

Le applicazioni dell'intelligenza artificiale a tutela dell'ambiente

1. - Introduzione. - 2. L'evoluzione degli studi sull'intelligenza artificiale. - 3. L'informatica ambientale e lo sviluppo sostenibile. - 4. L'intelligenza artificiale per salvare il pianeta. - 5. Sicurezza informatica. Il ruolo dell'informatica giuridica.

1. - Introduzione. Quando si parla di intelligenza artificiale (IA) non si può non pensare agli enormi progressi che le tecnologie informatiche hanno compiuto negli ultimi vent'anni. I computer sono, oggi, in grado di svolgere compiti sempre più complessi ed eccellono in tutta una serie di attività che prima erano impensabili per le macchine.

L'intelligenza artificiale occupa una parte della ricerca informatica e racchiude molte branche di studi sui sistemi intelligenti, ognuno dedicato a un particolare aspetto del comportamento umano. I programmi di IA usano in genere lo stesso linguaggio dei sistemi convenzionali, ma con una logica diversa, finalizzata a progettare macchine che siano in grado di pensare come gli esseri umani¹.

Il campo dell'intelligenza artificiale riguarda, quindi, quei sistemi programmati in modo tale da tenere dei comportamenti intelligenti. Comportamenti che coinvolgono, a loro volta, capacità quali il ragionamento, l'apprendimento, la comunicazione e l'azione in ambienti complessi².

Queste caratteristiche proprie dell'intelligenza artificiale alimentano attualmente il dibattito sulla possibilità che queste nuove tecnologie *smart* possano diventare utili strumenti per la protezione dell'ambiente e la conservazione delle risorse naturali.

L'installazione di applicazioni intelligenti, ad esempio, nelle città o nelle case saranno in grado, nel prossimo futuro, di controllare e regolare i consumi energetici. Così come l'impiego di energie rinnovabili potrà essere gestito attraverso soluzioni di *Internet of things*³. L'introduzione dell'intelligenza artificiale nel settore automobilistico porterà, secondo le previsioni, a ridurre le emissioni nocive di gas serra⁴.

Inoltre, secondo una recente ricerca condotta dal CNR i modelli delle reti neurali sono in grado di comprendere le cause e l'origine dei cambiamenti climatici, aiutando così a trovare nuove soluzioni che possano arrestare o, almeno, rallentare questo fenomeno⁵.

2. - L'evoluzione degli studi sull'intelligenza artificiale. L'intelligenza artificiale fa parte ormai della nostra

¹ R. DOUGLAS, *Artificial Intelligence*, Beverly Hills (CA), 2018, 10 ss.

² N.J. NILSSON, *Intelligenza artificiale*, Milano, 2002, 21.

³ L'internet delle cose ha un ruolo fondamentale nella trasformazione digitale contemporanea. Quando si parla di IoT si fa riferimento ad oggetti fisici - qualunque oggetto di uso quotidiano - che, grazie alla connessione alla rete internet, assume una propria identità virtuale e, con essa, la capacità di ottenere ed elaborare dati dall'ambiente circostante e scambiarli con altri dispositivi; in tal senso si veda, I. CORRADINI (a cura di), *Internet delle cose. Dati, sicurezza e reputazione*, Milano, 2018, 7 e 107. L'internet delle cose sta assumendo un valore economico sempre crescente; il *cloud computing*, i *big data*, la robotica hanno un enorme potenziale e possono creare valore sociale come parte di strategie commerciali valide. Il tema dello IoT è analizzato, tra gli altri, da A. MC EWEN - H. CASSIMALLY, *L'internet delle cose*, Adria (RO), 2014; S. GREENGARD, *Internet delle cose*, Bologna, 2017; S. ZA, *Internet of things. Persone, organizzazione e società 4.0*, Roma, 2018; PRASAD A.V. KRISHNA, *Exploing the convergence of big data and the internet of things*, Hershey (PA), 2018.

⁴ W. RUFFINONI, *Il codice del futuro. L'Italia e la sfida giapponese dell'innovazione*, Venezia, 2017.

⁵ Gli esperimenti condotti in questa ricerca hanno confermato che le principali responsabili del recente riscaldamento globale sono le forzature causate dall'uomo, in specie le emissioni di gas serra. Il modello sperimentato ha condotto un'analisi diversa rispetto ai modelli climatici tradizionali. La novità sta nel fatto che il modello di intelligenza artificiale creato dagli autori di questo studio massimizza i dati che gli vengono forniti e da informazioni sulle cause di tutte le variazioni di temperatura dell'ultimo secolo. Dunque, esso ha analizzato i dati e ha trovato le relazioni tra i fattori naturali o umani e i cambiamenti del clima dovuti al riscaldamento globale; così, A. PASINI - P. RACCA - S. AMENDOLA - G. CARTOCCI - C. CASSARDO, *Attribution of recent temperature behaviour reassessed by a neural-network method*, in *Scientific Reports*, 2017, 7.

quotidianità, e il progresso di questo tipo di tecnologia è costante e sempre più veloce⁶. Essa si presenta come una delle tecnologie più promettenti del nostro tempo capace di trovare soluzioni per risolvere alcuni fra i grandi problemi dell'umanità, come l'energia e la gestione delle risorse del pianeta. Ma, l'origine degli studi in materia risale già al secolo scorso.

Il primo progetto d'intelligenza artificiale è del 1943, quando Warren Mc Culloch e Walter Pitt realizzarono il primo neurone artificiale, cui seguirono i primi prototipi di reti neurali ad opera di Alan Turing nel 1950⁷.

Le idee di Turing hanno gettato le basi per la rivoluzione informatica che oggi ha portato all'affermazione e alla diffusione dell'informatica e della telematica in quella che definiamo società dell'informazione.

Nel 1956, John MacCarthy coniò per primo il termine «intelligenza artificiale» e, dalla fine degli anni '50, vennero elaborati e sviluppati i primi linguaggi di programmazione per la IA e programmi per la soluzione di problemi. Si incominciarono a studiare i cosiddetti «algoritmi genetici», ossia dei programmi capaci di modificarsi automaticamente in modo da migliorare le proprie prestazioni⁸.

Buona parte delle ricerche iniziali nel campo dell'intelligenza artificiale sono state, poi, svolte durante i primi anni '60 e '70 del secolo scorso, e hanno esplorato varie tipologie di rappresentazioni di problemi, di tecniche di ricerca di soluzioni e di euristica generale, impiegandole in programmi in grado di risolvere semplici puzzle, fare giochi o acquisire informazioni⁹.

E i primi agenti intelligenti hanno fatto la loro comparsa nel 1995¹⁰.

Fino a giungere allo sviluppo dei primi programmi in grado di effettuare diagnosi, progettazioni e analisi che hanno aperto la strada alla concreta possibilità di sviluppare sperimentazioni come quelle attuali che stanno mostrando la possibilità concreta di avvalerci dei robot nella vita quotidiana.

Il passo in più che è stato fatto dagli anni '90 ad oggi nelle ricerche sull'intelligenza artificiale è stato quello di seguire un approccio pragmatico, basato sulla presenza dei dati. La nuova generazione di macchine intelligenti è alimentata da pochi algoritmi di apprendimento statistico e vaste quantità di dati.

Il funzionamento dell'intelligenza artificiale oggi si basa, quindi, sull'apprendimento automatico dei dati e il suo linguaggio non è più la logica ma la statistica. Combinando le informazioni tra loro, le macchine riescono ad effettuare delle valutazioni accurate¹¹.

Allo stato attuale, le macchine intelligenti si avvalgono di alcune capacità fondate su quattro livelli funzionali.

I primi due livelli sono la comprensione e il ragionamento. Le intelligenze artificiali sono in grado di elaborare enormi quantità di dati in tempi molto brevi e riescono, mediante tecniche statistiche, a collegare tra loro le diverse informazioni raccolte, simulando le capacità cognitive umane. Vi sono, poi, l'apprendimento e l'interazione. Alcune tipologie di macchine intelligenti sono capaci di apprendere

⁶ A. VITALE, *Artificial Intelligence*, Milano, 2018.

⁷ Le reti neurali sono algoritmi matematici sviluppati per riprodurre il funzionamento dei neuroni biologici allo scopo di conferire alla macchina la capacità di compiere funzioni e ragionamenti come una mente umana, così N. BOLDRINI, *AI Artificial Intelligence. Com'è nata, come funziona e come l'intelligenza artificiale sta per cambiare il mondo, la vostra vita, il vostro lavoro*, Milano, 2018. Si veda anche, sulla storia dell'intelligenza artificiale, N. CRISTIANINI - J. CUMMING-GRAHAM - P. NORVIG, *A nostra immagine*, in D. HEAVEN (a cura di), *Macchine che pensano. La nuova era dell'intelligenza artificiale*, Bari, 2018, 9 ss.

⁸ Il primo linguaggio di programmazione dedicato specificamente all'intelligenza artificiale fu il Lisp, prodotto nel 1958, cui fece seguito il Prolog nel 1973. Sul punto cfr. P. MELLO, *Intelligenza artificiale*, in *Documentazione interdisciplinare di scienza & fede* (disf.org), 2002.

⁹ N.J. NILSSON, *op. cit.*, 31.

¹⁰ S.J. RUSSEL - P. NORVIG, *Intelligenza artificiale. Un approccio moderno*, vol. 2, Milano, 2005. A tal proposito, è famoso il caso del *Deep Blue*, il computer della IBM che nel 1997 sconfisse il campione mondiale di scacchi Kasparov. L'algoritmo utilizzato dal *Deep Blue* aveva la capacità di analizzare fino a 200 milioni di posizioni dei pezzi al secondo e tale capacità gli consentiva di valutare diverse sequenze di gioco per vederne i risultati in anticipo; così, L. MÉRŐ, *I limiti della razionalità. Intuizione, logica e trance-logica*, Bari, 2005, 247

¹¹ N. CRISTIANINI - J. CUMMING-GRAHAM - P. NORVIG, *op. cit.*, 34.

attraverso l'analisi delle informazioni e possono interagire con l'uomo¹².

3. - L'informatica ambientale e lo sviluppo sostenibile. I sistemi informatici trovano già largo impiego negli studi contemporanei di protezione ambientale. Essi svolgono compiti di monitoraggio, analisi dei dati, comunicazione, archiviazione e recupero delle informazioni.

Nell'ultimo decennio, l'uso delle tecnologie ha svolto un ruolo centrale nella pianificazione e nel controllo dei processi ambientali. Tra i vari esempi vi sono: i sistemi informativi geografici (GIS) e l'impiego dei droni per il controllo ambientale e la prevenzione/risoluzione dei reati ambientali¹³.

Assume, dunque, un'importanza strategica cercare di integrare e migliorare questi compiti con le tecniche basate sull'intelligenza artificiale.

Le interconnessioni esistenti tra le scienze informatiche e le scienze ambientali hanno fatto emergere una nuova disciplina, nota come informatica ambientale, che rappresenta un'area multidisciplinare che studia i dati per ottenere una migliore comprensione dell'ambiente, per identificare e gestire i rischi e per valutare le opportunità offerte dall'interazione tra i sistemi naturali, le attività umane e la società¹⁴.

Com'è noto ormai da tempo, la questione ambientale è un tema di fondamentale importanza per i Paesi industrializzati. La necessità di preservare l'ambiente in cui viviamo e le sue risorse richiede l'adozione di nuovi modelli di sviluppo. E per fare questo, le politiche ambientali devono mettere in atto azioni orientate alla eco-gestione del territorio e delle attività umane, che siano sostenibili.

Il tema dello sviluppo sostenibile presuppone una gestione integrata delle politiche di intervento e, in tal senso, il progresso tecnologico si pone come un ausilio necessario per il raggiungimento di questi obiettivi¹⁵.

Difatti, a livello globale ed europeo la prospettiva di usare le nuove tecnologie per la protezione dell'ambiente è stata ed è oggetto, tuttora, di numerosi progetti di ricerca. E i Governi di tutto il mondo hanno introdotto una legislazione specifica in merito che inviti a prendere in considerazione l'impatto ambientale in tutti i processi di decisione dei grandi progetti.

Con la COM (2018) 237 del 25 aprile 2018, la Comunità europea ha preso in analisi il tema dell'intelligenza artificiale, analizzando varie sperimentazioni già in atto negli Stati membri e valutando vantaggi e criticità di questo tipo di applicazioni tecnologiche¹⁶.

Secondo la Commissione, gli Stati membri dovrebbero, in un'ottica comune, avere un approccio coordinato per sfruttare al massimo le opportunità offerte dall'intelligenza artificiale e affrontare le nuove sfide che essa comporta.

In quest'ottica venticinque Stati membri dell'Unione europea hanno siglato un patto per lo sviluppo dell'intelligenza artificiale, il cui scopo è quello di rafforzare la collaborazione in questo ambito al fine di creare delle sinergie con le imprese e un dialogo continuo con la Commissione europea.

La comunicazione persegue determinati obiettivi tra i quali: la progressiva adozione dell'intelligenza artificiale in tutti i settori economici, sia privati che pubblici; incoraggiare la modernizzazione dei sistemi di formazione, anticipando i cambiamenti del mercato del lavoro; assicurare l'adeguamento delle norme esistenti per creare un quadro etico e giuridico adeguato, basato sui valori dell'UE.

¹² N. BOLDRINI, *op. cit.*

¹³ I droni sono dei velivoli denominati SAPR - Sistemi aeromobili a pilotaggio remoto - e rappresentano l'ultima frontiera tecnologica per il telerilevamento; F. GIULIETTI, *Controllare l'ambiente con i droni*, in *Ecoscienza*, 6, 2015, 50.

¹⁴ Sul tema dell'informatica ambientale U. CORTÉS - M. SÁNCHEZ MARRÉ - L. CECCARONI - I. R-RODA - M. POCH, *Artificial Intelligence and Environmental Decision Support System*, in *Applied Intelligence*, 2000, 13, 77-91. Ed anche, J. ZHOU - X. BAI - T. CAELLI, *Computer vision and Pattern Recognition in Environmental Informatics*, 2015, Hershey (PA), xix.

¹⁵ R. RIVA SANSEVERINO, *Smart cities: definizioni, politiche*, in E. RIVA SANSEVERINO - R. RIVA SANSEVERINO - V. VACCARO (a cura di), *Atlante delle smart city. Modelli di sviluppo sostenibili per città e territori*, Milano, 2014, 15-16.

¹⁶ COM (2018) 237, comunicazione della Commissione al Parlamento europeo, al Consiglio, al Comitato economico e sociale europeo e al Comitato delle regioni, *L'intelligenza artificiale per l'Europa*, Bruxelles, 2018.

4. - *L'intelligenza artificiale per salvare il pianeta*. Sempre nel 2018, il World Economic Forum ha condotto uno studio dedicato alle potenzialità dell'uso dell'intelligenza artificiale applicata alle scienze ambientali, dal titolo «Sfruttare l'intelligenza artificiale per la Terra»¹⁷. Questo studio mostra come l'intelligenza artificiale possa aiutare l'uomo ad affrontare le grandi sfide ambientali del pianeta.

Il rapporto, in specie, individua sei sfide globali cruciali: il cambiamento climatico, la conservazione della biodiversità, la tutela degli oceani, la sicurezza idrica, la protezione dall'inquinamento atmosferico e la prevenzione di eventi catastrofici. In queste aree, lo studio individua le applicazioni di intelligenza artificiale emergenti.

Un primo esempio che viene indicato nello studio del World Economic Forum sono i veicoli autonomi guidati da intelligenza artificiale, che consentiranno, nei prossimi anni, una transizione alla mobilità su richiesta. L'ottimizzazione del traffico, i servizi autonomi di condivisione dei percorsi, gli algoritmi di guida ecologica e le auto elettriche garantiranno riduzioni sostanziali dei gas serra per il trasporto urbano¹⁸. L'intelligenza artificiale, inoltre, potrà migliorare l'integrazione e l'affidabilità delle energie rinnovabili creando una rete distribuita che migliorerà lo stoccaggio dell'energia, l'efficienza e la gestione del carico, creando incentivi di mercato.

La raccolta automatizzata dei dati e le applicazioni robotiche, se correttamente utilizzate al servizio dell'agricoltura, potranno consentire l'individuazione precoce di malattie e problemi colturali, gestire gli allevamenti e, in generale, ottimizzare i rendimenti agricoli. Il tutto riducendo il consumo di acqua, fertilizzanti e pesticidi che causano danni importanti agli ecosistemi terrestri.

Inoltre, l'informatica del clima, che utilizza l'intelligenza artificiale per perfezionare le previsioni meteorologiche, permetterà dei calcoli in grado di migliorare la nostra comprensione degli effetti dei cambiamenti climatici.

Ma non solo. In ambito meteorologico, l'intelligenza artificiale può analizzare in tempo reale dati su eventi climatici disastrosi, in qualunque parte del mondo essi si verifichino, e offrire soluzioni per prevenire le calamità, fornire preallarmi, coordinare la gestione delle emergenze.

Le capacità di gestione dei dati potranno consentire alle applicazioni di intelligenza artificiale di controllare nelle città i consumi di energia, di acqua, i flussi di traffico e di persone, le condizioni meteorologiche.

5. - *Sicurezza informatica. Il ruolo dell'informatica giuridica*. L'impiego diffuso della tecnologia informatica e telematica, che ha lasciato i laboratori di ricerca per entrare nella nostra vita quotidiana, propone, quindi, nuove e rilevanti questioni all'uomo contemporaneo.

Il deterioramento dell'ambiente naturale dipende principalmente dal progresso dello sviluppo umano. Fattori quali l'aumento della popolazione, l'urbanizzazione e l'industrializzazione, hanno cambiato, di fatto, le condizioni essenziali per la vita sul nostro pianeta.

¹⁷ World Economic Forum, *Harnessing Artificial Intelligence for the Earth*, Geneva, 2018. Lo studio è stato condotto in collaborazione con PwC e lo Stanford Woods Institute for Environment, e fa parte di una serie di rapporti che rientrano nell'iniziativa «Quarta rivoluzione industriale per la terra» intrapresa dal Forum economico mondiale e pensata per evidenziare le potenzialità dell'innovazione. Migliorare la gestione e la *governance* dell'ambiente per produrre dei cambiamenti è necessario per creare economie pulite e relazioni inclusive che prevedano la collaborazione e il coinvolgimento di tutti gli *stakeholders*.

¹⁸ Nel corso degli anni, le case automobilistiche hanno apportato molte modifiche alle vetture per ottenere una sempre maggiore sicurezza. E una vettura in grado di spostarsi autonomamente senza conducente è il prossimo passo verso il quale si sta muovendo la mobilità mondiale. Le sperimentazioni di veicoli autonomi sono in corso in tutto il mondo. E i modelli semi autonomi sono già una realtà. Queste automobili utilizzano tecnologie in grado di mappare i percorsi e leggere i dati in tempo reale; L. NECKERMANN, 2020. *Il futuro della mobilità aziendale*, Leicester, 2017. I veicoli autonomi, quindi, utilizzano sistemi avanzati che interpretano le informazioni ricevute e individuano, sulla base di esse, percorsi appropriati, ostacoli e segnaletica. Per definizione, sono in grado di aggiornare le proprie mappe in base a *input* sensoriali, permettendo ai veicoli di tenere traccia della propria posizione. Il piano globale prevede che l'adozione di questi veicoli su strada sarà operativa già a partire dal 2020; G. MONTANARI, *Tech impact. Luci e ombre dello sviluppo tecnologico*, Milano, 2019, xxvii.

Per cui, una protezione efficace della natura e delle sue risorse dipende in gran parte dalla qualità delle informazioni disponibili, che vengono utilizzate per prendere decisioni appropriate. Ma queste informazioni devono essere uniformi e le applicazioni di intelligenza artificiale utilizzate per analizzarle dovranno essere controllate e guidate nel modo più corretto, al fine di migliorare la salute dell'ambiente ed anche la qualità della vita umana.

L'intelligenza artificiale deve essere governata saggiamente e le macchine intelligenti devono essere progettate per garantire sicurezza, etica e trasparenza.

Il valore di queste tecnologie per il progresso sociale è indubbio, ma, allo stesso tempo, pone grossi problemi etici e giuridici, come ad esempio le questioni sulla responsabilità nell'uso di queste applicazioni intelligenti e dei sistemi esperti.

Inoltre, l'attività di raccolta di milioni di dati rende l'ecosistema digitale vulnerabile a *cyber*-attacchi sempre più sofisticati. Virus informatici intelligenti sono progettati per causare intrusioni massive nelle reti e appropriarsi indebitamente di grandi quantità di dati.

Questi pericoli ad oggi sono ancora molto sottovalutati, ma potrebbero avere conseguenze molto preoccupanti a lungo termine¹⁹.

La sicurezza delle informazioni non si concentra solo sulla *privacy*, ma anche sulla disponibilità e sull'integrità dei dati raccolti ed utilizzati per il funzionamento dell'automazione. La manipolazione fraudolenta di queste informazioni potrebbe determinare l'alterazione delle normali funzionalità delle macchine con conseguenze potenzialmente disastrose. Basti pensare al fatto che la tecnologia è usata in moltissimi ambiti, dalla medicina al settore dei trasporti pubblici fino alla gestione delle emergenze.

Il tema della sicurezza informatica, e dunque la protezione delle informazioni presenti nei sistemi informatici, è di fondamentale importanza per le imprese e per le organizzazioni pubbliche²⁰.

È necessario, quindi, implementare gli studi e le sperimentazioni sulla sicurezza principalmente per prevenire gli attacchi informatici.

Ed è necessario, ad avviso di chi scrive, formare giuristi esperti nel settore dell'informatica giuridica, che abbiano le competenze legali necessarie per gestire le questioni giuridiche legate all'uso di nuove e sempre più sofisticate tecnologie.

L'informatica giuridica, per la sua attualità e per la sua trasversalità, rappresenta una competenza fondamentale nel campo delle scienze giuridiche ed è destinata ad assumere un'incidenza sempre maggiore in ambito legale, visto che i computer sono ormai parte integrante delle nostre vite. Dovrebbe, dunque, uscire dalla nicchia in cui, attualmente, è collocata per assumere una sua autonomia disciplinare.

Perché è solo iniziando ad affrontare il problema dell'alfabetizzazione informatica della società che le nuove generazioni saranno in grado di affrontare le sfide della tecnologia.

Wanda D'Avanzo

¹⁹ A. WILSON, *L'automazione avanza. La tecnologia e i robot sostituiranno gli esseri umani*, Hackensack (NJ), 2018.

²⁰ Sul tema della sicurezza di vedano, tra gli altri, C.P PFLEEGGER - S. L. PFLEEGGER, *Sicurezza informatica*, Milano, 2004; G. ZICCARDI, *Informatica giuridica. Privacy, sicurezza informatica, computer forensics ed investigazioni digitali*, Milano, 2012; P. PIERRI, *Privacy, diritto e sicurezza informatica*, Milano, 2007; V. MILITELLO - A. SPENA (a cura di), *Mobilità, sicurezza e nuove frontiere tecnologiche*, Torino, 2018; S. LOMBARDO, *La gestione della cyber security nella pubblica amministrazione*, Roma, 2018; L. BROTHERSTON - A. BERLIN, *La sicurezza dei dati e delle reti aziendali. Tecniche e best practice per evitare intrusioni indesiderate*, Milano, 2018; A. TETI, *Cyber espionage e cyber counterintelligence. Spionaggio e controspionaggio cibernetico*, Soveria Mannelli (CZ), 2018; C. FREDIANI, *Guerre di rete*, Roma-Bari, 2018.