

## Intelligenza artificiale aggiornamento 2019 per il medico futuro

Specialità e professioni a colloquio

### Gian Piero Sancipriano

UO Nefrologia e dialisi Ospedale Ciriè (dal 1977 al 2015) Torino, Italia

**Corrispondenza a:**

Gian Piero Sancipriano  
Via Lamarmora 73  
CAP 10128 Torino, Italia  
Telefono 0115817445 – 3387930980  
E-mail gsancipriano@fastwebnet.it



Sancipriano Gian  
Piero

#### ABSTRACT

Gli operatori sanitari hanno necessità dell'intelligenza artificiale.

L'**intelligenza artificiale** è insieme di studi e tecniche che tendono alla realizzazione di macchine, che risolvono problemi complessi automaticamente, simulando o emulando attività dell'intelligenza umana.

L'**intelligenza umana** è innata, creativa, emotiva, sportiva, sociale nel futuro collettiva e connessa.

La **conoscenza** è facoltà, atto, modo, effetto del prendere possesso, intellettualmente o psicologicamente con attività sistematica di qualunque aspetto certo della realtà.

I **data** sono dati in forma di testo, numero, simbolo, immagine, suoni che sono usati o immagazzinati in computer. Avere molti dati o data non significa avere molte informazioni. Avere molte informazioni non significa avere molte conoscenze.

Il **ragionamento simbolico** utilizza logica simbolica, connettivi logici, sistemi esperti, regole di produzione, algoritmi genetici, validazione, spiegazione, giustificazione, verifica dell'inferenza, ricerca euristica. La conoscenza del ragionamento simbolico è deterministica.

L'**apprendimento automatico** è il campo di studio che dà ai computer la possibilità di apprendere senza essere programmati per farlo. Utilizza algoritmi per calcoli statistici, di probabilità, le fasi di apprendimento possono non essere verificabili. Sono opinioni umane matematicamente strutturate, viziate dalle pre – comprensioni di chi li progetta, di chi vuole ricercare qualcosa.

L'**associazione tra ragionamento simbolico ed apprendimenti automatici** è eccellente.

**PAROLE CHIAVE:** Intelligenza artificiale. Apprendimento automatico. Ragionamento simbolico.

## PREMESSA

*I progressi nelle capacità intellettuali e fisiche delle macchine cambieranno il modo in cui viviamo, lavoriamo, giochiamo, cerchiamo una compagna, educiamo i più piccoli e ci occupiamo degli anziani. Rivolteranno il mercato del lavoro, rimescoleranno il nostro ordine sociale e cambieranno i connotati delle nostre istituzioni pubbliche e private.*

*Il punto non è se consideriamo queste macchine dotate di consapevolezza o meno, se le rispettiamo come nuove forme di vita o se le riteniamo semplici elettrodomestici intelligenti; esse giocheranno un ruolo sempre più critico e profondo in molti aspetti delle nostre vite.*

*La tecnologia che cambia il corpo e accelera le mutazioni del DNA in modo intenzionale, non sembra essere destinata a rallentare, caso mai, troverà le difficoltà più grandi nella riduzione al minimo degli effetti collaterali indesiderati (1).*

## INTELLIGENZA UMANA

**L'intelligenza umana è naturale, creativa, emotiva, sportiva, sociale e nel futuro collettiva, connessa e artificiale;** non è propriamente contenuta nel nostro encefalo, cresce nelle relazioni che creiamo con il mondo, le persone, l'ambiente e gli oggetti; cresce nel continuo mutare di queste relazioni, insieme alle intelligenze degli altri.

Arti, autocritica, autorevolezza, buon senso, intuito, chiarezza, competenza, costanza, cultura, dubbio, esperienza, fantasia, forza di volontà, idee ribelli, immaginazione, ironia, perseveranza e predisposizione alimentano *l'intelligenza umana*.

*Internet delle cose* (gli oggetti raccolgono dati, accedono ad archivi di dati aggregati e trasmettono in tempo reale conoscenze e informazioni) aumenterà *l'intelligenza umana*, perché aumenteranno i rapporti con il mondo esterno.

**Intelligenza naturale:** capacità innata d'intendere, pensare, giudicare, interpretare con abilità e prontezza, evolvere e cambiare le proprie abitudini in relazioni alle modificazioni delle conoscenze e degli ambienti.

**Intelligenza creativa:** capacità d'inventiva, fantasia, originalità, estrosità e originalità.

**Intelligenza emotiva:** capacità di percepire, valutare ed esprimere un'emozione per promuovere la crescita.

**Intelligenza sportiva:** capacità d'interpretare tattiche, intendimenti di avversari o compagni nei giochi e negli sport.

**Intelligenza sociale:** capacità di relazionarsi con gli altri in maniera efficiente, costruttiva e socialmente compatibile.

**Intelligenza collettiva:** capacità universalmente distribuita, costantemente aumentata, coordinata in tempo reale, in grado d'indurre un'effettiva mobilitazione di competenze, attraverso il mutuo riconoscimento e arricchimento cognitivo dei collaboranti.

**Intelligenza connessa:** capacità degli uomini di comunicare attraverso reti informatiche che hanno debiti e crediti informativi, semantica, standard, linguaggi, tecnologie e conoscenze concordate, condivise e uniformi.

**Intelligenza artificiale:** insieme di studi e tecniche che tendono alla realizzazione di macchine, in grado di risolvere problemi complessi in modo automatico, simulando o emulando attività proprie dell'intelligenza umana.

## INTELLIGENZA ARTIFICIALE

*L'intelligenza artificiale ha seguito due diversi percorsi e sviluppi ed è classificata in:*

*Intelligenza artificiale debole emulazionistica:* basata sul principio che l'essenza del funzionamento del cervello non risiede nella sua struttura ma nelle sue prestazioni.

*Intelligenza artificiale forte simulazionistica:* basata sulla ricerca nel riprodurre il più fedelmente possibile la fisiologia del cervello; obiettivo lontano; se sviluppata sarà estensione di quella debole.

**Scienze cognitive:** insieme di discipline che hanno come oggetto di studio la cognizione di un sistema pensante, sia esso naturale o artificiale.

**Neuroscienze computazionali:** insieme di discipline che si occupano della ricerca e dello studio di modelli biologici computazionali, applicabili alle funzioni cognitive in un'ottica futura di connessioni.

Il lavoro nel campo dell'*intelligenza artificiale debole* è suddiviso in

robotica

visione artificiale

riconoscimento vocale

elaborazione del linguaggio naturale.

Nessun aspetto dell'*intelligenza artificiale* può cambiare sostanzialmente i modi fondamentali in cui il mercato del lavoro muta per la tecnologia.

Da un punto di vista strettamente economico *l'intelligenza artificiale* porterà a fare un ulteriore passo in avanti all'automazione.

Robotica

*La robotica si occupa di costruire macchine capaci di compiti fisici svolti dagli uomini; spazia da semplici apparecchi che eseguono azioni di routine a sistemi complessi che percepiscono l'ambiente, ragionano, intraprendono azioni in regola ai propri piani e rispondono a nuove osservazioni.*

*I robot sono di grande valore per i compiti pericolosi, costosi, difficili nella precisione, pesanti; d'altro canto sono molto lontani dal garantire quel tipo di assistenza generale svolto da una badante.*

*Esistono altre classi separate di robot:*

*robot per la guida dell'auto studiati per sostituire l'uomo nella guida di un'automobile*

*robot di assistenza non offrono benessere fisico bensì psicologico; artificialmente emotivi non hanno mancato di suscitare perplessità. Shirley Turkle professoressa del Massachusetts Institute of Technology ha studiato a lungo gli effetti sociali della tecnologia e ha segnalato che i dispositivi meccanici che incoraggiano i legami emotivi, sono intrinsecamente ingannevoli e potenzialmente dannosi per le relazioni umane.*

*robot degli sciame sono grandi gruppi di semplici robot uniformi. Lo stesso effetto si può osservare nei formicai e negli alveari, i cui membri, come comunità risolvono problemi che sono molto al di sopra della comprensione e delle capacità di qualsiasi individuo preso singolarmente. I robot sciame possono essere di qualsiasi dimensioni, gran parte della ricerca si concentra su piccole dimensioni a grandezze d'insetto o microscopiche (nano robotica). Potrebbero rendere possibili enormi progressi in campo medico come effettuare operazioni chirurgiche non invasive o curare tumori, ma potrebbero essere usati per controllare o per uccidere.*

*Le potenziali applicazioni militari o terroristiche della robotica degli sciame sono letteralmente troppo spaventose per essere contemplate. I soldati robot non saranno progettati per usare armi, ma per essere armi essi stessi.*

*I costruttori di robot per avere successo non devono costituire macchine – persone, ma fornire macchine con i requisiti adatti a svolgere compiti per le persone.*

*L'immagine di un robot che mette alla porta gli uomini – lavoratori può essere forte, ma non deve fare passare in secondo piano il più importante effetto economico: l'automazione cambia la natura stessa del lavoro. I nuovi lavori sono difficilmente comparabili a quelli andati perduti, chi perde il lavoro, sovente, non ha le competenze necessarie per ricoprire le nuove posizioni proponibili. (2)*

Visione artificiale

*I computer possono osservare ciò che l'occhio umano non vede per esempio: raggi infrarossi, fonti d'energia, segnali radar, vibrazioni e colori, materiali molto grandi o molto piccoli.*

La parte più piccola conosciuta denominata lunghezza di Plank è 1 centomillesimo di miliardesimo di miliardesimo di metro =  $10^{-35}$ . Il mondo piccolo è affascinante al pari dell'universo.

*La visione artificiale si occupa di dare ai computer la facoltà di "vedere" nel senso d'interpretare immagini visive.*

*L'approccio più moderno è usare l'apprendimento automatico per costruire modelli di oggetti da grandi collezioni d'immagini – esempi. La percentuale di errori nel riconoscimento di oggetti da parte del computer non supera il 5%.*

*Stiamo completando la trascrizione di testi, diagrammi, disegni, fotografie, video in forma digitale. Il traffico su internet di soli video è stimato essere l'84% (2).*

Esistono programmi di riconoscimento facciale usati per la sicurezza nazionale, per "flaggare" gli amici su Facebook, per avere informazioni su una montagna o su un fiore che si sta fotografando.

Tuttavia, si segnala che, negli ultimi anni molti laboratori analisi in medicina, utilizzano reti neurali artificiali per la lettura della parte corpuscolata delle urine. Tale tecnologia apparentemente adottata per aumentare accuratezza, in vero per ridurre le spese, presenta errori di refertazione e di lettura giudicati gravi. E' possibile che l'apprendimento automatico sia insufficiente. (5)

### Riconoscimento vocale

*Il riconoscimento vocale si occupa di trascrivere i flussi audio di lingua parlata in scritti.*

*E' un compito arduo per:*

*difficoltà nel distinguere il segnale dal rumore*

*mancata evidenza della separazione tra le parole*

*cambi di significato per il volume ed il tono della voce*

*difficoltà per parole che si pronunciano in medesimo modo, ma sono diverse nello scritto*

*inflessioni a cadenze diverse.*

*Il parlato, che è artefatto "umano" è ricco di componenti "umane".*

*Recentemente una tecnica statistica processa il flusso del suono in modo dinamico (per così dire da sinistra a destra) calcolando e aggiornando continuamente la probabilità che una o più interpretazioni siano la risposta corretta. La tecnica è affiancata all'apprendimento automatico aumentando la precisione e l'utilità.*

*Anche in questo campo la combinazione di computer più potenti, accesso a più grandi quantità di dati su cui andare ad allenarsi e tecniche di apprendimenti hanno portato al miglioramento del problema sia dal punto di vista pratico che commerciale; ricordiamo Google Voice e Siri di Apple.*

### Elaborazione linguaggio naturale

*Una delle distinzioni fondamentali tra gli esseri umani e gli altri animali è la capacità umana di usare il linguaggio. Utilizziamo parole non solo per comunicare, ma per aiutarci a riflettere, ricordare, segnare cose, stabilire categorie, classificare gli individui e altro.*

*Il linguaggio non serve solo a descrivere, ma a educare, creare, immaginare, indicare intenzioni, assegnare compiti e identificare persone con un patrimonio culturale simile al nostro pensare.*

*I linguaggi si evolvono con gli uomini, si modellano sui nostri bisogni, quasi come se fossero essi stessi componenti viventi.*

*Il linguaggio obbedisce a regole grammaticali e sintattiche, non deve stupire se i ricercatori del campo della linguistica computazionale hanno affrontato il problema provando a codificarlo in una forma più sofisticata delle regole che tutti hanno imparato a scuola su nomi, predicati, verbi, proposizioni.*

*Questo approccio non ha funzionato.*

*I tentativi di cercare di ridurre linguaggio a regole sono nella migliore delle ipotesi, una eccessiva semplificazione; nella peggiore una semplice truffa.*

*L'elaborazione del linguaggio naturale da parte dei computer è stata lenta e difficoltosa per motivi diversi, finché è stato utilizzato l'apprendimento automatico statistico.*

*Mentre gli approcci precedenti richiedevano la modellazione di regole, il nuovo metodo necessita di accesso a grande raccolte di testi semplici da raccogliere. Tanto più linguaggio scritto diventava disponibile in forma leggibile dal computer, tanto più il programma migliorava le prestazioni.*

*Queste tecniche non ci dicono definitivamente che una frase si traduce in un'altra, bensì forniscono una probabilità che varie potenziali traduzioni siano corrette.*

*In generale, ciò che i programmi di traduzione automatica imparano effettivamente e il modo in cui svolgono il loro compito è al momento incomprensibile e impenetrabile, proprio come i meccanismi interni del cervello umano.*

*La semplice verità è che nei linguaggi esiste chiaramente molto di più e molto di meno di quanto possa essere accolto dall'analisi grammaticale formale. (2)*

### RETI NEURALI

Nel 1943 Walter Pitts e Warren McCulloch, dottore in medicina e psicologo, si accorsero che nel cervello i segnali sono digitali.

Si accorsero, inoltre, delle possibili implicazioni computazionali dell'encefalo, ma all'epoca i computer programmabili erano largamente ignoti.

Il sistema nervoso centrale è costituito da oltre 100 miliardi di *neuroni*.

I *neuroni* sono, di solito, organizzati in una serie di strati o livelli: i neuroni appartenenti a ciascun livello sono connessi solo a quelli dei livelli immediatamente superiore e inferiore. Le interconnessioni hanno

normalmente una forma di pesi numerici, ad esempio 0 rappresenta lo stato non connesso e 1 quello saldamente connesso.

**Reti neurali naturali:** popolazione di *neuroni* fisicamente interconnessi tra loro.

**Reti neurali artificiali:** modelli matematici che tentano di emulare il sistema nervoso centrale umano aventi lo scopo finale di realizzare l'apprendimento e le attività del cervello umano. Sono "costruzioni che risuonano con modelli arbitrariamente complessi presenti nei loro input. Sono specchi della loro stessa esperienza; assomigliano a imitatori incredibilmente talentuosi, capaci di trovare le correlazioni e a rispondere ai nuovi input come se dicessero "questo mi ricorda di ..." e, nel fare ciò, d'imitare le migliori strategie, distillandole da un gran numero esempi". (3)

Le applicazioni più frequenti delle reti neurali sono:

classificare dati in vari gruppi

riconoscere regolarità, modelli e schemi all'interno di una grande massa di dati

effettuare predizioni sulla base dei dati d'input in possesso

ottimizzare un risultato già ottenuto con altri mezzi.

#### RAGIONAMENTO SIMBOLICO (4)

Il **ragionamento simbolico** è il pensare che utilizza logica simbolica, connettivi logici, sistemi esperti, regole di produzione, algoritmi genetici, validazione, spiegazione, giustificazione, verifica *dell'inferenza* e *della ricerca euristica*. Esaminiamo gli aspetti fondamentali.

**Logica:** disciplina che studia le forme del ragionamento corretto e dell'argomentazione, per definire la correttezza delle inferenze del pensiero esatto; riguarda il *λόγος* (*logos*), ovvero parola, pensiero, discorso, argomento, ragione.

**Logica simbolica:** disciplina che si occupa della formalizzazione del linguaggio naturale e delle costruzioni di calcoli capaci di garantire ragionamenti rigorosi e non intuitivi.

**Euristica:** scienza che genera conoscenza che scaturisce da una ricerca di fatti e verità, basandosi sulle ipotetiche scelte per la scoperta di nuovi risultati.

**Inferenza:** operazione per cui si passa da una verità all'altra giudicata tale in virtù del legame con la prima; è generazione di conclusioni attraverso il ragionamento. Può essere logica, deduttiva, induttiva e abduzione.

**Connettivi logici:** elementi grammaticali di collegamento fra predicati o proposizioni che danno origine ad un predicato o proposizione con valore diverso in base al connettivo utilizzato.

I connettivi più comuni sono: "e", "non", "o", conclusione, conclusioni alternative, decidibilità, disgiunzione, equivalenza, falso, implicazione logica, inconsistenza, istanza di sostituzione, modus ponens, modus tollens, negazione antecedente, negazione conseguente, quantificatori, regole d'eliminazione ed introduzione, se/ allora, vero.

I connettivi logici regolano il corretto *ragionamento clinico* che il medico attua con la memoria e l'intelligenza naturali proprie nella pratica professionale.

**Sistema esperto:** programma che tenta di riprodurre il ragionamento dell'uomo intelligente ed esperto in uno specifico dominio; risolve problemi complessi, la cui risoluzione dinamica richiede considerevole capacità; memorizza l'esperienza opportunamente codificata e giustifica la propria risposta, restando altamente specializzato e *dominio specifico*.

Al giorno d'oggi i sistemi esperti non sono più considerati un'area di ricerca attiva nell'ambito dell'intelligenza artificiale; né un'opportunità d'investimento, per numerose ragioni tra le quali: memoria e inter connettività hanno prodotto un'esplosione di *dati* prontamente accessibili in forma elettronica, con approccio completamente differente rispetto all'incorporare le competenze professionali nei programmi informatici

fatica dell'esperto e dell'ingegnere della conoscenza nel codificare a mano molte informazioni  
necessità delle capacità di professionisti esperti nel dominio.

I sistemi esperti 1) attraverso l'**inferenza** generano conoscenze; 2) attraverso **algoritmi genetici** formati sulla conoscenza ed esperienza eseguono scelte; 3) con i **concatenamenti in avanti e all'indietro** spiegano e giustificano il percorso 4) attraverso la **ricerca euristica** studiano le verità basate sulla documentazione dei fatti.

I *sistemi esperti* si distinguono dagli *algoritmici di estrazione* che sono fondati sul *processo stocastico*: modello matematico adatto a studiare l'*andamento* dei fenomeni che seguono *leggi statistiche, casuali, probabilistiche, aleatorie, presuntive e probabili*.

**Algoritmo genetico**: metodo di ricerca globale basato sulla metafora dell'evoluzione biologica; operano su una popolazione di potenziali soluzioni, applicando il principio della sopravvivenza del migliore, evolvendo verso la soluzione che si spera si avvicini alla reale soluzione del problema.

**Programmazione genetica**: forma di *apprendimento automatico* che genera serie successive di possibili soluzioni, ne valuta la loro relativa performance e poi trasporta solo le più adatte alla generazione successiva con opportune mutazioni; è quindi un *processo di ottimizzazione*.

La programmazione genetica può essere visibile nei *concatenamenti in avanti e indietro* e integra il ragionamento simbolico o cognitivo.

La *memoria digitale* collocazione ove sono presenti le informazioni: razionali, criteri, linee guida, tabelle alfanumeriche e dati digitali selezionati e individuati come necessari alla cura riferita al dominio esaminato.

Il *ragionamento simbolico* attraverso i connettivi logici, introdotto in un computer soddisfa le necessità del *ragionamento clinico* nella pratica medica.

Nelle scienze ciò che è *vero oggi*, può non essere *vero domani* per mutate conoscenze; tale osservazione rende l'archiviazione e gli aggiornamenti essenziali in tutte scienze in particolare nelle *scienze di tutela della salute* che inizia con la vita e cessa con la morte.

## APPRENDIMENTO

**Apprendimento umano**: passaggio dal non sapere al sapere con assunzione di contenuti mentali attraverso conoscenza, esperienza, pratica, allenamento, memoria e ragionamento.

**Apprendimento automatico (machine learning)**: *“campo di studio che dà ai computer la possibilità di apprendere senza essere programmati esplicitamente per farlo”*. (Arthur Samuel 1959).

Samuel era impegnato a creare la sua macchina informatica: un programma autonomo di gioco di scacchi che immaginava avrebbe battuto un giorno il campione mondiale. Il mondo rideva di ciò; quel giorno è passato da tempo.

**Apprendimento automatico profondo (deep learning)**: campo di ricerca dell'*intelligenza artificiale debole* basato su diversi livelli di astrazione, dove i concetti di alto livello sono definiti sulla base di quelli di basso livello, secondo gerarchie di caratteristiche.

L'apprendimento automatico negli anni 2000 è basato su *algoritmi di estrazione* pre stabiliti, calcoli di statistica, probabilità, incidenza o frequenza di comparsa, lavorando su un numero enormi di dati: *i data*.

Hardware sempre più potenti hanno consentito di fare lunghi passi in avanti agli apprendimenti automatici.

## LATO OSCURO degli apprendimenti automatici

Hermès, il dio dei messaggi, è quello dell'inganno e del raggirio

E' presente un **lato oscuro**: a differenza dei classici software, che seguono un codice che spiega loro che cosa devono fare, i programmi basati su apprendimenti automatici e in profondità imparano da soli e non c'è modo di sapere con esattezza come hanno imparato e in che modo l'applicativo è arrivato alla soluzione proposta. La soluzione è su base statistica, di probabilità, intuita, tentata, approssimata, casuale.

E' possibile che *algoritmi di estrazione sui data* possano formulare diagnosi di malattie totalmente sconosciute all'interessato, non richieste o occasionalmente inutili alla qualità di vita del soggetto; o che, caso opposto, i fascicoli sanitari elettronici siano incompleti, inutili e dannosi per dati incompleti o mancanti.

Se gli specialisti assembleranno algoritmi, i governi dovranno regolare i risultati raggiunti in merito a condivisione, proprietà, legittimità e sviluppo, secondo principi di etica, d'interessi sociali e di sicurezza.

Al momento i sistemi di *apprendimenti automatici* stanno godendo d'investimenti commerciali e di applicazioni in un'incredibile varietà di problemi, riscuotendo notevole successi.

## INGEGNERIA INVERSA

**Ingegneria inversa**: processo di duplicazione di macchine reali o di software nelle loro funzioni e nelle loro dimensioni attraverso l'analisi fisica e la misura delle loro parti, ottenendo i dati tecnici richiesti per le precedenti lavorazioni; è utilizzata anche *nell'intelligenza artificiale debole*.



*Ad un uomo A, si mostrano oggetti e si continuano a registrare con una macchina le attività cerebrali fino a quando il programma della macchina ha appreso quello che il soggetto sta guardando.*

*Se utilizzo il medesimo programma della macchina su un uomo B, il programma con ampio grado di accuratezza segnala quando l'uomo B pensa l'oggetto dell'uomo A.*

*I nostri pensieri potrebbero non essere più del tutto privati; almeno a livello di dettaglio i cervelli umani non sono così idiosincrasici.*

*In assenza di limitazioni fondamentali è aperta la reale prospettiva d'integrare i nostri stessi cervelli con il mondo dell'elettronica, controllare computer, macchinari e robot usando semplicemente la mente.*

*Un gruppo di scienziati guidati da Jack Gallant sta riuscendo a leggere il pensiero di un uomo con le tecniche di apprendimento automatico; strumenti sempre più raffinati misureranno l'attività cerebrale. (6)*

#### RAGIONAMENTO SIMBOLICO ASSOCIATO AD APPRENDIMENTO AUTOMATICO

Esaminiamo perché il *ragionamento simbolico* ha avuto difficoltà di sviluppo:

non erano disponibili computer così potenti per imparare

l'elaborazione dati richiedeva tempi lunghissimi

la memoria era minuscola rispetto all'attuale

non erano disponibili fonti dati digitali da cui apprendere

i sensori erano disponibili prevalentemente in forma analogica.

Quattro tendenze hanno stimolato il passaggio dal ragionamento simbolico dei sistemi esperti all'apprendimento automatico; 1) i miglioramenti nella velocità di calcolo e nella capacità di archiviazione; 2) la transizione dei dati conservati fisicamente a quelli conservati digitalmente; 3) l'accesso semplificato soprattutto grazie a internet; 4) i sensori digitali ad alta definizione a basso costo.

L'associazione tra *ragionamento simbolico* e *apprendimenti automatici* rappresenta un'integrazione eccellente in quanto hanno caratteristiche complementari:

il ragionamento simbolico è adatto per risolvere problemi di ragionamento astratto o logico

l'apprendimento automatico è utile ove sono presentati dati da sensori o dati caotici; solitamente non serve a risolvere problemi privi d'informazioni. Note le condizioni iniziali trova, "a modo suo", le soluzioni a disposizione.

In breve, se dobbiamo risolvere un problema clinico, l'approccio di *ragionamento simbolico* è più adatto; se dobbiamo analizzare molti dati o esempi, il sistema d'apprendimento automatico otterrà migliori risultati.

Ci sono tante applicazioni di grande successo che hanno forte impatto sulla società che sono segrete, registrate o invisibili per diverse ragioni, esempi: programmi di scansione delle nostre comunicazioni, commerci di titoli, programmi di tutela di attacchi cyber, transazioni delle nostre carte di credito, traffico aereo, industria bellica e altre.

#### ALGORITMO SUI DATA

**Algoritmo:** procedimento che risolve un determinato problema attraverso un numero finito di passi.

Gli algoritmi eseguono delle istruzioni sequenziali semplici, quindi la loro esecuzione può essere effettuata da un elaboratore. Per definizione nessun algoritmo è perfetto, anche se il problema affrontato è di facile risoluzione. Un problema risolvibile mediante un algoritmo è computabile.

*Gli algoritmi non sono regolati da modelli di logica o matematica pura. Possono sbagliare e sovente sono di parte. Sono opinioni umane matematicamente strutturate vizzate dalle pre – comprensioni di chi li progetta, di chi vuole ricercare qualcosa.*

*La discriminazione algoritmica rischia, pertanto, se non sapientemente governata, di approfondire le iniquità alle quali vorrebbe ovviare, senza che ne siamo neppure consapevoli perché la pre – comprensione coperta da veste statistica, non ci appare più tale e perché le modalità di decisione algoritmica non sono sindacabili perché neppure conoscibili.*

*Con una sorta di cornice cognitiva basata non sul riconoscimento dell'altro ma sul rispecchiamento del sé, ci viene dunque proposto ciò che assomiglia di più all'immagine di noi che si è costruito il motore di ricerca.*

*Il tema della neutralità dell'algoritmo, dell'equità delle sue soluzioni e, più in generale, della sostenibilità etica e giuridica della tecnologia diviene, oggi, una questione democratica cruciale.*

*Di qui l'importanza delle norme del regolamento generale sulla protezione dei dati, sulla contestabilità e la trasparenza del processo decisionale automatizzato, dei suoi criteri e delle sue conseguenze, esigendo la*

*possibilità di un intervento umano, contrastando la delega assoluta al cieco e neppure neutro determinismo dell'algoritmo.*

*Il diritto alla protezione dei dati rappresenta una straordinaria risorsa per mantenere la persona, nella sua libertà e nella sua responsabilità, al centro della società digitale. (7)*

#### DATA

**Data:** insieme di dati in forma di testo, numero, simbolo, immagine, suono che sono usati o immagazzinati in un computer, altrimenti definibili *dati digitali*.

I dati digitali sono artefatto tecnologico che possono essere risorse, strumento, rappresentazione dell'universo.

Nel 2016 abbiamo generato tanti dati quanti ne abbiamo prodotti nell'intera storia dell'umanità fino al 2015. Tra dieci anni questa quantità di dati è destinata a raddoppiare ogni 12 ore, in un contesto in cui già oggi il 70% delle transazioni finanziarie è realizzato mediante algoritmi e il valore dei dati personali cresce progressivamente.

*"I dati personali, i dati sensibili, i big data, sono la nuova linfa, il sangue, il petrolio dell'economia digitale" (Luigi Garofalo).*

**Big data:** insieme di dati caratterizzati da elevata numerosità e da dinamicità in termini di cambiamento in valore, nel loro dominio di definizione. Esempi (elenco in ordine alfabetico): banche dati scientifici, censimenti, rilevazioni, dati anagrafici, dati GPS, dati negozi on line, dati viaggio, e-mail, fotografie, immagini di telecamere e video, immagini satellitari, informazioni da siti web, interviste, messaggi, percorsi di trasporto, questionari, raccolte dati, scritti elettronici, suoni da reti telefoniche, suoni di microfoni e tutto ciò che è digitale nel mondo.

**Data mining:** insieme di tecniche e metodologie che hanno per oggetto l'estrazione di un'informazione a partire da grandi quantità di dati (attraverso metodi automatici o semi-automatici) e l'utilizzo scientifico, industriale o operativo di queste informazioni.

**Data warehouse:** archivio dati di un'organizzazione, progettati per consentire di produrre facilmente analisi e relazioni utili a decisioni aziendali.

**Data science:** confluenza di big data, data mining, data warehouse, statistica, matematica, informatica, neuroscienze, scienze cognitive, intelligenza artificiale e altro. Il paradigma nato con la *data science* consisterebbe nell'estrarre dati di ogni tipologia esistenti "nel mondo", applicare idonei modelli, ottenere analisi descrittive dei fenomeni, reimmettere risultati nel circuito mondiale e così via, perfezionando sempre di più la *conoscenza* utile al domino in esame.

**Data overload:** enorme insieme di dati crescenti gonfiati, ampliati, espansi, complessi, sfocati, aumentati a dismisura tali da causare "information overload". Per contrastare questo fenomeno, si agisce a livello cognitivo "comprimendo" i dati in astrazioni, cioè potenti sintesi che permettono di controllarne l'espansione (8).

Boisot propone di utilizzare:

astrazione in quanto dà valore all'informazione sulla base del livello di generalità con cui rappresentare, e quindi condividere e scambiare, un vasto insieme di artefatti e fenomeni;

codifica in quanto permette lo scambio e il riuso sulla base di una tassonomia comune;

scarsità (classica categoria economica) in quanto rappresenta l'utilità economica delle informazioni in uno spazio informativo.

*La categoria culturale dell'insieme dei dati richiede l'elaborazione di: 1) nuovo quadro normativo per regolare lo sfruttamento e l'accesso ai dati; 2) regole etiche che i processi di diffusione, scambio e utilizzazione dei dati devono rispettare, per influenzare in modo equo la vita delle persone e delle comunità.*

Le analisi di probabilità, di statistica di algoritmi di apprendimento automatici sui data, certamente utili, generano *conoscenze probabilistiche* perché non sottoponibili alle *regole della logica*.

La *conoscenza* che risponde alla logica matematica e alle regole è *deterministica*. Esempio scolastico: *Socrate è un uomo / tutti gli uomini sono mortali / da cui: Socrate è mortale.*

#### CONOSCENZA IN MEDICINA

Si presuppone che:

i *dati* sono caratteri solitamente alfanumerici a cui non è stato attribuito alcun *significato*



i *dati* a cui è stato aggiunto il *significato* diventano *informazioni*  
le *informazioni* che generano *informazioni* nelle intelligenze costruiscono *conoscenza*.

**Conoscenza:** è la facoltà, l'atto, il modo e l'effetto del prendere possesso intellettualmente o psicologicamente con attività sistematica, di qualunque aspetto certo della realtà.

La *conoscenza* dura per sempre, decade con nuova *conoscenza*.

Le conoscenze che iniziano dal *mondo reale* sono gravate da un elevato grado d'incertezza.

Le conoscenze in medicina iniziano dal mondo reale sono *probabilistiche e deterministiche* possono essere incerte.

La presentazione delle *conoscenze* in medicina è multimediale, avviene solitamente con numeri, parole, suoni e immagini. Sono alla porta i giovani discendenti dei computer: Internet delle cose, robot, nanobot, droni, nanotecnologie e computer quantici.

I dati di un definito dominio di medicina, trasformati in informazioni, elaborati in sistemi esperti da *ingegneri della conoscenza*, costituiscono la *base della stessa conoscenza del dominio stesso*.

La *base della conoscenza* in medicina è immensa, in evoluzione, necessitante d'aggiornamento, archiviazione, tutela, giustificazione.

Il medico opera con *l'intelligenza naturale* per prevenzioni, anamnesi, esami obiettivi, diagnosi, prognosi, terapie, indagini, effetti collaterali; verifica i risultati e matura la *personale esperienza* su cui fonda la *conoscenza empirica individuale*.

Gli insiemi delle infinite conoscenze nella medicina sono strutturati in centinaia di prevenzioni, centinaia di anamnesi, centinaia di esami obiettivi, centinaia di migliaia di diagnosi e terapie; il tutto in continua rapidissima evoluzione, a velocità diverse in stati o in regioni di uno stesso stato.

Tutti gli applicativi devono essere studiati *dall'ingegnere della conoscenza* con gli esperti del dominio: gli esperti sono tutti gli *operatori sanitari* nelle loro discipline, coordinati dalle Società scientifiche e dai rispettivi Ordini o Albi. Le Università insieme alle macchine siano il centro delle conoscenze scientifiche (9).

I *dati* nella medicina, devono o possono essere disponibili come (elenco in ordine alfabetico): algoritmi di estrazione, apprendimenti, basi di conoscenze, classificazioni, criteri, data science, date, frasi, immagini, memoria digitale in domini, numeri, parole, proposizioni, simboli, suoni, tabelle, telecomunicazioni, testi digitali.

Le *conoscenze* devono essere (elenco in ordine alfabetico): accessibili in tempi brevissimi; affidabili; aggiornabili e aggiornate automaticamente su richiesta; annullabili; archiviabili; attuali; cancellabili; chiare; classificate come opzionali; classificate come standard di fatto o di legge; classificate in prevenzione, anamnesi, esami obiettivo, diagnosi, terapia e prognosi; collettive; collocate nella totalità in unica sede informatica; complete dalla nascita al fine vita; comprensibili; conclusive; condivise; conservabili per tutta la vita di un uomo; contestualizzate; continue e continuative; corrette in semantica; databili; datate; disponibili a tutti gli operatori della sanità; esprimibili come debiti informatici, essenziali; estraibili; frasi e proposizioni; garanti di autonomia professionale, obiezione, tutela di coscienza; garantite; giuste al momento dell'immissione; giustificate; integrate con simboli e formule; integre; multi disciplinari; multi specialistiche; prive di sigle o acronimi; riconoscibili nella responsabilità dell'introduzione, semplici; sincere; stampabili; suddivisibili in domini ristretti; temporalmente continuate; totali; trasmissibili; trasparenti; verificabili; verificate.

La *conoscenza* deve essere comunicata perché la stessa conoscenza è "*trasferimento e scambio di conoscenze. E' un processo dinamico e iterativo che include sintesi, disseminazione, scambio e applicazione dell'etica della conoscenza; in sanità ha le finalità di migliorare la salute della popolazione, contribuire a rendere più efficienti i servizi sanitari e rafforzare il sistema di assistenza. Questo processo si attiva con un complesso sistema d'interazioni tra i ricercatori e gli utilizzatori dei risultati della ricerca che può variare d'intensità, complessità e livello di coinvolgimento e dipende dalla natura della ricerca e dai risultati oltre alle esigenze di chi ne usa i risultati*". Canadian Institute for Health Research.

E' nell'*etica della conoscenza* sopra citata, che si devono segnalare le difficoltà al rispetto ed allo sviluppo nel sistema sanitario italiano. Le informazioni digitali, le nuove tecnologie, gli applicativi, le innovazioni sono prevalentemente in possesso dell'industria privata che ha scarsissimi interessi alla condivisione (10).

## COMPUTER

Un computer in un bosco senza un uomo è ferraglia (11).

*IBM ha prodotto un chip da 5,4 miliardi di transistor, con 4096 nuclei sinaptici, che integrano 1.000.000 di neuroni e 256.000.000 di sinapsi.*

*La frase "i computer fanno solo quello per cui sono programmati a fare" non è più vera.*

*Un computer può davvero essere più intelligente di un essere umano? Sì, ma più probabilmente in limitati modi.*

*L'intelligenza umana ha accettato e accetterà maggiormente l'idea che i computer siano già superiori agli esseri umani in una gamma piuttosto ampia di compiti intellettuali: le automobili possono correre più veloce di noi, i bancomat possono fare i conti più rapidamente di noi, i programmi di computer vincono a scacchi, riconoscono volti tra la folla, leggono sedimenti urine.*

*Per ogni persona che vedrete svolgere un lavoro fisico, come mietere il grano, dipingere una casa guidare un camion, dirigere il traffico, o effettuare conoscenze c'è la possibilità che uno sforzo collettivo di un gruppo d'ingegneri possa sviluppare una combinazione su computer che risolva il problema, se non immediatamente, in pochi decenni. A volte la persona giusta per un certo lavoro potrebbe essere una macchina. (Esempio gli addetti agli ingressi delle barriere autostradali). Questo non vuol dire che le macchine ci domineranno o ci renderanno schiavi.*

*Avete forse la sensazione che il vostro cellulare diventi più intelligente ogni volta che è scaricata una nuova App? Nessuna di questi prodotti è minacciosa per la nostra supremazia o sono ben pochi a essere spaventati da queste capacità.*

### Il pensiero dei computer

*Consideriamo il pensiero umano come l'attività di manipolare simboli per ragionare dalle ipotesi iniziali alle conclusioni. Il computer pensa, ma non è il pensiero della filosofia, della semiotica, della filologia e della semantica che fondano il pensiero umano.*

*Gli algoritmi di apprendimento automatico riflettono la complessità del mondo reale, ma senza connessione con esso, rimangono una struttura inesatta; svolgono sequenze di azioni logiche e deterministiche complesse, cambiando la loro configurazione interna da uno stato all'altro; senza interagire con gli uomini.*

### Il libero arbitrio dei computer

*Consideriamo il libero arbitrio la capacità di fare scelte ponderate, a volte forse incoerenti, ma non determinate da altri che da noi stessi. Le nostre decisioni non devono essere predicibili.*

*Harris conclude che il libero arbitrio inteso come scelta intenzionale libera e non determinata da eventi precedenti è un'illusione.*

*I computer sono capaci di soppesare, evidenziare, applicare conoscenze e competenze, fare scelte in situazioni d'incertezza, assumersi rischi, modificare i loro stessi piani sulla base d'informazioni aggiuntive, osservare risultati delle loro azioni, ragionare nel caso dell'elaborazione simbolica, utilizzare quello che potremmo chiamare tentativo nel caso dell'apprendimento automatico.*

*Gli psicologi sperimentali hanno prove al fatto che il nostro cervello prenda decisioni prima che la nostra mente ne sia coscientemente consapevole.*

*Nel 2008 un gruppo di ricercatori ha chiesto a dei soggetti di scegliere liberamente se premere un certo bottone con la mano destra o sinistra.*

*Per mezzo di uno scanner cerebrale a risonanza magnetica funzionale i ricercatori riescono a prevedere quello che sceglie il soggetto prima che la decisione sia presa consapevolmente.*

*Riassumendo non è chiaro se disponiamo di libero arbitrio o cosa significa averne possesso.*

*E' possibile che il cervello, essendo un soggetto fisico, obbedisca alle regole di tutto il mondo fisico e possa essere perciò soggetto a ispezioni e analisi attraverso leggi fisiche.*

*Per quanto riguarda i processi di decisionali non è, almeno finora, stata individuata alcuna ragione per credere che essere umani e macchine obbediscano a principi diversi, naturali o scientifici che siano.*

### La coscienza dei computer

*Alcuni scienziati collegano la coscienza al ruolo degli stati emotivi e come essi assumono una forma fisica, altri all'integrazione ampia dell'informazione nel cervello.*

*Alcuni ricercatori hanno evidenziato che se si bloccano comunicazioni tra parti diverse del cervello la coscienza cessa di esistere.*

*Non è possibile applicare la nozione di coscienza o più genericamente di esperienza ed emozioni soggettive alle macchine. Queste probabilmente arriveranno a comportarsi come se fossero dotate di coscienza, lasciando a noi alcune scelte difficili sulle conseguenze.*

*La singularità rapportata all'intelligenza artificiale, è l'idea che le macchine saranno sufficientemente intelligenti da programmare e migliorarsi da sole, fino a rendersi indipendenti.*

*Non ci sono prove a supporto della visione secondo la quale le tecnologie odierne siano i primi segnali di macchine onniscenti e super intelligenti in arrivo.*

*E' molto improbabile che la singularità avvenga a breve termine, ammesso che accada mai qualcosa del genere. Non vi sono ragioni per cui debba avvenire un salto di qualità: da computer strumento utile a computer intelligente pericoloso, senza la volontà, o, il tacito consenso di nessuno.*

*Le macchine possono essere in grado di porsi da sole degli obiettivi e modificare programmi, ma la loro capacità è intrinsecamente limitata agli scopi primari previsti nella loro progettazione.*

*Una macchina pensata per piegare la biancheria per quanto sofisticata nel compiere questo compito adattandosi alle condizioni via via differenti, non deciderà di punto in bianco che preferisce dedicarsi alla mungitura delle mucche.*

*La possibilità di sistemi essenzialmente allo "stato brado" è molto concreta.*

*Già oggi esistono degli esempi: i programmatori di virus informatici a volte perdono il controllo delle loro creature; estirpare programmi di questo tipo è molto difficile perché continuano a fare copie di sé stessi ed a diffondersi attraverso le reti informatiche.*

*Gli ecosistemi di valuta virtuale sono al di fuori dell'ordinario controllo dei Governi nazionali, possono essere messi fuori legge, ma non cancellati fintanto che soddisfano il bisogno di chi li produce.*

*Questo non significa che le macchine debbano avere una morale, ma semplicemente che devono essere progettate in modi eticamente accettabili. Questo requisito comportamentale si estende oltre che alla pura morale ad una sfera sociale. L'intelligenza umana abbia sempre il dovere di elaborare e governare. La coscienza umana e l'etica siano una barriera invisibile contro le deformazioni ed i mostri della tecnologia.*

#### CLINICA FUTURA

*Il futuro non è prevedibile si prepara, è la ragion d'essere e la conseguenza di ciò che facciamo oggi.*

Nel campo della sanità sono confluite le competenze di moltissimi individui (elenco in ordine alfabetico): architetti, avvocati, bioingegneri, chimici, dietisti, economisti, epidemiologi, farmacologi, fisici, fisioterapisti, informatici, ingegneri, industriali, infermieri, medici, microbiologi, matematici, politici, psicologi, teologi.

Tutti rientrano nella definizione di operatore sanitario.

I ricercatori hanno concluso che il 47% dei lavori di oggi è a rischio alto di automazione nei prossimi anni e decenni; un altro 19% è a rischio medio. Solo un terzo degli attuali lavoratori è relativamente al sicuro. E' certo che alcune figure di operatori sanitari non saranno più richieste con l'avanzamento della tecnologia.

A tutti saranno richieste sempre maggiori competenze.

**Competenza:** capacità di usare le conoscenze acquisite, le specifiche abilità e le attitudini personali, per svolgere in modo autonomo e con senso di responsabilità determinate attività lavorative, rispettando i limiti e non commettendo errori plausibili.

L'Uomo / malato ha bisogno di operatori in sanità che (elenco in ordine alfabetico): accettino l'oblio, ove necessario, alla fine della cura; assistano l'Uomo dall'inizio alla fine della vita; crescano collettivamente con menti connesse; fruttino creatività; generino certezze, fiducia e speranza; gestiscano la relazione; godano della dote dello humour; guardino al futuro; lavorino coesi in gruppi; non errino in accanimenti; non si diano per vinti; operino con buon senso; prendano decisioni superiori, responsabili, saggi, semplici, trasparenti, sollevati da rigidi schematismi teorici che limitano la visione degli insiemi; studino le questioni esistenziali quali il senso della vita, della morte, della malattia e del dolore; riconoscano gli errori e ne traggano vantaggi; rispettino sempre la volontà dell'Uomo/malato e le leggi; siano abili nella comunicazione, autorevoli nell'indirizzo di percorsi difficili; siano capaci di esprimersi con determinazione, consapevoli del grado di certezza delle loro scelte e cure; siano esperti nel captare i pensieri ed i sentimenti; umili nel mettere sempre al centro dello studio il bene e la dignità dell'Uomo; siano liberi da condizionamenti sociali, culturali,

economici, da pregiudizi, da pressioni e da attrazioni del potere; siano preparati ad assistere l'Uomo che termina la vita senza illusioni terapeutiche e lontani dall'inerzia terapeutica; sviluppino costantemente empatia, capacità di comprendere cosa pensa la persona o come rispondere alle attese di chi interroga; tengano comportamenti sempre etici; tutelino la privacy.

Coloro che in sanità useranno informazioni elaborate esclusivamente sui *data* attraverso *apprendimenti automatici* sono a rischio di non raggiungere gli obiettivi preposti.

## CONCLUSIONI

E' possibile che le menti umane crescano più che per le pseudo – conoscenze estratte dai *data*, dalle **esperienze** e dalle **emozioni** che necessitano di essere note, condivise, tutelate.

Gli *operatori sanitari* hanno necessità delle applicazioni dell'*intelligenza artificiale* nella cura, perché troppi errori sono fatti per *ignoranza* dai medici ed i *big data* sono troppo voluminosi per essere disponibili alla mente dell'uomo.

Tuttavia, in medicina:

avere molti *dati* non significa avere molte *informazioni*

avere molte *informazioni* non vuol dire avere molte *conoscenze*

avere molte *conoscenze* non vuol dire conoscere sempre la cura migliore.

Le *conoscenze probabilistiche* fondate su calcoli di statistica, di probabilità e di algoritmi di estrazione non discendono da ragionamenti logici dell'uomo, pertanto, sono molto poco utili alla medicina, perché non è sempre noto come si producano e se siano esatti. Sono *opinioni matematiche*.

Le *conoscenze scientificamente certe* in medicina sono un'illusione, se non per altro, per il semplice motivo che la medicina progredisce, evolve e muta quindi decadono a velocità diversa secondo le risorse tecnologiche, strutturali, intellettive e organizzative.

L'*intelligenza artificiale debole* è già in mezzo a noi medici, in alcuni casi è inesatta, in altri è fondamentale al progresso di tutte le scienze. Il *robot – operatore sanitario*, seppure più dotato di memoria e intelligenza artificiale del medico, non saprà curare, ma saprà aiutare, correggere errori di molti e supportare la cura dell'individuo.

La **malattia** del computer non è la **malattia** del paziente e la **malattia** del paziente non è la **malattia** del computer.

**Le intelligenze umane degli operatori sanitari lavorino come intelligenze connesse e collettive, sviluppino basi di conoscenze da sottoporre al ragionamento simbolico, ai sistemi esperti e alle regole per avere conoscenze deterministiche.**

**Le conoscenze deterministiche siano inviate all'intelligenza artificiale; da qui sottoposte a compressione, astrazione cognitiva, codifica e regolamentazione normativa, ritornino all'Uomo.**

**Note.** Kaplan Jerry insegna Computer science alla Stanford University; è fellow del Center for Legal Informatics. E' considerato un grande esperto mondiale d'intelligenza artificiale.

## BIBLIOGRAFIA

---

1. Kaplan J Intelligenza artificiale. Luiss University press. Roma, 2017:13.
2. Kaplan J Intelligenza artificiale. Luiss University press. Roma, 2017:75-90.
3. Kaplan J Intelligenza artificiale. Luiss University press. Roma, 2017:56.
4. Sancipriano GP La base della conoscenza per l'intelligenza artificiale applicata in nefrologia Giornale italiano nefrologia 2005;1:47-62.
5. Sancipriano GP Errori di refertazione della frazione cellulare nelle urine. Giornale italiano nefrologia. 2018;1 Capitolo 11.
6. <https://giornaleitalianodinefrologia.it/2018/01/09/error-s-the-medical-report-of-urine-cellular-fraction/>
7. Kaplan J Intelligenza artificiale. Luiss University press. Roma, 2017:61.
8. Soro A. Convegno Uomini e macchine protezione dati per un'etica del digitale, Roma, Italia. 2018.
9. <http://www.garanteprivacy.it/web/guest/home/docweb/-/docweb-display/docweb/7598686>
10. Batini C Datacy, perché una scienza per studiare l'impatto dei dati sulla società. Agenda digitale 19/3/2018.
11. <https://www.agendadigitale.eu/cittadinanza-digitale/datacy-perche-una-scienza-per-studiare-limpatto-dei-dati-sulla-societa/>
12. Sancipriano GP La base della conoscenza in nefrologia, la memoria digitale verso l'intelligenza artificiale. Giornale italiano nefrologia 2016.
13. [http://giornaleitalianodinefrologia.it/wp-content/uploads/sites/3/pdf/GIN\\_A33V3\\_00241\\_11.pdf](http://giornaleitalianodinefrologia.it/wp-content/uploads/sites/3/pdf/GIN_A33V3_00241_11.pdf)
14. Sancipriano GP Fascicolo sanitario elettronico. Il rovescio della medaglia. Key4biz. 1 febbraio 2016. <https://www.key4biz.it/fascicolo-sanitario-elettronico-il-rovescio-della-medaglia/149801/>
15. Kaplan J Intelligenza artificiale. Luiss University press. Roma, 2017:99-116.