



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI
NAPOLI FEDERICO II

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base
Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Informatica

Elaborato finale in Social, Ethical and Psychological
Issues in Artificial Intelligence

***Intelligenza Artificiale e Medicina:
analisi degli aspetti etici e sociali***

Anno Accademico 2023/2024

Candidato
Luca Pisani
matr. M63001627

Abstract

L'Intelligenza Artificiale (IA) rappresenta una frontiera chiave nell'evoluzione della medicina digitale, unendo dati massicci e strumenti digitali per migliorare diagnosi, prognosi e trattamenti. Questo progresso, sebbene promettente, solleva interrogativi etici cruciali che richiedono un'analisi approfondita.

La medicina digitale, trainata dall'esplosione dei Big Data, si basa su tecnologie emergenti come la diagnostica per immagini digitale, reportistica digitale, biotecnologie "omiche" e l'Internet of Medical Things. Questi sviluppi convergono in quattro pilastri: monitoraggio, diagnosi, predizioni e applicazioni di salute pubblica.

L'evoluzione dell'IA, specialmente tramite il machine learning, ha portato a progressi notevoli nella diagnosi precoce di malattie, dalla rilevazione di melanomi alle previsioni del rischio di mortalità in pazienti oncologici. Tuttavia, queste tecnologie sollevano questioni etiche sul controllo sociale, specialmente nell'uso di dati sensibili per scopi di sorveglianza.

Il tema della trasparenza degli algoritmi e della responsabilità med-

ica emerge quando algoritmi "black box" producono diagnosi senza fornire spiegazioni. Ciò solleva dilemmi etici riguardo alla fiducia nelle macchine e alla responsabilità medica nell'utilizzo di strumenti non completamente compresi.

La raccolta, l'elaborazione e l'immagazzinamento dei dati sollevano preoccupazioni sulla privacy e sulla discriminazione. La diversità dei dati è essenziale per evitare discriminazioni, e il rispetto dei diritti alla privacy è imperativo, specie nell'ambito medico.

L'impiego massiccio di algoritmi potrebbe ridurre l'autonomia medica, sollevando dubbi sull'eccessiva fiducia nelle macchine e sulla perdita di competenze umane. Inoltre, la gestione e la comprensione dei dati, uniti ai loro possibili pregiudizi, richiedono un approccio più trasparente e chiaro.

Infine, l'IA in medicina richiede un'esaminazione etica che vada oltre le metriche di performance, ponendo l'accento sul miglioramento effettivo delle cure e sulla soddisfazione sia dei pazienti che dei medici. L'obiettivo è un'integrazione responsabile dell'IA che, collaborando con l'intelligenza umana, migliori veramente il benessere delle persone.

In conclusione, l'IA in medicina offre opportunità immense, ma la sua adozione richiede una riflessione etica profonda per garantire un utilizzo responsabile e sicuro, rispettando i diritti, la privacy e l'autonomia dei pazienti.

[8] [6] [7] [4] [1] [5] [3] [2]

Contents

Abstract	i
1 Introduzione	1
2 Intelligenza artificiale	2
2.1 Medicina digitale: sviluppo e applicazioni	2
2.2 Machine learning	4
3 Aspetti etici e sociali in ambito medico	6
3.1 Intelligenza artificiale e controllo sociale: COVID-19 .	6
3.2 Algoritmi "blackbox": criticità	8
3.3 BigData e rispetto della Privacy	9
3.4 Qualità dei dati forniti agli algoritmi di IA	11
3.5 Conseguenze e soluzioni	12
4 Conclusioni	15

Chapter 1

Introduzione

L'Intelligenza Artificiale (IA) è una delle pietre miliari della tecnologia moderna e rappresenta un campo in continua evoluzione e dall'ampia portata. Dare una definizione di IA può risultare sfidante, poiché abbraccia un insieme complesso di tecniche e processi che consentono ai computer di emulare l'intelligenza umana. In questa trattazione definiremo l'Intelligenza Artificiale come la tecnica che permette ad un computer di analizzare grandi quantità di dati e, sulla base di questi, adottare determinati comportamenti o proporre decisioni. Questa tecnica è applicabile quasi alla totalità della coscienza umana, incluso l'ambito medico e della salute.

Chapter 2

Intelligenza artificiale

2.1 Medicina digitale: sviluppo e applicazioni

La medicina è uno dei campi maggiormente interessati dalla crescita incontrollata di informazioni: si parla di “Medicina Digitale” (secondo la Food and Drug Administration FDA negli Stati Uniti) nel momento in cui l’ambito della salute si estende all’utilizzo di tecniche digitali come applicazioni legate ai dispositivi mobili, informatica medica, dispositivi indossabili, telemedicina. I dati correlati alla salute stanno aumentando in percentuale molto maggiore rispetto ad altri settori grazie a importanti fenomeni come:

Diagnosi per immagine clinica: la diagnostica per immagini in modo digitale ha raggiunto importanti traguardi, spinta dall’obiettivo di identificare precocemente i segnali di una determinata malattia al fine di produrne una diagnosi e prevederne lo sviluppo;

Tecniche di reportistica digitale: fascicoli e cartelle cliniche cartacee che fino a qualche tempo fa erano strumento fondamentale di lavoro per i professionisti sanitari stanno lasciando spazio ad archivi puramente digitali andando a costituire una fetta significativa dei cosiddetti Big Data;

Sviluppo delle biotecnologie impiegate nelle scienze “omiche”: discipline (genomica, trascrittomica, proteomica) che hanno come oggetto uno studio estremamente approfondito della cellula e che portano ad una produzione di dati estremamente elevata;

Esplosione dell’Internet of Things: comprende tutti gli oggetti di uso comune che sono diventati smart, incorporando sensori intelligenti in grado di raccogliere grandi moli di dati e trasferirli in rete. In tale categoria rientrano sia i dispositivi mobili quali smartphone, smartwatch, smart band, sia applicazioni domestiche, sempre più diffuse grazie allo sviluppo della domotica. Nell’ambito medico si parla di IoMT, Internet of Medical Things, con riferimento a smart band, strumenti di monitoraggio prettamente medici quali rilevatori dei livelli del glucosio, rilevatori della pressione sanguigna, misuratori dell’ossigeno o del battito cardiaco ecc.

Inizialmente, in ambito medico, venivano adoperati software di tipo puramente descrittivo, utili a visualizzare le informazioni sottoforma di grafici e tabelle. Successivamente sono stati sviluppati software di tipo

"Predictive Analytics", con capacità predittive, basati su algoritmi che individuano le correlazioni tra i dati e consentono di associare a determinate situazioni, come ad esempio esiti medici di un certo tipo, valori ricorrenti di specifici parametri. Si inizia quindi a parlare di IA (Intelligenza Artificiale), algoritmi in grado di eseguire attività che normalmente richiedono intelligenza umana come il riconoscimento del linguaggio, la percezione visiva, prendere decisioni. Una svolta nello sviluppo di questi algoritmi avviene però con l'introduzione del Machine Learning.

2.2 Machine learning

Fu introdotto per la prima volta nel 1959 da uno dei pionieri nel campo dell'IA Arthur Samuel il quale lo definì come “la scienza che mette i computer in grado di imparare, senza essere stati esplicitamente programmati per questo”.

Tali software appunto non sono prettamente programmati per comportarsi in un certo modo ma hanno la caratteristica di modificare il loro stesso comportamento a partire dai dati prodotti in output a partire da un determinato input. Essi sono basati su algoritmi matematici che simulano ragionamenti, creano dei collegamenti e imparano dalle informazioni processate. Tali collegamenti avvengono attraverso il riconoscimento di pattern, regolarità nei dati che permettono di classificare determinate situazioni e ricondurle a specifici esiti, come ad

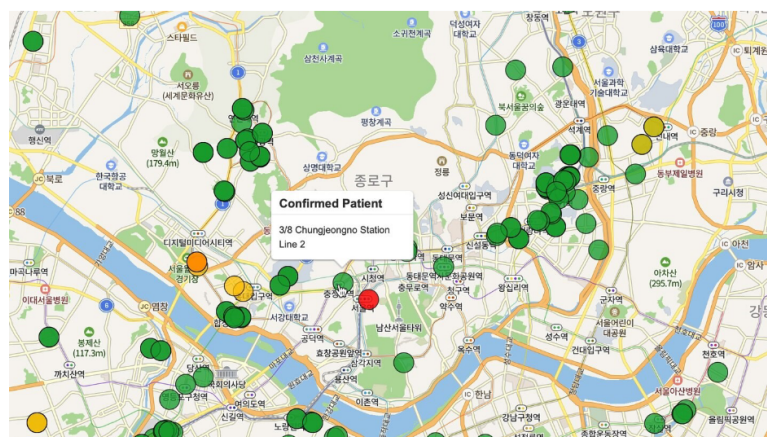
esempio diagnosi cliniche. Nel 2006 ad esempio è stato presentato un algoritmo in grado di diagnosticare il diabete a partire dall'analisi del fondo oculare dei pazienti; nel 2017 un algoritmo di apprendimento automatico prodotto dall'Università di Stanford ha dimostrato di essere in grado di riconoscere la presenza di carcinomi e melanomi a partire da immagini cliniche con accuratezza pari o superiore a quella dei dermatologi umani; nel 2018 è stato rilasciato un algoritmo in grado di prevedere il rischio di mortalità a breve termine per pazienti oncologici che iniziano un nuovo ciclo di chemio; nel 2020 sono stati molti gli algoritmi sviluppati dai vari governi del mondo atti a tenere sotto controllo la crescita del virus COVID-19.

Chapter 3

Aspetti etici e sociali in ambito medico

3.1 Intelligenza artificiale e controllo sociale: COVID-19

Con l'avvento della pandemia, molte istituzioni governative hanno sviluppato strumenti di controllo e monitoraggio della salute pubblica: applicazioni di tracciamento dei contatti dei casi positivi e tracciamento GPS o Bluetooth attraverso gli smartphone degli individui. In Cina, attraverso “Alipay Health Code”, applicazione sviluppata per il Governo cinese e attiva sulle piattaforme Alipay e WeChat, viene attribuito ad ogni utente un colore in base allo stato di salute e alla cronologia dei viaggi effettuati. Il sistema Alipay Health Code



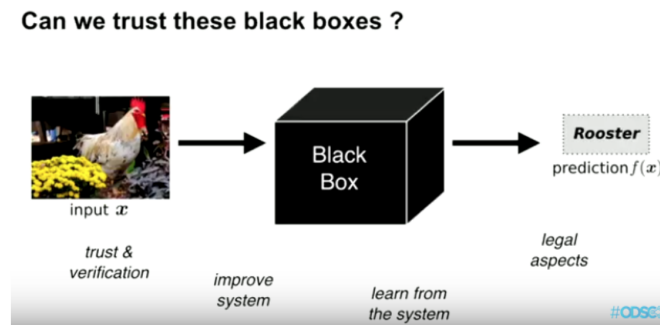
Un'immagine da uno dei siti sudcoreani realizzata da sviluppatori privati, utilizzando i dati del governo disponibili online, per tracciare dove si trovano i pazienti con coronavirus. (Courtesy of coronamap.site)

condivide le informazioni con la polizia, stabilendo “un modello per nuove forme di controllo sociale automatizzato che potrebbero persistere molto tempo dopo la fine dell’epidemia” (Maya Wang – Human Rights Watch – in Paul Mozure et al., New York Times). Anche la Corea del Sud si è distinta per l’uso massivo di big data: dopo aver somministrato centinaia di migliaia di tamponi ai cittadini (anche 15.000 al giorno), chi è risultato positivo al test è stato “spiato” dalle autorità sanitarie coreane attraverso i dati medici resi pubblici dal Korea Centers for Disease Control, il GPS dello smartphone, le carte di credito, le telecamere di sorveglianza. Incrociando queste informazioni, è stato possibile rintracciare le persone che erano entrate in contatto con Covid-19 ed isolarle a seconda delle condizioni di salute e dell’esito del tampone. In Italia è stato fatto un tentativo simile per mezzo dell’applicazione per dispositivi mobili “Immunì”: l’applicazione è stata concepita per permettere a coloro che abbiano deciso di scaricarla di sapere se si è stati a contatto rischioso con un soggetto poi risul-

tato positivo al coronavirus. Possiamo quindi capire come l'utilizzare un algoritmo di questo tipo porti a subire un vero e proprio "controllo sociale", sfavorendo il benessere del singolo individuo che si trova in qualche modo "sorvegliato", forzato a rispettare delle regole ben precise, talvolta rigide, per preservare l'integrità del sistema in cui vive o meglio la volontà di chi lo amministra.

3.2 Algoritmi "blackbox": criticità

Il tema dei modelli predittivi generati dagli algoritmi ad apprendimento automatico, in particolar modo da quelli definiti "opachi" o "black box" risulta essere molto frequente nei dibattiti. Algoritmi di questo tipo, infatti, ci dicono se il soggetto è eventualmente a rischio ma non ci dicono il perché. Questi algoritmi dispongono di una elevata potenza di calcolo che permette di elaborare enormi quantità di dati ma ciò che la macchina apprende non è altro che un insieme di correlazioni statistiche tra un certo numero di variabili e una classificazione clinica o previsione. L'algoritmo stesso non sa perché i parametri che ha imparato ad osservare siano rilevanti così come il suo stesso programmatore non è a conoscenza delle modalità secondo cui l'algoritmo ha stabilito determinate correlazioni. Un medico che utilizzi un algoritmo non trasparente si affida quindi ad uno strumento di cui non conosce il funzionamento, minando quello che dovrebbe essere il dovere di ogni medico, agire sapendo quello che si fa e con le migliori intenzioni.



Bisognerebbe quindi stabilire, in tal caso, quali siano le responsabilità del medico che fa uso di uno strumento del genere. Bisogna stabilire se sia necessario avvisare il paziente che si sta utilizzando un sistema black box e soprattutto definire preventivamente su chi far ricadere la colpa nel caso di una diagnosi errata prodotta dal sistema: sul medico che ha deciso di adoperare lo strumento, sull'algoritmo, o su chi l'ha sviluppato.

3.3 BigData e rispetto della Privacy

Un altro aspetto che non va sottovalutato è il modo in cui di big data vengono raccolti e soprattutto immagazzinati. La medicina digitale si basa proprio sulla possibilità di raccogliere, conservare, analizzare e distribuire una grandissima quantità di dati sanitari e non. Gli algoritmi si troveranno però ad elaborare l'unione di dati provenienti da diversi database sparsi nel mondo al fine di fornire un bacino di informazioni tanto vario quanto vasto. Ciò non deve ledere il diritto alla privacy: tutte le persone coinvolte nella raccolta dovrebbero esserne al corrente poiché, in caso contrario, vi sarebbe una violazione dei principi

di autonomia e auto determinazione legati alla capacità di esercitare un certo grado di controllo su alcuni aspetti inviolabili della sfera privata. L'accesso alle informazioni personali spetta esclusivamente alla persona cui esse sono riferite. Le violazioni di questi principi possono esporre le persone al rischio di essere ricattate, discriminate o truffate sulla base di informazioni personali acquisite illegalmente. Il Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GDPR) del 2016 definisce il quadro giuridico di riferimento in materia per l'Unione Europea. Da questo si evince che vi sono una serie di diritti specifici resi necessari: il diritto da parte di ciascun cittadino europeo di conoscere quali suoi dati personali una data organizzazione ha raccolto, per quale motivo, in che modo e con chi li condivide; ogni cittadino può richiedere la cancellazione o la rettifica dei dati personali da parte delle organizzazioni che li hanno raccolti e può obiettare all'utilizzo dei dati; è possibile opporsi a descrizioni risultate da analisi interamente automatizzate dei propri dati. È possibile fare ricorso nel momento in cui un algoritmo ci vieta un prestito in banca ed è possibile richiede l'intervento di un essere umano a cui affidare la decisione finale. Allo stesso modo questi diritti possono e devono essere applicati in ambito medico: il paziente deve avere il diritto di sapere quali dati sono stati raccolti, a quale ente sanitario sono stati inviati, che tipo di elaborazioni stanno subendo e soprattutto la provenienza di una diagnosi, se affidata completamente ad una macchina o meno.

3.4 Qualità dei dati forniti agli algoritmi di IA

La qualità dei dati raccolti è protagonista di un altro tema di discussione abbastanza ampio: gli algoritmi di apprendimento automatico, basati sul machine learning, vengono sviluppati attraverso una fase di “allenamento”. In questa fase, l’algoritmo opera su una grande quantità di dati annotati o meno e apprende regolarità e correlazioni statisticamente rilevanti nei parametri che gli vengono forniti come esempio. Per sviluppare un algoritmo in grado di diagnosticare un melanoma a partire da un’immagine, i ricercatori forniscono immagini di esempio contenenti effettivamente melanomi ed altre che non ne contengano lasciando che l’algoritmo apprenda da solo quali siano i parametri che portino ad una diagnosi positiva o negativa. Tali considerazioni saranno poi applicate in altri casi clinici a sviluppo terminato. I dati devono però essere sufficientemente rappresentativi di una popolazione e non di una sottopopolazione al fine di evitare fenomeni di discriminazione. Se ad esempio le immagini fornite in allenamento provengono tutte da una popolazione di individui di carnagione bianca, abituati ad un certo stile di vita, ad una certa esposizione alla luce solare è probabile che l’algoritmo si trovi in difficoltà nel caso in cui gli venga posto in esame un caso di un individuo di carnagione scura, non abituato alla luce del sole e con uno stile di vita completamente differente. Per evitare

queste situazioni é necessario che la popolazione dei dati forniti sia estremamente varia ed inclusiva riducendo al minimo le possibilità di cadere in quello che in gergo viene detto “allenamento fallato”.

3.5 Conseguenze e soluzioni

L’utilizzo di sistemi di supporto decisionale basati sull’ apprendimento automatico potrebbero portare ad un eccesso di fiducia nelle loro capacità tanto da tradursi in una riduzione dei professionisti. È necessaria ulteriore ricerca per capire meglio se l’eccessivo affidamento su sistemi di questo tipo, che potrebbero avere prestazioni anche migliori di un professionista, possa causare una sottile perdita di fiducia in se stessi e influenzare la volontà di un medico a fornire l’interpretazione o la diagnosi definitiva. Tutte le criticità fino ad adesso esaminate hanno anche risvolti etici più gravi: gli algoritmi potrebbero rispecchiare gli stessi pregiudizi umani nelle scelte decisionali; potrebbero perseguire obiettivi non etici, ad esempio guidare verso pratiche mediche che soddisfino gli obiettivi amministrativi ma non la reale qualità della cura, ad esempio creando modelli che supportino l’aumento del consumo di farmaci senza che gli utenti lo percepiscano. Potrebbe nascere quindi il conflitto etico tra chi finanzia, chi realizza e chi usa un algoritmo per il diverso obiettivo, economico o medico; Un approccio di tipo ‘black box’ non è accettabile. È sempre più cruciale poter confrontare in modo efficiente diversi modelli aperti per identificare i fattori di disturbo e

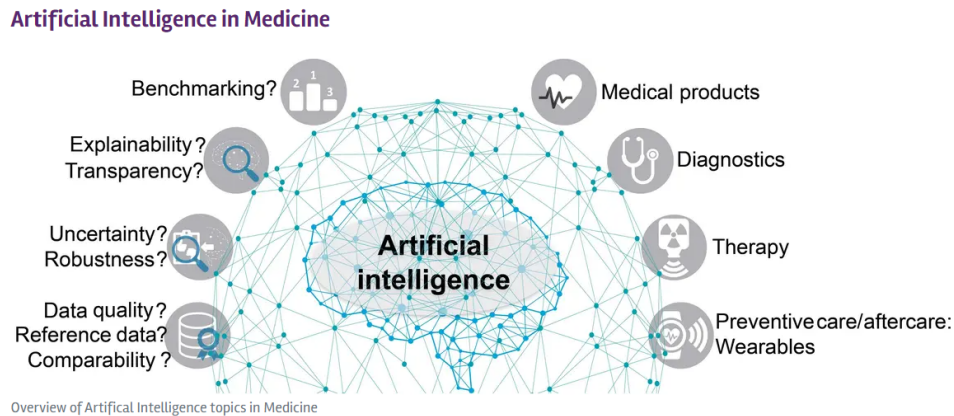


Figure 3.1: Intelligenza artificiale e medicina - credits: qi-digital.de

selezionare il migliore tra essi. Ciò implica la necessità di avanzare verso sistemi di intelligenza artificiale in grado di fornire spiegazioni automatiche e strumenti di visualizzazione interattiva per i professionisti medici, consentendo loro di esplorare le implicazioni delle diverse variabili in modo chiaro. Questo richiede modelli predittivi trasparenti, come ad esempio la Logic Learning Machine, per garantire una comprensione chiara e accessibile. Questo strumento utilizza la logica simbolica e le regole logiche per costruire modelli predittivi. Ciò significa che, anziché basarsi esclusivamente sui dati per trovare relazioni complesse, cerca di creare modelli che siano esprimibili in regole logiche comprensibili. Questi modelli sono più facili da interpretare e offrono spiegazioni più chiare su come e perché effettuano determinate previsioni, il che può essere fondamentale in settori dove la trasparenza e la comprensibilità delle decisioni sono cruciali, come nella sanità o nell'ambito legale. L'apprendimento automatico è una naturale estensione degli approcci statistici tradizionali: considerando la grande

mole di dati che un medico è chiamato ad analizzare quando si interfaccia con un paziente, la decisione clinica può diventare un compito eccessivo. Nel momento in cui un maggiore controllo delle scelte viene ceduto agli algoritmi è importante notare che questi nuovi strumenti decisionali non sono dotati di alcuna garanzia di correttezza, equità o veridicità.

Chapter 4

Conclusioni

La valutazione della qualità di qualsiasi sistema di supporto decisionale basato sull'apprendimento automatico e le decisioni normative riguardo la sua implementazione non dovrebbero basarsi esclusivamente sulle metriche di performance ma essere valutate in base a miglioramenti clinicamente significativi e all'effetto sulle esperienze e la soddisfazione dei pazienti e dei medici. Un approccio cauto e un'adeguata ricerca sulle possibili conseguenze inattese possono contribuire a ridurre il rischio di errori e danni. È essenziale che i medici guidino, supervisionino e monitorino l'adozione di tali strumenti come partner nella cura dei pazienti. L'unione tra intelligenza umana e artificiale può avvicinarci sempre di più alla scoperta di trattamenti ottimali per i pazienti. È necessario però che le applicazioni di questa tecnica possano favorire al massimo il benessere di ogni individuo, riducendo, o eliminando, le possibilità che la libertà del singolo venga limitata.

Bibliography

- [1] Filippo Donati. Intelligenza artificiale e giustizia. *Rivista AIC*, 2020.
- [2] Mélanie Bourassa Forcier et al. Integrating artificial intelligence into health care through data access: can the gdpr act as a beacon for policymakers? *Journal of Law and the Biosciences*, Volume 6, Issue 1, 2019.
- [3] Marco Marucci. Tecnologie digitali e controllo sociale ai tempi del covid-19. *Menabó di Etica ed Economia*, 2020.
- [4] G. Guaita N. Musacchio et al. Intelligenza artificiale e big data in ambito medico: prospettive, opportunità, criticità. *The Journal of AMD Vol.21-3*, 2018.
- [5] Eugenio Santoro. L'intelligenza artificiale in medicina: quali limiti, quali ostacoli, quali domande. *Recenti progressi in medicina*, 2017.
- [6] Guglielmo Tamburrini. *Etica delle macchine. Dilemmi morali per robotica e intelligenza artificiale*. Carocci, 2020.

- [7] Guglielmo Tamburrini et al. *Automi e persone. Introduzione all'etica dell'intelligenza artificiale e della robotica*. Carocci, 2021.
- [8] Franco Zambonelli. *Algocrazia. Il governo degli algoritmi e dell'intelligenza artificiale*. Scienza Express, 2020.