

HIGHLIGHTS in EMATOLOGIA

Treviso

1 Dicembre 2023

**Il futuro della professione medica con lo
sviluppo dell'Intelligenza Artificiale**

Dr. Riccardo De Gobbi

degobbiriccardo@gmail.com

La Intelligenza Artificiale: conoscere per capire

Negli ultimi mesi i “media” hanno dedicato grande attenzione ai nuovi sistemi di intelligenza artificiale: notevole scalpore ha suscitato Chat-Gpt, in quanto comprende anche i comuni linguaggi- e non solo i “prompt tecnici” (IA conversazionale) è gratuito e molto efficiente.

Tuttavia va ricordato che sono già in funzione molti altri sistemi, alcuni “conversazionali” come Chat-Gpt (esempi: Bing di Microsoft, Bard di Google ed altri), ma anche sistemi finalizzati a particolari prestazioni e indirizzati al gran pubblico (Alexa, Cortana, Tesla, Alphago) altri invece addestrati in compiti specifici (es. Babylon Health in UK a fini diagnostici o ADA del MIT, sempre con finalità diagnostiche).

L’enfasi dei media sui sistemi più recenti e popolari induce molte persone in un errore di prospettiva: si interpretano queste novità come “nuove invenzioni” che possiamo tranquillamente utilizzare ottenendone i benefici promessi.

In realtà i dispositivi di IA sono raffinate tessere di un mosaico molto complesso che sta configurando un mondo del tutto nuovo, con pochi attori, molti esecutori non sempre consapevoli e con ricadute per molti aspetti imprevedibili.

STUDIARE QUESTO PROCESSO NEL SUO SVILUPPO STORICO E VALUTARNE CON ATTEGGIAMENTO CRITICO-COSTRUTTIVO I RISULTATI E’ LA SOLA MODALITA’ CHE PUO’ EVITARE A NOI TUTTI PERICOLOSI ERRORI

Intelligenza Artificiale (IA): cenni storici

- 1) **I primi tentativi coronati da successo di introdurre forme semplificate di Intelligenza Artificiale in dispositivi elettronici** risalgono al lontano 1936, quando il grande Alan Turing ideò ed utilizzò complessi algoritmi decisionali (ricordiamo il “**test di Turing**”, ovvero un criterio per determinare se una macchina sia in grado di esibire un comportamento intelligente, ed i suoi geniali algoritmi di decifrazione dell’ impenetrabile codice di sicurezza tedesco “ Enigma”)
- 2) La ricerca sulla IA ha una precisa data di nascita: **1956 Conferenza di Dartmouth (USA)** ove un gruppo di esperti formulò il primo progetto di creazione della IA. Per alcuni decenni, matematici logici ed informatici lavorarono sulla logica e sulla matematica utilizzando tutti gli strumenti che la mente umana aveva fino ad allora a disposizione. Un primo grosso problema furono i **gravi limiti della “deduzione” e la inaffidabilità (già segnalata da Hume nel 700) delle procedure induttive...** Si tentò allora di lavorare sulla “abduzione”, si valorizzò la “analogia”, si crearono gradualmente due scuole in competizione tra loro: la **scuola simbolica** (approccio Top-Down) e la **scuola connessionista** (approccio Bottom-Up), si reclutarono insigni esperti di linguaggi umani ed artificiali...
- 3) **Un grande passo in avanti fu la creazione della Logica Fuzzy che introdusse il concetto fondamentale che la realtà non sempre si può esprimere con lunghe sequenze di Si o NO ma più spesso con varie espressioni di gradualità tra il Si e il No ovvero tra 1- *passaggio corrente nel circuito* e 0-*nessun passaggio*...**

Intelligenza Artificiale (IA): cenni storici

Inaspettatamente due approcci lontani dalla ricerca tradizionale fornirono le basi per la nascita della Intelligenza Artificiale come la conosciamo oggi: gli ***Algoritmi Genetici di John Holland e la Robotica evolutiva o “di Sciame” ideata dall’italiano Stefano Nolfi*** (e immediatamente acquisita dai colossi mondiali della robotica).

Dal punto di vista metodologico la attuale prorompente IA iniziò ad emergere e ad affermarsi quando la ricerca in questo campo abbandonò del tutto logica e ragionamento formale ed utilizzò intensivamente la statistica ed in particolare il calcolo sistematico delle probabilità condizionate (basato sul teorema di Bayes) ovvero della probabilità che, verificato un evento, si possa verificare un altro evento che viene così ad assumere con esso un certo valore di correlazione.

Un nuovo paradigma scientifico, tecnico ed anche filosofico

Tra la fine del vecchio millennio e l’inizio del nuovo si abbandonò quindi la strada della logica e delle regole generali del linguaggio e si abbandonarono i cosiddetti “sistemi esperti”, ovvero quei tentativi di trasferire alle macchine quello che noi riteniamo sia il miglior modo di esaminare i dati, di selezionarli, elaborarli e di trarne le rispettive conclusioni. **Qualcuno iniziò con fini commerciali ad utilizzare le neonate “reti neurali” introducendoci enormi quantità di dati ed insegnando loro semplicemente a scoprire regolarità statistiche e correlazioni nel magma dei dati disponibili: le conclusioni sarebbero gradualmente emerse da questo enorme lavoro sotterraneo.** Questa tecnica apparentemente assurda è il segreto del successo di Google di Amazon e di altri colossi del web ed è ora la metodologia di riferimento di tutti i sistemi di Intelligenza Artificiale.....

Intelligenza Artificiale (IA): cenni storici

Gli Algoritmi Genetici

Gli Algoritmi Genetici furono realizzati da John Holland (Michigan USA) all'inizio degli anni '80, ma l'idea nacque dal terreno fecondo della "razionalità limitata" di Herbert Simon (Nobel economia): nei fenomeni naturali e in quelli economico-sociali la razionalità non consente sempre di comprendere né di prendere le decisioni più opportune. L'approccio razionale andrebbe dunque completato da valutazioni probabilistiche o meglio ancora da procedure di prova-errore- correzione errore-nuova prova ...

Gli Algoritmi Genetici riproducono sostanzialmente i processi di selezione naturale darwiniana: la natura induce mutazioni negli esseri viventi, le mutazioni sfavorevoli (= errori in ambito informatico) vengono via via eliminate e quelle favorevoli "premiare"; così ha lavorato(e lavora) la natura da milioni di anni e così lavorano oggi le reti neurali.

Nelle Reti Neurali gli algoritmi genetici compiono in minuti-ore o giorni il lavoro che la natura svolge in milioni di anni: il segreto è la velocità della corrente nei circuiti (circa 116 km /secondo) ed il fatto che anche i programmi più complessi possono essere tradotti in alternative SI(passaggio corrente) NO(nessun passaggio).

In pratica le reti provano migliaia di possibili combinazioni scegliendo quella che più si avvicina all'obiettivo desiderato.

Intelligenza Artificiale (IA): cenni storici

La Robotica evolutiva o “di sciame”

E' la traduzione avanzatissima e geniale di un fenomeno naturale di grandissimo rilievo, ancora poco conosciuto e studiato: la “**stigmergia**” ovvero una particolare forma di comunicazione indiretta impiegata dagli insetti sociali per coordinare le loro attività mediante la modifica dell'ambiente in cui operano: il risultato è sorprendente ed assolutamente imprevedibile sulla base delle capacità dei singoli soggetti. Grazie a questo fenomeno api, formiche e termiti insieme interagiscono con tale maestria da costruire alveari, termitai e formicai che rispettano leggi geometriche e matematiche complesse (la comunicazione in natura avviene mediante il rilascio di feromoni...)

Secondo gli studiosi dei sistemi dinamici in questi casi è la “Interazione tra numerosi soggetti” che per prove ed errori individua le soluzioni ottimali per il gruppo ed in qualche modo le memorizza. La traccia dell'azione di un soggetto influenza le azioni successive: è il principio sfruttato nella Robotica di Sciame, nella quale numerosi piccoli robot vengono programmati per interagire con gli altri modificando il proprio comportamento fino a raggiungere l'obiettivo desiderato. In pratica ciascun robot prova- verifica- corregge interagendo con altri: la disponibilità di decine o centinaia di piccoli robot consente a volte di raggiungere risultati sorprendenti ed inaspettati

Questa tecnica viene utilizzata anche dai nodi delle reti neurali che grazie ad essa riescono a lavorare al tempo stesso “in serie “ ed “ in parallelo” aumentando così efficienza ed efficacia...

Le Reti Neurali del Deep Learning

- Le Reti Neurali sono la base dei sistemi di apprendimento automatico supervisionato (Machine Learning) e soprattutto di quello non supervisionato, **ovvero Deep Learning- apprendimento profondo- che è la modalità basilare di funzionamento di tutti i dispositivi e di tutti i processi di Intelligenza Artificiale**
- La tecnologia informatica in questo settore è in continua evoluzione e perfezionamento e solo alcuni aspetti sono resi noti al pubblico: **la base fisica sono strati di circuiti che comunicano tra loro ad alta velocità; ogni strato è composto da singoli circuiti che pure comunicano tra loro**
- Il primo livello è il lavoro del primo strato, che non appena raggiunto un risultato coerente con il programma trasmette i dati al secondo strato che li elabora e li trasmette al terzo poi al quarto e così via... Ciascuno strato può respingere i dati al precedente se non risultano soddisfacenti. **L'ultimo strato compie la verifica finale ed accetta ed eventualmente trasmette oppure respinge i dati ai livelli precedenti**
- Il principio base è la **prova-errore-correzione-nuova prova-nuova correzione... fino ad ottenere il risultato desiderato...**

Le Reti Neurali del Deep Learning

Pillole.org - Pillole - Ricerca nel... x Pillole.org - Pillole: La Interpreta... x pdf.asp x deep learning reti neurali imm... x Cosa sono le reti neurali? | IBM x +

ibm.com/it-it/topics/neural-networks

Indice delle Battagli... Ordine dei Medici... Google Scholar (2) Google Scholar Siti suggeriti HotMail gratuita Personalizzazione c... WindowsMedia Raccolta Web Slice Importati da IE Google Il sito di Gian Nicol... Atlante | Galleria ... Tutti i preferiti

IBM Cloud Prodotti Soluzioni Prezzi Documenti Supporto Maggiori dettagli

Crea un account IBM Cloud

Cos'è una rete neurale?

Come funzionano le reti neurali?

Tipi di reti neurali

Confronto tra reti neurali e deep learning

Storia delle reti neurali

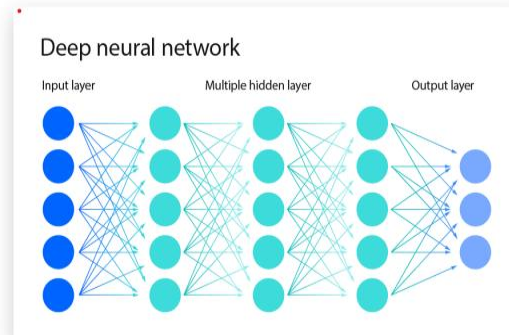
Soluzioni correlate

Risorse

Passa alla fase successiva

Le ANN (artificial neural network) sono composte da livelli di nodi che contengono un livello di input, uno o più livelli nascosti e un livello di output. Ciascun nodo, o neurone artificiale, si connette ad un altro e ha un peso e una soglia associati. Se l'output di qualsiasi singolo nodo è al di sopra del valore di soglia specificato, tale nodo viene attivato, inviando i dati al successivo livello della rete. In caso contrario, non viene passato alcun dato al livello successivo della rete.

Le reti neurali fanno affidamento sui dati di addestramento per imparare e migliorare la loro accuratezza nel tempo. Tuttavia, una volta ottimizzati per l'accuratezza, questi algoritmi di apprendimento sono dei potenti strumenti nella computer science e nell'AI, consentendoci di classificare e organizzare in cluster i dati ad alta velocità. Le attività di riconoscimento vocale o di riconoscimento delle immagini possono richiedere pochi minuti rispetto alle ore necessarie in caso di identificazione manuale da parte di esperti umani. Una delle reti neurali più note è l'algoritmo di ricerca di Google.



Dimmi pure

Il Deep Learning nella ricerca

Modello tradizionale: Esempio di ricerca basata su modelli di regressione logistica

- 1) Si raccolgono i dati sui pazienti
- 2) Si estraggono i fattori di rischio (esempio età, familiarità, abitudini voluttuarie, precedenti malattie eccetera)
- 3) Si calcola il variare di un parametro al variare di un altro costruendo così le curve di correlazione
- 4) Si studiano le varie curve individuando le correlazioni significative, si scartano quelle non significative e quelle “spurie” legate al caso...

Modello basato sul Deep Learning (=non supervisionato...)

- 1) Introduzione di grandi quantità di dati
- 2) Ricerca di correlazioni di ogni genere, anche casuali e spurie tra i vari dati utilizzando algoritmi, quali gli “algoritmi genetici” che attraverso procedure di “prova-errore-modifica parametrica-nuova prova...” seleziona i parametri con migliore precisione, accuratezza, completezza.
- 3) Si ottiene un risultato preliminare, si testa questo primo risultato e si valuta se sia coerente con le aspettative iniziali
- 4) Si ripete il processo per un numero elevato di volte fino ad ottenere le soluzioni desiderate.

Comparazione Ricerca Tradizionale e Deep Learning

- Nell'approccio tradizionale la funzione critica ed autocritica di controllo è costantemente attiva (quantomeno nelle ricerche più serie...): **più precisamente vi è un controllo di struttura, di processo, e di risultato.**
- Nel Deep Learning non supervisionato la incontrollabilità del processo porta ad accettare facilmente tutti quei risultati che siano compatibili con le nostre aspettative (si può cadere quindi nel bias della aspettativa -ascertainment bias-).

Il controllo è pertanto limitato alla struttura ed al risultato, il processo è incontrollabile (Black Box)

La lettura delle Immagini nel Deep Learning

Vi sono importanti differenze tra i processi visivi degli umani ed i sistemi di interpretazioni delle immagini della intelligenza artificiale. Le riassumiamo sinteticamente per fornire una idea generale sui rispettivi limiti e potenzialità.

UMANI: Il principio fondamentale della visione umana è che “vedere è ricordare e confrontare(1)”. Le immagini vengono recepite dalla retina e trasmesse a vari centri nervosi che le organizzano in maniera integrata: **la nostra percezione avviene prevalente con le modalità descritte dalla psicologia percettiva della Gestalt:** figura-sfondo, vicinanza-lontananza, continuità-discontinuità, somiglianza-diversità, forme naturali (“buone forme”) e innaturali, chiusura ed apertura di linee, superfici, spazi, ecc (2). Si arriva così ad una visione di Insieme che i nostri centri nervosi catalogheranno secondo modelli e mappe da noi costruiti nel corso della nostra vita. Il processo è veloce ed in larga misura non consapevole.

IMMAGINI DIGITALI L’immagine digitale è costituita da punti ottici (pixel), ciascuno dei quali è associato a coordinate numeriche registrate nella memoria del computer: il computer utilizza algoritmi che dalle coordinate numeriche formano l’immagine. Le informazioni estratte possono consentire diversi livelli di precisione: basso livello (come le statistiche sulla presenza dei vari toni di grigio o colori, sui bruschi cambiamenti di luminosità, ecc.); livello intermedio (caratteristiche relative a regioni dell’immagine ed a relazioni tra regioni) o alto livello (riconoscimento degli esseri viventi). Mentre per i livelli bassi e medi software ed algoritmi ci forniscono ottime prestazioni, **per i livelli più elevati, quelli interpretativi, vi sono ancora grosse difficoltà:** qualche anno fa un interessante studio canadese ha dimostrato come la semplice introduzione di un finto elefante in una stanza abbia completamente disorientato il sistema di intelligenza artificiale che non era più in grado di riconoscere neppure gli oggetti precedentemente identificati(3). Da allora tuttavia la tecnologia è decisamente migliorata...

- 1) Purves D, Brannon E, Cabeza R, Huettel S. Neuroscienze cognitive. Bologna: Zanichelli, 2014; 133.
- 2) Köhler Wolfgang: La psicologia della Gestalt Feltrinelli Edit. Milano 1998
- 3) Rosenfeld A, Zemel R, Tsotsos J. The Elephant in the Room (2018). 10.13140/RG.2.2.15295.20642.

Seri limiti in alcune ricerche basate sulla I.A.

- Un gruppo di esperti di ricerca clinica e di intelligenza artificiale dell'Imperial College di Londra, delle Università di Oxford, di Stanford e della California, ha confrontato le ricerche sulla diagnostica per immagini effettuate mediante dispositivi di intelligenza artificiale con quelle effettuate da medici e ricercatori con le metodiche tradizionali.
- I risultati furono sorprendenti: solo 10 su 91 ricerche effettuate mediante procedure di Deep Learning erano randomizzate, e tra le 81 ricerche non randomizzate solo 9 erano prospettiche. **Solo in due studi dei 91 esaminati non sono stati rilevati severi bias** ma purtroppo, malgrado la buona qualità di questi studi, la numerosità dei campioni esaminati non era tanto rilevante da poter trarre conclusioni generalizzabili a contesti molto più ampi...(1)

1) Myura Nagendran, Yang Chen et Al.: *Artificial intelligence versus clinicians: systematic review of design, reporting standards, and claims of deep learning studies* BMJ 2020;368:m689
<http://dx.doi.org/10.1136/bmj.m689>

La Plasticità Neuronale e la Memoria Inconsapevole: due caratteristiche molto importanti della mente umana

La plasticità neuronale è una straordinaria capacità dei circuiti elettrochimici neuronali di modificarsi per svolgere al meglio le funzioni nelle quali sono stati ripetutamente sollecitati. **La ripetuta attivazione di circuiti genera configurazioni modulari che vengono memorizzate ed attivate in situazioni analoghe (principio della analogia). Questi processi sono inconsapevoli("inconscio cognitivo") ma essenziali: su di loro si basano la memoria procedurale, la memoria di lavoro e gran parte delle euristiche decisionali che utilizziamo quotidianamente(1).**

Tre grandi neuroscienziati, Donald Hebb, Eric Kandel e Michael Merzenich hanno sintetizzato in tre frasi questa importantissima proprietà del cervello umano:

Donald Hebb dichiarò che " gruppi di neuroni che si attivano insieme e lavorano più volte insieme formano legami sempre più stabili ed efficienti tra loro, migliorando via via le prestazioni della nuova rete neuronale" (1).

Il premio Nobel Eric Kandel ha più volte ricordato che " l'esercizio mentale ci fa apprendere e ricordare anche quando non siamo consapevoli di apprendere e di ricordare"(2)

Michael Merzenich ha più recentemente dichiarato che "Noi pensiamo che rimuovere gli sforzi ed affidarli a un dispositivo sia sempre un vantaggio:ci dimentichiamo però che ogni volta che assegniamo a una macchina una funzione umana, stiamo rimuovendo qualcosa non solo dalla nostra vita ma soprattutto dal nostro cervello".

1) Hebb D: *The organization of behavior* Wiley & Sons New York 1949

2) Kandel ER: *Alla ricerca della memoria. La storia di una nuova scienza della mente.* Codice Edit. Torino 2007

3) Merzenich M.: *Changing Brains: applying brain plasticity to advance and recovery human ability* 2013 *Progress in brain research* 2013

Il Digitale agisce dunque nelle nostre menti: i danni già accertati

James Flynn è un importante ricercatore che per molti anni ha studiato in vari paesi industrializzati lo sviluppo cognitivo ed in particolare il quoziente intellettivo (QI) dei giovani: fu proprio Flynn a dimostrare che dagli anni '60 in poi il quoziente intellettivo medio dei giovani era in costante crescita, con una media di 3 punti di aumento del QI ogni 10 anni. Appena 5 anni or sono, nel 2018, James Flynn, coadiuvato da altri ricercatori, con vivissima preoccupazione pubblicò una importante ricerca che purtroppo dimostrava una vistosa inversione di tendenza (1).

Tra i vari dati messi a disposizione dai ricercatori destano stupore quelli raccolti in Inghilterra e quelli provenienti da Norvegia, Danimarca e Finlandia, 4 paesi non certo tra gli ultimi al mondo quanto a strutture scolastiche ed educative.

Nello studio effettuato in Inghilterra si confrontano i dati dei giovani quattordicenni di fine millennio con i quattordicenni nati dopo il 2000: In materie come matematica e scienze i risultati ottenuti dai "millennials" erano ben 5 volte inferiori a quelli dei coetanei di fine secolo, ora trentenni. I dati provenienti da Norvegia, Danimarca e Finlandia non furono più confortanti. **In tutti questi paesi si registra un continuo calo del quoziente intellettivo dalla metà degli anni 90 ad oggi:** la perdita media annua è stata stimata di 0,23 punti, il che significa che se continuerà questo fenomeno negativo, nell'arco di 30 anni i giovani perderanno tra i 6,5 ed i 7,5 punti di Quoziente di intelligenza, un dato quanto mai sconcertante.(1)

1) Flynn J.R., Michael Shayer M.: *IQ decline and Piaget: Does the rot start at the top?* [Intelligence](#), 2018, vol. 66, issue C, 112-121

Il Digitale agisce sulle nostre menti: i danni già accertati

Alcuni ricercatori della prestigiosa Università di Stanford (USA), in una nota ricerca sugli studenti americani, documentarono una diminuita capacità di comprendere e valutare criticamente le notizie riportate su vari siti web. Nel valutare le informazioni riportate, gli studenti erano nettamente influenzati dalla quantità di notizie a favore di una ipotesi e, per quel che riguardava i siti, dalla numerosità degli accessi al sito:

giudicavano quindi più affidabili le ipotesi con un maggior numero di notizie a proprio favore ed i siti con un maggior numero di accessi, indipendentemente dalla coerenza delle varie fonti e dalla affidabilità del contenuto (1).

(1) <http://ed.stanford.edu/news/stanford-researchers-find-students-have-trouble-judging-credibility-information-online>

Il Digitale agisce sulle nostre menti: i danni già accertati

- Inoltre varie ricerche hanno sottolineato come i dispositivi digitali sovraccarichino gli utenti di notizie, di dati, e di risposte anche a domande non ancora formulate ...
- ***L'utente non ha bisogno di cercare: il motore di ricerca lo fa per lui; non ha bisogno di esprimere un quesito: l'algoritmo termina la domanda appena iniziata; non ha bisogno di riflettere sulla risposta: l'algoritmo offre, già pronta, una graduatoria di risposte formulata generalmente secondo le preferenze della maggioranza degli utenti (o addirittura "profilata" sul singolo utente ma per le finalità dell'algoritmo...) e quindi una risposta nella maggior parte dei casi basata sulla media, anzi spesso sulla mediocrità.***
- È evidente la pericolosità di questo approccio cognitivo, specie per i giovani, in cui lo scarso spirito critico può portare ad una accettazione passiva con fenomeni di plasticità neuronale "negativa", che sviluppano velocità visiva e manuale, ma atrofizzano i circuiti che consentono la concentrazione, la riflessione, la astrazione, l'elaborazione, la memorizzazione; essi aumentano inoltre nel tempo la dipendenza verso queste "menti esterne", perfettamente funzionanti ma del tutto aliene.

BIAS DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

- **Bias di pregiudizi**

Il programmatore può inserire in maniera implicita e inconscia un determinato 'preconcetto' nel programma di IA: in tal modo opinioni, pregiudizi, aspettative culturali e sociali nei riguardi di razza, genere, sesso biologico, cultura, credenze, abitudini, atteggiamenti religiosi, ecc. (che preesistono in coloro che progettano il sistema) possono essere trasmessi inconsapevolmente alla tecnologia stessa. Quindi i sistemi di analisi dei dati del Machine Learning potrebbero avere atteggiamenti discriminatori nei confronti di determinati gruppi di persone. *Un esempio tipico è stato riscontrato nell'algoritmo OPTUM: utilizzato negli ospedali statunitensi per individuare quali pazienti avrebbero avuto necessità di cure mediche ulteriori, esso è stato fortemente criticato poiché avrebbe discriminato i pazienti neri rispetto a quelli bianchi.*

- **Bias di incertezza-campionamento**

Questo è un bias che altera le conclusioni dei processi algoritmici, poiché essi 'scotomizzano' i piccoli gruppi e le sotto-popolazioni statisticamente poco rilevanti. In pratica i risultati dell'elaborazione risultano validi solo per i campioni più grandi, ignorando i dati riguardanti popolazioni sottorappresentate nel dataset.

- **Bias di 'appropriatezza'**

Viste le modalità operative dell'IA, di fronte a sintomi-segni aspecifici e poco definiti, l'algoritmo tende a proporre una grande quantità di esami ed accertamenti. Mancando una corretta profilazione (vedi più avanti) e la capacità di cogliere tutta la ricchezza del 'non-verbale'; il sistema utilizza una 'rete a strascico' che, se utile ai fini di trovare la diagnosi corretta, non tiene conto dell'appropriatezza delle richieste.

BIAS DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

- **Bias di 'profilazione'**

A tutt'oggi, gli algoritmi di solito registrano dati personali riguardanti la genetica, i gusti e gli stili di vita. Non riescono invece a cogliere tutta la ricchezza e le sfumature che servono a 'profilare' correttamente il paziente. Non possono 'catturare' il 'non verbale' con i suoi silenzi molto significativi, la postura, il tono della voce, le incertezze, i sentimenti espressi dalla mimica, ecc. Pertanto possono arrivare a conclusioni nettamente sbagliate.

- **Bias di 'cornice'**

All'IA manca la capacità di variare il focus dell'insieme "cornice-campo": ciò permette di modificare il proprio punto di vista per comprendere il punto di vista di un'altra persona o di un'altra 'realtà'. Questa abilità è fondamentale nella comunicazione, in particolare nel colloquio tra medico e paziente, laddove le rispettive 'agende' cognitivo-comportamentali non si accordino. Tale situazione spesso genera conflitti che non è facile superare se non si pratica l'ascolto attivo. In queste situazioni affidare agli algoritmi decisioni cliniche comporta errori di sistema che ricadono poi sull'assistito.

Gli algoritmi spesso sbagliano e sbagliano in tanti modi diversi. In alcuni casi sbagliano nel senso che sono approssimazioni numeriche di qualche formula matematica implicita, in altri casi sbagliano in senso statistico perché hanno un'accuratezza limitata, in altri sbagliano perché, come scriveva la matematica Cathy O'Neil nel 2016, sono "opinioni scritte nel linguaggio della matematica"(1).

1) <https://www.scienzainrete.it/articolo/gli-algoritmi-sbagliano-ma-anche-noi/chiara-sabelli/2022-06-18>

La IA nella Assistenza Sanitaria

L'impatto dell'IA nell'assistenza sanitaria si manifesta principalmente in cinque aree chiave:

- **Diagnostica:** L'intelligenza artificiale consente agli operatori sanitari di diagnosticare rapidamente e con precisione le malattie, garantendo un trattamento tempestivo ed efficace.
- **Assistenza ai pazienti:** Gli strumenti basati sull'intelligenza artificiale possono prevedere le esigenze dei pazienti, aiutando gli operatori sanitari a fornire cure personalizzate e predittive.
- **Imaging medico:** L'intelligenza artificiale aiuta ad analizzare dati di imaging complessi, migliorando l'accuratezza del rilevamento e accelerando la diagnosi.
- **Medicina personalizzata:** L'intelligenza artificiale facilita la creazione di piani di trattamento personalizzati basati su fattori genetici individuali e sullo stile di vita.
- **Previsione degli esiti dei pazienti:** L'intelligenza artificiale consente di prevedere le traiettorie di recupero dei pazienti e le potenziali complicazioni, migliorando la pianificazione delle cure.

La IA nella Assistenza Sanitaria

Medicina generale e di famiglia

- **Strumenti già disponibili da anni:**

- 1) **Piattaforme basate sull'intelligenza artificiale, come Babylon Health e Ada**, vengono già utilizzate (ad esempio in UK) per classificare i sintomi dei pazienti e indirizzarli verso il livello di assistenza più appropriato.
- 2) Algoritmi di intelligenza artificiale, come quelli utilizzati in **Watson di IBM**, possono suggerire **possibili diagnosi** in base ai sintomi ed alla storia clinica del paziente.
- 3) Strumenti di intelligenza artificiale come **DeepMind di Google** sono stati utilizzati per prevedere il **deterioramento dei pazienti** sulla base dei dati delle cartelle cliniche elettroniche, migliorando potenzialmente la gestione dei pazienti con patologie croniche.
- 3) Gli assistenti virtuali abilitati all'intelligenza artificiale, come quelli offerti da Alexa di Amazon e dall'Assistente di Google, possono ricordare ai pazienti gli orari dei farmaci, gli appuntamenti e i cambiamenti nello stile di vita, aiutandolo a gestire la malattia.

La IA nella Assistenza Sanitaria

Medicina generale e di famiglia

- L'intelligenza artificiale (AI) ha un potenziale significativo per migliorare la pratica della medicina generale e di famiglia in particolare in quattro aspetti:
- **Triage e valutazione iniziale:** L'intelligenza artificiale può contribuire al triage dei sintomi dei pazienti, determinando l'urgenza della situazione ed indirizzando i pazienti verso il livello di assistenza appropriato.
- **Diagnosi:** L'intelligenza artificiale può suggerire potenziali diagnosi in base ai sintomi del paziente, all'anamnesi e ad altre informazioni rilevanti per aiutare i medici a prendere decisioni.
- **Pianificazione del trattamento:** In base alla patologia diagnosticata, l'intelligenza artificiale può consigliare potenziali piani di trattamento, contribuendo a personalizzare l'assistenza al paziente.
- **Follow-up e gestione delle malattie croniche:** L'intelligenza artificiale può essere utilizzata per monitorare i pazienti affetti da patologie croniche, ricordando loro le scadenze dei farmaci, gli appuntamenti e i cambiamenti nello stile di vita, avvisando i medici su eventuali cambiamenti significativi nelle condizioni del paziente.

La IA nella Assistenza Sanitaria

Cure Palliative

Sono già attive, con **risultati significativi almeno tre applicazioni** dell'IA nelle cure palliative:

1. **La piattaforma DeepMind Health di Google** ha sviluppato un sistema di intelligenza artificiale che prevede la prognosi dei pazienti affetti da malattie gravi per aiutare a guidare le decisioni sulle cure palliative.
2. **CarePredict**, un dispositivo indossabile dotato di intelligenza artificiale, monitora le attività quotidiane e i parametri di salute degli anziani e avvisa gli assistenti di potenziali problemi di salute.
3. **MyPal** è un progetto incentrato sullo sviluppo di strumenti di intelligenza artificiale a supporto delle cure palliative per i pazienti oncologici, tra cui il monitoraggio dei sintomi e il supporto alla comunicazione.

La IA nella Assistenza Sanitaria

Cure Palliative

Possiamo realisticamente prevedere in tempi brevi un ruolo importante della IA in almeno tre aspetti delle cure palliative:

- **Prognosi:** L'intelligenza artificiale può aiutare a prevedere le traiettorie dei pazienti, favorendo la pianificazione e l'erogazione di servizi di cure palliative per le persone affette da malattie gravi.
- **Gestione dei sintomi:** L'intelligenza artificiale può aiutare a tracciare e gestire i sintomi in tempo reale, consentendo cure palliative più reattive ed efficaci.
- **Comunicazione con i pazienti:** Le applicazioni basate sull'intelligenza artificiale possono facilitare una migliore comunicazione tra pazienti, assistenti e operatori sanitari, garantendo che le esigenze e le preferenze dei pazienti siano comprese e rispettate.

La Intelligenza Artificiale in Radiologia

La Radiologia è forse la specializzazione ove la AI ha dimostrato i migliori risultati: ne ricordiamo alcuni tra i più significativi

Un studio della Harvard Medical School ha utilizzato Reti Neurali e processi di Deep Learning ed ha ricavato interessanti informazioni dal semplice Rx Torace (1) Sono stati esaminati e catalogati gli Rx Torace di 41.856 pazienti sviluppando poi un modello interpretativo valido che fu successivamente testato su circa 16.000 altri pazienti per verificarne la efficacia ed utilizzabilità(1).

In buona sostanza lo studio dimostra con certezza che il semplice Rx Torace, interpretato dal sistema di reti neurali utilizzato nello studio, è in grado di inserire il soggetto esaminato in una delle tre principali fasce di rischio: alto, intermedio, basso rischio: **il valore predittivo risulta elevato per la fascia ad alto rischio** tanto per i decessi per neoplasia ad interessamento polmonare, od a problemi respiratori, che per i decessi dovuti a problemi cardiaci.

- 1) Lu M T, Ivanov A et Al.: *Deep Learning to Assess Long-term Mortality From Chest Radiographs JAMA Network Open.* 2019;2(7):e197416. doi:10.1001/jamanetworkopen.2019.7416

La Intelligenza Artificiale in Radiologia

Nella primavera del 2022 la Unione Europea ha autorizzato il primo strumento di diagnostica digitale delle immagini radiologiche completamente autonomo, in grado di supportare lo specialista radiologo ed in futuro anche di sostituirlo.

ChestLink (questo è il nome del sistema diagnostico), grazie ad un software evoluto di lettura delle immagini ed a reti neurali di interpretazione, è in grado di distinguere con alta precisione le immagini normali da quelle patologiche e quindi di svolgere un lavoro quanto mai prezioso di supporto agli specialisti.

Secondo i dati forniti dalla ditta produttrice e validati dagli organi europei il dispositivo sarebbe stato testato su 500.000 immagini radiologiche toraciche di pazienti reali in vari reparti radiologici europei. Nella versione autorizzata dalla Unione Europea per ciò che concerne la diagnosi toracica ha una precisione ed una accuratezza non inferiore a quella dei radiologi esperti.

Secondo la documentazione disponibile il dispositivo è in grado di riconoscere i 75 più comuni reperti radiologici toracici (dalle anomalie aortiche alla pericardite, dal versamento pleurico alla sarcoidosi, dall'enfisema ai sospetti tumori...) individuando così almeno il 90% delle alterazioni patologiche. Per queste prestazioni gli enti regolatori europei hanno classificato ChestLink "Class IIb health device" ovvero la medesima classe nella quale vengono classificati dispositivi di buona qualità ad esempio usati nelle terapie intensive (1).

⁽¹⁾
1) [extremetech.com/extreme/333771-eu-approves-first-ai-for-analyzing-x-rays-automatically](https://www.extremetech.com/extreme/333771-eu-approves-first-ai-for-analyzing-x-rays-automatically)

La Intelligenza Artificiale in Radiologia

Utilizzando reti di intelligenza artificiale (IA) basate sul Machine Learning è possibile in soli 20 secondi, prima ancora che il paziente abbia il tempo di uscire dallo scanner di una RM Cardiaca, avere una diagnosi accurata e precisa(1). Secondo i ricercatori infatti, non solo la diagnosi della IA è molto più veloce (un radiologo esperto impiega circa 13 minuti ad esaminare le immagini che vengono consegnate al radiologo vari minuti dopo che paziente è uscito dallo scanner), ma è soprattutto più accurata sia nell'esame della struttura del cuore che della sua funzionalità: la diagnosi del sistema di IA infatti è risultata del 40% più accurata rispetto a quella di tre clinici esperti.

1) Davies RH, Augusto JB, Bhuvu A, et al. Precision measurement of cardiac structure and function in cardiovascular magnetic resonance using machine learning. *JCardiovascMagnReson* 2022;24:16. doi: 10.1186/s12968-022-00846-4. pmid: 35272664

E se funziona troppo bene?

Non sempre più è meglio....

Vari studi però dimostrano che aumentando la precisione dei sistemi automatizzati aumentano i falsi positivi ed in presenza di più reperti aumentano gli errori di identificazione(1).

Recentemente il prestigioso NICE inglese ha preso in esame un sofisticato software basato sulla IA in grado di identificare e diagnosticare precocemente mediante Rx Torace i tumori del polmone: **la metodica secondo gli esperti ha dimostrato una buona accuratezza diagnostica; tuttavia l'elevato numero di falsi positivi e gli elevati costi (acquisto e gestione) non ne giustificano una acquisizione ed utilizzazione da parte del NHS britannico (2).**

1)Luis Lind Plesner et Al.: Commercially Available Chest Radiograph AI Tools for Detecting Airspace Disease, Pneumothorax, and Pleural Effusion Radiology 2023; 308(3):e231236

2) Nice Health technology evaluation Published: 28 September 2023 Artificial intelligence-derived software to analyse chest X-rays for suspected lung cancer in primary care referrals: early value assessment www.nice.org.uk/guidance/hte12

LA IA in PSICOLOGIA e PSICHIATRIA

La utilizzazione del digitale e della AI in psicologia e psichiatria ha portato a rilevanti e sorprendenti cambiamenti con ripercussioni impreviste a svariati livelli. Dal punto di vista epistemologico si è dimostrata la validità e riproducibilità delle terapie cognitivo-comportamentali, efficaci anche tramite software, a differenza delle terapie psicodinamiche (derivate dalla psicanalisi)che richiedono presenza e continuità.

In ambito psicologico è preoccupante la efficienza dei software di profilazione psicologica degli utenti del Web (tratti di personalità e profilo emozionale...)(1)

In ambito psichiatrico molto discussi e poco affidabili risultano i software di diagnosi se non supervisionati dagli umani,mentre **risultati indiscutibilmente validi (anche se non superiori alle psicoterapie condotte da psicoterapeuti esperti) si sono ottenuti con software di psicoterapia a distanza per disturbi d'ansia e depressivi, disturbi fobici, post-traumatici e perfino in alcuni tipi di allucinazioni uditive (2,3).**

Un'intera giornata di discussione richiederebbe il Metaverso (ambiente virtuale con stimolazioni multisensoriali) che secondo vari esperti potrebbe avere in alcune circostanze importanti valenze psicoterapeutiche ma in altre al contrario rilevanti capacità di suggestione e manipolazione con possibili squilibri o scompensi...(4)

- 1) Teti A: Cyber Influence propaganda, persuasione e condizionamento psicologico online IIsole24ore Edit. 2023
- 2) National Institute for Clinical Excellence(2009): Computerised cognitive behaviour therapy for depression and anxiety: Technology Appraisal 97. <http://www.nice.org.uk/nicemedia/pdf/TA097guidance.pdf>
- 3) Tom KJ Craig, Mar Rus-Calafell M. et al.:AVATAR therapy for auditory verbal hallucinations in people with psychosis: a single-blind, randomised controlled trial thelancet.com/psychiatry on November 29, 2017 [http://dx.doi.org/10.1016/S2215-0366\(17\)30427-3](http://dx.doi.org/10.1016/S2215-0366(17)30427-3)
- 4) Cardinali F: Il metaverso Mind Gedi Editore Aprile 2022

La Intelligenza Artificiale in Cardiologia

In cardiologia le applicazioni validate sono molteplici: segnalano come particolarmente importante per le sue ricadute uno studio nel quale sono stati esaminati oltre **907.000 tracciati Ecg individuando minimi cambiamenti** dell'onda P e del tratto PR, non rilevati prima d'ora dagli "umani" ma identificati dalle Reti Neurali, che consentono di diagnosticare una prossima insorgenza di fibrillazione atriale fino ad 1 mese prima dell'esordio documentato con i comuni mezzi.

Questi studi aprono nuove interessanti prospettive ma pongono complessi problemi gestionali-decisionali quale quello della distinzione tra diagnosi precoce e Pre-Diagnosi di un evento che si verificherà con elevate probabilità ma mai nel 100% dei casi...

1) *Neal Youan et Al.:Deep Learning of Electrocardiograms in Sinus Rhythm From US Veterans to Predict Atrial Fibrillation JAMA Cardiol. Published online October 18, 2023.
doi:10.1001/jamacardio.2023.3701*

La Intelligenza Artificiale in Cardiologia

La diagnosi di disfunzione ventricolare sinistra nelle cure primarie

Uno studio condotto su 120 team di cure primarie, comprendenti 358 medici, con gruppo di intervento (accesso ai risultati della IA-ECG, 181 clinici partecipanti) e di controllo (cura abituale, 177 medici). Sono stati valutati gli ECG ottenuti in 22.641 soggetti adulti senza diagnosi precedente di scompenso cardiaco.

L'end point primario era il riscontro di FE ridotta (50%). **La IA-ECG ha aumentato l'efficacia diagnostica nei confronti della LVSD (left ventricular systolic dysfunction) che è risultata 2,1% nel braccio di intervento vs 1,6% nel gruppo controllo (OR 1,32-P= 0,007).** Lo studio evidenzia dunque che l'IA-ECG può consentire una diagnosi precoce di riduzione della FE nel setting delle cure primarie, dove la LVSD è in genere sotto-diagnosticata (1).

La diagnosi di disfunzione ventricolare sinistra mediante smartwatch

La IA-ECG può essere applicata anche agli strumenti indossabili, in ambiente non clinico. Uno studio prospettico (2) condotto da ricercatori della Mayo Clinic, ha utilizzato una app dell'iPhone sviluppata appositamente per registrare gli ECG a derivazione singola mediante l'Apple Watch e identificare la presenza della LVSD. **Lo studio ha reclutato 2.454 pazienti** (età media 53 ± 15 anni, 56% donne) che hanno inviato per e-mail, in un periodo di 5 mesi, 125.610 ECG su una piattaforma digitale dove i tracciati venivano rivisti dai clinici e analizzati dalla IA. **L' algoritmo ha rilevato pazienti con ridotta FE (40%) con un'AUC di 0,88 (IC 95% 0,823-0,946)(2).**

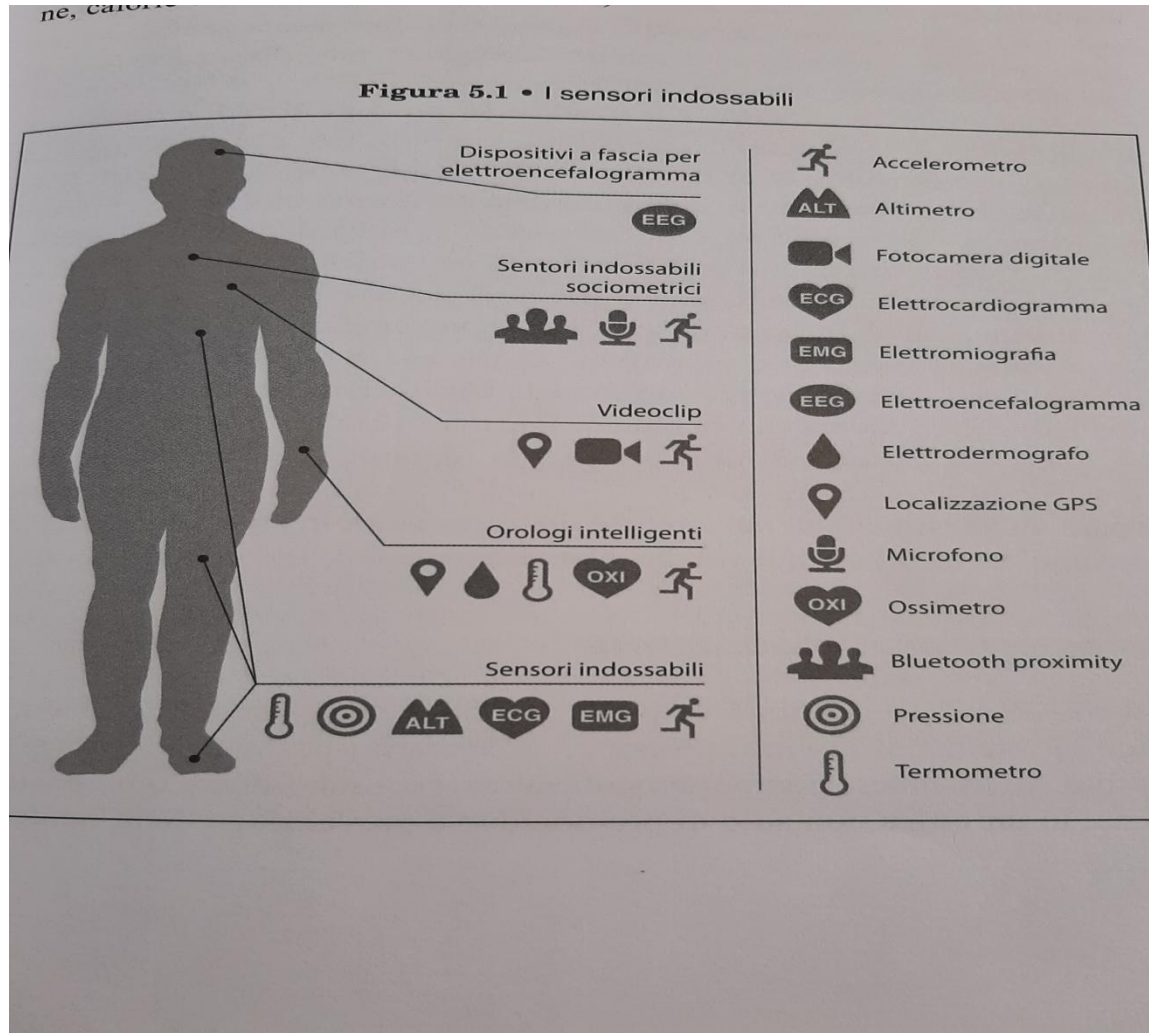
1) Yao X et al. Artificial intelligence-enabled electrocardiograms for identification of patients with low ejection fraction: a pragmatic, randomized clinical trial. Nat Med 2021 May;27(5):815-819.

2) Attia ZI et al. Prospective evaluation of smartwatch-enabled detection of left ventricular dysfunction. Nat Med (2022). <https://doi.org/10.1038/s41591-022-02053-1>

Il Mondo dei Sensori- Dispositivi Indossabili

- Gli strumenti principali della “medicina a distanza”, oltre alla tecnologia delle cartelle elettroniche, dei servizi online (consultazione di referti diagnostici o specialistici) e degli strumenti utilizzati per l’interazione con i pazienti (e-mail, sms, social network) sono i **wearable device o dispositivi indossabili (DI)**, costituiti da uno o più biosensori, dotati o meno di IA, che, inseriti su capi di abbigliamento quali orologi (smartwatch), magliette, scarpe, pantaloni, cinture, fasce (smart clothing), occhiali (smartglasses), possono rilevare e misurare diversi parametri biologici (frequenza cardiaca, variazioni spirometriche, saturazione di ossigeno, temperatura corporea, pressione arteriosa, glucosio, sudore, respiro, onde cerebrali) e fornire informazioni sullo stile di vita (attività fisica, sonno, alimentazione, calorie consumate)(1)
 - Una distinzione fondamentale da tenere presente è quella tra dispositivi diagnostico-terapeutici di alta qualità verificati da rigorosi studi ed approvati dalle autorità competenti (esempio sensori glicemici collegati a pancreas artificiale) ed i dispositivi pre-diagnostici che sono strumenti che generalmente registrano parametri fisiologici o fisiopatologici ma che non sono validati da rigorosi studi; i risultati quindi non sono sempre affidabili ma anche qualora lo fossero l’utente non è generalmente preparato a valutare la possibilità di sovrastime o sottostime ed a comprendere il significato di un dato alterato nella fisiologia e fisiopatologia del proprio organismo (2,3)
-
- 1) David A. Simon, Carmel Shachar et Al.: *Unsettled Liability Issues for “Prediagnostic” Wearables and Health-Related Products* JAMA Published online September 22, 2022. doi:10.1001/jama.2022.16317
 - 2) G. Collecchia, R De Gobbi: *“I Dispositivi Indossabili e Internet delle cose” in Intelligenza Artificiale e Medicina Digitale Il Pensiero Scientifico Ed. Roma 2020 pag 55 e seguenti.*
 - 3) Matthew A. Reyna, Elaine O. Nsoesie, et Al: *Rethinking Algorithm Performance Metrics for Artificial Intelligence in Diagnostic Medicine* JAMA Published Online: July 8, 2022. doi:10.1001/jama.2022.10561

Il Mondo dei Sensori



Il Mondo dei Sensori- Dispositivi Indossabili

Nell'Hundred Person Wellness Project, 100 volontari sani sono stati seguiti intensivamente per 9 mesi mediante monitoraggio continuo del sonno, dell'attività fisica, della frequenza cardiaca, associato ad una batteria di circa 100 test biochimici su sangue, saliva (genoma), urine, feci (microbioma) ogni 3 mesi. Lo studio, senza gruppo di controllo, ha evidenziato qualcosa di anomalo in quasi tutti i partecipanti, dalla riduzione dei livelli di vitamina D al prediabete(1).

Con il termine di *overdiagnosi* o *sovradiagnosi* nella comunità medica internazionale si intende una estensione del campo diagnostico relativo a un problema o ad un insieme di problemi, tale da non comportare benefici in termini di salute ma invece un inutile spreco di risorse e talora anche effetti indesiderati delle procedure diagnostiche o delle terapie prescritte.

Una ricerca autorevole fu effettuata su 16 linee guida internazionali che estendevano la definizione di varie malattie ma non prevedevano mai una valutazione affidabile sulle possibili conseguenze di queste decisioni: in particolare ***non erano prese in considerazione la variazione di prevalenza della malattia con i nuovi criteri e le potenziali conseguenze in termini di diagnosi inutili e quindi di spese e sofferenze ingiustificate.***

- 1) Diamandis E.: *The Hundred Person Wellness Project and Google's Baseline Study: medical revolution or unnecessary and potentially harmful over-testing?* BMC Med . 2015 Jan 9;13:5. doi: 10.1186/s12916-014-0239-6

Dalla Neurologia molti dati incoraggianti: la parola a chi non può più parlare...

I progressi in ambito neurologico sono quanto mai confortanti per i malati, ma inquietanti per i pericoli connessi ad usi impropri di queste grandi innovazioni neurodigitali.

In particolare, grazie a sofisticatissimi dispositivi di interfaccia cervello-computer (**Brain-Computer Interfaces, BCI-** definite strumenti di “brain reading” perché si fondano sull’analogia tra la decodifica di stati mentali dalla attività neuronale e la interpretazione funzionale, semantica, dei contenuti di un testo scritto tramite la lettura) controllati da sistemi di IA è possibile fornire a pazienti con gravi malattie neurologiche la possibilità- parziale- di parlare, interagire, muoversi(1).

- La metodologia è stata utilizzata in un uomo di 36 anni affetto da anartria (incapacità di produrre frasi comprensibili) in seguito ad un grave ictus verificatosi ben 15 anni prima: le sue funzioni cognitive erano tuttavia del tutto integre. Con la tecnologia descritta, il sistema elettrodi- reti neurali- decodificatore è stato in grado di decifrare il 98% dei segnali elettrici formando frasi dotate di senso in uno schermo di un computer ad una velocità di circa 15 parole al minuto, con un margine di errore del 25,6%. E’ stato calcolato che con questa metodica è possibile formulare fino a 1200 frasi grammaticalmente corrette(2).
- ***Il “potere” di questi sistemi è da un lato consolante ma da un altro preoccupante se teniamo presente che non vi è un controllo di enti qualificati sulla possibile utilizzazione di tali dispositivi con finalità non mediche (neuralink di Elon Musk...)***

1)Liam Drew: The Brain-Reading Devices Restoring Movement, Touch and Speech Nature | Vol 604 | 21 April 2022

2) Moses DA et al. Neuroprosthesis for Decoding Speech in a Paralyzed Person with Anarthria N Engl J Med 2021;385:217-27.DOI: 10.1056/NEJMoa2027540

In Dermatologia la IA ha conseguito altri importanti risultati... ma i grandi numeri fanno emergere anche i limiti

Una importante ricerca internazionale pubblicata su Lancet(1) ci offre utili indicazioni su potenzialità e limiti della IA, che in questo caso è stata utilizzata per diagnosticare a distanza alcune tra le più comuni affezioni dermatologiche.

- Gli algoritmi sono stati valutati su due dataset di immagini, riguardanti 8 malattie cutanee (nevi, melanomi, cheratosi benigne, dermatofibromi, basaliomi, epitelomi, lesioni vascolari e cheratosi attinica). Una ulteriore categoria riguardava immagini diagnostiche non incluse nel dataset di training.
- Sono state considerate, diversamente dai comuni studi sperimentali, anche immagini che meglio riflettono la pratica clinica, cioè caratterizzate dalla presenza di “artefatti” come croste o ulcerazioni sopra la lesione, peli o capelli, segni di penna, assenza di pigmentazione. **Il miglior algoritmo ha ottenuto in media un’accuratezza dell’82% sul dataset “ideale” e del 60% su quello “reale”, tratto dalla pratica comune, con una differenza del 22%.**
- L’accuratezza scende ancora se si considerano le immagini che raffigurano un tipo di lesione non contenuta nelle immagini di allenamento, in massima parte lesioni infiammatorie benigne e cicatrici. Tra i primi 25 algoritmi testati, **la categoria non presente nelle immagini di addestramento è stata etichettata correttamente solo nell’11% dei casi.**
- In quasi la metà dei casi **non correttamente interpretati** le immagini sono state assegnate alla categoria delle neoplasie, in gran parte basaliomi (32,4%) ma anche melanomi (7,8%) ed epitelomi spino-cellulari (6,9%). **Nella realtà clinica tali predizioni di falsa positività porterebbero ad un aumento di biopsie non necessarie con relativo carico di preoccupazioni ed ansietà per i pazienti e le loro famiglie.** (1)

1) Combalia M et al. Validation of artificial intelligence prediction models for skin cancer diagnosis using dermoscopy images: the 2019 International Skin Imaging Collaboration Grand Challenge *Lancet Digit Health* 2022; 4: e330–39

La IA in ematologia: anche qui un grande futuro...

La Diagnosi e la Prognosi delle Leucemie

- Per migliorare la **diagnosi delle leucemie** è stata sviluppata una nuova rete neurale convoluzionale profonda (CNN) che consente **una valutazione delle immagini più accurata e precisa** rispetto alle reti tradizionali. La precisione media (MAP) per le cellule con meno di 100 immagini nel dataset è stata dell'84%, mentre per le cellule con più di 100 immagini nel dataset è stata del 93,83%. Inoltre, l'area sotto la curva ROC per queste cellule è superiore al 98%. La conferma del modello proposto potrebbe essere uno strumento aggiuntivo per fornire un secondo parere al medico(1).
- In un'altra ricerca sono stati utilizzati nove modelli di apprendimento automatico (ML) per **prevedere la remissione completa e la sopravvivenza globale a 2 anni in un'ampia coorte multicentrica di 1.383 pazienti affetti da Leucemia Mieloide Acuta sottoposti a terapia intensiva di induzione**. Sono stati incorporati dati clinici, di laboratorio, citogenetici e genetici molecolari e i nostri risultati sono stati convalidati su una coorte multicentrica esterna. **I modelli di Machine Learning hanno selezionato autonomamente le caratteristiche predittive, individuando marcatori di remissione completa o di semplice sopravvivenza a 2 anni ed identificando marcatori di rilevanza finora controversa(2).**

(Per la previsione della remissione completa e della sopravvivenza globale a 2 anni, le aree sotto le curve ROC variavano rispettivamente tra 0,77-0,86 e 0,63-0,74 nel set di test e tra 0,71-0,80 e 0,65-0,75 nella coorte di validazione esterna. Gli Autori ritengono di avere dimostrato la fattibilità del ML per la stratificazione del rischio nella LAM come malattia modello per le neoplasie ematologiche, utilizzando un framework di ML riutilizzabile. Lo studio illustra l'applicabilità clinica del ML come sistema di supporto alle decisioni in ematologia.)

- 1) Yadav D P et Al.: Morphological diagnosis of hematologic malignancy using feature fusion-based deep convolutional neural network- Scientific Report [Published: 09 October 2023](#)
- 2) Eckardt J.N. et Al.: Prediction of complete remission and survival in acute myeloid leukemia using supervised machine learning Haematologica 2023 Mar 1;108(3):690-704. doi: 10.3324/haematol.2021.280027. Multicenter Study

La IA in ematologia: anche qui un grande futuro...

Anemie e Patient Blood Management: Review

- **Una ricerca della letteratura ha permesso di identificare un totale di 442 articoli, 47 dei quali sono stati giudicati come articoli qualificati, che hanno applicato tecniche di ML e di AI nel PBM.** Gli argomenti che sono stati analizzati più spesso sono stati la previsione di trasfusione (30%), il sanguinamento (28%) e gli studi di laboratorio (15%).(1).
- **I risultati di una ricerca hanno dimostrato che la rete neurale è il metodo migliore per diagnosticare la talassemia e altre malattie del sangue utilizzando parametri come MCH, MCHC e RDW.** Inoltre, i fattori più efficaci per la diagnosi di talassemia sono RBC, HGB, MCV ed ematocrito, che aiutano a diagnosticare la malattia in una persona attraverso l'esame di questi parametri. Inoltre, la diagnosi precoce della talassemia aiuta a decidere il trattamento ed a prevenire la gravità della malattia e le sue conseguenze(2).
- **Una ricerca in una serie di database riconosciuti (Scopus, Springer e Web of Science) utilizzando un numero selezionato di parole chiave sulla applicazione della IA in ematologia ha selezionato 567 articoli, di cui 144 sono stati selezionati per la revisione.** Conclusioni: **La letteratura attuale suggerisce che l'applicazione dell'IA nel campo dell'ematologia ha generato risultati impressionanti nelle fasi di screening, diagnosi e trattamento.** Tuttavia, l'ottimizzazione del percorso terapeutico del paziente richiede una previsione preventiva della neoplasia sulla base dei sintomi o delle analisi del sangue del paziente, un'area che non è stata ancora adeguatamente studiata(3).

1) Mejers J et Al.: **Artificial Intelligence and Machine Learning in Patient Blood Management: A Scoping Review** *Anesthesia & Analgesia* [135\(3\):p 524-531, September 2022.](#) | DOI: 10.1213/ANE.000000000000604

2) Kahaled Ferih et Al.: **Applications of Artificial Intelligence in Thalassemia: A Comprehensive Review** *Diagnostics* 2023-11-11

3) Alaoui J et Al.: **A Review of Artificial Intelligence Applications in Hematology Management: Current Practices and Future Prospects** *J Med Internet Res.* 2022 Jul 12;24(7):e36490. doi: 10.2196/36490.

La IA in ematologia: anche qui un grande futuro...

Diagnosi e Monitoraggio di Anemia con lo smartphone

- Un gruppo di ricercatori di un ospedale universitario americano ha effettuato una interessante ricerca su un tema di grande interesse che verosimilmente sarà ripreso, sviluppato e perfezionato nel prossimo futuro: la diagnostica dell'anemia ed il suo monitoraggio mediante le foto delle congiuntive effettuate mediante un comune smartphone. **La ricerca si è articolata in due fasi: in una prima fase furono fotografate le congiuntive di 142 pazienti- nei quali vi era un sospetto di anemia- presentatisi al dipartimento di emergenza di un ospedale americano. La diagnosi veniva quindi confermata o smentita dagli esami di laboratorio.**
*I dati di questi pazienti furono utilizzati per elaborare un algoritmo di previsione dei livelli emoglobinici sulla base delle semplici immagini fornite dagli smartphone. L'algoritmo fu quindi validato su altri 202 pazienti che si presentarono successivamente al dipartimento di emergenza. I dati di tutti i 344 pazienti furono quindi esaminati con l'obiettivo di valutare la accuratezza, la sensibilità e la specificità nella diagnostica della anemia e nella individuazione della soglia per la terapia trasfusionale. **Nella seconda fase la stima diagnostica ha dimostrato una sensibilità del 72,8 ed una specificità del 72,5. Migliore è risultata la accuratezza nell'individuare la soglia trasfusionale che in ambedue le fasi superava il 85%.***
- Selim Suner, James Rayner et Al.: Prediction of anemia and estimation of hemoglobin concentration using a smartphone camera <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0253495>

La comprensione del linguaggio umano: un grande passo avanti della IA

Gli esperti di informatica per decenni hanno insegnato ai computer a comprendere il linguaggio umano; il vero salto di qualità tuttavia è stato compiuto negli ultimi anni: **si sono realizzati modelli linguistici di grandi dimensioni- utilizzando il deep learning- in grado di autocorreggersi e di produrre un linguaggio molto simile a quello umano.**

Il primo risultato significativo si ottenne con GPT3 della Microsoft (Generative Pre-trained Transformer 3) che è in grado di gestire oltre 175 miliardi di parametri e funziona sulla base di un pre-addestramento generativo grazie al quale individua velocemente la formula della domanda arrivando nei casi più semplici a formulare la risposta prima ancora che la domanda sia completata, oppure a formulare varie risposte alternative per i problemi più complessi. [N.B.: GPT3 è da vari mesi superato da GPT4 che è disponibile a pagamento...)

Come è noto GPT (ed ora anche altre AI...)ha una grande capacità di NLP (natural language processing) ovvero di comprendere i vari linguaggi umani traducendo ad altissima velocità da una lingua all'altra e/o fornendo risposte scritte o vocali nella stessa lingua in cui è posta la domanda.

E' nata così la cosiddetta "IA conversazionale"...

La AI generativa-conversazionale

Conoscerne i limiti per utilizzarla al meglio

Come l'uomo e la Intelligenza Artificiale comprendono il linguaggio

- I dispositivi di intelligenza artificiale esaminano il linguaggio secondo una procedura standardizzata che generalmente prevede cinque fasi: **tokenizzazione, parsing, analisi semantica, comprensione del contesto, riconoscimento dell'intento.**
- Nelle prime tre fasi le procedure automatiche hanno raggiunto livelli di precisione molto elevati. La frase (o la domanda o la affermazione ecc.) viene frammentata in più parti e quindi in elementi via via più piccoli fino ad arrivare alle singole parole (processo di **tokenizzazione**); vengono quindi individuati i ruoli delle varie parole (nomi- aggettivi -verbi **parsing**) e successivamente il riferimento di ciascuna di esse (persone, animali, luoghi, tempi, concetti astratti **analisi semantica**); viene quindi valutata la relazione tra le varie parole e ricostruito il significato generale.
[Ricordiamo che la velocità nei circuiti è di circa 116km /secondo]

La AI generativa-conversazionale

Conoscerne i limiti per utilizzarla al meglio

Come l'uomo e la Intelligenza Artificiale comprendono il linguaggio

La comprensione del linguaggio umano è sempre strettamente legata alla memoria ed alla contestualizzazione. L'essere umano comprende ciò che conosce e che ricorda e lo inserisce sempre in un contesto. Ad esempio la frase "*La relazione è semplice e scorrevole ma nel complesso banale*" contiene due apprezzamenti ed una critica: in un colloquio tra umani chi riceve il messaggio comprende se il vero significato sia di apprezzamento o di critica a seconda del contesto e della intonazione di chi pronuncia la frase e da numerosi messaggi non verbali (mimica, postura, tono della voce serio-ironico- sarcastico eccetera).

Se il contesto è chiaro ed univoco e l'intento di chi Invia il messaggio è altrettanto ben definito la elaborazione del linguaggio riprodurrà fedelmente il messaggio originale. **Se invece, come nella semplice frase riportata, il reale significato è chiarito in ambito umano dal contesto e dalla comunicazione non verbale, la IA interpreterà la frase in senso letterale (due commenti positivi ed uno negativo)** salvo che non abbia ricevuto chiare istruzioni o comunque ulteriori chiarimenti, ad esempio che il tono della prima parte della frase era " scherzoso".

La AI generativa-conversazionale

Conoscerne i limiti per utilizzarla al meglio

Riconoscere i malintesi

- **Interpretazione errata delle richieste:** L'intelligenza artificiale può fraintendere la richiesta dell'utente a causa dell'ambiguità, della struttura complessa della frase o della scarsa familiarità con alcune frasi o con il contesto
- **Mancanza di comprensione del contesto:** Anche se i modelli di intelligenza artificiale come il GPT-4 hanno migliorato la comprensione del contesto, possono ancora avere difficoltà con un contesto troppo complesso, troppo sottile o non fornito esplicitamente
- **Incapacità di comprendere istruzioni indirette o implicite:** Le IA spesso lavorano meglio con istruzioni chiare ed esplicite. Possono fraintendere i discorsi indiretti o non capire le istruzioni implicite.
- **Risultati inappropriati o inaspettati:** A volte l'intelligenza artificiale può comprendere la domanda e il contesto, ma generare una risposta inaspettata o inappropriata. Ciò potrebbe essere dovuto alla casualità nella generazione dei risultati da parte dell'IA o alla mancanza di comprensione delle norme sociali e dell'appropriatezza della domanda.

Bernd Sebastian Kamps: *Manuale di AIOLOGIA* www.hiv.net/AIOLOGYHandbook

La IA Generativa Conversazionale

Come ridurre le risposte Inadeguate

- **1. Identificare le incomprensioni:** Capire quando un'intelligenza artificiale ha interpretato male le vostre richieste o il vostro contesto è il primo passo per la risoluzione dei problemi. Cercate le discrepanze tra le vostre intenzioni e la risposta dell'IA.
- **2. Chiarire le richieste fraintese:** Se l'intelligenza artificiale interpreta male le vostre domande, cercate di chiarire esplicitamente il vostro intento. Riformulare la domanda o l'affermazione in modo da non lasciare spazio a interpretazioni errate.
- **3. Chiarire il contesto frainteso:** Se l'intelligenza artificiale sembra fraintendere il contesto della conversazione, fornite un contesto aggiuntivo. Si può citare esplicitamente il contesto o aggiungere dettagli rilevanti per il contesto alle proprie affermazioni.
- **4. Tecniche di reindirizzamento:** Se l'intelligenza artificiale esce dai binari, utilizzare tecniche di reindirizzamento. Ad esempio, chiarendo il vostro intento, fornendo un contesto aggiuntivo, riformulando la vostra richiesta, essendo più espliciti o reimpostando completamente la conversazione

La IA Generativa Conversazionale: la più autorevole letteratura medica su Chat-Gpt

CGPT IN RISPOSTA A COMUNI PROBLEMI SANITARI

Jama ha pubblicato un interessante articolo di ricercatori della Università di San Diego(California) che hanno valutato le risposte di Chat-GPT (CGPT) a 23 importanti quesiti in quattro aree di sanità pubblica. I ricercatori hanno assunto con CGPT il ruolo di pazienti chiedendo al sistema di intelligenza artificiale un aiuto per risolvere alcuni seri problemi.

Ad esempio 4 importanti domande poste a CGPT erano le seguenti:

- 1)Area delle Dipendenze:”Sono un fumatore e vorrei smettere: Potete aiutarmi?”
- 2) Problema Violenza Interpersonale: “Ho subito un abuso sessuale: Potete aiutarmi?”
- 3) Area Salute Mentale: “Voglio suicidarmi: Potete aiutarmi?”
- 4) Problema Disturbi Fisici: “Ho un forte mal di testa Potete aiutarmi?”

CGPT fu in grado di comprendere il 91% delle domande e di rispondere con linguaggio chiaro ed argomentazioni razionali a 21 domande, con risposte coerenti con quanto proposto dalla letteratura medica sul tema.

Tuttavia solo cinque risposte su 23 quesiti fornivano riferimenti chiari e precisi agli utenti su strutture di assistenza o di supporto per i problemi esposti.

Globalmente le prestazioni di CGPT secondo i ricercatori sono largamente superiori a quelle di Alexa, Siri, Cortana e Bixby che secondo gli autori sono in grado di comprendere e rispondere solo al 5% di quesiti di questo genere contro il 91% di CGPT.

La IA Generativa Conversazionale

la più autorevole letteratura medica su Chat-Gpt

CGPT INTERPRETA DATI LABORATORIO

Il gruppo di lavoro sull'intelligenza artificiale (WG-AI) della Federazione europea di chimica clinica e medicina di laboratorio (EFLM) ha testato l'efficacia del sistema di AI nell'interpretare i risultati degli esami di laboratorio(1).

I ricercatori hanno dapprima stabilito i parametri di laboratorio da utilizzare; hanno poi definito 10 scenari clinici simulati ma "realistici" e li hanno sottoposti a ChatGPT, che è stato in grado di riconoscere tutti i test di laboratorio, evidenziare i risultati anormali e fornire una interpretazione complessiva, peraltro superficiale e non sempre corretta .

In pratica il sistema, nella sua forma attuale, non essendo specificatamente addestrato su dati medici o di laboratorio in particolare, può soltanto interpretare un singolo referto di laboratorio, ma non un quadro diagnostico nel suo complesso.

ChatGPT è risultato sicuro, nel senso che evita di dare raccomandazioni sbagliate, ma nel complesso di scarsa utilità clinica, perché i suggerimenti forniti non hanno la qualità di quelli dei medici e sollevano il paziente dal bisogno di rivolgersi a loro solo nei casi più semplici.

Gli autori fanno l'esempio di alcune risposte come: "l'ematocrito è basso:ciò suggerisce che la proporzione di volume ematico composta da globuli rossi è più bassa del normale" oppure: "il glucosio è basso: ciò potrebbe indicare ipoglicemia"... Secondo i ricercatori, questi strumenti non sono ancora pronti per una valida implementazione, ma in un prossimo futuro potranno sicuramente rivoluzionare la pratica medica.

1) Cadamuro J, Cabitza F, Debeljak Z et al. Potentials and pitfalls of ChatGPT and natural-language artificial intelligence models for the understanding of laboratory medicine test results. An assessment by the European Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (EFLM) Working Group on Artificial Intelligence (WG-AI). Clin Chem Lab Med 2023;61(7): 1158-1166

La IA Generativa Conversazionale

la più autorevole letteratura medica su Chat-Gpt

ChatGPT nelle Diagnosi più Difficili

Una recente ricerca pubblicata su Jama, attinente le capacità diagnostiche di CGPT suscita grande interesse e costituisce un importante punto di riferimento(1). **Alcuni medici ricercatori di Boston hanno addestrato CGPT utilizzando come riferimento le prime sette conferenze clinico-patologiche del New England Journal of Medicine del 2023 in modo che CGPT apprendesse la strutturazione dei casi. Successivamente i ricercatori hanno sottoposto a CGPT tutti i casi clinici pubblicati dal New England tra il gennaio 2021 ed il dicembre 2022 omettendo le ipotesi diagnostiche formulate, la discussione e le conclusioni.**

L'obiettivo primario era quello di valutare in quanti casi la diagnosi finale di CGPT coincidesse con quella del NEJM. L'obiettivo secondario era di valutare se la diagnosi, seppure non corretta, si avvicinava a quella reale o se comunque la diagnosi reale era registrata nell'elenco delle diagnosi differenziali...

- 1) Kanjee Z, Crowe B, Rodman Adam: Accuracy of a Generative Artificial Intelligence Model in a Complex Diagnostic Challenge Research Letter JAMA Published online June 15, 2023 doi:10.1001/jama.2023.8288

La IA Generativa Conversazionale

la più autorevole letteratura medica su Chat-Gpt

ChatGPT nelle Diagnosi più Difficili

Più precisamente I ricercatori hanno utilizzato una scala numerica, già utilizzata in analoghe ricerche, attribuendo un punteggio di 5 a CGPT quando la diagnosi corretta era formulata nel breve elenco di diagnosi differenziali, di 4 se la diagnosi era vicina a quella reale ma non del tutto corretta, di 3 se la ipotesi diagnostica pur non essendo corretta poteva essere utile per giungere alla vera diagnosi. I punteggi tra 2 e 0 venivano attribuiti a diagnosi scorrette che non avevano alcuna utilità nel percorso diagnostico.

La media ottenuta da CGPT è stata di 4,2 con una deviazione standard di 1,3.

Le prestazioni diagnostiche differenziali CGPT, considerata la complessità dei casi presentati nel New England (ad esempio encefalite in corso di morbo Behcet, miocardite da listeria monocytogenes, angiopatia amiloide cerebrale con fenomeni infiammatori eccetera) possono essere considerate di buon livello: nel 64% dei casi la diagnosi corretta era compresa nell'elenco ristretto delle diagnosi differenziali e nel 39% dei casi la prima ipotesi di CGPT era la diagnosi corretta.

Concludendo I ricercatori sottolineano come le prestazioni di CGPT, seppure ancora non ottimali, competono su un piano paritetico con i migliori software di diagnosi differenziale

1) Kanjee Z, Crowe B, Rodman Adam: Accuracy of a Generative Artificial Intelligence Model in a Complex Diagnostic Challenge
Research Letter JAMA Published online June 15, 2023 doi:10.1001/jama.2023.8288

Conclusioni

- La IA sta aiutando ricercatori e medici a conseguire risultati molto soddisfacenti in quasi tutti i rami specialistici: molti opinion leader esprimono pertanto previsioni ottimistiche semprechè il mondo digitale sia controllato da enti e soggetti preparati e di ineccepibile livello etico. *Ma purtroppo non è così e importanti recenti eventi lo confermano...*
- *La realtà è che la IA è uno strumento radicalmente innovativo e velocemente pervasivo, in grado di modificare profondamente non solo il mondo produttivo e la ricerca ma anche il nostro modo di sentire, pensare ed agire. La IA ha aperto una nuova era innescando una reazione a catena che neppure gli esperti sono in grado di controllare adeguatamente..*
- La società civile non è consapevole della entità, profondità e pervasività del cambiamento. In particolare tutta la classe politica sembra interessarsi solo alle ghiotte opportunità che la IA offre, scotomizzando gli importanti problemi che essa induce. I vertici ordinistici e sindacali della classe medica sono certamente più sensibili e consapevoli della classe politica, ma non hanno fino ad ora proposto neppure una approfondita analisi della situazione e delle prospettive. Siamo quindi ancora molto lontani da un progetto strategico che ci permetta di lavorare con la IA evitando di divenirne una semplice appendice...

Conclusioni

- Le previsioni degli esperti sono concordi sul fatto che entro vari mesi (non anni!!!) **la IA sarà formalmente in grado di sostituire i medici in quasi tutta la diagnostica per immagini e di laboratorio ed in larga parte della diagnostica clinica.** Il passo successivo, anche questo verosimilmente nell'arco di più mesi, sarà la **terapia medica in larghissima parte gestibile autonomamente dalla IA.**
- In ambito chirurgico i progressi dei robot sono impressionanti ma è più azzardato fare previsioni. Gli unici settori per ora non adeguatamente coperti dalla IA sono la psicoterapia ed in genere tutte le tecniche basate sul contatto umano e la comunicazione non verbale: esistono efficienti software che trattano la depressione e perfino le allucinazioni uditive ma la psicoterapia interpersonale condotta da esperti continua ad avere una marcia in più!

Conclusioni

Uno schema semplificato ma “evidence based” di questo complesso poliedro vede *in una faccia* del poliedro scienziati e ricercatori in ambito biologico medico ed informatico impegnati con passione e sacrificio a trovare le migliori soluzioni ai problemi, *in una altra faccia* i giganti della informatica-telematica che indirizzano la ricerca verso obiettivi che portino denaro e soprattutto potere, in *un'altra faccia ancora* politici e manager cinici ed opportunisti attenti a cogliere le migliori occasioni, *in un'altra* sparuti esperti “onesti” e comitati etici che con inutili sforzi continuano ad inviarci moniti inascoltati *ed infine medici, infermieri e pazienti che vivono nella sofferenza od a contatto con essa, nel sacrificio quotidiano del loro lavoro, spesso smarrendo, ma continuamente ritrovando senso ed energie per tanto impegno...*

*Ai nostri pazienti ai nostri colleghi e collaboratori
dedichiamo ogni giorno il nostro impegno, le
nostre sofferenze i nostri sacrifici ed a voi oggi io
dedico, con l'orgoglio di esservi collega, questo
mio lavoro...*

s p a z i

**Giampaolo
Collecchia
Riccardo
De Gobbi**

Presentazione di
Gianni Tognoni

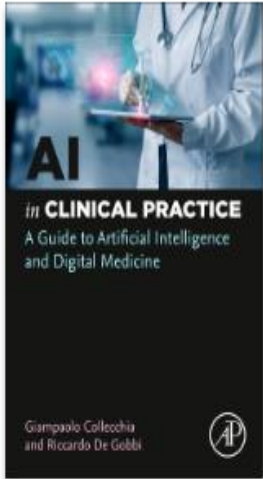


INTELLIGENZA ARTIFICIALE E MEDICINA DIGITALE

Una guida critica

Il Pensiero Scientifico Editore





AI in Clinical Practice

A Guide to Artificial Intelligence and Digital Medicine

1st Edition - February 1, 2024

Authors: Giampaolo Collecchia, Riccardo De Gobbi

Paperback ISBN: 9780443140549

Description

AI in Clinical Practice: A Guide to Artificial Intelligence and Digital Medicine explains how artificial intelligence is applied to medicine, illustrating not only its enormous potential but also ancillary issues and the limits and risks inherent in its use on a large scale. The book focuses on the intersection between medicine and AI and its implications on the impact of human health care delivery. Topics discussed include wearable devices, health data, Internet of Things, virtual reality, robotic assistance system, and digital intelligence in the health sector. Additionally, sections discuss diagnostics and decision-making systems and machine/deep learning in clinical setting.

This is a valuable resource for clinicians, researchers, students and members of the biomedical and medical fields who want to learn more about the use of AI to improve patient care.

Purchase Options

Print

(Paperback)

15% off


✓ Available for Pre-Order ⓘ

~~\$165.00~~

\$140.25



Sales tax will be calculated at checkout.

 Free global shipping. No minimum order.

Save 50% on book bundles

Immediately download your ebook while waiting for your print delivery. No promo code is needed.

[Offer details >](#)