimento profondo è stata alimentata anche dalla disponibilità di enormi insiemi di dati etichettati, per cui un algoritmo di apprendimento può identificare la risposta corretta, per esempio «gatto», quando esamina un'immagine nella quale il gatto è solo uno degli elementi presenti. [Yoshua Bengio Le Scienze agosto 2016]

La svolta del 2014 Il 2014 è un anno di svolta per l'IA e la robotica. Alcune grandi corporation hanno investito miliardi di dollari in queste tecnologie. Le tecniche di IA, come le macchine per l'apprendimento, sono ora impiegate comunemente per il riconoscimento del linguaggio, la traduzione, il controllo dei robot, la modellizzazione del comportamento, la gestione dei rischi ed altre applicazioni. ... La moderna intelligenza artificiale è basata sulla teoria degli agenti razionali, che deriva dalle ricerche di microeconomia sviluppate negli anni 40 da von Neumann e da altri. I sistemi di IA possono essere concepiti come tentativi di pervenire al comportamento razionale impiegando risorse limitate. Abbiamo un algoritmo per calcolare l'azione ottimale diretta ad acquisire un risultato desiderato ma assai costoso in termini computazionali. Gli esperimenti hanno evidenziato che semplici algoritmi di apprendimento un po' esercitati sui dati spesso superano i complessi modelli artigianali. Oggi i sistemi innanzitutto forniscono valori apprendendo i migliori modelli statistici ed eseguendo inferenze statistiche a scopi classificatori e per prendere decisioni. La prossima generazione di macchine intelligenti sarà capace di creare e migliorare rapidamente il loro proprio software. [Un punto di svolta nell'intelligenza artificiale di Steve Omohundro (scienziato esperto di sistemi autoconsapevoli) da "Cosa pensare delle macchine che pensano" 2015 p. 12].

Nel febbraio 2017 a San Francisco si è tenuta la conferenza per la promozione dell'IA. Vi hanno partecipato accademici e rappresentanti di aziende diverse cinesi, che contano milioni di clienti, di conseguenza hanno accesso a enormi quantità di dati utili per addestrare l'intelligenza artificiale a riconoscere degli schemi di comportamento [dei loro clienti]. Nel prossimo futuro l'intelligenza artificiale potrebbe essere alla base di molte tecnologie, dal riconoscimento facciale alle auto che si guidano da sole. "Faccio fatica a trovare un campo che non potremo trasformare grazie all'intelligenza artificiale", spiega Andrew Ng, capo scienziato di Baidu [un motore di ricerca simile a Google che ha creato una traduzione automatica basata sulla rete neurale ottenendo ottimi risultati] (il 22 marzo Ng ha annunciato che lascerà l'azienda). In passato Ng è stato tra i fondatori dell'azienda

specializzata in tecnologia didattica Coursera e di Google Brain, il progetto di apprendimento profondo dell'azienda californiana. Oggi dirige la ricerca di Baidu sull'intelligenza artificiale da Sunnyvale, in California. Il successo della Cina è dovuto in parte agli investimenti che il governo ha fatto in campo scientifico nelle università: nell'ultimo decennio sono aumentati, in media, di più del 10 per cento all'anno. ... nonostante la forte crescita della ricerca in Cina, i lavori più innovativi arrivano ancora dai ricercatori statunitensi. [*Le idee migliori su come cambiare l'architettura delle reti arrivano dagli Stati Uniti*". Internazionale 1197 24 marzo 2017]