

9. Febbraio

Nanoparticelle inalabili rilasciano antibiotici in profondità nei polmoni riducendo drasticamente l'infiammazione e l'ostruzione cronica

Tutti gli uomini sanno dare consigli e conforto al dolore che non provano.

William Shakespeare

La broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) è diventata un grave problema sanitario globale con una prevalenza in aumento. Secondo le statistiche dell'Organizzazione Mondiale della Sanità, la BPCO è responsabile di oltre 3 milioni di decessi all'anno.

Vestbo J et al. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease: GOLD executive summary. Am J Respir Crit Care Med. 2013 Feb 15;187(4):347-65.

Sebbene siano state sviluppate varie strategie terapeutiche per alleviare i sintomi e prevenire le complicanze, si è ottenuto un successo limitato nel rallentare o arrestare la progressione della malattia. Essendo una delle principali cause della BPCO, il fumo danneggia i tessuti polmonari e sopprime la risposta immunitaria, portando a un'infiammazione aberrante e persistente.

Yoshida M et al. Involvement of cigarette smoke-induced epithelial cell ferroptosis in COPD pathogenesis. Nat Commun. 2019 Jul 17;10(1):3145..



Nel frattempo, il fumo innesca la massiccia proliferazione delle cellule caliciformi, causando un denso accumulo di muco nelle vie aeree e portando quindi a respirazione limitata, ostruzione delle vie aeree e cambiamenti strutturali alveolari. Le riacutizzazioni, spesso innescate da infezioni batteriche, portano a ulteriori infiammazioni e danni alle vie aeree. Ancor peggio, a causa dell'ispessimento dello strato di muco, i batteri tendono ad aggregarsi sul fondo per formare biofilm, che a loro volta favoriscono la proliferazione batterica.

Martínez-Solano L et al. Chronic Pseudomonas aeruginosa infection in chronic obstructive pulmonary disease. Clin Infect Dis. 2008 Dec 15;47(12):1526-33.

Inoltre, un apporto insufficiente di ossigeno causato da una respirazione limitata favorisce la respirazione anaerobica dei batteri, portando alla diminuzione del pH all'interno dei biofilm, il che è benefico per la riproduzione dei batteri anaerobici. Pertanto, per trattare efficacemente le riacutizzazioni della BPCO, è necessario eliminare contemporaneamente i batteri colonizzati e alleviare l'infiammazione polmonare.

Dickson RP et al. The role of the microbiome in exacerbations of chronic lung diseases. Lancet. 2014 Aug 23;384(9944):691-702..

Gli antibiotici con attività antibatterica ad ampio spettro sono i farmaci più utilizzati per il trattamento anti-infettivo nei pazienti con BPCO. Tuttavia, la loro efficacia è spesso non ottimale a causa dell'insufficiente ingresso nei batteri e del verificarsi di resistenza ai farmaci. Ad esempio, *Pseudomonas aeruginosa*, un patogeno che causa le riacutizzazioni nei pazienti con

BPCO grave, ha una membrana esterna a bassa permeabilità, che limita la penetrazione degli antibiotici nelle cellule

Li RS et al. *Transformable nano-antibiotics for mechanotherapy and immune activation against drug-resistant Gram-negative bacteria*. *Sci Adv*. 2023 Aug 25;9(34):eadg9601.

I peptidi antimicrobici (AMP) e i mimici dell'AMP, che tipicamente consistono in residui di amminoacidi cationici e idrofobici, fungono da importanti alternative agli antibiotici e possono uccidere i batteri destabilizzando/disturbando direttamente le loro membrane. Inoltre, gli AMP e i loro imitatori possono spesso fungere da adiuvanti antibiotici migliorando la permeabilità della membrana cellulare batterica. Pertanto, l'uso combinato di AMP e antibiotici può aumentare notevolmente l'efficacia battericida degli antibiotici, abbassare i dosaggi clinici richiesti di antibiotici e ridurre l'insorgenza di resistenza ai farmaci

Salas-Ambrosio P et al. *Synthetic Polypeptide Polymers as Simplified Analogues of Antimicrobial Peptides*. *Biomacromolecules*. 2021 Jan 11;22(1):57-75.

Per la gestione anti-infettiva della BPCO, la nebulizzazione è la via di somministrazione più efficace e conveniente perché può aumentare la concentrazione locale di antimicrobici nel polmone riducendo l'esposizione sistemica per diminuire i potenziali effetti collaterali. Tuttavia, un'efficace terapia di nebulizzazione è fortemente messa a dura prova dalle molteplici barriere fisiopatologiche. Da un lato, la BPCO è caratterizzata da un'ipersecrezione di muco nelle vie aeree superiori e nei bronchi, che è arricchito di glicoproteine mucine caricate negativamente

Lai SK et al. *Rapid transport of large polymeric nanoparticles in fresh undiluted human mucus*. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007 Jan 30;104(5):1482-7.



Pertanto, dopo la nebulizzazione, gli antimicrobici caricati positivamente tendono a rimanere intrappolati nello strato di muco viscoso che riveste sopra l'epitelio bronchiale a causa della forte attrazione elettrostatica con la mucina e vengono successivamente eliminati a causa del rapido turnover del muco. D'altro canto, i batteri che colonizzano i polmoni formano biofilm tenuti insieme da una matrice di sostanza polimerica extracellulare (EPS) costituita da DNA extracellulare secreto dai batteri (eDNA), polisaccaridi e glicoproteine. La matrice EPS può catturare antimicrobici caricati positivamente per ostacolare la penetrazione nel biofilm e prevenirne il contatto diretto con i batteri.

Wang Y et al. *Bacteria-responsive biopolymer-coated nanoparticles for biofilm penetration and eradication*. *Biomater Sci*. 2022 May 31;10(11):2831-2843.

Pertanto, un'efficace penetrazione del muco e del biofilm è di fondamentale importanza per gli antimicrobici inalati.

Oltre all'infezione batterica, la BPCO è spesso accompagnata da un'inflammatione polmonare persistente, indotta principalmente dall'eDNA secreto dai batteri, un modello molecolare associato al patogeno che causa un'eccessiva attivazione del recettore Toll-like 9 (TLR9) in diversi tipi delle cellule immunitarie, determinando un microambiente infiammatorio caratterizzato da

un'eccessiva produzione di citochine proinfiammatorie, rilascio di specie reattive dell'ossigeno (ROS) e infiltrazione di cellule immunitarie

Su Z et al. *Bioresponsive nano-antibacterials for H2S-sensitized hyperthermia and immunomodulation against refractory implant-related infections. Sci Adv. 2022 Apr 8;8(14):eabn1701.*

In particolare, il rilascio improvviso di DNA genomico (gDNA) da parte di batteri uccisi dagli antimicrobici può provocare una tempesta di citochine, compromettendo così gravemente la funzione polmonare e portando a una prognosi sfavorevole. Pertanto, l'immunoterapia antibatterica tramite lo scavenging di eDNA/gDNA batterico in combinazione con la terapia antimicrobica è altamente auspicabile per la gestione della BPCO, ma rimane in gran parte inesplorata.

Liang H et al. *Topical nanoparticles interfering with the DNA-LL37 complex to alleviate psoriatic inflammation in mice and monkeys. Sci Adv. 2020 Jul 31;6(31):eabb5274.*

Complessivamente: Mancano modalità terapeutiche efficaci e strategie di somministrazione dei farmaci per il trattamento delle riacutizzazioni della malattia polmonare ostruttiva cronica (BPCO).

Il team di **Junliang Zhu** del *Institute of Functional Nano and Soft Materials (FUNSOM)*, *Jiangsu Key Laboratory for Carbon-Based Functional Materials and Devices*, *Soochow University* ha prodotto il report



Zhu J et al.

Inhaled immunoantimicrobials for the treatment of chronic obstructive pulmonary disease.

Sci Adv. 2024 Feb 9;10(6):eabd7904.

Dove hanno sviluppato nanoparticelle inalabili in grado di penetrare nel muco per fornire medicinali in profondità nei polmoni.

Sono stati sviluppati immunoantimicrobici a doppia penetrazione (IMAM) per muco e biofilm per fungere da ponte tra la terapia antibatterica e l'immunoterapia pro-risolutiva della BPCO.

Gli IMAM sono costruiti da nanoparticelle di silice mesoporosa cava incapsulate con ceftazidima (CAZ) (HMSN) delimitate da un polipeptide trasformabile a carica/conformazione.

Il polipeptide adotta una conformazione a carica negativa, ad avvolgimento casuale, mascherando i pori degli HMSN per prevenire perdite di antibiotici e consentendo agli IMAM nebulizzati di penetrare efficacemente nel muco bronchiale e nel biofilm.

All'interno del biofilm acido, il polipeptide si trasforma in un' α elica cationica e rigida, migliorando la ritenzione del biofilm e smascherando i pori per rilasciare CAZ.

Nel frattempo, il polipeptide viene attivato in modo condizionale per distruggere le membrane batteriche e pulire il DNA batterico, funzionando come adiuvante di CAZ per sradicare i batteri che colonizzano i polmoni e inibendo l'attivazione del recettore Toll-like 9 per favorire la risoluzione dell'infiammazione. Questa strategia immunoantibatterica potrebbe cambiare l'attuale paradigma della gestione della BPCO

In sintesi

I ricercatori hanno costruito le nanoparticelle cave di silice porosa, che hanno riempito con un antibiotico chiamato ceftazidime. Un guscio di composti caricati negativamente che circonda le nanoparticelle ha bloccato i pori, impedendo la fuoriuscita di antibiotici.

Questa carica negativa aiuta anche le nanoparticelle a penetrare nel muco. Successivamente, la leggera acidità del muco trasforma la carica dei gusci da negativa a positiva, aprendo i pori e rilasciando il farmaco. I ricercatori hanno utilizzato uno spray inalabile contenente le nanoparticelle per trattare un'infezione polmonare batterica in sei topi con segni di BPCO. Un uguale numero di animali ha ricevuto solo l'antibiotico.

In media, i topi trattati con le nanoparticelle avevano circa il 98% in meno di batteri patogeni nei polmoni rispetto a quelli trattati solo con l'antibiotico. Avevano anche meno molecole infiammatorie nei polmoni e una minore quantità di anidride carbonica nel sangue, indicando una migliore funzionalità polmonare.

Questi risultati suggeriscono che le nanoparticelle potrebbero migliorare la somministrazione dei farmaci nelle persone affette da BPCO o altre condizioni polmonari come la fibrosi cistica, dove il Muco è un fattore inibente decisivo.

Come "pensa" una macchina:

*comprendere l'opacità negli
algoritmi di apprendimento automatico*

di Jeanna Burrel

Parte Prima



Questo articolo considera la questione dell'opacità come un problema per i meccanismi di classificazione e posizionamento socialmente consequenziali, come i filtri antispam, il rilevamento delle frodi con carta di credito, i motori di ricerca, le tendenze delle notizie, la segmentazione e la pubblicità del mercato, la qualificazione di assicurazioni o prestiti e il punteggio di credito. Questi sono solo alcuni esempi dei meccanismi di classificazione a cui i dati personali e di tracciamento che generiamo sono soggetti ogni giorno nelle società capitaliste avanzate e connesse in rete. Questi meccanismi di classificazione si basano tutti frequentemente su algoritmi computazionali e ultimamente su algoritmi *di apprendimento automatico* per svolgere questo lavoro.

L'opacità sembra essere al centro delle nuove preoccupazioni sugli "algoritmi" tra giuristi e scienziati sociali. Gli algoritmi in questione operano sui dati. Usando questi dati come input, producono un output; in particolare, una classificazione (ad esempio se concedere un prestito a un richiedente o se contrassegnare un'e-mail come spam). Sono opachi nel senso che se si riceve l'output dell'algoritmo (la decisione di classificazione), raramente si ha un'idea concreta di come o perché si è arrivati a una particolare classificazione dagli input. Inoltre, gli input stessi possono essere del tutto sconosciuti o conosciuti solo parzialmente. La domanda sorge spontanea, quali sono le ragioni di questo stato di non sapere? È perché l'algoritmo è proprietario? Perché è complesso o altamente tecnico? O ci sono, forse, altri motivi?

Distinguendo le forme di opacità che sono spesso fuse nell'emergente borsa di studio interdisciplinare su questo argomento, cerco di evidenziare le varie implicazioni della classificazione algoritmica per questioni di vecchia data che interessano i sociologi, come la disuguaglianza economica e la mobilità sociale. Tre distinte forme di opacità includono: (1) opacità come autoprotezione e occultamento intenzionali aziendali o istituzionali e, insieme ad essa, la possibilità di conoscere l'inganno; (2) opacità derivante dall'attuale situazione in cui la scrittura (e

la lettura) di codice è un'abilità specialistica e; (3) un'opacità che deriva dalla discrepanza tra l'ottimizzazione matematica nell'alta dimensionalità caratteristica dell'apprendimento automatico e le esigenze del ragionamento su scala umana e gli stili di interpretazione semantica. Questa terza forma di opacità (spesso confusa con la seconda forma come parte del senso generale che gli algoritmi e il codice sono molto tecnici e complessi) è l'obiettivo particolare di questo articolo. Esaminando in profondità questa forma di opacità, sottolineo le carenze in alcune proposte di "audit" di codici o algoritmi come un modo per valutare la classificazione discriminatoria.

Per esaminare questa questione di opacità, in particolare per quanto riguarda il compito di entrare negli algoritmi stessi, cito la letteratura esistente nell'informatica, le pratiche industriali note (così come sono presentate pubblicamente) e faccio alcuni test e manipolazione del codice come una forma di leggerezza verifica. Lungo la strada, collego queste forme di opacità alle soluzioni tecniche e non tecniche proposte per affrontare l'impenetrabilità della classificazione dell'apprendimento automatico. Ogni forma suggerisce soluzioni distinte per prevenire danni.

La parola algoritmo ha recentemente subito un cambiamento nella presentazione pubblica, passando da un oscuro termine tecnico usato quasi esclusivamente tra gli informatici, a uno collegato a un discorso polarizzato. Il termine appare sempre più nei media mainstream. Ad esempio, l'ente professionale **National Nurses United ha prodotto uno spot radiofonico** (ascoltato dall'autore su una stazione radio locale) che inizia con una voce che dichiara sarcasticamente: "gli algoritmi sono semplici formule matematiche che nessuno capisce" e si conclude con un'infermiera che si *lancia* in per salvare un paziente in difficoltà da un sistema di diagnosi della malattia che fa una serie di dichiarazioni comicamente sbagliate sulle condizioni del paziente. ¹Lo scopo dell'annuncio di servizio pubblico (PSA) è difendere l'assistenza professionale (da parte degli infermieri), in questo caso contro l'automazione soggetta a errori. Al contrario, gli sforzi per il "marchio" aziendale del termine algoritmo mettono in risalto le nozioni di obiettività algoritmica rispetto al processo decisionale umano parziale ([Sandvig, 2015](#)). In questo modo le connotazioni del termine vengono attivamente modellate come parte della cultura pubblicitaria e dell'auto-presentazione aziendale, nonché messe in discussione da un correlato contro-discorso legato a preoccupazioni generali sull'automazione, la responsabilità aziendale e i monopoli dei media (ad esempio Tufekci , [2014](#)).

Sebbene queste narrazioni dei nuovi media possano essere nuove, è da tempo che le grandi organizzazioni (comprese le aziende del settore privato e le istituzioni pubbliche) hanno procedure interne che non sono state pienamente comprese da coloro che ne erano soggetti. Queste procedure potrebbero essere descritte correttamente come "algoritmi". Cosa dovremmo allora fare di questi nuovi usi del termine e del campo di critica e analisi che emerge insieme ad esso? Si tratta semplicemente di "vino vecchio in bottiglie nuove" o ci sono problemi genuinamente nuovi e urgenti legati ai modelli di progettazione algoritmica man mano che vengono impiegati sempre più nelle applicazioni del mondo reale?

Oltre alla polarizzazione del discorso pubblico sugli algoritmi, molto di ciò che è nuovo in questo dominio sono le tecnologie e le tecniche più pervasive di raccolta dei dati, i più vasti archivi di dati personali tra cui attività di acquisto, clic sui collegamenti e movimento geospaziale, un risultato di dispositivi mobili, servizi e applicazioni più universalmente adottati e la realtà (in alcune parti del mondo) di una connettività costante. Ma questo non ha necessariamente molto a che fare con gli algoritmi che operano sui dati. Spesso si tratta di ciò che compone i *dati* e nuove preoccupazioni sulla privacy e sulla possibilità (o preoccupantemente, l'impossibilità) di rinunciare.

Altri cambiamenti hanno a che fare con particolari aree di applicazione e proposte in evoluzione per una risposta normativa. Lo spostamento dell'automazione algoritmica in nuove aree di quello che prima era il lavoro dei colletti bianchi si rifletteva in titoli come "avremo bisogno di insegnanti o algoritmi?"² e nei conseguenti processi di classificazione che erano precedentemente determinati dall'uomo, come le valutazioni del credito nel tentativo di realizzare risparmi sui costi (come spesso alimenta il passaggio all'automazione) ([Straka, 2000](#)). Nel dominio del credito e dei prestiti, **Fourcade e Healy** indicano un passaggio dalle precedenti pratiche di prestito esclusivo a pochi eletti, a un credito più generoso offerto a uno spettro più ampio della società, ma offerto ad alcuni a condizioni sfavorevoli, persino usuarie. Questo cambiamento è reso possibile dall'"emergere e dall'espansione di metodi di tracciamento e classificazione del comportamento dei consumatori" ([Fourcade e Healy, 2013](#) : 560). Questi metodi sono (in parte) implementati come algoritmi nei computer. Qui il resoconto sembra suggerire un'espansione del territorio di lavoro rivendicato da particolari routine algoritmiche, che stanno assumendo una gamma più ampia di tipi di compiti a una scala che non erano in precedenza.

In questa nascente critica degli 'algoritmi' portata avanti da studiosi di diritto e di scienze sociali, pochi hanno approfondito il loro disegno matematico. Molti di questi critici adottano invece un ampio approccio socio-tecnico guardando agli "algoritmi allo stato brado". Gli algoritmi in questione sono studiati per il modo in cui sono collocati all'interno di una società, sotto la pressione del profitto e del valore per gli azionisti, e per come vengono applicati a particolari popolazioni di utenti del mondo reale (e ai dati che queste popolazioni producono). Quindi si sta esaminando qualcosa di più della logica algoritmica. Tali analisi sono spesso specifiche di un'implementazione (come il motore di ricerca di Google) con la sua base di utenti specifica e la cronologia di problemi e guasti accumulata in modo univoco con l'impostazione dei parametri risultante e la modifica manuale da parte dei programmatori.

In generale, non possiamo guardare direttamente al codice per molti importanti algoritmi di classificazione che sono ampiamente utilizzati. Questa opacità (a un livello) esiste a causa di preoccupazioni proprietarie. Sono chiusi per mantenere un vantaggio competitivo e/o per mantenere qualche passo avanti rispetto agli avversari. Gli avversari potrebbero essere altre società sul mercato o aggressori malintenzionati (rilevanti in molte applicazioni di sicurezza di rete). ***Tuttavia, è possibile indagare i progetti computazionali generali che sappiamo utilizzare questi algoritmi attingendo a materiali didattici.***

Per fare ciò attingo, in parte, dai classici esempi illustrativi di particolari modelli di apprendimento automatico, del tipo utilizzato nell'istruzione universitaria. In questo caso ho esaminato specificamente gli incarichi di programmazione per un corso di Coursera in machine learning. Questi esempi offrono versioni estremamente semplificate di idee computazionali ridimensionate per essere eseguite sul personal computer di uno studente in modo che restituiscano l'output quasi immediatamente. Tali esempi non costringono a confrontarsi con molte spinose sfide applicative del mondo reale. Detto questo, i modi in cui l'opacità resiste nonostante tale semplificazione rivelano qualcosa di importante e fondamentale sui limiti al suo superamento.

Gli algoritmi di apprendimento automatico non comprendono tutti gli algoritmi di interesse per gli studiosi che ora studiano ciò che potrebbe essere collocato sotto la bandiera della "politica degli algoritmi".³ Tuttavia, sono interessanti da considerare in particolare perché sono tipicamente applicati ai compiti di classificazione e perché sono usati per fare previsioni socialmente conseguenti come "quanto è probabile che questo richiedente di prestito fallisca?" Nel più ampio dominio degli algoritmi implementati in varie aree di interesse (come i

motori di ricerca o il punteggio di credito) gli algoritmi di apprendimento automatico possono svolgere un ruolo centrale o periferico e non è sempre facile stabilire quale sia il caso. Ad esempio, una richiesta di un motore di ricerca è guidata da un algoritmo, ma gli algoritmi dei motori di ricerca non sono al centro algoritmi di "apprendimento automatico". I motori di ricerca utilizzano algoritmi di apprendimento automatico per scopi particolari, come il rilevamento di annunci o la palese manipolazione del ranking di ricerca e l'assegnazione di priorità ai risultati di ricerca in base alla posizione dell'utente. Sebbene non tutte le attività a cui viene applicato l'apprendimento automatico siano attività di classificazione, questa è un'area di applicazione chiave e in cui sorgono molte preoccupazioni sociologiche.

Come notano Bowker e Star nel loro resoconto della classificazione e delle sue conseguenze, "ogni categoria valorizza un punto di vista e ne mette a tacere un altro" e c'è una lunga storia di vite "spezzate, contorte e torce dai loro incontri con sistemi di classificazione" come il sistema di classificazione razziale dell'apartheid in Sud Africa e la categorizzazione dei malati di tubercolosi, come dettagliano ([Bowker e Star, 1999](#)). L'affermazione secondo cui gli algoritmi classificheranno in modo più "oggettivo" (risolvendo così precedenti inadeguatezze o ingiustizie nella classificazione) non può essere semplicemente presa alla lettera dato il grado di giudizio umano ancora coinvolto nella progettazione degli algoritmi, scelte che diventano integrate. Questo lavoro umano include la definizione delle funzionalità, la preclassificazione dei dati di addestramento e la regolazione di soglie e parametri.

Opacità

Di seguito ne definisco una tipologia partendo anzitutto dalla questione dell'opacità come forma di tutela proprietaria o come 'segreto societario' ([Pasquale, 2015](#)). In secondo luogo, indico l'opacità in termini di leggibilità del codice. La scrittura di codice è un'abilità necessaria per l'implementazione computazionale degli algoritmi e rimane un'abilità specialistica non molto diffusa tra il grande pubblico. Infine, arrivando al punto principale di questo articolo, contrappongo una terza forma di opacità incentrata sulla discrepanza tra le procedure matematiche degli algoritmi di apprendimento automatico e gli stili umani di interpretazione semantica. Al centro di questa sfida c'è un'opacità che si riferisce alle tecniche specifiche utilizzate nell'apprendimento automatico. Ognuna di queste forme di opacità può essere affrontata con diversi strumenti e approcci che vanno dal legislativo, all'organizzativo o programmatico, al tecnico. Ma soprattutto,

Forme dell'opacità

Opacità come segreto aziendale o di stato intenzionale

Un argomento nella letteratura emergente sulla "politica degli algoritmi" è che l'opacità algoritmica è una forma in gran parte intenzionale di autoprotezione da parte delle società intente a mantenere i propri segreti commerciali e il proprio vantaggio competitivo. Eppure non si tratta solo di un motore di ricerca che compete con un altro per tenere nascosta la loro "salsa segreta". È anche vero che le piattaforme e le applicazioni dominanti, in particolare quelle che utilizzano algoritmi per classificare, consigliare, creare tendenze e filtrare, attirano coloro che vogliono "giocarle" come parte di strategie per assicurarsi l'attenzione del pubblico in generale. Il campo dell'ottimizzazione per i motori di ricerca fa proprio questo. Un approccio all'interno dell'apprendimento automatico chiamato "apprendimento contraddittorio" si occupa

specificamente di questo tipo di strategie in evoluzione. Le applicazioni di sicurezza di rete dell'apprendimento automatico si occupano esplicitamente di spam, truffe e frodi e rimangono opache per essere efficaci. Sandvig osserva che questo "gioco del gatto e del topo" rende del tutto improbabile che la maggior parte degli algoritmi venga (o debba necessariamente essere) divulgata al grande pubblico ([Sandvig et al., 2014](#): 9). Detto questo, un'ovvia alternativa agli algoritmi proprietari e chiusi è il software open source. I modelli di business di successo sono emersi dal movimento open source. Ci sono opzioni anche nell'"apprendimento contraddittorio" come il filtro antispam SpamAssassin per Apache.

D'altra parte, l'analisi più scettica di Pasquale propone che l'attuale portata dell'opacità algoritmica in molti domini di applicazione potrebbe non essere giustificata ed è invece un prodotto di normative lassiste o in ritardo. ***Nel suo libro [The Black Box Society: The Secret Algorithms that Control Money and Information](#)*** sostiene che è effettivamente in gioco una sorta di situazione conflittuale, in cui l'avversario è la regolamentazione stessa. "E se i finanziari mantenessero opache le loro azioni apposta, proprio per evitare o confondere la regolamentazione?" chiede ([Pasquale, 2015](#): 2). In riferimento a ciò, definisce l'opacità come un'incomprensibilità sanabile.

L'opacità degli algoritmi, secondo Pasquale, potrebbe essere attribuita a un'autotutela volontaria da parte delle aziende in nome del vantaggio competitivo, ma potrebbe anche essere una copertura per una nuova forma di occultamento di normative eluse, manipolazione dei consumatori e/o modelli di discriminazione.

Per questo tipo di opacità, una risposta proposta è quella di rendere il codice disponibile per il controllo, attraverso mezzi normativi se necessario ([Diakopoulos, 2013](#); [Gandy, 2010](#); [Pasquale, 2015](#)). Alla base di questa particolare spiegazione dell'opacità algoritmica c'è l'ipotesi che se le aziende fossero disposte a esporre il design degli algoritmi che utilizzano, sarebbe possibile accertare problemi di manipolazione del consumatore o violazione normativa leggendo il codice. Pasquale riconosce che tali misure potrebbero rendere inefficaci gli algoritmi, sebbene suggerisca che potrebbe essere ancora possibile con l'uso di un "revisore di fiducia" indipendente che possa mantenere il segreto mentre serve l'interesse pubblico ([Pasquale, 2015](#): 141). In assenza di accesso al codice, [Sandvig et al. \(2014\)](#) dettano e confrontano diverse forme di audit algoritmico (effettuato con o senza collaborazione aziendale) come possibile risposta, un modo per forzare il problema senza richiedere l'accesso al codice stesso.

Opacità come analfabetismo tecnico

Questo secondo livello di opacità deriva dal riconoscimento che, attualmente, la scrittura (e la lettura) di codice e la progettazione di algoritmi è un'abilità specialistica. Rimane inaccessibile alla maggior parte della popolazione. I corsi di ingegneria del software enfatizzano la scrittura di codice pulito, elegante e comprensibile. Sebbene il codice sia implementato in particolari linguaggi di programmazione, come C o Python, e la sintassi di questi linguaggi debba essere appresa, sono per certi versi molto diversi dai linguaggi umani. Per prima cosa, aderiscono rigorosamente a regole logiche e richiedono precisione nell'ortografia e nella grammatica per essere "lette" dalla macchina.

Il buon codice fa il doppio dovere. Deve essere interpretabile dagli esseri umani (il programmatore originale o qualcuno che aggiunge o mantiene il codice) così come dal dispositivo computazionale ([Mateas e Montfort, 2005](#)). Scrivere per il dispositivo computazionale richiede una precisione, una formalità e una completezza speciali che la comunicazione tramite linguaggi umani non richiede. L'arte e il "mestiere" ⁶ della programmazione riguardano in parte la gestione di questo

ruolo di mediazione e implicano alcune "buone pratiche" ben note come la scelta di nomi di variabili sensibili, inclusi i "commenti" (comunicazione unilaterale ai programmatori umani omessa quando il codice è compilato per la macchina), e scegliendo la formulazione del codice più semplice, a parità di condizioni.

Le recenti richieste di una maggiore diversità nei campi STEM e di sforzi generali verso lo sviluppo del "pensiero computazionale" a tutti i livelli di istruzione ([Lee et al., 2011](#) ; [Wing, 2006](#)) sono rilevanti. [Diakopoulos \(2013\)](#) allo stesso modo suggerisce modi in cui i giornalisti potrebbero svolgere un ruolo prezioso negli algoritmi di reverse engineering per informare il pubblico in generale, ma osserva che ciò pone una sfida allo sviluppo delle "risorse umane", uno sviluppo del codice e dell'alfabetizzazione computazionale nei giornalisti o altri che desiderano farlo sorta di esame. Per affrontare questa forma di opacità, sforzi educativi diffusi renderebbero idealmente il pubblico più informato su questi meccanismi che incidono sulle loro opportunità di vita e li metterebbero in una posizione migliore per valutarli e criticarli direttamente.

Opacità come il modo in cui gli algoritmi operano alla scala dell'applicazione

Gli studiosi hanno notato che gli algoritmi (come quello alla base del motore di ricerca di Google) sono spesso sistemi multicomponente costruiti da team che producono un'opacità con cui devono fare i conti anche i programmatori che sono "addetti ai lavori" dell'algoritmo ([Sandvig et al., 2014](#) ; [Sever, 2014](#)). Una richiesta di "audit" del codice (dove questo significa leggere il codice) e l'impiego di "auditor" può sottovalutare ciò che ciò comporterebbe per quanto riguarda il numero di ore necessarie per districare la logica del codice all'interno di un complicato sistema software. Questa valida critica non è tuttavia specifica riguardo alle diverse classi di algoritmi e alle loro logiche particolari.

Sostengo inoltre che ci sono alcune sfide di scala e complessità che sono distintive degli algoritmi di apprendimento automatico. Queste sfide non riguardano semplicemente il numero totale di righe o pagine di codice, il numero di membri del team di ingegneri e la moltitudine di interconnessioni tra moduli o subroutine. Queste sono sfide non solo per leggere e comprendere il codice, ma anche per essere in grado di comprendere l'algoritmo in azione, operando sui dati. Sebbene un algoritmo di apprendimento automatico possa essere implementato semplicemente in modo tale che la sua logica sia quasi completamente comprensibile, in pratica è improbabile che un'istanza del genere sia particolarmente utile. I modelli di apprendimento automatico che si rivelano utili (in particolare, in termini di "accuratezza" della classificazione) possiedono un grado di complessità inevitabile.

L'apprendimento automatico, in particolare, è spesso descritto come affetto dalla "maledizione della dimensionalità" ([Domingos, 2012](#)). Nell'era dei "Big Data", possono essere analizzati miliardi o trilioni di esempi di dati e migliaia o decine di migliaia di proprietà dei dati (chiamate "caratteristiche" nell'apprendimento automatico). ***La logica decisionale interna dell'algoritmo viene alterata mentre "apprende" sui dati di addestramento.*** Gestire un numero enorme soprattutto di eterogeneità proprietà dei dati (cioè non solo le parole nelle e-mail di spam, ma anche le informazioni nell'intestazione delle e-mail) aggiungono complessità al codice. Le tecniche di apprendimento automatico affrontano rapidamente i limiti delle risorse computazionali man mano che si ridimensionano e possono gestirlo, utilizzando tecniche scritte nel codice (come "l'analisi dei componenti principali") che si aggiungono alla sua opacità. Sebbene i set di dati possano essere estremamente grandi ma comprensibili e il codice possa essere scritto con chiarezza, l'interazione tra i due nel meccanismo dell'algoritmo è ciò che produce la complessità (e

quindi l'opacità). Comprendere meglio questa complessità (e gli ostacoli al superamento dell'opacità che comporta) è la preoccupazione dei seguenti esempi.

Continua domani

Insieme alle references citate

