

**TEMI DI DIRITTO PRIVATO
E DI DIRITTO PUBBLICO**

collana diretta da **GUIDO ALPA**

GIOVANNI PASCERI

INTELLIGENZA ARTIFICIALE,
ALGORITMO
E MACHINE LEARNING

LA RESPONSABILITÀ DEL MEDICO
E DELL'AMMINISTRAZIONE SANITARIA



GIUFFRÈ FRANCIS LEFEBVRE

Sezione non inclusa

PARTE I
DEFINIZIONI E CARATTERISTICHE
DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA

CAPITOLO I

IL NATURALE PROGRESSO DELL'INNOVAZIONE TECNOLOGICA

SOMMARIO: 1. Concetto e limiti dell'innovazione tecnologica. — 2. Innovazione tecnologica e intelligenza artificiale.

1. Concetto e limiti dell'innovazione tecnologica.

Il progresso tecnologico costituisce la base dello sviluppo e dell'evoluzione delle competenze e delle capacità produttive dell'uomo.

L'innovazione tecnologica rappresenta l'evoluzione teorica o pratica finalizzata a produrre, introdurre e distribuire nuovi beni e servizi atti a soddisfare, a determinati costi (offerta), le richieste del mercato riguardo quel bene o servizio (domanda).

In termini economici, la tecnologia risponde all'esigenza di soddisfare bisogni propri del mercato mediante la messa in commercio e l'utilizzazione di *innovazioni di prodotto* ovvero *innovazioni di processo*.

Le innovazioni di prodotto riguardano l'introduzione di beni e servizi per soddisfare direttamente un'esigenza del mercato, mentre l'innovazione di processo ha quale scopo quella di favorire una nuova metodologia produttiva finalizzata a incrementare la produzione totale in termini qualitativi e/o quantitativi superiori a quelli già esistenti. L'introduzione di un nuovo metodo produttivo, in grado di ottimizzare la produzione e assicurare un miglioramento dei prodotti o la riduzione dei costi, è definito "*cambiamento tecnologico*". Questa innovazione amplia la possibilità di produzione totale e, con essa, lo sviluppo economico in termini di efficienza.

Il concetto di cambiamento tecnologico è tradizionalmente associato al concetto di informatizzazione, digitalizzazione e automatizzazione. Solo nel 2003 la Commissione Europea ha inviato ai Ministri partecipanti al Consiglio "Competitività", tenutosi a Bruxelles il 13 maggio 2003, una comunicazione dal titolo "*Politica dell'innovazione: aggiornamento dell'approccio comunitario nel contesto della strategia di Lisbona*" in cui chiedeva l'estensione del concetto di innovazione oltre i confini strettamente tecnologici e dell'automazione.

Il Consiglio, accogliendo la proposta della Commissione, ha stabilito che: *“L’innovazione non riguarda solo la tecnologia e può assumere forme diverse, per esempio lo sviluppo di nuovi concetti commerciali e nuovi mezzi di distribuzione, la commercializzazione e la progettazione o i cambiamenti organizzativi e d’immagine”*.

L’ampliamento delle capacità tecniche e scientifiche e lo sviluppo tecnologico determinano, di conseguenza, lo spostamento di quella che gli economisti definiscono la *“frontiera delle possibilità di produzione”*, ovvero la capacità delle aziende o della Pubblica Amministrazione di ampliare la produzione di un bene o di offrire, in modo efficace e ottimizzato.

L’errore che spesso viene commesso, anche in economia, è pensare che all’aumento di tecnologia avanzata si determina un conseguente incremento della produzione totale in rapporto all’incremento del fattore produttivo tecnologico, secondo la legge dei *“rendimenti crescenti di scala”*.

La legge dei rendimenti di scala stabilisce che raddoppiando i fattori produttivi si raddoppia, in modo corrispondente, il prodotto (bene o servizio) offerto. I *rendimenti costanti di scala* sono normalmente associati alla *produzione di massa* in cui i fattori produttivi sono normalmente standardizzati (1). Questa regola, tuttavia, non si attaglia all’ambito sanitario, in quanto si presenta, per definizione, molto complesso ed eterogeneo.

L’*ars medica* non è solo “evidenza scientifica”, ma è fatta di narrazione di casi individuali, di relazione di cura, di un esame obiettivo, etc. Sono proprio queste informazioni che qualificano un caso diverso dall’altro e che impongono un trattamento sanitario differente, anche tra casi apparentemente simili.

La storia dell’individuo, l’anamnesi personale e familiare, l’esame obiettivo consentono al medico di ricevere adeguate informazioni per poter formulare, diligentemente, una diagnosi o stabilire una prognosi.

L’anamnesi, dal greco ἀνάμνησις ovvero “ricordare”, costituisce, al pari dell’esame obiettivo, il vero fulcro dell’attività medica.

L’anamnesi, non essendo fine a sé stessa, è un atto medico in quanto si inserisce nella più ampia fase del processo dialettico-valutativo in cui il

Termine estratto capitolo

(1) Questo tipo di rendimenti si verifica, ad esempio, in semplici operazioni ripetitive.

CAPITOLO II

INFORMATIZZAZIONE E INTELLIGENZA ARTIFICIALE

SOMMARIO: 1. Definizione di intelligenza artificiale. — 2. Differenziazione tra intelligenze artificiali. — 2.1. Intelligenza artificiale forte. — 2.2. Intelligenza artificiale debole. — 3. Limiti dell'intelligenza artificiale "forte": teorie a confronto. — 4. Apparecchiature deduttive automatizzate.

1. Definizione di intelligenza artificiale.

Appare difficile poter definire, in modo univoco e condiviso, cosa si intende per intelligenza artificiale. Le diverse definizioni, nel tempo formulate, sono state spesso offuscate da visioni utopistiche in un eccesso di affidamento alle potenzialità dell'informatica, altre volte sono risultate eccessivamente riduttive rispetto alle effettive potenzialità dell'informatizzazione dei processi.

Allo stesso tempo ci domandiamo cosa sia "intelligente" e la ragione per cui molti soggetti reputati intelligenti o che possiedono un "*quoziente intellettivo*" superiore alla media non raggiungono, spesso, in misura proporzionale, i medesimi risultati lavorativi o sociali di un soggetto valutato meno intelligente, ma più intraprendente.

Forse è il caso di porci qualche domanda.

Cos'è l'intelligenza? Soprattutto, è possibile misurarla?

L'*Oxford Companion to the Mind* nel definire l'"intelligenza" ha affermato: "*sono disponibili innumerevoli test per misurare l'intelligenza ma nessuno sa con sicurezza che cosa sia l'intelligenza, e addirittura nessuno sa con sicurezza che cosa misurino i test disponibili*" (1).

La psicologa Gottfredson (2), richiamando uno studio su cosa possa considerarsi "*intelligente*", ha concluso che *l'intelligenza non è solo la capacità di ragionare, pianificare, risolvere problemi, pensare in modo astratto, dialogare e comprendere idee complesse e apprendere dall'espe-*

(1) L. GREGORY, *Innumerable tests are available for measuring intelligence, yet no one is quite sure of what intelligence is, or even of just what is that the available tests are measuring*, voce "*Intelligence*", in *The Oxford Companion to the Mind*, Oxford, 1987, 375.

(2) L.S. GOTTFREDSON, *Mainstream Science on Intelligence*, Wall Street Journal, New York, 13 dicembre 1994.

rienza, ma si caratterizza da abilità (3) che costituiscono capacità di adattamento, arguzia, capacità intuitiva e profonda nel capire le cose e gli avvenimenti che percepiamo, riuscendo ad attribuirgli istintivamente un significato e riuscire a comportarsi di conseguenza in modo più o meno avveduto.

Può una macchina essere intelligente?

Pensatori, scienziati e filosofi, dall'antichità si sono sempre interrogati su cosa deve intendersi per “*pensare*”, che è la vera essenza dell'intelligenza.

La conclusione è stata che pensare non è solo percepire l'ambiente esterno (comprendere, apprendere e predire eventi), ma adattarsi agli eventi imprevedibili non solo utilizzando le conoscenze acquisite, ma anche attraverso mere intuizioni che non provengono solo dall'esperienza, dalla conoscenza o dalla cultura.

Questo basterebbe per affrontare con meno disinvoltura il tema dell'intelligenza artificiale (4).

Marco Somalvico, pioniere dell'intelligenza artificiale in Italia, l'ha definita come “*quella disciplina, appartenente all'informatica, che studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che consentono di progettare sistemi hardware e sistemi di programmi software capaci di fornire all'elaboratore elettronico prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana*” (5).

Il mondo accademico americano ha identificato l'intelligenza artificiale come: “*... qualsiasi dispositivo che percepisce il suo ambiente e intraprende azioni che massimizzano le sue possibilità di raggiungere con successo i suoi obiettivi*” (6) ovvero “*la capacità di un sistema di interpretare correttamente i dati esterni, di apprendere da tali dati e di utilizzare tali apprendimenti per raggiungere obiettivi e compiti specifici attraverso un adattamento flessibile*” (7).

Al contrario, appaiono inutilizzabili le recenti definizioni formulate dalle Istituzioni europee, per le mutevoli e contraddittorie enunciazioni, le

(3) Definite “*proprietà emergenti*” del sistema nervoso centrale.

(4) Il termine “*Intelligenza Artificiale*” è stato coniato dal matematico John McCarthy nel 1955 il quale la definiva come: “*un processo consistente nel consentire che una apparecchiatura si comporti in modi che sarebbe definita intelligente se fosse un essere umano a comportarsi allo stesso modo*” così come riportato in J. MC CARTHY, M. MINSKY, N. ROCHESTER, C. SHANON, *A Proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*, Stanford, 1955.

(5) M. SOMALVICO, *Scienza&Vita*, n. 8, 1987.

(6) S. J. RUSSELL, P. NORVIG, *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (3rd ed.). Upper Saddle River, New Jersey, 2009.

(7) A. KAPLAN, M. HAENLEIN, *Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence*, Business Horizons, 2019, 62 (1): 15-25.

quali tendono, limitandola, a identificarla sostanzialmente come “forte”. La “*Risoluzione del Parlamento europeo del 16 febbraio 2017, recante raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica 2015/2103INL*” ha definito l’intelligenza artificiale come la tecnologia in grado di apprendere e prendere decisioni in modo autonomo e indipendente dall’uomo offrendo così un quadro immaginifico della disciplina. Secondo la predetta Risoluzione (detta anche Carta Robotica) “*l’autonomia di un robot può essere definita come la capacità di prendere decisioni e metterle in atto nel mondo esterno, indipendentemente da un controllo o un’influenza esterna; (...) tale autonomia è di natura puramente tecnologica e il suo livello dipende dal grado di complessità con cui è stata progettata l’interazione di un robot con l’ambiente; (...) nell’ipotesi in cui un robot possa prendere decisioni autonome, le norme tradizionali non sono sufficienti per attivare la responsabilità per i danni causati da un robot, in quanto non consentirebbero di determinare qual è il soggetto cui incombe la responsabilità del risarcimento né di esigere da tale soggetto la riparazione dei danni causati* » cominciando però a delineare una responsabilità non più robotica ma umana”.

La Commissione Europea nella sua Comunicazione del 2018, al contrario, delimita la portata dell’intelligenza artificiale riferendola a “*sistemi che mostrano un comportamento intelligente analizzando il proprio ambiente e compiendo azioni, con un certo grado di autonomia, per raggiungere specifici obiettivi*”.

I sistemi basati sull’IA possono consistere solo in software che agiscono nel mondo virtuale (per esempio assistenti vocali, software per l’analisi delle immagini, motori di ricerca, sistemi di riconoscimento vocale e facciale); oppure incorporare l’IA in dispositivi hardware (per esempio in robot avanzati, auto a guida autonoma, droni o applicazioni dell’Internet delle cose).

Utilizziamo l’IA quotidianamente, per esempio per tradurre le lingue, generare sottotitoli nei video o bloccare lo spam delle email.

Molte tecnologie di IA richiedono dati per migliorare le loro prestazioni. Raggiunto un buon livello di prestazioni, esse possono contribuire a migliorare e automatizzare il processo decisionale nello stesso campo. Per esempio, un sistema di IA verrà addestrato e in seguito utilizzato per rilevare gli attacchi informatici sulla base dei dati provenienti dal sistema o dalla rete interessati” (8), nella sua imprecisione (9), tende a definirla come intelligenza artificiale “debole”.

(8) Commissione Europea COM (2018) 237 Final, 1 riportata anche a 11 e 17. Tale definizione delimita la rilevanza dell’intelligenza artificiale riconducendola a sistemi di automatizzazione.

Rispetto ai termini aulici della Risoluzione del Parlamento Europeo, il *White Paper* sull'intelligenza artificiale, pubblicato dalla Commissione Europea nel 2020 (10), nel richiamare la definizione di Somalvico, si preoccupa, più pragmaticamente, di rimarcare le problematiche legate allo sviluppo cognitivo dell'intelligenza artificiale.

In un siffatto quadro può affermarsi: l'intelligenza artificiale è l'area informatica che mira a realizzare macchine o applicazioni che possono replicare, in qualche modo, quanto gli esseri umani svolgono regolarmente seppur con maggior tempo e impegno.

Lo scopo ultimo della scienza che studia l'intelligenza artificiale è, dunque, quello di avvicinare le apparecchiature *hardware* e gli applicativi *software* a "simulare", emulandolo, il meccanismo di funzionamento dell'intelligenza umana allo scopo di aumentare o migliorare le prestazioni dell'agente intelligente, non tanto in termini quantitativi ma qualitativi (11).

2. Differenziazione tra intelligenze artificiali.

2.1. Intelligenza artificiale forte.

L'intelligenza artificiale definita "*forte*" postula il riconoscimento che gli agenti intelligenti siano in grado di "*ragionare*" in modo "*autonomo ed indipendente dall'uomo*" o, comunque, nel tempo, giungano a possedere stati cognitivi simili agli esseri umani (12).

La possibilità di sviluppare forme di intelligenza artificiale forte, tuttavia, appare un'utopia in quanto, per i "*limiti matematici*" e "*logici deduttivi*", gli agenti intelligenti non potranno mai essere in grado di "*pensare*" (13).

Inevitabilmente, l'AI non potrà possedere "*autonomia decisionale e indipendenza dall'uomo*", in quanto non sarà mai in grado di sviluppare nuove funzioni in modo cosciente (14), per la mancanza del "*naturalismo*

(9) Come si vedrà le deduzioni automatizzate nulla hanno a che fare con l'intelligenza artificiale.

(10) Commissione Europea COM(2020) 65 FINAL, *White Paper on Artificial Intelligence – A European approach to excellence and trust*, 2020.

(11) Cfr. G. PASCERI, C. BIBOLINO, M. STASI, M. FORACCHIA, G. PIROTTA, F. COPPOLA, E. NERI, R. GRASSI, *Intelligenza Artificiale in Radiologia*, Milano, 2020.

(12) L'automa sarà quindi in grado di funzionare non solo in modo simile alla mente umana, ma anche di avere capacità di percezione, convinzioni ed altre capacità cognitive tipiche dell'uomo.

(13) L'apparecchiatura in grado di superare il *test* di Turing può ritenersi intelligente o piuttosto sapiente in quanto ha il potere di controllare e di avere cognizione del suo agire?

(14) S. RODRIGUEZ, *Artificial Intelligence in science and new technologies*,

CAPITOLO III

FONDAMENTI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE

SOMMARIO: 1. Introduzione. — 2. La rete neurale artificiale. — 3. L'algoritmo e le sue caratteristiche. — 4. Principali sistemi di apprendimento: *machine learning* e *deep learning*.

1. Introduzione.

L'intelligenza artificiale è la scienza che studia la realizzazione e la gestione di applicativi *software* e *hardware* in grado di eseguire *prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana* (1). L'intelligenza artificiale è, dunque, la conseguenza naturale dell'innovazione tecnologica come risultato dell'ordinaria crescita scientifica e culturale dell'uomo.

Detta scienza nasce nel lontano passato anche se ha acquisito maggiore capacità innovativa con l'avvento dell'era dell'informatica e della comunicazione (2).

Il termine "*intelligenza artificiale*" è utilizzato, senza una effettiva pertinenza, per indicare applicazioni informatiche o elettroniche che di intelligente poco o nulla hanno se non la "*novità*" tecnologica. Tale abuso si rinviene anche in alcuni atti governativi ove vengono annoverati come applicazioni dotate di intelligenza artificiale, anche apparecchiature che in realtà risultano essere automazioni, come la domotica o l'assistenza vocale (sistemi che peraltro, nonostante le capacità tecnologiche esistenti, appaiono essere alquanto deludenti).

Il riconoscimento vocale o facciale non è molto più intelligente della prima crittografia degli anni '40 ancorché quest'ultima, nell'immaginario collettivo, risulta essere una semplice applicazione informatica. Allo stesso modo, le tecniche di acquisizione di immagini e di dati, come ad esempio il sistema OCR e la conseguente tramutazione del testo acquisito in editabile, nonostante le capacità tecnologiche sbandierate, sono ancora

(1) M. SOMALVICO, *Scienza&Vita*, cit.

(2) Cfr. Capitolo II.

imprecise. I sistemi di traduzione, nonostante l'impegno e le capacità tecniche applicate, risultano ancora meccanicistici e generalisti e così via.

Paradossalmente, alcune invenzioni del passato appaiono — tenuto altresì conto delle competenze e della tecnologia dell'epoca — più complesse, brillanti e ingegnose rispetto alle innovazioni tecnologiche contemporanee. Pensiamo al telefono, al radar, alla radio, alle prime spedizioni spaziali.

Ogni era ed epoca hanno rappresentato un passaggio che ha introdotto una innovazione tecnologica rispetto quelle *strettamente manuali* (come i primi utensili o le prime armi), al miglioramento del lavoro manuale con la *rivoluzione industriale*, ai primi *computer* che hanno determinato l'inizio dell'*era della informazione elettronica* o informatizzazione.

L'eccessiva attenzione all'intelligenza artificiale è, spesso, frutto del *marketing* piuttosto che di una concreta evoluzione tecnologica realmente definibile intelligente.

Proprio per questo, a periodi caratterizzati da grandi interessi, a volte addirittura ossessivi, seguono lunghi periodi di limitato interesse. Questa elasticità dell'attenzione verso l'intelligenza artificiale viene chiamata dagli studiosi "*A.I. Winter*", ovvero "inverni dell'intelligenza artificiale".

Proprio per tali ragioni gli studiosi statunitensi, hanno affermato che: "*L'intelligenza artificiale è tutto ciò che non è stato ancora fatto*" (3) sottovalutando o sopravvalutando, di volta in volta, il fenomeno naturale dell'innovazione tecnologica.

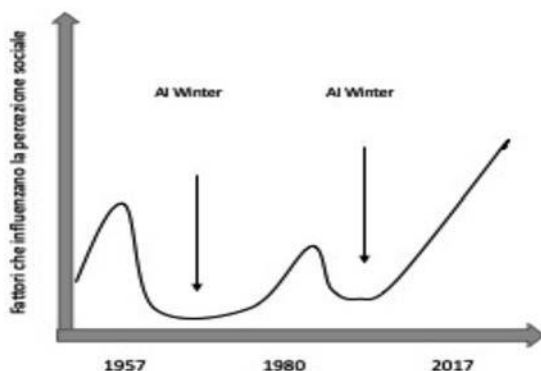


FIG. N. 9 - Popolarità dell'intelligenza artificiale

(3) La paternità è di volta in volta attribuita a vari scienziati e, principalmente a Pamela MCCORDUCK, DOUGLAS HOFSTADTER, LARRY TESLER o MARK MALOOF. Sul tema è anche utile richiamare il contributo offerto da: M. HAENLEIN; A. KAPLAN, *A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence*, California Management Review 2019, Vol. 61(4) 5-14.

2. La rete neurale artificiale.

La moderna scienza che studia l'intelligenza artificiale, partendo dal pensiero elaborato da Turing, indirizza lo sviluppo dell'agente intelligente tentando di simulare il funzionamento del cervello umano. Per questo la struttura dell'agente intelligente deve necessariamente assomigliare alla rete neurale dell'uomo (4).

La rete neurale umana è composta da organizzazioni complesse di cellule nervose, detti neuroni, che elaborano tutte le informazioni percepite dall'esterno mediante gli organi sensoriali per poi trasferirle a complesse organizzazioni di cellule nervose, il cui compito è quello di riconoscere le informazioni assunte dall'ambiente esterno, memorizzarle, valutarle e reagire in modo appropriato agli stimoli provenienti dall'ambiente esterno.

I neuroni, congiunti tra loro da sinapsi, sono costituiti da tre parti principali:

- 1) il *soma*, che rappresenta il corpo cellulare;
- 2) l'*assone*, che consiste in una linea di uscita del neurone unica che si divide in migliaia di rami;
- 3) il *dendrite*, costituito da linea di entrata del neurone che permette di ricevere segnali in ingresso da altri assoni tramite le sinapsi.

Il corpo cellulare esegue una "*somma pesata*" (cosiddetta *integrazione*) dei segnali in ingresso. Se il risultato della somma pesata supera un certo "*valore di soglia*", che in alcuni casi può variare da soggetto a soggetto (come ad esempio la soglia del dolore o la percezione di un pericolo etc.), il neurone si attiva istantaneamente e viene prodotto un "*potenziale di azione*", trasportato all'assone, affinché il corpo agisca in modo confacente allo stimolo neurale.

Diversamente, se il risultato della somma pesata non supera il valore di soglia, il neurone rimane in uno stato di quiete.

La rete neurologica artificiale tenta di simulare, per quanto possibile, la rete neurologica umana, anche se strutturata in modo non lineare.

Anche il neurone artificiale, al pari del neurone biologico, è composto da tre parti:

- 1) il *soma*, che riproduce il corpo cellulare neurale artificiale, rappresentato dal simbolo Σ ;
- 2) l'*assone*, che costituisce la linea che si dirama in collegamenti di uscita;

(4) A. TURING, *Computing Machinery and Intelligence*, cit.

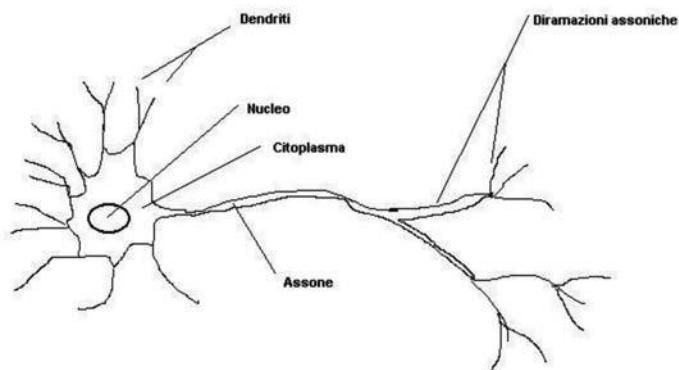


FIG. N. 10 - Neurone biologico (5)

3) il *dendrite*, che ha un peso w la cui catalogazione viene valutata mediante la funzione di attivazione f .

Il sistema centrale Σ (detto sommatore), al pari del neurone biologico, somma tra loro i vari segnali di *input* x per i relativi pesi w . La funzione di attivazione di un nodo elabora il dato e definisce la linea di uscita. L'uscita costituisce un nuovo *input* per il nodo successivo sino ai nodi *output*.

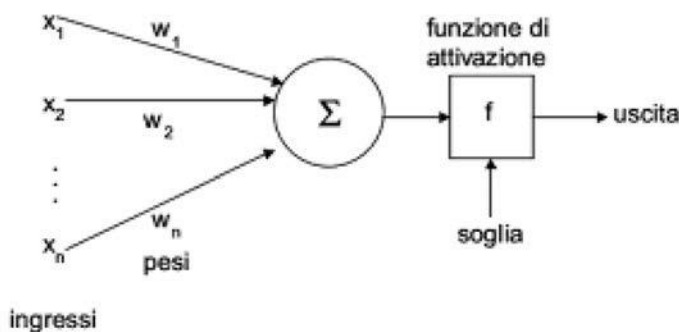


FIG. N. 11 - Neurone artificiale (6)

In questo modo, la rete neurale artificiale riceve *input* esterni su uno strato di nodi di ingresso (definiti "*unità di elaborazione*") ognuno collegato con nodi interni (definiti "*unità di elaborazione interna*" o "*strato nascosto*") organizzati in più livelli a seconda della complessità della rete neurale.

Quanto al profilo strutturale, le reti neurali possono essere semplici o complesse. La complessità, chiaramente, dipende dalle funzioni e dai processi che devono eseguire.

(5) Termine estratto capitolo

CAPITOLO IV

APPLICAZIONI E LIMITI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE IN AMBITO SANITARIO

SOMMARIO: 1. Premessa. — 2. L'agente intelligente in sanità. — 3. *Case study*.

1. Premessa.

Le problematiche sottese alla creazione di agenti intelligenti sono molteplici ed eterogenee. L'intelligenza artificiale, in futuro, potrà acquisire sicuramente maggiore capacità di assimilazione e di deduzione ancorché i limiti insiti al “*naturalismo biologico*” e alla “*proprietà emergente*”, tipica dell'intelligenza umana, depongono per l'incapacità dell'agente di sviluppare nuove funzioni in modo cosciente.

In ambito sanitario vengono utilizzati algoritmi di apprendimento indifferenziatamente sia *machine learning* che *deep learning* a seconda dello scopo per cui l'agente intelligente è stato costruito. L'apprendimento profondo, tuttavia, garantisce maggiore accuratezza nell'utilizzo clinico e robustezza nella capacità di processare quantità di dati eterogenei e complessi come nel caso della *life science*.

2. L'agente intelligente in sanità.

L'*ars medica* si basa sull'interpretazione della narrazione dell'uomo, dell'esame obiettivo e delle valutazioni cliniche, terapeutiche o diagnostiche del suo corpo. Come anticipato nel capitolo I, l'anamnesi costituisce, al pari dell'esame obiettivo, il vero fulcro della prestazione sanitaria in quanto finalizzata alla raccolta di informazioni personali atte ad indagare il malessere del paziente.

Lo scienziato Tumulty descrive l'anamnesi come quella attività in cui “*Il paziente fa una dichiarazione e, in base al suo contenuto e alla modalità di espressione, il medico controbatte con una domanda. Una risposta stimola poi un'altra domanda finché il medico non si convince di*

aver compreso precisamente tutti i dettagli della malattia del paziente" (1).

La scienza medica, infatti, non è basata solo sull'evidenza scientifica, ma anche sulla specificità del caso e sulla narrazione del paziente.

Il sistema di *deep learning* o *machine learning* obbedisce a criteri di riferimento impiegati che, nel caso della medicina, appaiono poco oggettivi o, comunque, non facilmente definibili in termini di certezza.

La scienza medica presenta limiti tipici difficilmente codificabili come:

i) i margini di insuccesso insiti in una pratica medica statisticamente verificabili;

ii) i fenomeni deterministici o stocastici legati alla pratica clinica;

iii) le manifestazioni complesse di comorbidità o altri fattori derivanti dalla fenomenologia soggettiva del paziente;

iv) l'ambiente in cui opera l'agente intelligente e il sistema organizzativo aziendale in grado di decontestualizzare i dati, etc. (2).

Proprio per le difficoltà esistenti, il vero nodo cruciale in ambito sanitario rimane la "*diagnosi differenziale*" che l'agente intelligente non è sempre in grado di valutare correttamente.

Un ulteriore limite è il superamento dei casi di "*falsi positivi*" o "*falsi negativi*" che, proprio in ragione al sistema di funzionamento dell'algoritmo, sono ineliminabili e appaiono statisticamente, ancora superiori alle valutazioni effettuate dal professionista sanitario.

"La medicina è stato uno dei primi settori ad utilizzare le reti neurali per migliorare la qualità delle diagnosi su malattie in genere e sui tumori in particolare. Questo perché, in medicina, l'attività diagnostica molte volte non può essere ricondotta ad un problema deterministico. Basti pensare che un clinico esperto è in grado di risolvere un quesito diagnostico ma talora non ha alcuna idea del come ci sia riuscito. Egli ha certamente applicato le regole apprese durante il corso di studi, ma verosimilmente un grosso contributo alla sua decisione diagnostica lo hanno dato le numerose esperienze simili che ha dovuto affrontare in anni ed anni di pratica clinica. È quindi evidente che anche non avendo conoscenze "propedeutiche" è possibile, per una rete neurale particolarmente efficiente come quella umana, riuscire a categorizzare tramite l'esperienza (che altro non è che un tipo di statistica umana) e a dare

(1) P. A. TUMULTY, *Obtaining the history. In the Effective clinician*, cit., 17-28, cit.

(2) Si pensi alla variabilità tecnica di acquisizione specialmente nelle immagini di risonanza magnetica che necessitano di omogeneizzazione (lettini con riferimenti di intensità) ma anche in tutte le immagini con mezzo di contrasto dove la variabilità può essere rilevante.



TAVOLA N. 1

Paziente affetto da Covid-19. In questa segmentazione il software non ha incluso le aree di addensamento polmonare così come è evidenziato dalle frecce arancioni. Al contrario, dette aree sarebbero dovute apparire colorate di rosso. In questo caso, c'è una sottostima della malattia del paziente.

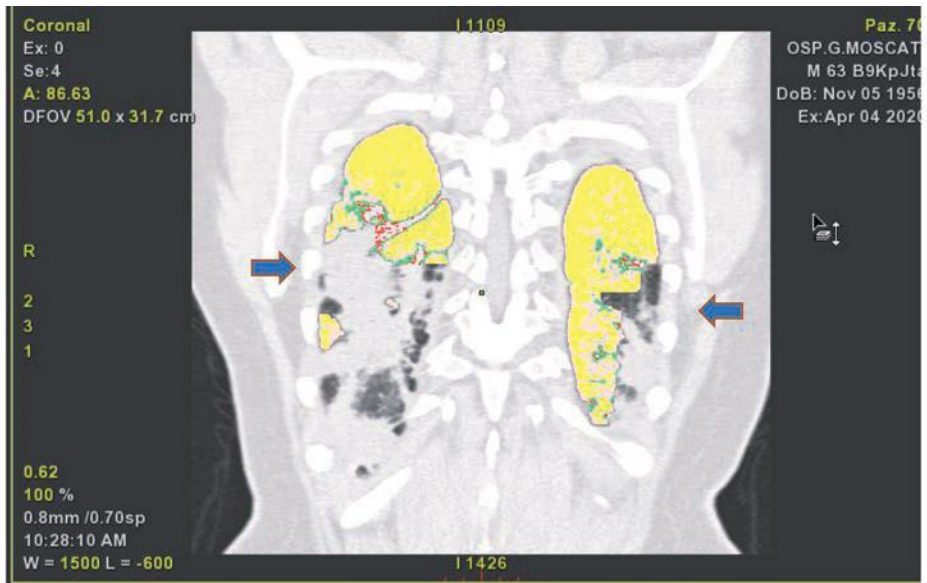


TAVOLA N. 2

Nel caso sovrastante, l'immagine diagnostica dello stesso paziente in una visione corollare. Le aree di polmone non analizzate sono soprattutto nella parte posteriore (freccie azzurre) e riguardano principalmente la parte di polmone lesionato.

Termine estratto capitolo

PARTE II
LE PRINCIPALI FONTI NORMATIVE

CAPITOLO V

L'ASSENZA DI UNA NORMATIVA IN MATERIA
DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE

SOMMARIO: 1. Le indicazioni europee. — 2. Le raccomandazioni italiane.

1. Le indicazioni europee.

Il Parlamento Europeo, con la Risoluzione recante “Raccomandazioni alla Commissione Europea del 16 febbraio 2017”, ha impetuosamente sollecitato la Commissione Europea a stimolare gli Stati a varare, nel loro ordinamento, una disciplina in materia di *diritto civile sulla robotica*.

L'assenza di chiare linee direttive europee in ordine alla costruzione della responsabilità civile e la propensione, nel testo licenziato dal Parlamento Europeo, a raffigurare una intelligenza artificiale esclusivamente come “forte”, ha portato la dottrina a intravedere, anche per il professionista sanitario, una possibile responsabilità oggettiva, ai sensi degli artt. 2050, 2051 e 2052 c.c. (1).

Circa la possibile costruzione di una responsabilità oggettiva avremo modo di ritornare nel capitolo dedicato alla responsabilità professionale. In questa sede, si segnala la visione opacizzata e, a volte contraddittoria, che le istituzioni europee hanno dell'innovazione tecnologica, dell'intelligenza artificiale e della robotica. Fenomeni e concetti differenti che spesso vengono accomunati.

L'*innovazione tecnologica* è il progresso tecnico scientifico che determina l'evoluzione delle applicazioni (tra cui rientra anche l'informatica). L'*intelligenza artificiale* è la scienza informatica che studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che permettono di eseguire prestazioni o parti di esse, in modo parziario o settoriale, apparentemente prodotti dall'intelligenza umana. La *robotica* è una disciplina ingegneristica che studia la realizzazione di una macchina (nell'immaginario collettivo più o meno antropomorfa) in grado di eseguire compiti specifici in

(1) Cfr U. RUFFOLO (a cura di), *Intelligenza artificiale e responsabilità*, Milano, 2017, Parte II.

modo automatico. Non è, dunque, certo che il *robot* sia intelligente o venga costruito per essere necessariamente intelligente (2).

L'industria è piena di *robot* che eseguono prestazioni automatizzate senza avere particolari capacità informatiche o essere "intelligenti".

La Risoluzione del Parlamento europeo del 16 febbraio 2017, recante raccomandazioni alla Commissione concernenti norme di diritto civile sulla robotica 2015/2103INL, riconoscendo un *trend* di progresso scientifico-tecnologico e il raggiungimento, da parte dell'uomo, della capacità di sviluppare apparecchiature in grado di essere autonome e intelligenti, come anzidetto, cade nell'errore di raffigurare l'intelligenza artificiale esclusivamente come "*forte*" arrivando ad sostenere: "*l'autonomia di un robot può essere definita come la capacità di prendere decisioni e metterle in atto nel mondo esterno, indipendentemente da un controllo o un'influenza esterna; (...) tale autonomia è di natura puramente tecnologica e il suo livello dipende dal grado di complessità con cui è stata progettata l'interazione di un robot con l'ambiente; (...) nell'ipotesi in cui un robot possa prendere decisioni autonome, le norme tradizionali non sono sufficienti per attivare la responsabilità per i danni causati da un robot, in quanto non consentirebbero di determinare qual è il soggetto cui incombe la responsabilità del risarcimento né di esigere da tale soggetto la riparazione dei danni causati* » cominciando però a delineare una responsabilità non più robotica ma umana" (3).

Il Regolamento, così come pubblicato, stimola verso il riconoscimento, all'apparecchiatura dotata una intelligenza artificiale, in grado di operare "*autonomamente e indipendentemente dall'uomo*", di una sorta di personalità autonoma e distinta da quella umana.

Ne consegue che per riconoscere al "*robot*" la "*capacità di prendere decisioni e metterle in atto indipendentemente da un controllo o un'influenza esterna*" deve affermarsi che l'agente intelligente sia in possesso delle medesime capacità riconosciute al professionista sanitario:

a) *autonomia delle decisioni*

intesa come grado di autonomia nelle decisioni uguale a quello umano;

b) *discrezionalità sulla prestazione*

discrezionalità sulla esecuzione della prestazione da eseguire e sulle modalità e mezzi tecnici da utilizzare;

(2) L'imprecisione nel termine nasce dalla identificazione di robot come umanoide nella visione dello scrittore ungherese Karel Čapek e della filmografia degli anni '80.

(3) Tema già discusso in occasione del summit della Commissione Europea: *The ethical aspects of ICT implications for society*, Roundtable Debate, Amsterdam.