

AI: profili tecnologici

Automazione e Autonomia: dalla definizione alle possibili applicazioni dell'Intelligenza Artificiale

*Maria Chiara Carrozza, Calogero Oddo, Simona Orvieto, Alberto di Minin, Gherardo Montemagni**

AUTOMATION AND AUTONOMY: FROM A DEFINITION TO THE POSSIBLE APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE

ABSTRACT: There is a multitude of definitions of artificial intelligence (AI). The paper aims to provide keys of interpretation and a set of comprehensible definitions of AI, which are then utilized in multiple sub-fields of technology applications such as healthcare, education, security and defense. The analysis starts from providing a definition of the constituent elements of AI technology: Data, Big Data, Cloud, Algorithm and Machine Learning. The application of AI will also involve changes of a cultural and behavioral nature. These effects make it even more important to understand the impact that AI may have in technological, sociological, political and legal fields.

KEYWORDS: Data; cloud; algorithm; machine learning; automation/Autonomy

SOMMARIO: 1. Introduzione – 2. Il dato – 2.1. Le caratteristiche essenziali del dato – 2.2. Come generare il dato – 2.3. Come utilizzare il dato – 2.4 Il dato come “nuovo oro”: caratteristiche dei BIG DATA – 3. Il *Cloud* – 3.1. La definizione di *Cloud* – 3.2. Il ruolo del Data Center nella gestione del dato – 4. L' Algoritmo – 4.1. Le caratteristiche dell'algoritmo – 4.2. Gli algoritmi e Machine Learning (ML) – 5. Dal Machine Learning all'*Artificial intelligence* – 5.1 Le definizioni di *Artificial Intelligence* – 5.2 *Robot vs Bot* – 5.3 Automazione vs Narrow vs General AI – 6. Le applicazioni

* *Maria Chiara Carrozza: Istituto di Biorobotica, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa, Dipartimento di Eccellenza in Robotica e Intelligenza Artificiale, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa e Fondazione Don Carlo Gnocchi Onlus. Mail: m.c.carrozza@santannapisa.it; Calogero Maria Oddo: Istituto di Biorobotica, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa e Dipartimento di Eccellenza in Robotica e Intelligenza Artificiale, Scuola Superiore Sant'Anna. Mail: calogero.oddo@santannapisa.it; Simona Orvieto: Istituto di Biorobotica, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa e Fondazione Don Carlo Gnocchi Onlus. Email: simona.orvieto@santannapisa.it; Alberto Di Minin: Istituto Di Management, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa. Mail: a.diminin@sssup.it Gherardo Montemagni: Istituto Di Management, Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa. Mail: gherardo.montemagni@santannapisa.it.*

dell'Intelligenza Artificiale tra potenzialità e rischi – 6.1 Un esempio di applicazione dell'IA: le esperienze delle Startup nel campo Healthcare – 6.2 Intelligenza artificiale e Platform Economy.

1. Introduzione

Questo elaborato intende fornire un quadro di sintesi per comprendere il significato e l'importanza dell'Intelligenza Artificiale, quale tecnologia caratterizzante la quarta rivoluzione industriale e che con alta probabilità rappresenterà, insieme alla robotica e ad altre tecnologie abilitanti ICT, la chiave di lettura per le dinamiche socio-economiche del prossimo futuro.

Da un punto di vista metodologico, il documento si propone di fornire definizioni chiave e comprensibili, da sfruttare nei vari contesti ed utilizzabili nelle molteplici applicazioni di questa tecnologia, tra le altre: medicina, istruzione, sicurezza e difesa.

L'applicazione dell'intelligenza artificiale comporterà cambiamenti anche di natura culturale e comportamentale. Tali ricadute rendono ancora più importante la comprensione delle conseguenze che l'Intelligenza Artificiale (*Artificial Intelligence*, AI) potrà avere in ambito tecnologico, sociologico, politico e giuridico.

Nella redazione dell'elaborato, l'obiettivo ultimo è di definire, nel senso di cui sopra, l'Intelligenza Artificiale, mediante un percorso di analisi che parte dall'elemento alla base di questa tecnologia: il dato, trattando caratteristiche essenziali, potenzialità e limiti di quello che viene definito oggi come "nuovo oro" (Big Data). Seguirà l'analisi delle tecnologie Cloud (Cloud computing), con lo stesso schema logico adottato per il dato. Infine, la trattazione dell'Algoritmo come elemento di congiunzione tra dato e il funzionamento dell'Intelligenza Artificiale. In particolare, verranno discusse le principali tecniche di Machine Learning (ML) e la loro relazione con lo sviluppo dell'AI.

Tali elementi sono propedeutici alla comprensione del concetto di AI, esplicando attraverso il ricorso alle più autorevoli e accreditate definizioni di AI con l'intento di fornire al lettore una guida sintetica e neutrale, per orientarsi nel settore. In conclusione, nel tentativo di fornire concretezza, verrà proposto uno sguardo temporale tra il passato, il presente e il futuro dell'Intelligenza Artificiale, con riguardo ad alcuni casi d'uso e possibili ambiti di applicazione.

2. Il dato

Come si definisce il dato? E quali sono gli interrogativi da porsi per gestire al meglio le complessità derivanti dall'acquisizione per ottimizzarne l'utilizzo?

Il dizionario Treccani definisce i dati, con uso più specifico in informatica, come elementi di un'informazione costituiti da simboli (numeri, lettere: *d. numerici, alfabetici, alfanumerici*) che devono essere elaborati, per lo più elettronicamente, secondo un determinato programma.

Possono esistere diversi tipi di dato, con peculiarità differenti tra loro, espresse in maniera esaustiva nel Libro Bianco sull'Intelligenza Artificiale al servizio del cittadino, curato dalla Task force sull'Intelligenza Artificiale dell'Agenzia per l'Italia Digitale.

I tipi di dato includono:

- Dati osservazionali;
- Dati sperimentali di laboratorio;
- Dati relativi a simulazioni al computer;
- Dati relativi ad analisi di testi;
- Oggetti fisici o reperti.

Aspetti chiave da analizzare:

- Completezza e attendibilità dei dati;
- Attenzione alla qualità, relativa anche al controllo della forma (formattazione, unità di misura...) dei dati;
- Distribuzione e accesso ai dati;
- Definizione e progettazione di ontologie condivise;
- Importanza della collocazione e della fisicità del datacenter (dove i dati vengono conservati);
- Attribuzione di un valore economico ai dati;
- Procedure di accesso ai dati;
- Gestione della produzione dei dati;
- Disciplina normativa dell'utilizzo dei dati.

La sfida associata al tema dei dati è principalmente legata alla creazione delle condizioni, anche organizzative, che consentano all'AI di utilizzarli in maniera corretta, garantendo: consistenza, qualità, intelligibilità e quantità. Queste caratteristiche sono fondamentali al fine di rendere il dato fruibile; si pensi ad un form per una transazione online: i campi devono essere ben strutturati, con tipi di dati adeguati. Se, per indicare l'importo di un acquisto, il campo di un dato numerico lasciato come tipo testuale, si potrebbero presentare ambiguità nell'interpretare il dato stesso, perché l'utente potrebbe immettere liberamente virgola o punto come separatore dei decimali, la valuta prima o dopo del numero, e determinare altre ambiguità e conseguenti complessità gestionali: 6.74 € oppure 6,74 € oppure € 6.74 oppure € 6,74 oppure 6.74 Euro, e così via. Risulta quindi fondamentale standardizzare i dati già dal momento della loro prima immissione, in modo da ridurre gli errori e minimizzare i costi di gestione per i livelli successivi, dai database ai sistemi di intelligenza artificiale.

Altri concetti fondamentali nella gestione dei dati sono quelli di latenza e velocità di trasmissione. La latenza (*latency*, misurata tipicamente in s) è il tempo di risposta, che intercorre dal momento che un dato è richiesto fino a quando il dato è reso disponibile all'utente. La velocità di trasmissione (*throughput*, misurato tipicamente in bytes/s) invece è la quantità di dati che si possono trasferire nell'unità di tempo. Nelle reti

internet ad alta velocità attualmente disponibili, *latency* tipiche sono nell'ordine della decina di ms (millisecondi), mentre *throughput* tipici sono nell'ordine delle centinaia di Mbytes/s (Megabytes al secondo).

In base all'applicazione, si determinano i requisiti di performance per questi due parametri. Ad esempio, nello stato dell'arte della robotica teleoperata (da operatore oppure da intelligenza artificiale) si ritiene prioritaria la riduzione della latenza al fine di poter controllare il sistema a distanza. A tal fine, è tipicamente tollerabile una latenza inferiore alla decina di ms, che può essere ottenuta dalle reti cablate o che potrà essere in futuro garantita con adeguata continuità e qualità del servizio (Quality of Service, QoS) mediante la tecnologia 5G. Invece, latenze maggiori richiedono necessariamente l'implementazione di tecniche di co-decisione tra controllore remoto e sistema automatico localizzato a bordo del robot.

I più grandi successi conseguiti in ambito AI riguardano applicazioni i cui recenti sviluppi di ricerca sono stati possibili grazie alla disponibilità di dataset ampi e relativamente ben strutturati applicati negli algoritmi di apprendimento automatico. Al contrario, i dati provenienti da una moltitudine di dispositivi possono risultare distribuiti irregolarmente nello spazio e nel tempo e quindi più difficili da gestire e da utilizzare.¹

2.2. Come generare il dato

I dati possono essere generati da diverse fonti, in particolare: dagli esseri umani, dalle macchine, da organizzazioni o dal mix di questi attori. Le possibilità di ottenere dati stanno aumentando in maniera esponenziale grazie all'utilizzo di svariati sensori, che danno origine al cosiddetto "internet of things". Questi dispositivi vengono dispiegati nelle smart city, negli smartphone, negli orologi, negli ospedali.

La raccolta massiva dei dati è possibile grazie alla diffusione capillare di reti di dati e infrastrutture ICT come internet. Una connessione ad alta velocità è infatti essenziale per permettere ai dati di fluire dai dispositivi generatori ai database ed essere così elaborati.

2.3. Come utilizzare il dato

Per essere utilizzabile, la moltitudine di informazioni deve essere raccolta all'interno di un "magazzino", il cosiddetto *datawarehouse*.

Perché un dato possa essere sfruttato efficientemente, l'organizzazione del database può essere di tipo "biologico", organizzando e sistematizzando cioè le informazioni secondo una struttura il più simile possibile al modo di ragionare umano. Effettuando questo passaggio sarà possibile sfruttare al massimo le potenzialità dei dati per effettuare data mining ed estrarre informazioni dai dati, e dunque creare un buon punto di partenza per le successive elaborazioni compiute degli algoritmi di Intelligenza Artificiale. Infatti, come molti esperti sottolineano (e questo vale per un'ampia parte delle tecnologie), anche l'AI è fortemente bio-ispirata e bio-orientata. In particolare, nei

¹ ia.italia.it. (2019). [online] Available at: <https://ia.italia.it/assets/librobianco.pdf>

procedimenti di Machine Learning la componente biologica diventa indispensabile nella realizzazione dei database, i quali, per poter essere funzionali devono essere architettati secondo le strutture tipiche della mente umana.

Il punto di forza della organizzazione dei database è che, contenendo un gran numero di informazioni, è possibile cercare relazioni tra i vari set di dati per trovare correlazioni. Questo tipo di analisi ha un importante valore predittivo, il suo utilizzo infatti – si pensi al campo medico – può permettere di prevedere condizioni, situazioni e avvenimenti del futuro, con previsioni statistiche a livello di popolazione o anche in modo puntuale a livello di singolo individuo (vds. cosiddetta *personalized medicine*).

Il valore del dato non è, quindi, generato dal singolo byte di informazione ma dall'aggregazione di tante piccole informazioni che unite tra loro in modo strutturato generano informazioni ad alto valore aggiunto.

Il problema più rilevante che può affliggere i dataset è dato dai bias. Errori di valutazione, nel significato di un'immagine o di un concetto che vanno ad inficiare negativamente tutti gli output dell'analisi. Esempi noti sono riportati dall'utilizzo di algoritmi per prevenire i crimini o per attribuire le pene all'interno di un processo, dove i dati di input erano viziati da una serie storica che enfatizzava differenze etniche. Oppure dataset sbilanciati, che sovrastimano o sottostimano il peso di alcune variabili nella ricostruzione della relazione causa–effetto necessaria per spiegare certi eventi e, soprattutto, per prevederli.

Il valore del dato deriva principalmente dalla coesistenza di due fattori: la buona qualità del dato, e la quantità – maggiore è la quantità di dati a disposizione di sistemi di IA e di MI, migliore sarà la loro affidabilità.

2.4. Il dato come “nuovo oro”: caratteristiche dei BIG DATA

Il dato è descritto in letteratura come “nuovo oro”, principalmente con riferimento ai Big Data i quali possiedono le seguenti caratteristiche:

- Volume: Elemento quantitativo/massivo dei dati;
- Velocità: Capacità di essere raccolti ed estratti con modalità vicina al tempo reale (*latency e throughput*);
- Varietà: differenziazione nella tipologia dei dati estratti;
- Variabilità: il contenuto dei dati muta di significato a seconda dell'analisi a cui è sottoposto;
- Valore. Idoneità ad estrarre un valore/significato dai dati o dalla loro analisi.

Queste “5 V”, sono spiegate nel presente documento relativamente al settore Health Care². La scelta di questa analisi non è casuale, ma è connessa all'ultimo paragrafo di

² Jain, A., Health, W., Health, W. and O'Brien, P. (2019). The 5 V's of big data - Watson Health Perspectives. [online] Watson Health Perspectives. Available at: <https://www.ibm.com/blogs/watson-health/the-5-vs-of-big-data/>

questo elaborato, che avrà ad oggetto proprio alcune possibili applicazioni dell'Intelligenza Artificiale in tale ambito.

Alle precedenti caratteristiche alcuni studiosi ne aggiungono altre due:

- Visualizzazione, che consiste nella necessità di specifiche competenze nella realizzazione di strumenti in grado di presentare in maniera comprensibile i risultati dell'estrazione/analisi;
- Veridicità, corrispondente all'accuratezza dei dati in relazione alla sempre maggiore complessità dei data set.

Anche queste ultime due V sono importanti per avere un database che sia il più fruibile possibile. I dati sono considerati il nuovo oro perché negli ultimi anni stanno permettendo alle aziende di scoprire nuovi fattori interessanti su clienti e personalizzare sempre di più i servizi, aprendo nuovi scenari e modelli di business.

Alla luce di questa breve sintesi circa le caratteristiche principali del dato, possiamo affermare che quella dei dati rappresenta una vera e propria sfida dell'AI. Che si gioca sulla necessità che siano di buona qualità, il più possibile esenti da *bias* derivanti da errori nella generazione del dato e dalle annotazioni degli esseri umani. In particolare, questi limiti condizionano tipicamente tutti quei dati prodotti dai sistemi IoT che, pur essendo collegati gli uni agli altri, sono frammentati, eterogenei e poco interoperabili. Lo stesso vale per i cosiddetti *Linked Open Data* (LOD) che, per poter essere efficacemente utilizzati, devono essere recuperati e filtrati per mezzo di metodologie semantiche ed ontologiche.³

3. Il Cloud

3.1. La definizione di Cloud⁴

Letteralmente “nuvola informatica”, termine con cui ci si riferisce alla tecnologia che permette di elaborare e archiviare dati in rete.⁵ In altre parole, attraverso internet il *cloud computing* consente l'accesso a dati memorizzati ed applicazioni su un hardware remoto invece che sulla workstation locale. Per le aziende questo modello comporta dunque una radicale trasformazione della struttura organizzativa e di costi; i potenti sistemi hardware di elaborazione delle informazioni possono essere tenuti in remoto, mediante infrastrutture proprie o di terze parti, con macchine a più bassa prestazione localizzate nei siti dove i dati vengono generati e trattati.⁶

³Per una definizione: https://www.europeandataportal.eu/sites/default/files/d2.1.2_training_module_1.2_introduction_to_linked_data_en_edp.pdf

⁴ European Commission Cloud Strategy (2019). Cloud as enabler for the European Commission Digital Strategy.

⁵ SearchCloudComputing. (2019). *What is cloud computing?*

⁶ Dizionario Treccani

Sono possibili diverse architetture di gestione dell'infrastruttura cloud, in funzione della localizzazione dei sistemi di memorizzazione ed elaborazione dell'informazione: soluzioni con cloud privati, con cloud pubblici e con cloud ibridi.

Sono inoltre possibili diversi modelli di business per la distribuzione di soluzioni di cloud computing, tra cui: Infrastructure-as-a-Service (IaaS), Platform-as-a-Service (PaaS) and Software-as-a-Service (SaaS).

L'introduzione di soluzioni in cloud è un cambio di paradigma rispetto all'Intelligenza Artificiale, perché rappresenta una tecnologia abilitante chiave per mettere a disposizione notevoli moli di dati, generati in modo distribuito nello spazio e nel tempo. Soluzioni in cloud possono consentire la condivisione delle esperienze (dataset) generate da reti di sensori, da macchine, da dispositivi, da persone, e dell'apprendimento generato a partire da tali basi di dati. Di converso, le soluzioni in cloud hanno notevoli implicazioni relativamente alla sicurezza dei dati (sensibili).

3.2. Il ruolo del Data Center nella gestione del dato

Il cloud è implementato mediante infrastrutture fisiche, detti data center. Quindi, anche se solitamente si associa a questa tecnologia la caratteristica dell'immaterialità, è necessario sottolineare come, al contrario, si tratti di uno strumento materiale, ben localizzato in un determinato luogo fisico (importante per il regime giuridico applicabile). La disponibilità di data center e dei dati in esso contenuto rappresenta un asset patrimoniale, con possibili implicazioni di sicurezza nazionale, che deve essere tutelato con apposite strategie aziendali e previsioni normative nazionali e sovranazionali, come dimostrato dall'attenzione del GDPR al tema della localizzazione fisica dei dati.

4. L' Algoritmo

4.1. Le caratteristiche dell'algoritmo

Seguendo l'ottima definizione che si trova sul dizionario Treccani, in informatica «l'algoritmo viene definito come sequenza finita di operazioni elementari, eseguibili facilmente da un elaboratore che, a partire da un insieme di dati (input), produce un altro insieme di dati (output) che soddisfano un preassegnato insieme di requisiti.»⁷

La definizione dei requisiti è dunque l'elemento essenziale in cui entra l'operatore umano che deve tradurre le specifiche di progetto in vincoli ovvero 'requisiti che devono essere soddisfatti in ogni caso', e in obiettivi, ossia 'requisiti che devono essere soddisfatti il meglio possibile secondo un qualche criterio specificato'. Nel definire i vincoli e gli obiettivi si verificano i passi ingegneristici che traducono il contesto in cui l'algoritmo deve operare e le sue finalità in operazioni matematiche che realizzano la cornice in cui opera l'algoritmo. È chiaro che l'efficacia e l'attendibilità di un algoritmo dipendono dalla qualità con cui un operatore umano realizza questo trasferimento.

⁷ Per una definizione di algoritmo: <http://www.treccani.it/vocabolario/algoritmo/>

L'algoritmo è una operazione matematica ed è predicibile, mentre la traduzione del contesto e delle specifiche in vincoli e obiettivi rispecchia fortemente le caratteristiche e lo scenario dell'operatore e può avere limiti, bias e contenuti anche fortemente ispirati al contesto culturale, per questo ha risvolti anche etici o giuridici.

Sempre partendo dalla definizione tecnica che troviamo nel Dizionario, da un punto di vista ingegneristico, e quindi delle prestazioni che può avere in quanto macchina, 'l'algoritmo è caratterizzato essenzialmente da due elementi: la complessità computazionale, relativa al numero di operazioni elementari necessarie per produrre l'output (direttamente legato al tempo di calcolo necessario per eseguire l'algoritmo), e l'approssimazione, relativa al grado di soddisfazione degli obiettivi secondo il criterio specificato'. Da queste due specifiche grandezze dipendono due fattori importanti e determinanti, il tempo necessario per dare una risposta e l'accuratezza della risposta stessa, che sono anche due grandezze fortemente correlate.

4.2. Gli algoritmi e *Machine Learning* (ML)

Gli algoritmi e gli insiemi di dati sono alla base dei metodi di apprendimento automatico, o di machine learning, e in questo ambito, possono essere sostanzialmente suddivisi in due diverse tipologie, che sono legate all'intervento dell'operatore umano. Gli algoritmi *supervised* sono 'annotati' dagli operatori umani o dalle macchine già addestrate che, supervisionando l'apprendimento, permettono la classificazione dei dati. Anche in questo caso il fattore umano entra in causa nella supervisione fornendo una interpretazione che può essere anche culturale e quindi con bias, nei dati o nelle regole dell'algoritmo di addestramento, che influenzano l'output finale. Algoritmi di apprendimento non supervisionato (*unsupervised*) applicano strumenti matematici per definire regolarità, correlazioni, *clustering* e quindi estraggono dai dati informazioni in maniera automatica che possono mettere in evidenza tendenze, fenomeni e complessità ma che poi richiedono comunque un modello interpretativo che spieghi il fenomeno nel contesto di riferimento con strumenti scientifici e culturali appropriati secondo il settore di applicazione. Nel caso di algoritmi *unsupervised*, il numero di classi di una base di dati può essere non noto a priori, e l'algoritmo di addestramento può creare categorie in modo automatico.

È proprio a questo livello che la responsabilità diventa evidente, basta pensare al caso in cui si debba esprimere una diagnosi medica o somministrare una terapia, il tempo di calcolo che si dedica ai sistemi di apprendimento automatico e l'accuratezza della risposta attesa sono due elementi fondamentali in cui entra la decisione umana, che influenza requisiti, obiettivi e tempi di risposta desiderati. In effetti in medicina i movimenti scientifici che propongono la medicina basata sull'evidenza scientifica cercano proprio di definire metodologicamente come riuscire a procedere nelle decisioni, utilizzando gli strumenti matematici, statistici e informatici ma preservando l'accuratezza del risultato finale ed evitando i bias che in questo campo possono essere letali.

Abbiamo quindi visto come da una definizione puramente tecnica e informatica intervengono i fattori umani e la disponibilità dei dati, fattori che influenzano la messa in pratica dell'algoritmo e quindi possono determinarne l'efficacia, la velocità, l'accuratezza.

5. Dal *Machine Learning* all' Artificial intelligence

5.1. Le definizioni di Artificial Intelligence

«Il principale pericolo dell'Intelligenza Artificiale è senza dubbio rappresentato dalla possibilità che le persone arrivino troppo presto alla conclusione di averla capita» Eliezer Yudkowsky.⁸

Il problema della definizione di intelligenza artificiale è che molti di noi pensano di sapere di cosa si tratta perché la letteratura o la fantascienza hanno posto l'attenzione su di essa in modo problematico e da molti anni, e ci hanno prospettato la possibilità di avere macchine in mezzo a noi, in grado di agire, quindi pensare, come un essere umano. Come è accaduto per la robotica, anche l'intelligenza artificiale e le sue implicazioni sociali ed etiche sono state largamente anticipate dalla fantascienza. Oggi alcune delle proprietà dei robot e dell'intelligenza artificiale sono rese possibili dalla tecnologia e dalla scienza, e la rivoluzione industriale che stiamo vivendo tratta proprio questo inserimento delle macchine intelligenti nella società ed in mezzo a noi. Sembra quasi che alcuni problemi si stiano materializzando e ci troviamo di fronte ad una necessità di chiavi interpretative che possano regolare l'accesso delle macchine alla società, definendo la cornice regolatoria, etica e giuridica di riferimento. L'altro elemento importante è l'aspetto di emulazione e antagonismo con l'uomo. In effetti quando parliamo di Intelligenza Artificiale, l'emulazione del pensiero umano è alla sua base, e piuttosto che cercare di trovarne una definizione filosofica o comunque astratta, possiamo fare riferimento all'opera e al contributo di Alan Turing ed al suo contributo fondamentale in cui fa un riferimento specifico alla emulazione del pensiero umano. Turing si pose l'interrogativo: «Possono pensare le macchine?» e per rispondere a questo interrogativo partì dalla definizione di "macchina" e "pensare" e partendo da questa considerazione introdusse, come soluzione al problema sollevato dalla domanda, il "gioco dell'imitazione"⁹.

Turing trasformò la domanda se una macchina possa pensare in un problema basato su una prova di tipo dialogico: se non si riesce a distinguere il comportamento verbale di un

⁸ AGID, Task Force IA, (2019). L'Intelligenza Artificiale al servizio del Cittadino, p.20. [online] Available at: <https://ia.italia.it/assets/librobianco.pdf>

⁹ A.M. Turing, Computing machinery and intelligence, in *Mind*, 59 (1950) 433-460. Traduzione italiana in: V. Somenzi, R. Cordeschi, *La filosofia degli automi. Origini dell'intelligenza artificiale*, Paolo Boringhieri, Torino, 1986, pp. 157-183.

computer da quello di un essere umano, che per definizione pensa, allora il computer pensa.

Ma cos'è l'Intelligenza Artificiale? Vi sono molteplici definizioni, tra le più accreditate si annovera quella dell'Università di Stanford, che la identifica come «una scienza e un insieme di tecniche computazionali che vengono ispirate - pur operando tipicamente in maniera diversa – dal modo in cui gli esseri umani utilizzano il proprio sistema nervoso e il proprio corpo per sentire, imparare, ragionare e agire.»¹⁰

L'intelligenza artificiale è in continua evoluzione, ma generalmente:

- Coinvolge le macchine per trovare informazioni rilevanti in grandi quantità di dati;
- È la capacità di eseguire compiti ripetitivi con i dati senza la necessità di una costante guida umana. In questo caso si tratta di emulazione di compiti cognitivi.

5.2. Robot vs Bot

Nel linguaggio corrente a volte si rileva una certa imprecisione nel riferirsi ai *robot*, che sono dotati di strutture fisiche in grado di interagire con l'ambiente circostante, rispetto ad altri agenti quali assistenti virtuali o sistemi automatici per l'apprendimento e l'elaborazione delle informazioni (detti anche *bot*).

I Robot sono sistemi intelligenti dotati di un corpo con attuatori e sensori, e di un sistema di controllo che utilizza intelligenza artificiale per prendere decisioni utili per il suo funzionamento e per la sua operatività nello spazio di lavoro. Mentre il dizionario Garzanti definisce bot come:

«Software, utilizzato per cercare informazioni in Internet, che esplora automaticamente numerosissime pagine web per trovare, registrare e catalogare dati; software che è in grado di simulare, in un videogioco, in una chat ecc., il comportamento di un utente umano: chattare con un bot»

La Robotica permette di estendere le potenzialità dell'intelligenza artificiale rendendo possibili compiti motori nello spazio fisico, e quindi convertendo energia ed impartendo azioni. La Robotica è nata come automazione del lavoro manifatturiero e di servizio, per produrre beni e servizi. La rivoluzione industriale della Robotica ha portato un cambiamento già negli anni '80, stravolgendo l'impianto industriale fordista e le linee di produzione e incrementando i livelli di produttività.

Gli effetti della Quarta Rivoluzione Industriale potranno riguardare il modo di produrre beni e servizi, che verrà trasformato mediante le cosiddette tecnologie abilitanti come la robotica, l'Intelligenza Artificiale, il Machine Learning, il Cloud. La vera novità del prossimo futuro sarà soprattutto la trasformazione della società, attraverso l'ingresso nelle nostre vite dei Robot. Nei prossimi anni si giocherà la possibilità per la Robotica per diventare una tecnologia 'di consumo', non più per applicazioni manifatturiere, ma per

¹⁰ AA.VV (2016). Artificial Intelligence and life in 2030, One hundred year study on Artificial Intelligence, Stanford University Press.

un utilizzo a contatto con i consumatori e non più con personale addestrato e formato per utilizzarla.

Dobbiamo considerare che il nostro Paese è tra i primi produttori al mondo e rappresenta un'area di grande competitività per la Robotica, e quindi l'Italia potrà essere protagonista di questa trasformazione.

L'impiego della robotica nell'industria e nella catena di montaggio ha caratterizzato la scorsa rivoluzione industriale. Quello che però sta accadendo oggi è diverso: il robot smette di essere distante dall'operaio, si avvicina a lui, sino a divenirne collaboratore come nel caso della robotica collaborativa che dal 2016 sta cambiando la robotica industriale (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.a**). Il passaggio successivo vede la robotica indossabile dall'operatore umano (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.b**), come per esempio avviene con esoscheletri industriali impiegati per supportare l'operaio nel gesto lavorativo, limitare i danni alla salute causati dallo sforzo e dalla ripetitività del movimento, sostenerlo nello spostamento dei carichi alleggerendone il peso. La robotica, arriva a giocare un ruolo dirimente nella possibilità di ottimizzare processi produttivi, limitare il rischio connesso ad alcune tipologie di lavoro e sicuramente per la riduzione dell'impatto ambientale di certi processi. L'integrazione dei robot collaborativi o indossabili con strategie di intelligenza artificiale permette inoltre ai robot di generalizzare, e potenzialmente di rispondere a circostanze inizialmente non previste, superando con l'apprendimento i confini limitati delle regole e dell'esperienza impartite durante la programmazione iniziale. Anche questa caratteristica tecnica, conseguenza della fusione di robotica e intelligenza artificiale, pone però questioni critiche di tipo etico e giuridico, perché rende il comportamento del robot meno predicibile, e quindi più difficilmente ricostruibile la catena di responsabilità in caso di situazioni critiche come danni a persone o cose.

Ancora più estremo è il caso delle protesi cibernetiche e della bionica (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.c-d**), dove l'integrazione nell'uomo del dispositivo tecnologico è ancora più forte, e la robotica e l'intelligenza artificiale entrano all'interno del corpo umano e permettono di supportarne il funzionamento fisiologico mediante sistemi impiantabili.

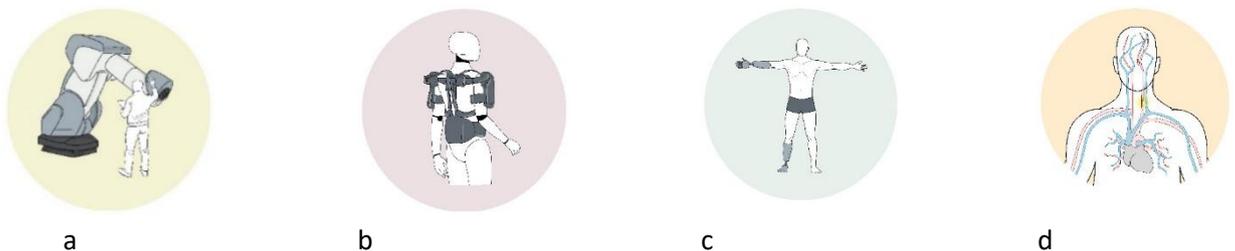


Figura 1. I robot oggi sono in grado di interagire con le persone: dalla robotica collaborativa e indossabile alle protesi di arto ai sistemi impiantabili. Illustrazioni di Andrea Aliperta.

5.3. Automazione vs *Narrow* vs *General AI*^{11,12}

Il concetto di agente autonomo afferisce sia ai sistemi fisici che no. Il primo caso fa riferimento agli agenti dotati di corpo, come i robot, cioè gli agenti che hanno apparati che emulano sia il cervello (*brainware*) che il corpo (*bodyware*) e che quindi sono direttamente capaci di effettuare azioni fisiche, mentre il secondo caso fa riferimento ad agenti che non sono dotati di presenza fisica evidente, come nel caso di operatori non umani nelle transazioni finanziarie (ad esempio, nei mercati azionari oppure in piattaforme business-to-business che gestiscono i sistemi di approvvigionamento con soluzioni Industria 4.0).

Gli agenti autonomi presentano sia sfide Scientifiche e Tecnologiche (S&T) che implicazioni Etiche, Legali e Sociali (ELS) collegate, con particolare riferimento ai profili di responsabilità associati al loro impatto nella società in relazione agli eventuali danni alla proprietà e alla persona conseguenti alla loro attività. Il concetto di autonomia è intrinsecamente multi-scala a seconda del livello della gerarchia di controllo che è dotato di un livello di autonomia, o che coinvolge co-decisione ambientale o umana.

L'autonomia può andare dal controllo di basso livello (ad esempio, nel seguire una traiettoria di riferimento nello spazio dei giunti di un robot), alla pianificazione ed esecuzione del *task* coerentemente con un obiettivo specifico (ad esempio, in definire percorsi ottimali per spostarsi tra due luoghi, come con gli strumenti di navigazione come *Google Maps*), alla definizione di obiettivi specifici coerentemente con un obiettivo generale (ad esempio, la sequenza delle fermate intermedie nella catena di distribuzione dei prodotti, come nel caso dei servizi postali, di Amazon e simili), alla gestione di risorse energetiche (ad esempio, politiche di risparmio energetico e di ricarica delle batterie), alla *cloud robotics* (ad esempio, agenti che condividono decisioni ed esperienze su infrastrutture ICT), all'interazione e comunicazione (ad esempio, il caso del *Chinese room thought experiment*¹³, che è collegato al "gioco dell'imitazione" di Turing richiamato in precedenza), alla definizione di obiettivi strategici in forma astratta, alla capacità di apprendere relazioni e collegamenti (tipica della cosiddetta "narrow artificial intelligence") fino all'obiettivo di emulare in futuro le capacità intellettive umane di apprendimento e creatività (la cosiddetta "general artificial intelligence").

Tutti tali livelli di autonomia, da quelli di basso livello gerarchico a quelli astratti e generali, presentano aspetti subdoli nel tentare di definire il concetto di autonomia o di differenziare un controllo automatico da un livello di autonomia. Ovviamente il concetto di autonomia è collegato direttamente al controllo automatico, sebbene l'autonomia sia notevolmente più controversa. L'influenza dell'esperienza passata sui comportamenti futuri non è sufficiente per caratterizzare l'autonomia da un controllo automatico: il

¹¹ Fondazione Leonardo, Draft Comments AI Public Consultation.

¹² Questo capitolo è liberamente tradotto e adattato da Stradella, E., Salvini, P., Pirni, A., Carlo, A. D., Oddo, C. M., Dario, P., & Palmerini, E. (2012). Robot Companions as Case-Scenario for Assessing the "Subjectivity" of Autonomous Agents. Some Philosophical and Legal Remarks. In *ECAI Workshop on Rights and Duties of Autonomous Agents (RDA2)* (pp. 24-31).

¹³ Per un maggiore approfondimento: <https://plato.stanford.edu/entries/chinese-room/>

semplice operatore matematico di integrale è influenzato dall'esperienza passata, ma nessuno affermerebbe che un integratore è una macchina autonoma (piuttosto, è una macchina automatica, ed infatti è un blocco fondamentale della teoria tradizionale di controllo e automazione).

6. Le applicazioni dell'Intelligenza Artificiale tra potenzialità e rischi

La novità, che forse rappresenta la parte più critica, riguarderà tutti quei processi tecnologici, frutto di interazione tra intelligenza artificiale, *machine learning*, *cloud*, basi di dati che permetteranno al robot di migliorare e potenziare le proprie prestazioni.

Il miglioramento delle performance dovrà infatti correttamente essere bilanciato con la garanzia di affidabilità e sicurezza del robot nella coesistenza con l'essere umano. In questo senso per il robot sarà un salto di qualità diventare generalista e non essere specialistico, cioè industriale o di servizio e quindi operato solo da utenti addestrati e in un contesto certificato. Possiamo dunque parlare di un vero e proprio processo di "socializzazione" della robotica. Se il robot entra nelle nostre case, interagiamo con esso, deleghiamo ad esso lo svolgimento di una serie di compiti con implicazioni, come dicevamo, sia fisiche che cognitive sino al punto di trasformarlo in un nostro "alias" cioè in grado di agire al nostro posto nell'esecuzione di determinate azioni.

In conclusione, Intelligenza Artificiale, robotica e la cybersecurity costituiscono oggi le chiavi di lettura della Quarta Rivoluzione Industriale e verosimilmente, rappresenteranno anche gli elementi centrali delle rivoluzioni scientifico – industriali del prossimo futuro. Essi forniscono importanti opportunità di sviluppo e dispongono di un elevato potenziale innovativo in grado di impattare su svariati ambiti della vita economica del paese, nelle dinamiche sociali e nel miglioramento delle qualità della vita. Vi sono però una serie di aspetti, legati alla diffusione di queste nuove tecnologie, che non possono essere sottovalutati. Tra di essi certamente la sostenibilità ambientale ed energetica, lo sviluppo di nuovi materiali impiegabili in robotica, si pensi alle ricerche connesse ai materiali impiegabili nella robotica così detta "soft".

Altro aspetto è certamente quello connesso all'interazione tra uomo e robot che muterà inevitabilmente i comportamenti dell'individuo nel suo essere "sociale", dagli smartphone, ai robot domestici che sono già ampiamente entrati nelle nostre vite mutando visibilmente il nostro approccio a certe dinamiche comportamentali e sociologiche. I requisiti di sicurezza, controllo, capacità di prevedere il comportamento del robot e regolamentazione dello stesso, sono aspetti essenziali per la competitività del Paese nei settori dell'IA, della Robotica che si concretizzano in valore economico per il nostro sistema.

6.1. Un esempio di applicazione dell'IA: le esperienze delle Startup nel campo Healthcare

Le nuove tecnologie, in particolare l'intelligenza artificiale, rendono migliore l'interazione con i clienti e con gli utenti del prodotto/servizio offerto da un'azienda.

Attraverso l'integrazione e l'implementazione di tecnologie come Internet of Things, Machine Learning e AI è possibile ottenere benefici, non soltanto nella relazione con i clienti, ma anche internamente al perimetro aziendale, ad esempio si assiste solitamente ad un aumento della produttività e di conseguenza al miglioramento delle performance economiche.

Questi motivi stanno spingendo sempre un numero maggiore di aziende ad investire su questo tipo di innovazioni. Nella varietà degli scenari potenziali entro cui operano aziende che sfruttano tecnologie di AI la scelta, nell'ambito di questo contributo, è stata orientata principalmente allo studio dell'innovazione in campo healthcare. In questo settore altamente innovativo e dalle conseguenze dirette sulla salute delle persone si è scelto di analizzare, in modo necessariamente non esaustivo, il mondo europeo delle startup, le quali sono solitamente un valido indicatore della direzione verso cui si sta muovendo la ricerca applicata al mondo reale.

La prima azienda oggetto di analisi è eB², una startup spagnola che si è posta l'obiettivo di migliorare le condizioni di vita dei pazienti affetti da patologie psichiatriche. Nello specifico l'azienda vuole cambiare il modo in cui questi disagi vengono monitorati. Ad oggi infatti i pazienti si sottopongono a visite mediche per monitorare le proprie condizioni. Chiaramente questo modello di controllo porta con sé dei bias dovuti all'essere "fuori dalla vita quotidiana", i pazienti tendono infatti a tenere sotto controllo il proprio comportamento durante questi incontri. La startup vuole innovare radicalmente questo modello tramite l'utilizzo di un sistema composto da smartphone, cloud e algoritmi. Sul primo device è possibile installare un'app appositamente creata. Questa è capace di "catturare" moltissime informazioni sul paziente e sullo stato della patologia con il vantaggio di raccogliere questi dati nel corso di tutta la giornata. Una volta raccolti i dati essi vengono inviati su un cloud e successivamente elaborati in "tempo reale" (in tempi molto brevi) attraverso l'utilizzo di specifici algoritmi (l'azienda li definisce come "Personalized Artificial Intelligence Models"). I risultati di questa analisi saranno inviati ai medici di ciascun paziente in modo che essi possano elaborare la cura ad hoc e scoprire comportamenti insoliti del paziente. Il sistema permette anche di individuare situazioni critiche ed avvisare gli operatori sanitari. L'azienda ritiene di essere riuscita a creare un modello di AI con la capacità di applicare modelli e metodi scientifici psicologici.

Diabeloop è una startup francese che cerca di migliorare la qualità della vita dei pazienti con diabete di tipo 1. In particolare, oggi tali pazienti sono soliti assumere dosi più o meno costanti di insulina quando ne sentono il bisogno. Questo comportamento non è ottimale, infatti il dosaggio potrebbe essere troppo o insufficiente. L'azienda francese sta cercando di creare un sistema per permettere la personalizzazione e l'ottimizzazione delle dosi di insulina in base all'effettivo bisogno del paziente. Per far questo la startup si avvale di un sistema composto da 3 strumenti: un sensore per misurare il livello di zuccheri nel sangue, capace di inviare anche i dati raccolti; un erogatore di insulina anch'esso con caratteristiche IoT e infine il sistema software in cui una serie di algoritmi di AI elabora l'enorme quantità di informazioni raccolte dal paziente e calcola in anticipo

il momento in cui sarà necessario assumere la dose di insulina e la quantità esatta della stessa.

Dal punto di vista business ci sono alcune caratteristiche chiave che stanno aiutando l'azienda a raggiungere il pieno di sviluppo del potenziale: esperienze pregresse dei fondatori e le molte collaborazioni. Il team si compone di medici, ingegneri biomedici e un investitore venture capital. Per quanto riguarda le partnership, Diabeloop vanta sia partnership tecniche (con CEA-Leti), Mediche (CERITD) e centri medici (12 centri medici hanno iniziato a sperimentare la tecnologia).

Dermosafe viene dalla Svizzera ed opera nello studio e nell'individuazione dei melanomi. Secondo la ricerca condotta dai fondatori il numero di questo tipo di tumore è in crescita negli ultimi anni e tale trend è dovuto all'invecchiamento della popolazione mondiale. A questa variabile se ne aggiungono altre identificate, tra cui alcuni geni del DNA, ed altre non ancora scoperte che portano un paziente allo sviluppo di questo tipo di tumore. Una cosa è certa: l'individuazione precoce è fondamentale per aumentare esponenzialmente le chance di salvezza del paziente.

In questo caso, il sistema attualmente utilizzato nella maggior parte degli ospedali ha buone probabilità di individuare le situazioni critiche ed intervenire per tempo per arginare lo sviluppo del tumore. Questo metodo però comporta costi molto alti, infatti la diagnosi viene effettuata da medici esperti, e tempi di attesa molto lunghi, in particolare è necessario fare più visite prima di accertare la pericolosità/rischiosità del tumore. Il team di Dermosafe ha ideato una soluzione che si propone di identificare rapidamente un melanoma nella fase iniziale di sviluppo. Questa caratteristica può rappresentare un ulteriore passo in avanti rispetto all'attuale scienza medica che non è capace di individuare il tumore in tale fase.

La soluzione è composta da una Dermoclic, un apparecchio che fa semplice una foto/scan della pelle del paziente, inviando poi questa immagine dermoscopica a Dermoview, un'applicazione web dove sono raccolte tutte le informazioni ottenute dai pazienti. Infine, le informazioni vengono rielaborate, giungendo infine ad una diagnosi (dal sito sembra che ci sia anche il contributo di un medico specializzato in melanomi che controlla le diagnosi fatte dal sistema per verificarne la correttezza) che viene comunicata al paziente e medici.

Inoltre, la soluzione può essere utilizzata anche da personale infermieristico e non esperti, riducendo quindi il costo. Infine, gli algoritmi tramite la comparazione e l'utilizzo di big data saranno in grado di dare giudizi molto affidabili sulla diagnosi. Anche in questo caso le caratteristiche chiave per il successo dell'azienda sono rappresentate dal team e dalle collaborazioni.

6.2. Intelligenza artificiale e *Platform Economy*

Con il termine piattaforma si definisce uno strumento digitale capace di mettere in contatto più utenti, i quali entrano a far parte della piattaforma per sfruttare i benefici da essa offerta.

L'interazione stessa di questi utenti è ciò che crea il valore dello strumento, che svolge il ruolo di intermediario nello scambio di beni e servizi.

Negli ultimi anni intorno a questo strumento si è andato a sviluppare un nuovo concetto di modello di business, la cosiddetta "platform economy", ossia l'economia di piattaforma. Con questo termine si fa riferimento a una larga fetta di business che oggi funziona in maniera digitale.

Lo sviluppo e il miglioramento delle tecnologie, ad esempio quelle informatiche, internet e la proliferazione di device mobile ha permesso lo sviluppo esponenziale delle piattaforme, riducendone i costi di sviluppo e rendendo la collaborazione e l'interazione facile, rapida e sicura. Queste caratteristiche hanno permesso la creazione e il rafforzamento dei network tra i partecipanti, andando a creare ancora maggior valore per la piattaforma stessa.

Il sistema di piattaforma si compone di diversi attori (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**): il proprietario della piattaforma che ha la possibilità di accettare i partecipanti e decidere le funzioni a loro concesse; i Providers che si interfacciano direttamente con la piattaforma, rendendola disponibile agli utenti; i *Creators* (detti anche *Complementors*), ossia coloro che effettivamente creano i servizi e i contenuti offerti sulla piattaforma; ed infine gli utenti che usufruiscono dei servizi ed interagiscono con i *Creators*.

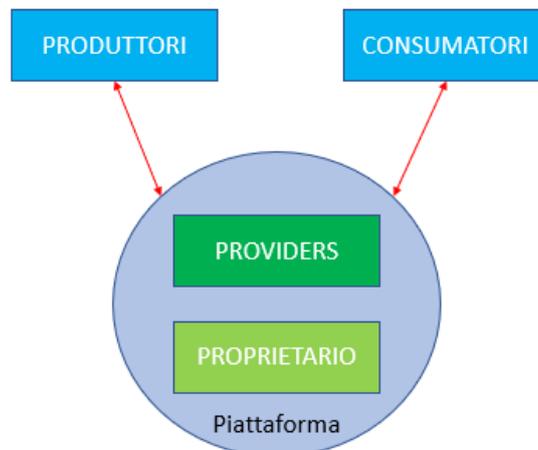


Figura 2. Il sistema di piattaforma.

Gli ecosistemi di piattaforma vengono solitamente suddivisi in tre gruppi: Le piattaforme di transizione, dette anche *digital matchmakers*, hanno lo scopo di mettere in contatto diversi utenti, funzionando come un mercato virtuale; Le piattaforme di innovazione hanno lo scopo di fornire diverse tecnologie di base adattabili ai bisogni specifici di ciascun utente; Le piattaforme di integrazione nascono dalla combinazione delle due tipologie precedenti ed hanno funzionalità miste.

In tutti e tre i casi l'obiettivo del proprietario della piattaforma è di creare un ecosistema di *complementors* che costruiscano il proprio business in questo ecosistema digitale.

Maggiore sarà l'impegno e l'investimento di questi soggetti nel creare contenuti attrattivi per i clienti, maggiori saranno gli utenti che entreranno a far parte della piattaforma. Questo andamento rappresenta un circolo vizioso, infatti le nuove realtà imprenditoriali cercheranno di entrare nelle piattaforme che offrono il bacino più ampio di utenti, i quali, allo stesso tempo, vorranno partecipare alla piattaforma migliore, ossia quella che offre migliori servizi, ergo quella con più *Creators*.

Molto spesso i proprietari di una piattaforma tendono ad offrire diversi benefit e risorse (*application program interface, software development kits* ed altro) per aumentare il grado di appetibilità dell'ambiente virtuale.

Una dinamica a cui si assiste solitamente in questo ecosistema vede un'azienda affermarsi nel ruolo di *platform leader*, a cui si aggiungono varie aziende complementari nel ruolo di innovatori (tra questi vengono identificati anche i clienti e gli utenti della piattaforma).

Gli imprenditori traggono diversi benefici di varia natura derivanti dalla partecipazione ad una *platform*. I vantaggi immediati e comuni ai tre gruppi sono:

- *Sharing knowledge* con gli altri complementor, caratteristica molto importante ed intrinseca in base al grado di openness di una piattaforma;
- *Sharing risks*, lavorando in maniera complementare è possibile minimizzare il rischio di adozione della piattaforma;
- Ampia community di utenti con cui interagire, scambiare e trarre importanti informazioni;
- *Innovation collaboration*, la collaborazione è ritenuto elemento caratterizzante dell'ecosistema di piattaforma.

La facilitazione offerta dai sistemi virtuali sta creando sempre maggior dipendenza per gli imprenditori che partecipano alla piattaforma. Questo vincolo ha determinato la nascita dei cosiddetti *dependent-entrepreneur*, ossia imprenditori soggetti al volere del proprietario della *platform*. Questo assoggettamento è dovuto all'incidenza sempre maggiore di questi strumenti sul business degli imprenditori. 'Se non risulti su Google, vuol dire che non esisti': questa frase esprime pienamente il concetto, le aziende sono infatti obbligate a partecipare al network di piattaforma per mantenere il proprio business. Al tempo stesso, si viene a creare un effetto di *lock-in* che assoggetta l'azienda al volere del proprietario della piattaforma, limitando la "libertà" dell'imprenditore.

Vi sono anche alcuni rischi a cui l'imprenditore è esposto direttamente, essi sono legati alla possibilità di "aiutare" indirettamente un competitor a sviluppare il proprio business, attraverso lo sfruttamento di informazioni chiave raccolte sulla piattaforma. A questo se ne aggiunge un altro, forse ancora di maggior peso, non va infatti dimenticato che il proprietario della piattaforma ha accesso a tutte le informazioni che vengono scambiate sulla stessa. Questo ricco database contiene dati chiave riguardo clienti, strategie e prodotti ed esso è a completa disposizione del creatore della piattaforma (nel momento stesso in cui ci si iscrive alla piattaforma si accetta questa condizione).

Già oggi ci sono aziende, ad esempio Amazon, che utilizzano queste informazioni per capire e anticipare i bisogni dei consumatori. L'azienda di retail è solita utilizzare algoritmi di intelligenza artificiale per analizzare alcune informazioni chiave sulle ricerche, gli oggetti salvati e acquistati dai clienti. Tramite questi dati, Amazon riesce a capire le preferenze dei consumatori (e ad anticiparle), offrendo poi un prodotto ad hoc per surclassare le aziende presenti nella piattaforma.

Nonostante questi rischi insiti nelle caratteristiche stesse di questi strumenti, essi sono ritenuti da molti studiosi come la miglior soluzione per lo sviluppo dell'imprenditorialità, in un contesto dinamico e globale come quello odierno. Le piattaforme hanno permesso e stanno permettendo a moltissime startup di costruire il proprio business rapidamente e sostenendo costi molto inferiori rispetto a quelli che avrebbero dovuto affrontare qualche decade fa.

Per avere successo in questo ambiente digitale è però necessario essere pronti ad un nuovo modello di business, in cui:

- Gli *assets* più importanti diventano la community e i contenuti da essa creati;
- Il valore viene creato dalla facilitazione dell'interazione tra produttori esterni e consumatori per cui la governance dell'ecosistema diventa una *skill* chiave;
- Le relazioni di piattaforma permettono ad un'azienda di sviluppare la propria tecnologia molto rapidamente, andandosi prima a specializzare in un ambito particolare, e poi diversificando rapidamente, e a basso costo, l'ambito target della tecnologia;
- Le collaborazioni tra imprese e utenti aumentano qualitativamente e quantitativamente, non si basano più su rapporti formali e la contaminazione avviene di continuo;
- La piattaforma ha l'obiettivo di massimizzare il valore totale dell'ecosistema tramite un processo circolare, interattivo e composto di feedback continui.

Queste caratteristiche rendono la competizione molto più complicata rispetto ai modelli di business tradizionali. Gli executives devono fare attenzione a nuove metriche di valutazione dei rischi per mantenere la posizione competitiva di un'azienda operante nel mondo delle piattaforme.

Nel contesto dell'intelligenza artificiale è evidente come esso sia già uno strumento molto importante per i proprietari delle piattaforme, che lo utilizzano per analizzare e migliorare (e non solo vedi caso Amazon sopra) l'ecosistema digitale. Al tempo stesso, dato che molti strumenti e varie tecnologie sono offerte dai proprietari stessi è prospettabile che in futuro le aziende avranno la possibilità di utilizzare e sfruttare questa tecnologia (AI), come servizio aggiuntivo. Sembra quindi sensato considerare in futuro le aziende come fruitori delle tecnologie e non più proprietarie delle stesse, come già sta avvenendo in alcuni settori come quello delle stampanti. Gli imprenditori creeranno in futuro moduli che sfruttano la tecnologia altrui per un determinato scopo e al tempo stesso saranno sfruttati da altre aziende nel realizzare il proprio obiettivo, si

delinea quindi una catena di valore integrata in cui ciascuna azienda diventa modulo tecnologico e commerciale di un altro modulo (ossia di un'altra azienda).

Bibliografia

- AA.VV (2016). *Artificial Intelligence and life in 2030, One hundred year study on Artificial Intelligence*, Stanford University Press.
- AGID, Task Force IA, (2019). L'Intelligenza Artificiale al servizio del Cittadino. [online] Available at: <https://ia.italia.it/assets/librobianco.pdf>
- Carrozza, M.C. (2017). *I Robot e Noi*, Il Mulino – AREL.
- Cennamo, C. and Santalo, J. (2019). "Platform competition: Strategic trade-offs in platform markets". In *Strategic Management Journal*, 34:11, pp. 1331-1350.
- Consumer Value Creation. (2016). *Pipelines, Platforms, and the New Rules of Strategy*. [online] Available at: <https://consumervaluecreation.com/2018/03/11/pipelines-platforms-and-the-new-rules-of-strategy>
- Cutolo, D. and Kenney, M. (2019). *Current Publications | The Berkeley Roundtable on the International Economy*. [online] Brie.berkeley.edu. Available at: <https://brie.berkeley.edu/recent-publications/current-publications>
- Fondazione Leonardo, *Draft Comments AI Public Consultation*. [unpublished]
- Kenney, M. and Zysman, J. (2016). *The Rise of the Platform Economy | Issues in Science and Technology*. [online] Issues in Science and Technology. Available at: <https://issues.org/the-rise-of-the-platform-economy>
- Kenney, M., Rouvinen,, P., Seppälä, T. and Zysman, J. (2019). [online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/332036703_Platforms_and_Industrial_Change
- Nambisan, S., Siegel, D. and Kenney, M. (2018). On open innovation, platforms, and entrepreneurship. In *Strategic Entrepreneurship Journal*, 12:3.
- Stradella, E., Salvini, P., Pirni, A., Carlo, A. D., Oddo, C. M., Dario, P., & Palmerini, E. (2012). *Robot Companions as Case-Scenario for Assessing the "Subjectivity" of Autonomous Agents. Some Philosophical and Legal Remarks*. In *ECAI Workshop on Rights and Duties of Autonomous Agents (RDA2)* (pp. 24-31).
- Stradella, E. (2019). *La regolazione della Robotica e dell'Intelligenza artificiale il dibattito, le proposte, le prospettive. Some points for reflection*, in *MediaLaws - Journal of media law*, 1.
- Turing, A.M. (1950). *Computing machinery and intelligence*, in *Mind*, 59, 433-460. Italian translation in: V. Somenzi, R. Cordeschi, *La filosofia degli automi. Origini dell'intelligenza artificiale*, Paolo Boringhieri, Torino, 1986, pp. 157-183.
- White Paper on Artificial Intelligence at the service of the citizen, Version 1.0 March 2018, edited by the Task Force on Artificial Intelligence of the Agency for Digital Italy (ia.italia.it).

Zysman, John & Kenney, Martin (17.10.2016). "*The Next Phase in the Digital Revolution: Platforms, Abundant Computing, Growth and Employment*". ETLA Reports No 61. <https://pub.etla.fi/ETLA-Raportit-Reports-61.pdf>.