



Corso di laurea in Economia e Management

Dipartimento
di Impresa e Management

Cattedra di Economia Aziendale

Applicazioni avanzate di Intelligenza Artificiale nella Produzione Aziendale: il caso Lamborghini

Prof. Giovanni Fiori

RELATORE

Giulio Risi

CANDIDATO

Matricola 276531

Anno accademico 2023/2024

*Desidero esprimere la mia profonda gratitudine al Professor Giovanni Fiori per avermi
seguito durante la stesura di questa tesi.*

Sommario

<u>INTRODUZIONE</u>	<u>4</u>
<u>CAPITOLO1. L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE.....</u>	<u>6</u>
1.1 IL CONCETTO DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE.....	6
1.1.1 SISTEMI CHE AGISCONO COME GLI UMANI	10
1.1.2 SISTEMI CHE PENSANO RAZIONALMENTE.....	12
1.1.3 SISTEMI CHE PENSANO COME GLI ESSERI UMANI	14
1.1.4 SISTEMI CHE AGISCONO RAZIONALMENTE.....	15
1.2 TIPI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE.....	16
1.2.1 INTELLIGENZA ARTIFICIALE FORTE E DEBOLE	16
1.2.2 MACHINE LEARNING, DEEP LEARNING E RETI NEURALI.....	20
1.3 PERCHÉ L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE È RILEVANTE PER LA PRODUZIONE AZIENDALE	26
<u>CAPITOLO 2. LE APPLICAZIONI DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA PRODUZIONE AZIENDALE.....</u>	<u>28</u>
2.1 APPLICAZIONI PRATICHE IN AZIENDA	28
2.1.1 APPLICAZIONI SPECIFICHE NEI PROCESSI PRODUTTIVI.....	33
2.2 CASE STUDY: LAMBORGHINI.....	35
2.2.1 PRESENTAZIONE LAMBORGHINI: BREVE STORIA E POSIZIONAMENTO SUL MERCATO AUTOMOBILISTICO	35
2.3 IMPLEMENTAZIONE DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER LA VERNICIATURA DEI SUV	38
2.3.1 RISULTATI OTTENUTI E BENEFICI PER LA PRODUZIONE	40
2.3.2 SFIDE AFFRONTATE DURANTE L'IMPLEMENTAZIONE	41
<u>CAPITOLO 3. ASPETTI ORGANIZZATIVI, ETICI E DI COMPLIANCE.....</u>	<u>42</u>
3.1 IMPATTO ORGANIZZATIVO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE NELLA PRODUZIONE	42
3.2. CONSIDERAZIONI ETICHE NELL'UTILIZZO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE	45
3.2.1 IMPATTO DELL'IA SUI "COLLETTI BLU"	50
3.2.2 IMPATTO DELL'IA SUI "COLLETTI BIANCHI"	52
3.3 ASPETTI NORMATIVI SULL'UTILIZZO DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE: IA ACT	53
<i>OBBLIGHI PER I SISTEMI DI IA A BASSO RISCHIO:.....</i>	57
<u>CONCLUSIONI.....</u>	<u>61</u>
<u>BIBLIOGRAFIA.....</u>	<u>62</u>
<u>SITOGRAFIA</u>	<u>64</u>

Introduzione

L'Intelligenza Artificiale ha notevolmente rivoluzionato il modo in cui le aziende operano, innovano e competono nel mercato globale. Questa tecnologia avanzata, alimentata dall'elaborazione di grandi quantità di dati e dall'apprendimento automatico, ha ampliato la gamma delle possibilità per migliorare l'efficienza, l'automazione dei processi e la presa decisionale aziendale.

La sua integrazione nel contesto produttivo aziendale ha generato nuove opportunità e nuove sfide, ridefinendo il panorama industriale e rafforzando la competitività delle imprese.

Nell'era digitale in cui viviamo, *l'artificial intelligence* (AI) emerge come una forza trasformativa nella produzione aziendale. L'impiego di algoritmi intelligenti e sistemi automatizzati rivoluziona periodicamente i processi di produzione, tentando di massimizzare l'efficienza, elevare la qualità e minimizzare i costi.

Questo elaborato si propone di esplorare il ruolo dell'IA, sempre più rilevante nell'ambito della produzione aziendale, focalizzando l'attenzione su come questa tecnologia possa essere applicata per affrontare sfide e sfruttare opportunità nel contesto industriale contemporaneo.

Attraverso un'analisi approfondita delle sue applicazioni, dei suoi benefici e delle implicazioni, questa ricerca mira a fornire una panoramica esaustiva del potenziale dell'IA per ottimizzare i processi produttivi e garantire la competitività delle imprese nel mercato globale.

Il presente lavoro sarà strutturato nel seguente modo:

- Il capitolo 1 si propone di definire il concetto di *artificial intelligence* (AI), esplorando le sue diverse forme e applicazioni. L'AI può essere descritta come una disciplina informatica che mira a sviluppare sistemi in grado di eseguire compiti che richiedono tipicamente l'intelligenza umana.

Tra le sue branche principali vi sono il *machine learning*, il *deep learning*, la *visione artificiale* e il *natural language processing*.

- Il capitolo 2 esaminerà le molteplici applicazioni dell'AI nel contesto produttivo aziendale, con un focus specifico sul caso Lamborghini. Questa analisi includerà una disamina delle tecnologie AI impiegate, i loro vantaggi e l'impatto sull'efficienza produttiva e la qualità del prodotto finale.

L'utilizzo di tecnologie intelligenti per ottimizzare la produzione, migliorare la qualità, ridurre i tempi di produzione e prevedere la manutenzione delle macchine è diventato essenziale per mantenere un vantaggio competitivo nel settore automobilistico e non solo.

- Infine, nel terzo capitolo si affronteranno le questioni *organizzative*, *etiche* e di *compliance* legate all'implementazione dell'AI nelle operazioni aziendali.

Saranno esplorate le implicazioni etiche dell'automazione, la sicurezza dei dati, la responsabilità nel processo decisionale automatizzato e le sfide legali e normative che le imprese devono affrontare.

In conclusione, questa tesi si propone di fornire una panoramica approfondita sull'Intelligenza Artificiale applicata alla produzione aziendale, evidenziando le sue opportunità, rischi e implicazioni future.

La comprensione di tali tematiche è fondamentale per le imprese che vogliono capitalizzare appieno il potenziale trasformativo dell'IA e mantenere un ruolo di primo piano nel mercato globale.

Capitolo1. L'intelligenza artificiale

1.1 Il concetto di intelligenza artificiale

Il concetto di intelligenza artificiale è in continua evoluzione, grazie anche al continuo sviluppo di nuove tecnologie in grado di svolgere nuovi compiti e raggiungere nuovi obiettivi in passato impensabili.

Nel corso della storia in numerosi hanno tentato di elaborare una definizione dettagliata ed approfondita di intelligenza artificiale, tra questi possiamo ricordare ¹:

Elaine Rich (1983) nel suo libro “Artificial Intelligence” definisce l'intelligenza artificiale: “lo studio di come far fare ai computer cose in cui, al momento, le persone sono migliori”.

Kaplan e Haenlein (2019): “L'intelligenza artificiale è la capacità di un sistema tecnologico di analizzare correttamente i dati esterni, apprendere da essi e adattarsi in modo flessibile.

Kreutzer e Sirremberg (2020): “L'IA è la capacità di una macchina di svolgere dei compiti cognitivi che associamo alla mente umana”.

Terblanche (2020): “L'IA può essere definita come l'ampia raccolta di tecnologie (come la visione computerizzata, l'elaborazione del linguaggio, la robotica, l'automazione dei processi robotici e gli agenti virtuali) in grado di imitare le funzioni cognitive umane”.

¹ Secchi Raffaele. “Supply chain management e intelligenza artificiale: migliorare i processi e la competitività aziendale.” Guerini Next, Gennaio 2023, 5.

“Can machines think?”

Il primo a rispondere a questa domanda fu Alan Turing, considerato dagli esperti uno dei padri fondatori dell'intelligenza artificiale; non a caso rappresenta l'incipit del suo articolo pubblicato nel 1950 *“Computing machinery and intelligence”*.

In un periodo caratterizzato da una continua ricerca di una definizione di IA, Alan Turing creò un test, noto come “Test di Turing” o “Imitation Game”: questo Test aveva l'obiettivo di comprendere se la macchina fosse stata capace di replicare i comportamenti e i pensieri intelligenti, tipici dell'uomo ².

Il test in realtà era molto semplice: si poneva un giudice di fronte ad un terminale, tramite cui comunicare con due soggetti, un uomo ed una macchina.

Il giudice ovviamente, non sapendo quale fosse l'uomo e quale fosse la macchina, doveva indovinare; se non fosse riuscito a distinguere i due soggetti, allora il computer avrebbe passato il test, di conseguenza sarebbe stato definito “intelligente”.

L'obiettivo di Turing era dimostrare che la macchina avrebbe risposto in modo così convincente da far credere al giudice di star comunicando con un essere umano, così da affermare che essa possiede effettivamente intelligenza.

Se si presta attenzione, è immediato notare come le definizioni prima citate siano tutte accumulate da tre aspetti fondamentali: in primo luogo il concetto di intelligenza artificiale è associato sempre al funzionamento di una macchina, in secundis le mansioni ed i compiti che vengono svolti dalle macchine sono compiti di natura cognitiva, dove quindi è necessaria l'elaborazione di informazioni.

² Andrew Hodges. *“Alan Turing: The Enigma.”* Novembre 2012, 30.

Infine, si osserva che le funzioni cognitive sono sempre paragonate a quelle della mente umana.

In accordo con quanto suggerito da Bawack et al. (2021), per essere distinti dai tradizionali sistemi tecnologici, i sistemi di intelligenza artificiale devono essere in possesso di almeno una delle seguenti caratteristiche: percezione, comprensione, azione e apprendimento ³.

- *Percezione*: rappresenta la capacità posseduta da un sistema di intelligenza artificiale di captare i cambiamenti dell'ambiente esterno per comportarsi di conseguenza.

Per poter fare ciò, l'IA deve essere capace di riconoscere gli oggetti (prendiamo per esempio l'autopilot delle moderne vetture, che riesce ad attuare fermate di emergenza dopo aver notato una persona o un ostacolo lungo la strada) e di ascoltare e riconoscere i suoni (esempio calzante sono gli ormai diffusi Siri ed Alexa) grazie ai sistemi di riconoscimento vocale e ai sensori di movimento.

- *Comprensione*: ci riferiamo invece alla capacità che ha una macchina di estrarre un significato dagli input, così da assegnare un valore ai dati strutturati (come numeri e testi) e dati non strutturati (come margini e parole) proprio come riesce a fare l'essere umano.
- *Azione*: può essere definita come l'abilità di un sistema di AI di percepire i cambiamenti dell'ambiente circostante ed interagire con esso. Le applicazioni più conosciute che permettono ai sistemi di AI di interagire sono rappresentate da chatbox, dagli assistenti virtuali, dall'automazione dei processi tramite sistemi robotizzati, dai sistemi di supporto alle decisioni (DSS, *Decision Support System*) e da tutte le tecnologie basate sull'elaborazione del linguaggio naturale.

³ Secchi Raffaele. “*Supply chain management e intelligenza artificiale: migliorare i processi e la competitività aziendale.*” Guerini Next, Gennaio 2023, 5.

- *Apprendimento*: dopo aver captato gli input e i cambiamenti dall'ambiente circostante, il sistema di IA deve essere capace di apprendere ed ampliare le proprie conoscenze grazie all'interazione.

È importante, inoltre, che la macchina impari anche dai propri errori per cercare in futuro di non commetterne più, o comunque di limitarli.

Il tema dell'apprendimento appena enunciato è intrinsecamente connesso a quello di capacità di comprendere.

Tra le varie applicazioni che permettono ai sistemi di intelligenza artificiale di apprendere vi sono le reti neurali, in particolare sul Machine Learning (ML) e sul Deep Learning (DL).

Come detto in precedenza, innumerevoli sono stati negli anni i tentativi di definire l'intelligenza artificiale; questi tentativi sono stati sintetizzati in quattro categorie, in particolare facciamo riferimento alle prime quattro categorie ⁴ della classificazione dei sistemi di IA enunciate da Russell e Norvig nel loro libro "*Artificial Intelligence: A Modern Approach*".

1. Sistemi che agiscono come gli umani
2. Sistemi che pensano razionalmente
3. Sistemi che pensano come gli umani
4. Sistemi che agiscono razionalmente.

Nel corso dell'esaminazione di tali definizioni, emergerà come queste in realtà si focalizzino su due elementi tra loro in contrasto: pensiero ed azione da un lato, e imitazione del comportamento umano dall'altro.

⁴ Stuart Russell. "*Intelligenza artificiale: un approccio moderno.*" 4ED. Pearson. Agosto 2021, 11.

1.1.1 Sistemi che agiscono come gli umani

Questo approccio all'intelligenza artificiale si concentra su un criterio operativo spesso associato al *Test di Turing*, proposto dall'omonimo matematico e crittografo britannico nel 1950, nell'articolo *Computing machinery and intelligence*, sulla rivista *Mind*.

Il test di Turing rappresenta un esperimento in grado di valutare la capacità di una macchina di comportarsi intelligentemente dimostrando, quindi, condotte e modi di agire pari a quelli dell'uomo.

Possiamo considerare questo Test come una versione riadattata del “test dell'imitazione” o, più propriamente, “The imitation game”, che misura l'abilità di un soggetto di distinguere una fonte che mente da una fonte che dice il vero.

Non è altro che un gioco a tre partecipanti ⁵: un uomo A, una donna B, e una terza persona C; quest'ultima è tenuta separata dagli altri due e, tramite una serie di domande, deve stabilire qual è l'uomo e quale la donna.

Anche A e B hanno i loro ruoli: A deve cercare di ingannare C inducendolo a fare un'identificazione errata, mentre B deve assistere C. Per evitare che C possa basarsi su indizi come la grafia o la voce, le risposte alle sue domande devono essere scritte a macchina o trasmesse in modo simile.

Il test di Turing si fonda sull'idea che una macchina possa prendere il posto di A. Se la frequenza con cui C riesce a distinguere tra l'uomo e la donna rimane simile prima e dopo che A è stato sostituito da una macchina, allora la macchina dovrebbe essere considerata intelligente, poiché in tal caso non sarebbe distinguibile dal pensiero umano.

⁵ Jerry Kaplan. “*Intelligenza artificiale: Guida al futuro prossimo.*” LUISS University Press. Ottobre 2017, 6.

Per Turing, una macchina intelligente è una che può pensare, ovvero capace di concatenare idee e comunicarle. Pertanto, per Turing, l'intelligenza si riduce alla capacità di produrre espressioni significative.

Nell'articolo, riprendendo il *Cogito* cartesiano, si legge:

"According to the most extreme form of this view, the only way one could be sure that a machine thinks is to be the machine itself and feel whether it is thinking. [...] Similarly, the only way to know that a man thinks is to be that particular man. [...] Probably A will believe 'A thinks, while B does not,' while for B it is the exact opposite, 'B thinks, but A does not.' Instead of endlessly debating this point, it is customary to adhere to the polite convention that everyone thinks."

Il test si conclude determinando la percentuale di volte in cui l'interrogatore ha identificato correttamente la fonte delle risposte e la percentuale di errori commessi.

Se il computer viene identificato correttamente meno del 70% delle volte, il test di Turing è considerato superato dalla macchina.

Secondo Turing, un computer che supera il test con successo dimostrerebbe di possedere una forma di intelligenza artificiale capace di replicare le funzioni cognitive umane.

Egli evidenziò la distinzione fondamentale tra un comportamento intelligente simulato e una reale intelligenza umana.

Per superare il test, una macchina deve essere programmata per riprodurre il comportamento umano attraverso stati discreti (stati interni, segnali, simboli).

Come evidenziato nell'articolo, la complessità del software fa emergere le capacità intellettive.

Questa idea ha portato alla nascita della disciplina dell'intelligenza artificiale, il cui obiettivo è creare macchine capaci di riprodurre le funzioni cognitive umane.

Esistono anche versioni inverse del test di Turing, in cui un computer assume il ruolo dell'intervistatore e gli esseri umani devono dimostrare la loro umanità. Un esempio comune è quello dei codici Captcha, che sfidano gli utenti a verificare il loro comportamento umano per accedere a siti web o applicazioni.

Il test di Turing è ampiamente utilizzato per valutare prodotti di intelligenza artificiale, come i modelli linguistici GPT-3 o GPT-4 usati per addestrare chatbot come ChatGPT. Chiunque abbia interagito con questi strumenti sarà probabilmente impressionato dalla qualità e rilevanza delle risposte fornite.

Tuttavia, alcuni critici ritengono che il test valuti solo parzialmente le capacità di un'intelligenza artificiale, poiché non considera aspetti come la percezione, il processo decisionale o la risoluzione di problemi. Inoltre, poiché il test di Turing è stato concepito oltre 50 anni fa per prodotti tecnologici molto meno avanzati, potrebbe non essere più adatto a classificare efficacemente le moderne IA.

Il primo computer a superare il test di Turing fu "*Eugene Goostman*", un chatbot sviluppata per simulare un ragazzo di 13 anni. Eugene convinse il 33% degli intervistatori di essere umano, diventando il primo esempio di programma a superare il test.

1.1.2 Sistemi che pensano razionalmente

I sistemi che pensano razionalmente si fondano sui principi della logica formale e del ragionamento deduttivo. Questo approccio presuppone che l'intelligenza possa essere rappresentata tramite regole logiche e inferenze ben definite.

Vediamo di esplorare ulteriormente questo concetto.

L'approccio logicistico trova le sue radici nella logica aristotelica. Aristotele ha formalizzato i concetti di sillogismo e inferenza deduttiva per analizzare e valutare la validità degli argomenti. Questa forma di logica fornisce le basi concettuali per l'intelligenza artificiale razionale.

I sistemi che pensano razionalmente si avvalgono di regole logiche per dedurre conclusioni a partire da premesse.

Seguono una metodologia rigorosa e formale, simile a quella proposta nella logica aristotelica. Questo approccio mira a creare agenti artificiali in grado di prendere decisioni ottimali basate su una valutazione razionale delle informazioni disponibili.

L'approccio logicistico trova applicazione nei sistemi esperti, dove la conoscenza di dominio è formalizzata attraverso regole logiche. Questi sistemi supportano la diagnosi di problemi complessi.

Viene utilizzato anche nell'ambito del ragionamento automatico e della pianificazione: qui l'agente deve prendere decisioni ottimali in scenari dinamici.

Nonostante le promesse, l'approccio logicistico presenta sfide. La principale riguarda la complessità nel rappresentare in modo esaustivo la conoscenza del mondo reale tramite regole logiche. In molti contesti, la logica potrebbe risultare insufficiente a catturare la complessità delle interazioni umane e ambientali, portando a decisioni subottimali o a una riduzione della flessibilità del sistema.

Un'altra questione cruciale riguarda l'etica. Poiché questi sistemi possono influenzare la vita delle persone, è essenziale garantire che le loro azioni siano etiche e rispettose dei valori umani. Incorporare principi etici nei modelli logici e garantire la trasparenza e l'accountability sono sfide importanti.

In conclusione, l'approccio logicistico rappresenta un importante filone di ricerca nell'intelligenza artificiale, che si basa sulla capacità di ragionare razionalmente attraverso regole logiche e deduttive.

Tuttavia, mentre offre vantaggi in termini di precisione e formalità, presenta anche sfide significative legate alla rappresentazione della conoscenza, all'etica e alla responsabilità. Affrontare queste sfide richiederà un approccio integrato che tenga conto delle implicazioni sociali, etiche e tecniche dell'uso di sistemi che pensano razionalmente.

1.1.3 Sistemi che pensano come gli esseri umani

Nel panorama dell'intelligenza artificiale, l'idea di "*macchine con una mente*" è stata introdotta da Haugeland nel 1985, mentre Hellman nel 1978 ha ulteriormente sviluppato questo concetto, identificando questa categoria come "*comprendente le attività che solitamente associamo al pensiero umano.*"

Questa definizione va intesa come pilastro nella comprensione di quei sistemi artificiali capaci di emulare o replicare in qualche modo i processi mentali umani.

Un aspetto rilevante di questa categoria è rappresentato dai sistemi in grado di agire in modo simile agli esseri umani, un concetto reso tangibile attraverso il Test di Turing.

Egli, infatti, si pone la seguente domanda ⁶:

«Instead of trying to produce a programme to simulate the adult mind, why not rather try to produce one which simulates the child's? »

Il superamento di questo test rappresenta un traguardo significativo nel campo dell'intelligenza artificiale, indicativo della capacità di un sistema di simulare il comportamento umano in modo convincente.

Questi sistemi non solo comunicano in modo efficace, ma dimostrano anche la capacità di comprendere il contesto della comunicazione, adattarsi alle sfumature del linguaggio e trarre nuove conclusioni dalle interazioni con gli esseri umani. In altre parole, sono in grado di adattarsi alle varie sfumature del linguaggio e di trarre nuove informazioni da ciascuna conversazione.

È un passo importante verso l'intelligenza artificiale che può interagire in modo più naturale e significativo con le persone.

⁶ Alan Turing. "Computing Machinery and Intelligence". Ottobre 1950. Rivista Mind

Ray Kurzweil, un noto futurologo ed esperto di intelligenza artificiale, ha dato voce a questa categoria definendola come:

"l'arte di creare macchine che svolgono funzioni che, quando eseguite da persone, richiedono intelligenza".

Questa definizione mette in luce il valore e la complessità di tali sistemi, che non solo eseguono compiti specifici, ma dimostrano anche una sorta di adattabilità e flessibilità intellettuali, riflettendo in parte la natura della mente umana e il suo processo decisionale.

1.1.4 Sistemi che agiscono razionalmente

La seconda serie di categorie per i sistemi di intelligenza artificiale li misura rispetto alla *"capacità di comportarsi in modo razionale"*⁷. Esistono due modi per avvicinarsi all'IA in questo contesto: i sistemi possono pensare razionalmente o agire razionalmente.

Nel capitolo 1.1.2 abbiamo esaminato i sistemi che pensano razionalmente focalizzandoci prevalentemente sull'approccio logicistico. L'approccio dell'agire razionalmente, invece, si distingue per la tendenza a perseguire gli obiettivi stabiliti, prendendo in considerazione i propri principi e valori personali.

Charniak e McDermott⁸ hanno descritto nel 1985 un sistema che può *pensare in modo razionale* con "lo studio delle facoltà mentali attraverso l'uso di modelli computazionali".

Questo è considerato l'approccio attraverso le *"leggi del pensiero"*.

⁷ Stuart Russell. *"Intelligenza artificiale: un approccio moderno."* 4ED. Pearson. Agosto 2021, 11.

⁸ https://www.trendmicro.com/it_it/what-is/machine-learning/artificial-intelligence.html

Aristotele fu il primo a spiegare ciò che chiamò "processi del ragionamento corretto" o inconfutabili. L'esempio dato da Russell e Norvig è che "*Socrate è un uomo, tutti gli uomini sono mortali, quindi Socrate è mortale.*"

È anche possibile che un sistema *agisca in modo razionale*, esibendo abilità basate sul Test di Turing.

Poole ha descritto cosa bisogna fare per creare un sistema di intelligenza artificiale che possa agire razionalmente poiché "*l'intelligenza computazionale è lo studio della progettazione di agenti intelligenti*".

1.2 Tipi di intelligenza artificiale

1.2.1 Intelligenza artificiale forte e debole

Quando parliamo di intelligenza artificiale non possiamo esimerci dall'esplicitare la differenza esistente tra *intelligenza artificiale forte (IAF)* ed *intelligenza artificiale debole (IAD)*⁹.

L'intelligenza artificiale forte o intelligenza artificiale generale, in sigla AGI (*artificial general intelligence*), è un concetto che riguarda la creazione di sistemi artificiali in grado di emulare l'intelligenza umana in tutte le sue forme, comprese la comprensione, l'apprendimento, il ragionamento e persino la coscienza.

Questo tipo di IA mira a sviluppare sistemi che non solo possano eseguire compiti specifici in modo efficiente, ma che siano anche in grado di adattarsi a nuove situazioni, apprendere dall'esperienza e comprendere il contesto in modo simile agli esseri umani.

L'IAF è associata all'idea che i sistemi artificiali possano sviluppare una forma di coscienza o comprensione del mondo circostante; ciò implica che tali sistemi non solo elaborino informazioni in modo logico, ma che abbiano anche una consapevolezza di sé

⁹ Jerry Kaplan. "*Intelligenza artificiale: Guida al futuro prossimo.*" LUISS University Press. Ottobre 2017, 6.

e della loro esistenza, oltre a essere in grado di applicare il loro apprendimento a una vasta gamma di contesti e problemi.

Tuttavia, l'IAF è una questione controversa e oggetto di grande dibattito all'interno della comunità scientifica e filosofica. Alcuni studiosi ritengono che sia possibile sviluppare un'intelligenza artificiale che superi l'intelligenza umana in tutti gli aspetti, mentre altri sono scettici riguardo a questa possibilità, sottolineando le sfide tecniche e concettuali legate alla creazione di sistemi così avanzati.

Un argomento correlato a questa discussione è il problema della coscienza artificiale: se un'intelligenza artificiale può veramente sviluppare una coscienza simile a quella umana, o se l'intelligenza artificiale può solo simulare l'apparenza di coscienza senza veramente comprenderla.

L'intelligenza artificiale debole (IAD) invece si riferisce a sistemi artificiali progettati per svolgere compiti specifici senza necessariamente comprendere il significato o il contesto di ciò che stanno facendo. Questi sistemi sono limitati alla loro capacità di eseguire compiti predefiniti e non hanno la capacità di adattarsi o apprendere in modo significativo dall'esperienza.

In altre parole, l'IA debole è specializzata in un compito o un insieme limitato di compiti e non possiede una comprensione generale o coscienza.

Gli esempi comuni di IA debole includono motori di ricerca, sistemi di raccomandazione e algoritmi di classificazione.

Sebbene l'IA debole sia meno ambiziosa dell'IA forte, è molto più diffusa e utilizzata nella vita quotidiana per risolvere problemi specifici in vari settori.

Il concetto di IA forte è stato analizzato e contestato dal filosofo John Searle nel suo esperimento della *stanza cinese* ¹⁰.

¹⁰ John R. Searle. “*Minds, brain and science*” Kindle version. Harvard University Press. Gennaio 1986,1.

Egli ha affermato:

«According to strong AI, the computer is not merely a tool in the study of the mind; rather, the appropriately programmed computer really is a mind. »

Durante i primi anni '80 vi era una forte convinzione che, in un futuro non molto prossimo, i sistemi tecnologici avrebbero potuto pensare e ragionare: convinzione portata avanti e sostenuta principalmente dai seguaci di Alan Turing e dei suoi pensieri sull'intelligenza artificiale.

Il primo a dare una risposta fu John Roger Searle, un professore di Berkeley, famoso per i suoi contributi alla filosofia del linguaggio ¹¹, il quale si trovò a dover discutere sul fatto che una macchina sarebbe stata in grado di emulare la mente razionale dell'essere umano.

Nel 1980 pubblicò il suo lavoro *“Menti, Cervelli e Programmi”*, nella rivista *“The Behavioral and Brain Sciences*, introducendo una differenza sostanziale tra due categorie di Intelligenze Artificiali, o meglio due concezioni della stessa: IA forte e IA debole.

Searle non poteva proprio concepire la mente come un software eseguibile su diverse configurazioni e, per avvalorare la sua tesi, propose il suo celebre esperimento della Stanza Cinese.

Il “paradosso della stanza cinese” è un esempio proposto dal filosofo John Searle per illustrare alcune limitazioni dell'intelligenza artificiale.

Immaginiamo un individuo rinchiuso in una stanza, madrelingua inglese, che non comprende né la lingua cinese scritta né quella parlata. Nella stanza, l'individuo trova due fogli: uno pieno di ideogrammi cinesi (una storia) e l'altro con domande in cinese relative alla storia. C'è anche un libro con istruzioni in inglese su come abbinare i simboli del primo foglio con quelli del secondo foglio.

¹¹ <https://www.fenomenologia.net/curiosita/la-stanza-cinese/>

L'uomo segue scrupolosamente le istruzioni e produce risposte corrette alle domande, ma senza comprendere il cinese. Nonostante ciò, un osservatore esterno madrelingua cinese potrebbe pensare che l'uomo abbia una buona padronanza della lingua cinese.

Searle afferma che un calcolatore esegue programmi nel suo linguaggio di programmazione (la sua "madrelingua"), manipolando simboli senza comprenderne il significato. L'operazione del calcolatore è puramente sintattica, basata sulla corretta manipolazione dei simboli.

Tuttavia, il calcolatore non comprende ciò che sta facendo, proprio come l'uomo nella stanza non comprende il cinese.

L'autore, inoltre, sottolinea che alcuni aspetti della mente umana sono semantici, legati ai significati e non solo ai simboli. Le macchine, invece, operano principalmente su programmi sintattici, senza comprensione del significato; pertanto, secondo Searle, i calcolatori non possono veramente "capire" nel senso in cui lo fa un essere umano.

In sintesi, il paradosso della stanza cinese solleva importanti questioni sulla comprensione, la semantica e le limitazioni dell'intelligenza artificiale. Mentre i calcolatori possono eseguire compiti sintattici, la vera comprensione richiede qualcosa di più profondo.

Ma quindi una macchina può pensare?

Se glielo chiedeste, John Searle vi risponderebbe che sì, una macchina è in grado di pensare.

Infatti, noi esseri umani non siamo altro che macchine molto complesse, capaci di pensare. Ciò che non è possibile, secondo la sua teoria, è ridurre tutto al giusto software come condizione sufficiente per capire e pensare.

Il suo esperimento della Stanza Cinese, a suo dire, dimostra che un calcolatore che esegue un programma sa manipolare simboli e agire in base alla sintassi ma senza comprenderne la semantica. In quel caso l'unica intenzione, l'unica comprensione è quella di chi sviluppa il programma. Nella macchina noi otteniamo una semplice simulazione di intelligenza.

1.2.2 Machine learning, deep learning e reti neurali

Negli ultimi decenni l'accelerazione dell'innovazione tecnologica ha portato a un cambiamento radicale nel modo in cui affrontiamo e risolviamo problemi complessi; tra le molteplici innovazioni che hanno plasmato il paesaggio tecnologico, la machine learning, il deep learning e le reti neurali emergono come pilastri fondamentali della rivoluzione digitale.

Il machine learning è una branca fondamentale dell'intelligenza artificiale: esso si concentra sullo sviluppo di algoritmi e modelli che consentono ai computer di apprendere dai dati e migliorare le loro prestazioni nel tempo, senza bisogno di essere esplicitamente programmati.

In altre parole, il machine learning si basa sull'idea di fornire ai computer la capacità di apprendere da esperienze passate e di utilizzare tali conoscenze per prendere decisioni o fare previsioni su nuovi dati.

Esistono diversi approcci al machine learning, ma i tre principali sono il machine learning supervisionato, il machine learning non supervisionato e il machine learning semi-supervisionato ¹².

1. *Machine Learning Supervisionato*: in questo metodo, il modello viene istruito impiegando un insieme di dati etichettati, cioè dati per cui la risposta attesa è già conosciuta. Il modello apprende a fare previsioni confrontando i suoi risultati con le risposte effettive e adattando di conseguenza i suoi parametri. Questo tipo di apprendimento è frequentemente utilizzato per risolvere problemi di classificazione e regressione, come il riconoscimento delle immagini o la previsione delle vendite.
2. *Machine Learning Non Supervisionato*: il modello viene addestrato su un insieme di dati non etichettati, ovvero dati per cui non si conosce la risposta attesa. Il modello cerca schemi o strutture nei dati senza l'ausilio di etichette. Questo tipo di apprendimento è spesso utilizzato per l'analisi esplorativa dei dati, la segmentazione della clientela o il rilevamento di anomalie.
3. *Machine Learning Semi-Supervisionato*: questo metodo combina elementi di apprendimento supervisionato e non supervisionato, utilizzando un insieme di dati che contiene sia dati etichettati che non etichettati. È particolarmente utile quando è costoso o difficile ottenere un grande numero di dati etichettati, poiché il modello può sfruttare una combinazione di dati etichettati e non etichettati per migliorare le sue prestazioni.

¹² John C. Hull. *“Machine Learning in Business: un'introduzione alla scienza dei dati.”* 2ED Giugno 2020, 10. Edizione italiana a cura di Emilio Barone

Nel contesto della produzione aziendale, il machine learning viene utilizzato per una varietà di scopi, tra cui la previsione della domanda dei clienti, l'ottimizzazione della catena di approvvigionamento, il controllo della qualità dei prodotti e la manutenzione predittiva delle attrezzature.

L'uso del machine learning consente alle aziende di trarre vantaggio dai dati disponibili per prendere decisioni più informate e migliorare l'efficienza complessiva delle loro operazioni.

Il deep learning rappresenta un caso particolare di feature learning, che a sua volta è una branca del machine learning. Si concentra sulle reti neurali artificiali dotate di due o più strati (spesso chiamate multilayered o con hidden layers) capaci di processare informazioni in modo non-lineare, a seconda della funzione di attivazione scelta.

In sostanza, si tratta di una rete neurale con un numero di livello maggiore o uguale a tre che cerca di emulare i processi della mente umana, anche se non sono ancora in grado di eguagliarne la complessità, riuscendo ad "apprendere" da un ampio insieme di dati.

Sebbene una rete neurale con un unico livello possa ancora fornire approssimazioni, strati nascosti aggiuntivi possono contribuire a perfezionare e migliorare l'accuratezza.

Il deep learning alimenta numerosi strumenti di IA, che automatizzano compiti espliciti e tangibili, rendendo del tutto annullabile l'attività dell'essere umano. Possiamo dire che tale tecnologia fonda le proprie radici nei prodotti e servizi utilizzati quotidianamente (come assistenti virtuali, telecomandi vocali per TV, sistemi di rilevamento frodi con carte di credito) e di tecnologie emergenti (come veicoli autonomi).

Differenza tra deep learning e machine learning

Vi è una differenza sostanziale tra il concetto di deep learning e di machine learning tradizionale: in primis per gli indicatori che vengono utilizzati e in secondo luogo per i metodi di apprendimento.

Alla base dei programmi di machine learning c'è principalmente l'utilizzo di dati strutturati ed espressamente utilizzati per fare previsioni, organizzando le precise mansioni in tabelle basate sui dati di input.

Al contrario, il deep learning è in grado di elaborare dati non strutturati come testo e immagini senza una preelaborazione significativa.

Per esempio, consideriamo un set di immagini di animali domestici da categorizzare. Gli algoritmi di deep learning possono identificare le caratteristiche rilevanti per distinguere tra gatti, cani, criceti e altri animali senza la necessità di una gerarchia di caratteristiche stabilita manualmente da esperti umani. Utilizzando tecniche come la *discesa del gradiente*¹³ e il *backpropagation*, l'algoritmo di deep learning può adattarsi e migliorare la sua precisione nel tempo.

Il machine learning e il deep learning possono impegnarsi in diversi tipi di apprendimento, tra cui controllato, non controllato e per prestazioni. L'apprendimento controllato utilizza dataset etichettati per fare previsioni o categorizzare dati, mentre l'apprendimento non controllato rileva pattern nei dati senza etichette.

L'apprendimento per prestazioni mira a massimizzare le prestazioni di un modello in base ai feedback ricevuti.

Le reti neurali profonde puntano a emulare la mente umana mediante l'utilizzo di input dati e distorsioni. Questi elementi collaborano per individuare, catalogare e definire oggetti nei dati.

Le reti neurali profonde sono formate da più strati fra loro connessi che aumentano la precisione e l'ottimizzazione delle previsioni e delle categorizzazioni attraverso la codificazione avanzata.

I livelli visibili di input e output di una rete neurale profonda sono i punti in cui il modello acquisisce dati e produce previsioni o classificazioni.

¹³ <https://www.ibm.com/it-it/topics/deep-learning>

Il processo di backpropagation utilizza algoritmi come la discesa del gradiente per calcolare errori di previsione e regolare pesi e distorsioni attraverso i livelli, migliorando l'accuratezza del modello nel tempo.

Il deep learning comprende una vasta gamma di algoritmi e reti neurali progettati per affrontare specifici problemi o dataset.

Possiamo distinguere ad esempio ¹⁴:

- *Le reti neurali convoluzionali (CNN)*, impiegate principalmente nelle applicazioni di visione artificiale e analisi delle immagini; hanno la capacità di individuare tratti distintivi e schemi all'interno di un'immagine, consentendo operazioni come il riconoscimento e la classificazione degli oggetti.
- *Le reti neurali ricorrenti (RNN)* sono comunemente impiegate nei sistemi di elaborazione del linguaggio naturale e riconoscimento vocale, poiché sono in grado di analizzare dati sequenziali o serie temporali.

Esistono infinite applicazioni del deep learning incorporate in prodotti o servizi che sono entrate a far parte della nostra vita, senza che noi ce ne rendessimo conto.

Alcuni di questi compiti sono i seguenti ¹⁵:

Applicazione delle normative

I sistemi di deep learning hanno la capacità di esaminare e apprendere dai dati transazionali, al fine di individuare schemi sospetti che possono indicare attività potenzialmente fraudolente o illegali.

¹⁴ John C. Hull. *“Machine Learning in Business: un'introduzione alla scienza dei dati.”* 1ED Novembre 2019, 18. Edizione italiana a cura di Emilio Barone.

¹⁵ <https://www.ibm.com/it-it/topics/deep-learning>

Attraverso il riconoscimento vocale, la visione artificiale e altre forme di applicazioni di deep learning, è possibile ottimizzare l'analisi investigativa, in particolare le tracce audio e video, fotografie e archivi, agevolando così le autorità di polizia nel processare elevati volumi di informazioni, statistiche e documenti in modo più rapido ed accurato.

Servizi finanziari

Le istituzioni finanziarie sfruttano quotidianamente l'analisi predittiva per guidare le operazioni di trading algoritmico, stimare i potenziali pericoli aziendali nelle decisioni di prestito, individuare frodi e facilitare la gestione dei portafogli e dei depositi dei clienti.

Assistenza clienti

Numerose organizzazioni integrano la tecnologia di deep learning nei loro processi di assistenza clienti. I chatbots, ampiamente utilizzati in numerosi contesti, servizi e siti di assistenza clienti, rappresentano una forma elementare di intelligenza artificiale.

Sebbene i chatbot tradizionali operino principalmente attraverso il linguaggio naturale e talvolta il riconoscimento visivo, le soluzioni più avanzate si impegnano nell'apprendimento per gestire con successo domande ambigue e indirizzare le conversazioni in modo più fluido.

Settore sanitario

Il campo della sanità ha ottenuto notevoli vantaggi dall'implementazione delle capacità di deep learning, soprattutto con la digitalizzazione delle cartelle cliniche e delle immagini. Le applicazioni di riconoscimento delle immagini collaborano con specialisti medici e radiologi, accelerando l'analisi e la valutazione di grandi quantità di immagini in tempi più brevi.

Il deep learning necessita di una notevole potenza di calcolo. Le unità di elaborazione grafica (GPU) ad alte prestazioni sono preferibili perché sono in grado di controllare un'ampia quantità di operazioni in parallelo, con una memoria sufficientemente ampia.

Ciononostante, la gestione di più GPU in locale può richiedere risorse interne significative e comportare costi considerevoli per l'espansione.

1.3 Perché l'intelligenza artificiale è rilevante per la produzione aziendale

Negli ultimi decenni l'accelerazione dell'innovazione tecnologica ha portato a un cambiamento radicale nel modo in cui affrontiamo e risolviamo problemi complessi. Tra le molteplici innovazioni che hanno plasmato il paesaggio tecnologico, il machine learning, il deep learning e le reti neurali emergono come pilastri fondamentali della rivoluzione digitale.

L'adozione dell'Intelligenza Artificiale nella produzione aziendale è motivata da diverse ragioni fondamentali. In primo luogo, l'IA offre un potenziale significativo per ottimizzare i processi produttivi, ottimizzare le operazioni e abbattere le spese.

Attraverso l'analisi dei dati e l'apprendimento automatico, inoltre, le aziende possono identificare pattern nascosti nei processi di produzione, prevedere la domanda del mercato e ottimizzare la catena di approvvigionamento.

In secondo luogo, l'IA consente alle aziende di migliorare la qualità dei loro prodotti e servizi attraverso la diagnosi precoce di difetti, il monitoraggio in tempo reale dei processi e la personalizzazione delle soluzioni per le esigenze specifiche dei clienti.

Questo non solo aumenta la soddisfazione del cliente, ma può anche contribuire a migliorare la reputazione e la competitività dell'azienda sul mercato.

Infine, l'IA apre nuove opportunità di innovazione e differenziazione per le aziende, consentendo lo sviluppo di prodotti e servizi innovativi e la creazione di nuovi modelli di business.

Attraverso l'automazione intelligente, le aziende possono liberare risorse umane per attività ad alto valore aggiunto, come la ricerca e lo sviluppo o la gestione delle relazioni con i clienti.

Obiettivi della tesi

- **Analisi delle Applicazioni Avanzate di Intelligenza Artificiale nella Produzione Aziendale:**

L'obiettivo principale di questa tesi è quello di esaminare le diverse applicazioni dell'IA nel contesto della produzione aziendale. Questo include l'analisi di un case study sulla Lamborghini S.p.A., l'identificazione di trend e l'approfondimento delle tecnologie e metodologie più innovative utilizzate dalle imprese nel settore manifatturiero. Attraverso questa analisi, si intende comprendere come l'IA stia trasformando i processi produttivi e quali benefici possa apportare alle aziende.

- **Valutazione degli Impatti Economici dell'Adozione dell'IA sulla Produzione Aziendale:**

Un altro punto cruciale consiste nel valutare gli impatti economici dell'adozione dell'IA sulla produzione aziendale, questo include: l'analisi degli investimenti necessari per implementare soluzioni basate sull'IA, l'effetto sull'efficienza operativa e sulla produttività, nonché l'impatto sui costi e sui ricavi aziendali. Si cercherà anche di comprendere come l'IA influenzi la competitività delle imprese nel mercato globale.

- **Esplorazione delle Sfide e delle Opportunità legate all'Adozione dell'IA nella Produzione:**

Un aspetto fondamentale della ricerca sarà l'analisi delle sfide e delle opportunità che le aziende devono affrontare nell'applicare l'IA nella produzione, come ad esempio: la valutazione dei rischi associati, come la sicurezza dei dati e la privacy, la formazione del personale, la gestione del cambiamento organizzativo e l'integrazione dei sistemi esistenti.

Allo stesso tempo, si esploreranno le opportunità di innovazione, miglioramento della qualità, ottimizzazione dei processi e creazione di valore aggiunto per i clienti.

- Valutazione delle Implicazioni Etiche e Sociali dell'Uso dell'IA nella Produzione Aziendale:

Infine, la tesi si propone di esaminare le implicazioni etiche e sociali derivanti dall'uso dell'IA nella produzione aziendale. Verranno prese in considerazione questioni come l'automazione del lavoro, l'impatto sull'occupazione, l'equità e l'accessibilità delle tecnologie basate sull'IA.

Si cercherà di comprendere come le aziende possano adottare pratiche etiche e responsabili nel loro utilizzo dell'IA, al fine di massimizzare i benefici sociali e ridurre i rischi.

Capitolo 2. Le applicazioni dell'intelligenza artificiale nella produzione aziendale

2.1 Applicazioni pratiche in azienda

Con il passare del tempo sempre più imprese stanno investendo risorse in intelligenza artificiale, considerandola a tutti gli effetti un valore aggiunto per il futuro e la crescita della propria attività.

Investire in sistemi di intelligenza artificiale sta diventando quasi un fattore di differenziazione delle aziende leader di settore nei confronti dei competitors, determinando un punto di svolta fondamentale sotto innumerevoli aspetti.

L'utilizzo della tecnologia nasce, se vogliamo, dall'esigenza di ottimizzare le scarse risorse che tendenzialmente un'impresa ha a disposizione, ridurre i costi operativi e di gestione, quindi migliorare il grado di efficacia e di efficienza ¹⁶.

¹⁶ <https://www.artea.com/applicazioni-business-dellintelligenza-artificiale-per-la-tua-azienda/>

Con il passare del tempo si sta sdoganando sempre di più l'utilizzo dell'intelligenza artificiale all'interno della vita aziendale: i possibili utilizzi, infatti, sono pressoché infiniti data la velocità della attuale rivoluzione tecnologica; vediamo alcuni.

I sistemi di IA utilizzati in un contesto aziendale nascono dall'esigenza di risolvere determinati problemi e criticità: un esempio è dato dalla gestione delle fatture.

Le aziende ¹⁷, soprattutto di grandi dimensioni, si trovano a dover gestire migliaia e migliaia di fatture quotidianamente, ciò può comportare problemi di diversa natura, uno di questi è il rischio di insolvenza della controparte.

A tal proposito è stata creata una piattaforma che, basandosi sull'utilizzo di algoritmi di machine learning, riesce a raccogliere dati storici, statistiche di pagamenti, debiti e altri indicatori finanziari, così da ridurre il rischio che una fattura non venga pagata nel tempo prestabilito con una precisione di circa il 97%.

La peculiarità sta nel fatto che questa piattaforma è capace di memorizzare tutti i pagamenti e imparare dai suoi errori, riuscendo ad essere sempre più accurata e precisa.

In un'epoca caratterizzata da un basso tasso di occupazione, le aziende si ritrovano a visionare un'enorme quantità di curriculum di qualsiasi genere creando notevoli problemi alle *human resources*.

È per questo che è stato ideato un *cv assistant* che, sfruttando algoritmi di machine learning, è in grado di selezionare i candidati più competenti per quelle determinate posizioni, evitando di far sprecare risorse e tempo all'azienda per la ricerca.

Il suo funzionamento è in realtà molto semplice; infatti, il suo compito è ricercare nei vari cv che vengono inviati, determinate caratteristiche, parole chiave e skills che l'azienda ritiene indispensabili e determinanti.

¹⁷ <https://www.artea.com/applicazioni-business-dellintelligenza-artificiale-per-la-tua-azienda/>

L'intelligenza artificiale sta rivoluzionando in modo sostanziale anche le modalità con cui le aziende si relazionano con i clienti attuali e potenziali.

Fondamentale quindi l'utilizzo di software denominati "*chatbots*" che consentono di simulare delle vere e proprie conversazioni con i clienti senza avere la percezione di star parlando con una macchina.

Questi software si basano sull'utilizzo del *natural language processing* (NLP) e *machine learning* (ML), si distinguono in due tipologie:

- Chatbot dichiarativi: sono programmati specificatamente per una mansione.
- Chatbot di conversazione: sono più interattivi e personalizzati, sono detti anche assistenti virtuali.

L'obiettivo è dunque migliorare la customer experience per il cliente cercando di comprendere le sue necessità in modo da generare risposte automatizzate e personalizzate.

Tuttavia, dati gli ingenti costi da sostenere per gli investimenti in sistemi di intelligenza artificiale anche e soprattutto in termini di ricerca, ad oggi sono ancora poche le aziende che possono beneficiare di tali agevolazioni

Sono infatti quasi solo i Tech giants ad effettuare massici investimenti in intelligenza artificiale; vediamo alcuni esempi:

- *Microsoft* ¹⁸

Esistono casi in cui, data l'importanza di un'azienda, determinate azioni, decisioni e finanziamenti sono in realtà dettati da motivazioni geopolitiche.

¹⁸<https://www.quotidiano.ilsole24ore.com/sfoglio/aviator.php?newspaper=S24&edition=SOLE&issue=20240417&startpage=12&displaypages=2&articleId=1938583>

È proprio il caso di Microsoft, il gigante statunitense dell'informatica, che di recente ha deciso di "scommettere" nell'intelligenza artificiale: in particolare ha annunciato un investimento di 1,5 miliardi di dollari in G42, una holding tecnologica degli Emirati Arabi Uniti che mira a diventare leader mondiale nel settore.

Questo accordo sostenuto dal presidente Biden mira da un lato a rafforzare la posizione di Microsoft come uno dei principali attori nel settore tecnologico, e dall'altro rappresenta anche una mossa strategica e di diplomazia per gli Stati Uniti nel contesto della crescente competizione con la Cina al fine di limitare la sua avanzata digitale.

L'accordo include anche disposizioni per eliminare tecnologie cinesi, come quelle di Huawei, evidenziando l'importanza delle alleanze economiche nella protezione della sicurezza e della tecnologia emergente.

Questa partnership sottolinea il ruolo sempre più centrale che la tecnologia svolge nelle relazioni internazionali e nel bilancio di potere globale.

*Intelligenza artificiale: il nuovo petrolio*¹⁹

L'espansione dell'intelligenza artificiale sta rivoluzionando completamente lo scenario del Medio Oriente, che basava la sua ricchezza fondamentalmente sul petrolio.

L'investimento di Microsoft in G42 è un chiaro segnale che tale trasformazione è già in corso; i due paesi stanno costruendo data center per supportare l'IA cercando di rispettare le norme ambientali, ci riferiamo quindi all'adozione di tecnologie green che mirino a ridurre l'impatto ambientale.

¹⁹<https://www.quotidiano.ilsole24ore.com/sfoglio/aviator.php?newspaper=S24&edition=SOLE&issue=20240417&startpage=12&displaypages=2&articleId=1938521>

- *Meta*

Nonostante un aumento dei ricavi del 27% nel primo trimestre del 2024, pari circa a 36,46 miliardi di dollari ²⁰, il 25 Aprile Meta ha subito una caduta in borsa pari al 16% della sua capitalizzazione di mercato (oltre 170 miliardi di dollari), che ha trascinato verso il basso anche i titoli di Google e Microsoft.

L'holding di Menlo Park di recente ha sopportato ingenti spese che hanno fatto preoccupare notevolmente gli azionisti, parliamo di spese sull'intelligenza artificiale che potrebbero richiedere anni prima di essere ripagate.

Tuttavia, la strategia a lungo termine di Mark Zuckerberg è proprio questa: aumentare notevolmente i costi per i prossimi anni, per avere poi ricavi esorbitanti in un futuro non molto lontano.

L'azienda sta scommettendo sull'IA ma, pur non avendo ancora fornito una stima dei ricavi previsti, potrebbe volerci tanto tempo prima che tali investimenti si tramutino in guadagni.

Negli anni abbiamo assistito ad una progressiva espansione dell'intelligenza artificiale soprattutto grazie alla potenza di calcolo degli algoritmi di IA e alla possibilità di raccogliere un'enorme quantità di dati nei database.

In generale, sono innumerevoli le applicazioni dell'intelligenza artificiale in campo aziendale, ma un'area aziendale in cui l'IA viene impiegata con successo è senz'altro il marketing: grazie all'apprendimento automatico, infatti, è possibile identificare pattern e tendenze nelle preferenze dei consumatori consentendo alle imprese di elaborare strategie di marketing mirate.

²⁰<https://www.quotidiano.ilsole24ore.com/sfoglio/aviator.php?newspaper=S24&edition=SOLE&issue=20240426&startpage=6&displaypages=2&articleId=1941434>

Questo rende possibile la realizzazione di campagne pubblicitarie specifiche, capaci di “aggredire” direttamente il mercato per i diversi segmenti di consumatori.

Manifestamente possiamo ricordare: il caso di Spotify con IA DJ, il caso di EasyJet che ha integrato nella sua applicazione un’interfaccia di conversazione che analizza le richieste e fornisce informazioni agli utenti; infine ricordiamo anche PayPal che ha creato un modello predittivo capace di elaborare i dati storici e prevedere la possibilità di abbandono dei clienti.

Questi sono solo alcuni esempi di come l’intelligenza artificiale possa apportare benefici all’azienda in termini di soddisfazione per il cliente finale: possiamo dire che rappresentino investimenti volti direttamente ai consumatori per un’esperienza unica ed indimenticabile.

In conclusione, l’adozione dell’IA in azienda può apportare numerosi benefici, tra cui l’ottimizzazione dei processi, l’aumento dell’efficienza, la creazione di nuovi posti di lavoro, un maggiore rispetto per l’ambiente e la facilitazione delle mansioni dei lavoratori.

2.1.1 Applicazioni specifiche nei processi produttivi

Il moderno panorama industriale è caratterizzato da una continua innovazione che spinge le imprese ad una maggiore competitività: diventa necessario quindi, in un mercato globalizzato, restare continuamente aggiornati per adattarsi ai cambiamenti globali.

In quest’ottica l’intelligenza artificiale sta rivoluzionando il settore industriale concedendo la possibilità ad un’impresa di non restare indietro e di mantenere la propria posizione competitiva rispetto agli altri players.

Una delle applicazioni di intelligenza artificiale nella produzione aziendale è senza dubbio il *controllo qualità basato sul riconoscimento di immagini* ²¹.

Il controllo qualità ²², storicamente sempre svolto dall'uomo, sta diventando sempre di più di cruciale importanza per la vita aziendale, data la sua immediata correlazione con la customer experience del cliente.

Un'azienda infatti mira ad ottenere un determinato standard di output, cercando di garantire la miglior qualità possibile ai clienti e appagare il loro livello di soddisfazione post acquisto.

Sempre di più si sta puntando all'automazione del controllo qualità grazie all'utilizzo dell'*image recognition*: un'IA basata sull'utilizzo di reti neurali che riceve input sotto forma di contenuti visivi ed immagini e riesce ad indentificare potenziali difetti ed imperfezioni in un prodotto.

Numerosi sono i benefici apportati dall'utilizzo dell'*image recognition* ²³, tra i quali possiamo ricordare:

- Rapidità e precisione nel rilevamento dei difetti; questa tecnologia, infatti, riesce ad individuare imperfezioni che potrebbero sfuggire all'occhio umano e in un tempo molto ridotto.
- Maggior grado di qualità ottenuta; oltre ad una maggior qualità del prodotto è possibile ottenere un'elevata qualità anche del packaging, in modo che il prodotto non subisca danni durante gli spostamenti.

²¹ <https://www.handelskammer.bz.it/it/servizi/digitalizzazione/conoscenze-pratiche/articoli-specializzati/applicazione-dellintelligenza-artificiale-nelle-imprese>

²² <https://www.linkedin.com/pulse/rivoluzionare-il-controllo-di-qualit%C3%A0-con-limage-basato-redona-delef/>

²³ <https://www.linkedin.com/pulse/rivoluzionare-il-controllo-di-qualit%C3%A0-con-limage-basato-redona-delef/>

- Perfezionamento della logistica; è possibile, infatti, identificare e raggruppare prodotti più rapidamente, apportando benefici alla catena di approvvigionamento dell'azienda.
- Riduzione dei costi; in particolare costi operativi.
- Maggior precisione e limitazione dell'errore; l'IA avrà sicuramente un margine di errore inferiore a quello dell'uomo e sarà di conseguenza più precisa nello svolgere tale mansione.

2.2 Case Study: Lamborghini

Nel seguente capitolo vorrei trattare nello specifico un caso particolare di applicazione di un'intelligenza artificiale nel processo produttivo aziendale che mi ha particolarmente affascinato, mi riferisco in particolare al caso della Automobili Lamborghini.

Con riferimento a tale concetto vorrei illustrare un esempio pratico attualmente in uso per mostrare quanto detto in precedenza non sia puramente teorico, ma al contrario realmente applicabile e direttamente proficuo e vantaggioso per un'azienda.

Dopo una breve descrizione dell'azienda, questa sezione analizzerà a livello tecnico come viene applicata l'intelligenza artificiale, in cosa viene applicata, quali sono le criticità e soprattutto quali sono stati e quali saranno i frutti e i risultati ottenuti dal suo utilizzo.

2.2.1 Presentazione Lamborghini: breve storia e posizionamento sul mercato automobilistico

Ferruccio Lamborghini ha creato uno dei marchi più conosciuti al mondo, ma come ha fatto a far diventare la Lamborghini la casa automobilistica che tutti noi oggi conosciamo?

Nasce a Renazzo, in provincia di Ferrara, il 28 aprile 1916 sotto il segno del Toro ovviamente; i genitori possedevano dei terreni in Emilia-Romagna e si occupavano di agricoltura e allevamento.

Ferruccio però era più interessato alla meccanica: finita la scuola elementare viene iscritto all'istituto di formazione professionale dei fratelli Taddia e nel frattempo inizia a lavorare come apprendista nella bottega di un fabbro.

Dopo l'apprendistato decide di aprire la sua prima officina con un suo amico a Renazzo, ma il sogno svanisce presto, quando nel 1939 viene richiamato dall'esercito e spedito a Rodi.

Date le sue competenze nel campo della meccanica viene affidato al cinquantesimo reparto misto di manovra dove il suo lavoro risulta indispensabile per riparare i mezzi antiquati dell'esercito imparando a recuperare pezzi di auto e furgoni destinati alla rottamazione.

Tornato dalla guerra queste competenze gli tornarono molto utili, infatti nel 1946 riaprì un'altra officina di riparazioni che, da lì a breve, divenne un vero e proprio impianto di costruzione di autovetture.

Lamborghini insieme ad altri tre soci, con un capitale di due milioni di lire, fonda la società Lamborghini Carassiti Monti Guazzaloca, che si occupava della costruzione di trattori sfruttando le competenze apprese da Ferruccio durante la sua esperienza in guerra ed utilizzando i veicoli inutilizzati o distrutti dalla guerra.

Gli affari vanno bene e nel 1948 fonda la Lamborghini trattori, vendendo centinaia di trattori agli agricoltori italiani ogni anno; tuttavia, la passione per le auto sportive e per le corse non lo aveva mai abbandonato.

Lamborghini all'epoca possedeva due Ferrari, ma durante le sue corse sulla Bologna-Cantagallo-Firenze sentiva che la frizione delle sue Ferrari non rispondeva correttamente alle sollecitazioni della macchina.

Il punto di svolta si ebbe proprio quando Lamborghini spiegò il problema ad Enzo Ferrari, proponendogli una collaborazione, ma l'imprenditore modenese non si convinse e lo intimò di "tornare ai suoi trattori".

Lamborghini, infuriato, decise di spostare il fondo di un miliardo di lire, destinato alla cartellonistica stradale, per la creazione di una nuova fabbrica a Sant'Agata bolognese (attuale sede della Lamborghini S.p.A.) nonostante le banche fossero contrarie e i collaboratori evidenziassero l'elevata concorrenza data da Ferrari e Maserati.

Nel 1963 nasce così la Automobili Ferruccio Lamborghini, ma gli affari non vanno come previsto: infatti, al salone di Torino nello stesso anno viene presentata la prima vettura di casa Lamborghini, la "350 GTV", ma le vendite non vanno di certo come previsto.

A dire il vero anche il secondo modello, la 350 GT, si rivelò un fallimento e Lamborghini era sul punto di chiudere l'azienda.

La svolta decisiva fu quando nel 1965 venne proposta dai suoi collaboratori una vettura del tutto innovativa con un motore posteriore, stiamo parlando della Lamborghini Miura che venne prodotta in più di 764 esemplari.

L'azienda fu poi venduta nel 1972 alla Same, e successivamente verrà venduta altre quattro volte fino al 1998, quando fu acquistata da Audi, società appartenente al gruppo Volkswagen.

Ad oggi l'Automobili Lamborghini con un fatturato di circa 2,66 miliardi ²⁴ di euro nel 2023 (+ 12% rispetto al 2022) si conferma la casa automobilistica leader nel mercato delle auto sportive con circa 10.123 vetture vendute in tutto il mondo.

È stato determinante, però, il lancio del nuovo SUV URUS, modello più venduto nel 2023 (circa 6.000 modelli venduti) che ha rappresentato un vero e proprio successo.

La Lamborghini URUS rappresenta il primo *super sport utility vehicle* al mondo, creato per unire la sportività e l'eleganza di una supercar con la comodità e la sicurezza di una familiare.

2.3 Implementazione dell'intelligenza artificiale per la verniciatura dei SUV

La Lamborghini ha rivoluzionato notevolmente il concetto di "industria 4.0" in Italia, dimostrando che l'applicazione dell'intelligenza artificiale nel processo produttivo aziendale non è più una concezione così astratta, ma al contrario realmente applicabile.

Nel 2019 l'azienda emiliana ha inaugurato un nuovo impianto di verniciatura della nuova Lamborghini URUS ²⁵ presso lo stabilimento di Sant'Agata Bolognese; si tratta di un complesso sistema all'avanguardia, nonché del primo impianto al mondo dotato di intelligenza artificiale che rende possibile il riconoscimento delle preferenze dell'azienda e la programmazione dei processi produttivi ²⁶.

L'intelligenza artificiale in questione si occuperà non solo di riconoscere le preferenze e automatizzare i processi produttivi, ma anche di programmare le mansioni sulla base dell'esperienza passata: ad esempio ricordandosi le tempistiche necessarie o la precisa quantità di colore necessaria per la verniciatura di un'autovettura.

²⁴ <https://www.ilsole24ore.com/art/lamborghini-record-2023-10mila-auto-e-fatturato-266-miliardi-euro-AFJLDv8C>

²⁵ <https://finanza.lastampa.it/News/2019/07/02/lamborghini-mette-in-campo-intelligenza-artificiale-per-la-verniciatura-dei-suv/MTQ1XzIwMTktMDctMDJfVExC>

²⁶ <https://www.avvenire.it/economia/pagine/lamborghini-da-record-in-sei-mesi-96-di-consegne>

Emerge così un aspetto fondamentale di tale impianto, vale a dire la volontà dell'azienda di aumentare la personalizzazione del SUV per il cliente, il quale può scegliere colori e grafiche che più gli aggradano e addirittura utilizzare colori che prima non avrebbero mai potuto utilizzare.

Stiamo parlando di un mix tra “artigianalità”, data dell'enorme esperienza della Lamborghini nel settore automobilistico, e “digitalizzazione” grazie all'utilizzo di un'intelligenza artificiale innovativa in grado di portare il grado di soddisfazione del cliente a livelli mai visti prima.

In particolare, le opzioni che offre la Lamborghini sulle colorazioni si suddividono in quattro categorie ²⁷:

- Standard
- Special
- Matt
- Ad Personam

Naturalmente il prezzo per tale servizio aumenta all'aumentare del grado di personalizzazione che il cliente desidera, ad esempio con il programma Ad Personam quest'ultimo oltre a poter scegliere i propri colori e grafiche, può addirittura crearne di unici.

L'ingente investimento sostenuto dalla Lamborghini, come dichiarato in quell'anno dal Chief Manufacturing Officer Ranieri Niccoli, è stato giustificato dalla forte espansione e dall'ampliamento della quota di mercato data dal lancio del nuovo Super SUV.

Dal 2018 al 2019, infatti, ha visto un aumento del 96% delle consegne delle sue auto, cui circa il 59% sono Lamborghini Urus.

²⁷ <https://www.carrozzeria.it/nuovo-impianto-verniciatura-lamborghini-dotato-di-intelligenza-artificiale/>

L'investimento in intelligenza artificiale si concretizza anche nella volontà della casa automobilistica di preservare il proprio know-how rispetto ai competitors, ampliare la quota di mercato e di aumentare la brand identity.

2.3.1 Risultati ottenuti e benefici per la produzione

Come vedremo nei prossimi capitoli di questa tesi, il progresso non va temuto, bensì compreso e accettato in quanto capace di apportare benefici ed opportunità non solo all'azienda, ma anche ai dipendenti stessi.

In questo caso i vantaggi derivanti dall'utilizzo del nuovo Paint Shop di Lamborghini sono innumerevoli, ma tra questi possiamo specificarne qualcuno in particolare:

- Aumento del personale

Il nuovo impianto di verniciatura, infatti, ha portato ad un significativo aumento delle assunzioni da parte dell'azienda.

È stata necessaria l'introduzione di 200 nuove risorse, destinate ad aumentare di circa il 70% nei prossimi cinque anni, che hanno dovuto seguire un iter formativo di circa un anno per possedere le conoscenze necessarie per l'utilizzo di questa nuova intelligenza artificiale.

Inoltre, lo stabilimento di Sant'Agata Bolognese ha visto raddoppiare le sue dimensioni, passando da una superficie di 80.000 mq ad una di 160.000 mq coinvolgendo circa 300 imprese e 3600 persone esterne all'azienda.

- Riduzione dei tempi e dei costi

Grazie all'automazione del processo di verniciatura è stato possibile non solo ridurre i costi, ma anche le tempistiche, in quanto tale processo è un mix tra operazioni manuali e robotiche.

Così facendo l'intelligenza artificiale svolgerà le attività più routinarie e ripetitive accelerando il processo, mentre l'umano utilizzerà le sue competenze manuali per finalizzare il tutto.

- Sostenibilità ambientale ²⁸

Il mondo sta cambiando e sempre di più le grandi aziende, con ampie risorse a disposizione, stanno mirando a modelli di business sempre più sostenibili per l'ambiente.

La Lamborghini non è stata da meno, infatti la "ristrutturazione" dello stabilimento ha reso possibile una diminuzione del 30% del suolo rispetto agli altri impianti di verniciatura, ma non solo: infatti il 25% dell'energia proviene da fonti rinnovabili grazie ai nuovi colori utilizzati (formati al 95% da acqua) e al riutilizzo dei cosiddetti materiali di scarico nel processo produttivo.

2.3.2 Sfide affrontate durante l'implementazione

Tuttavia, ad oggi non è ancora così semplice per un'azienda lo sviluppo e soprattutto l'applicazione di un sistema di IA in azienda.

La prima criticità è sicuramente rappresentata dalle ancora scarse competenze specifiche del personale, si nota infatti come in Lamborghini sia stato necessario un iter formativo di circa 12 mesi per gli addetti all'impianto di manutenzione.

Inoltre, come vedremo in seguito, esistono diverse sfide, problemi ed incertezze che rendono le persone ancora avverse nei confronti dell'intelligenza artificiale, come ad esempio: la fiducia verso la macchina, la sostituzione della macchina nei lavori dell'uomo, chi deve prendere le decisioni e chi si deve assumere le responsabilità, replicare gli errori dell'uomo e tante altre.

²⁸ <https://www.politecnica.it/news/industria-4-0-sostenibilita-ed-intelligenza-artificiale-per-il-nuovo-paintshop-lamborghini/>

Capitolo 3. Aspetti organizzativi, etici e di compliance

3.1 Impatto organizzativo dell'intelligenza artificiale nella produzione

Come sappiamo, l'evoluzione tecnologica e la progressiva espansione dell'intelligenza artificiale, ha determinato delle vere e proprie rivoluzioni in campo aziendale, ed è per questo motivo che è necessario analizzare con cura quali siano stati gli impatti che l'intelligenza artificiale ha avuto nella produzione e quali siano stati gli inevitabili cambiamenti organizzativi necessari per l'adozione di tale tecnologia.

Gli esempi di applicazione pratica dell'intelligenza artificiale nei processi aziendali sono innumerevoli e spaziano dai macchinari e veicoli automatizzati della smart factory, alle chatbots del servizio clienti e agli algoritmi dei sistemi antifrode ²⁹.

Nel 2024 questa tecnologia risulta incorporata in diversi settori, vediamo alcuni esempi:

Manifattura:

L'IA rappresenta la tecnologia di punta nelle moderne *smart factory*, dove la robotica e i sofisticati sistemi automatizzati sono implementati per ottimizzare i processi di produzione, iniziando con la riduzione degli sprechi.

Inoltre, l'IA gioca un ruolo cruciale nella manutenzione predittiva, anticipando i potenziali guasti delle macchine e riducendo i tempi di inattività, con conseguente risparmio sui costi operativi, in quanto le operazioni di manutenzione vengono eseguite solo quando strettamente necessario.

²⁹ <https://universeit.blog/intelligenza-artificiale-per-aziende/>

Retail:

L'apprendimento automatico svolge un ruolo cruciale nel potenziamento dell'esperienza del cliente, più comunemente nota come *customer experience*.

Nel settore del commercio al dettaglio, l'IA implementa algoritmi di raccomandazione che forniscono suggerimenti personalizzati, chatbot sofisticati e una gestione avanzata dell'inventario.

Le moderne strategie di analisi aziendale consentono di estrarre valore dai dati relativi all'interazione con i clienti, consentendo una migliore comprensione dei loro comportamenti e delle loro preferenze.

Questa comprensione consente alle aziende di personalizzare le offerte, aumentare le conversioni e ridurre efficacemente il tasso di abbandono dei clienti.

Diverse aziende utilizzano algoritmi di IA per migliorare la customer experience, tra queste ricordiamo il gigante dell'e-commerce Amazon che la utilizza per suggerire prodotti personalizzati ai clienti sulla base dei loro acquisti precedenti.

Anche Netflix analizza i dati degli utenti abbonati così da proporre film e serie tv in base ai loro gusti e preferenze.

Finanza³⁰:

L'intelligenza artificiale ha riscontrato un notevole successo anche nel settore della finanza, ciò ha apportato benefici e vantaggi nel mondo degli investimenti.

In primo luogo, l'IA può analizzare grandi quantità di dati quali dati di mercato o notizie finanziarie aiutando così gli investitori ad identificare modelli ed opportunità che non sarebbero così facilmente evidenziate con una semplice analisi manuale.

³⁰ <https://www.mintos.com/blog/limpatto-dellintelligenza-artificiale-sugli-investimenti/>

Oltre ai dati di mercato, alcuni algoritmi avanzati sono capaci di raccogliere anche dati storici che, confrontati con i dati in tempo reale, possono prevedere possibili movimenti dei mercati finanziari.

Un'altra applicazione dell'IA nella finanza è sicuramente rappresentata dalla gestione automatica dei portafogli di investimento.

All'algoritmo vengono forniti anticipatamente una serie di dati, come avversione al rischio, propensione al risparmio e obiettivi dell'investitore, così da poter gestire la selezione degli investimenti, il bilanciamento del portafoglio e il riallineamento in risposta ai cambiamenti del mercato.

“La criminalità informatica è una delle minacce più preoccupanti dell'era digitale ³¹. Si tratta di una forma di criminalità che sfrutta le tecnologie informatiche per commettere reati, quali frodi, violazioni di copyright, furti di dati, phishing, accessi non autorizzati ai sistemi informatici, diffusione di virus e altro ancora.”

Tutto ciò comporta ovviamente elevati rischi per le aziende, le quali si trovano costrette ad implementare gli investimenti in cyber security per ottimizzare la protezione dei propri sistemi informatici e per proteggere i propri dati sensibili.

A tal proposito l'IA può essere impiegata per individuare e anticipare frodi finanziarie, riconoscendo variazioni nei dati o nei pattern comportamentali che potrebbero suggerire attività non lecite.

³¹ https://www.econopoly.ilsole24ore.com/2023/02/23/criminalita-informatica-digitalizzazione/?refresh_ce=1

L'utilizzo di algoritmi di intelligenza artificiale per la prevenzione dei reati si sta progressivamente ampliando anche nel panorama europeo; infatti, questi software innovativi sono in grado di sfruttare un'enorme quantità di dati così da poter fornire con estrema velocità risultati esatti ed affidabili che si rivelano di vitale importanza per la prevenzione dei reati.

3.2. Considerazioni etiche nell'utilizzo dell'intelligenza artificiale

Con la progressiva crescita dell'intelligenza artificiale (AI) in numerosi campi di applicazione come logistica, controlli di sicurezza, assistenza e servizi sanitari saranno sempre di più prese in considerazione le questioni etiche relative al rapporto tra uomo ed intelligenza artificiale.

Siamo di fronte ad una rivoluzione digitale che sta rimodellando non solo le dinamiche aziendali in termini di logistica, trasporti e finanza, ma anche quelle domestiche, vediamo per esempio l'ormai quotidiano utilizzo di assistenti virtuali come Siri o Alexa.

È normale pensare che questa espansione porrà sempre di più questioni etiche sull'utilizzo dell'IA e soprattutto sulla sua relazione con l'uomo.

In primo luogo, bisognerà accertarsi che l'IA non sia dannosa e pericolosa per l'uomo, dopodiché bisognerà riflettere sugli aspetti morali ed etici di questa tecnologia.

Le intelligenze artificiali sono e saranno programmate per ottenere determinati risultati e non è da escludere che debbano prendere decisioni per il raggiungimento di tale obiettivo, quindi debbano scegliere.

È proprio nella scelta che vi è la criticità, in quanto i programmatori dovranno considerare tutte le possibili scelte e i possibili casi in cui le macchine saranno sottoposte a scelte, e potrebbero quindi compiere gesti eticamente scorretti per quella che è la nostra visione di esseri umani.

Può sembrare banale, ma è in realtà calzante l'esempio dell'*autopilot di Tesla*: quale decisione prenderà la macchina quando si troverà a scegliere se investire un bambino o sterzare contro un muro?

E soprattutto di chi sarà la colpa?

Mariarosaria Taddeo, filosofa dell'Università di Oxford e dell'Alan Turing Institute di Londra osserva che:

“Le nuove tecnologie aprono scenari immaginifici e sorprendenti, ma, se non sono governate in modo adeguato, rischiano di portare effetti indesiderati, altrettanto sorprendenti ma in senso negativo”

La docente, in accordo con numerosi studiosi ed esperti, ritiene che vi siano alcuni fattori critici principali da affrontare in tema di etica dell'intelligenza artificiale ³².

Primo tra tutti è il grado di *fiducia* che intercorre tra l'uomo e la macchina, a tal proposito è appropriato parlare dell'intelligenza artificiale in campo sanitario per comprendere a pieno questo concetto.

L'ambito sanitario sta attraversando una profonda trasformazione grazie alle soluzioni di intelligenza artificiale e machine learning: le organizzazioni sanitarie dispongono di enormi quantità di dati, tra cui cartelle cliniche, immagini mediche, dati demografici, reclami e risultati di studi clinici.

Le nuove tecnologie sono in grado di analizzare e interpretare questi dati, rivelando modelli e informazioni che potrebbero sfuggire all'occhio umano.

³² <https://www.innovationpost.it/attualita/le-cinque-sfide-etiche-dellintelligenza-artificiale/>

Il deep learning, in particolare, consente alle organizzazioni sanitarie di migliorare la precisione delle decisioni aziendali e cliniche, con l'obiettivo di migliorare l'esperienza complessiva dei pazienti; tuttavia, l'implementazione di queste soluzioni non è priva di sfide.

Un problema chiave è la necessità di instaurare la fiducia tra le persone e l'intelligenza artificiale; molte persone, infatti, sono ancora scettiche riguardo all'affidabilità delle decisioni prese dall'IA in ambito medico.

Per comprendere al meglio questa dinamica, è stata condotta una ricerca che coinvolgeva un esperimento controllato.

I partecipanti sono stati divisi in gruppi e sottoposti a quattro diverse situazioni, dove veniva loro comunicato che i loro sintomi erano valutati o da un'intelligenza artificiale o da un esperto umano.

I risultati hanno mostrato che, in generale, i pazienti seguivano le raccomandazioni, indipendentemente se provenivano da un medico o dall'IA, quando si trattava di cattive notizie; tuttavia, in situazioni in cui la notizia era positiva, i pazienti mostravano maggiore fiducia nell'esperto umano rispetto all'intelligenza artificiale.

Questo studio evidenzia la complessità della relazione tra individui e tecnologia nell'ambito sanitario e sottolinea l'importanza di costruire una fiducia reciproca tra le persone e le soluzioni di intelligenza artificiale per massimizzare il loro impatto positivo sulla salute e sul benessere.

L'adozione delle nuove tecnologie di intelligenza artificiale comporta anche la necessità di determinare quali siano le *responsabilità* e soprattutto quando finisce la responsabilità dell'uomo ed inizia quella della macchina.

Come detto poc'anzi la macchina può trovarsi di fronte ad una scelta, ma, spesso, nel prendere una decisione questa può commettere un errore; a tal proposito risulta di fondamentale importanza stabilire un quadro normativo che specifichi le responsabilità, i limiti e gli obblighi a cui un'intelligenza artificiale è sottoposta, come vedremo nel dettaglio al capitolo 3.3.

I sistemi di intelligenza artificiale, come sappiamo, sono creati da esseri umani e l'essere umano in quanto tale può commettere errori ed essere affetto da pregiudizi; ciononostante le macchine non sono recidive, bensì imparano dai propri errori migliorandosi ed aggiornandosi.

Come saggiamente si diceva nell'antica Roma:

“errare humanum est, perseverare autem diabolicum”

Un altro fattore da considerare in termini etici è rappresentato quindi dal rischio che le macchine, volontariamente o colposamente, possano commettere errori tipici dell'uomo.

Un esempio lampante e soprattutto attuale è dato dal rischio di discriminazione basato sulla razza, etnia, genere o religione.

Numerosi sono stati i casi in cui abbiamo chiesto ad un'IA di generare alcune immagini ed il risultato fosse sempre: la foto di un manager uomo, di uno scienziato bianco, di un operaio con la pelle scura e di un nativo americano con ancora indosso il copricapo con le piume.

Questi sono solo alcuni esempi di discriminazioni compiute dall'intelligenza artificiale negli ultimi anni, ma bisogna ricordare che la tecnologia non ha una morale e la sua valenza dipende dall'utilizzo che ne fa l'uomo.

Ultima, ma non per importanza, la cruciale domanda che sentiamo ripetere da anni:
“*le macchine ci toglieranno il lavoro?*”

Per comprendere quali potranno essere gli effetti dell'intelligenza artificiale a livello sociale, vorrei richiamare una semplice, ma importante, teoria economica, la teoria della compensazione di David Ricardo.

Questa ci suggerisce che anche se un'innovazione dovesse portare alla perdita del lavoro di alcuni soggetti, si creerebbero comunque posti per altri, e quelli lasciati indietro beneficerebbero in modo indiretto dei progressi conseguiti.

Prendiamo ad esempio il settore agricolo negli Stati Uniti ³³: nel 1870 più del 70% dei lavoratori statunitensi era impiegato nell'agricoltura, mentre nel 2008 solo il 2%.

Il mercato della forza lavoro non ne ha risentito in quanto, negli anni, ha avuto il tempo di adattarsi al cambiamento; la forza lavoro anziana ormai prossima alla pensione non ha dovuto aggiornarsi, cosa che invece spettava ai giovani lavoratori.

Il punto fondamentale sta nel fatto che un'evoluzione, se non avviene dalla sera alla mattina, dà tempo all'uomo di adattarsi ed imparare a convivere con essa, soprattutto perché ricordiamo che l'automazione non sostituisce i mestieri, ma le competenze.

Purtroppo, è comune pensare che i “robot” siano in competizione con noi esseri umani per i nostri mestieri; in realtà, dovremmo capire che il futuro non è dominato solo dalle macchine, ma è sempre guidato dall'essere umano, che può essere coadiuvato dalle stesse per svolgere compiti in modo più efficiente, con un minor dispendio di energie e costi sempre ridotti.

³³ Jerry Kaplan. “*Intelligenza artificiale: Guida al futuro prossimo.*” LUISS University Press. Ottobre 2017, 6.

3.2.1 Impatto dell'IA sui “colletti blu”

Sappiamo che lo sviluppo delle tecnologie e dell'intelligenza artificiale è potenzialmente infinito, se un'applicazione o un software non esiste ora sarà già in fase di sperimentazione, oppure esisterà in un futuro non troppo lontano.

Storicamente tutti i periodi storici sono stati caratterizzati da rivoluzioni tecnologiche e innovazioni che hanno stravolto completamente la vita dell'uomo, anche se, bisogna dire, sono state sempre più frequenti negli ultimi due secoli; ogni innovazione però ha portato con sé un cambiamento significativo che all'inizio ha spaventato, ma poi si è rivelato molto positivo.

Sembra difficile da credere, ma anche i nostri genitori non ci avrebbero creduto se avessimo detto loro che nel giro di vent'anni avrebbero prenotato ristoranti, visite mediche, taxi, biglietti aerei con un solo click comodamente da casa.

Il progresso è inarrestabile e ad ogni evoluzione tecnologica corrispondono delle conseguenze: possiamo sintetizzare il concetto dicendo che ogni persona che svolge un lavoro fisico è ipoteticamente a rischio, in quanto vi è la possibilità che venga inventata, anche nel breve periodo, un'IA in grado di svolgere le sue mansioni.

Prima di esaminare gli impatti dell'intelligenza artificiale sulla società, ed in particolar modo sul mercato del lavoro, è necessario sottolineare la differenza tra “*colletti blu*”, ovvero i lavoratori manuali (i quali svolgono mansioni “sporche” e utilizzano il colore meno delicato) e i “*colletti bianchi*”, con cui ci riferiamo alla forza lavoro con funzioni prevalentemente intellettuali; il nome deriva dalla camicia bianca, tipicamente utilizzata da questi ultimi ³⁴.

³⁴ Jerry Kaplan. “*Intelligenza artificiale: Guida al futuro prossimo.*” LUISS University Press. Ottobre 2017, 6.

Un informatico ed imprenditore statunitense, in accordo con gli studiosi dell'Università di Oxford ³⁵, distingue due sottocategorie di “colletti blu”, una maggiormente a rischio ed un'altra meno soggetta ad essere automatizzata.

Nella prima rientrano lavoratori quali operatori di macchina, ispettori, campionatori, lavoratori agricoli, addetti alla sicurezza, cuochi e cassieri.

La seconda categoria di “colletti blu” comprende invece coreografi, infermieri, preparatori atletici, veterinari, artigiani, dentisti e allenatori.

Le rivoluzioni industriali hanno trasformato radicalmente il sistema produttivo, portando ad un aumento della produzione di beni di consumo grazie soprattutto all'automazione.

Le macchine hanno reso possibile ottenere un maggiore output in meno tempo e a minor costo, ma ciò ha anche portato a un lavoro più ripetitivo per gli operai; inoltre, questo cambiamento ha rivoluzionato i compiti dei lavoratori, rendendo le loro mansioni sempre più ripetitive.

Con particolare riferimento alle applicazioni dell'intelligenza artificiale nella produzione aziendale, sappiamo che i lavori più a rischio sono quelli caratterizzati da mansioni routinarie, quindi quelli che implicano la ripetizione delle stesse attività.

³⁵ C.B. FREY, M. OSBORNE, “The Future of Employment”, Oxford Martin School, University of Oxford, September 17, 2013

3.2.2 Impatto dell'IA sui “colletti bianchi”

Come accennato in precedenza con l'espressione “colletti bianchi”, coniata da Upton Beall Sinclair, facciamo riferimento a quei lavoratori che svolgono mansioni meno fisiche, ma tendenzialmente più remunerative.

Sebbene un tempo i lavori maggiormente colpiti dall'automazione erano i lavori manuali³⁶, l'ascesa dei nuovi software di intelligenza artificiale sta colpendo anche la sfera dei “colletti bianchi”, in particolare lavoratori d'ufficio.

Questo rappresenta una minaccia per molti professionisti quali operatori nei call center (soprattutto grazie al sempre più frequente utilizzo delle chatbot per l'assistenza clienti), ma anche per traduttori e grafici.

Possono dormire sonni tranquilli mestieri più complessi come: manager, legali, giornalisti, medici, e consulenti in quanto nel breve periodo è difficile pensare ad una completa sostituzione da parte dell'IA, ma non è da escludere che tali lavoratori si trovino ad utilizzare software e algoritmi in grado di aiutare e facilitare le loro mansioni.

³⁶ <https://www.ilsole24ore.com/art/come-l-intelligenza-artificiale-generativa-cambiera-lavoro-colletti-bianchi-AFg1JPWC>

3.3 Aspetti normativi sull'utilizzo dell'intelligenza artificiale: AI ACT

Il futuro dell'intelligenza artificiale, infatti, non sarà mai più lo stesso dopo mercoledì 13 marzo 2024, data che ha segnato un momento storico per l'Unione Europea e per l'intelligenza artificiale in Europa.

Dopo una maratona negoziale di oltre 35/36 ore, il parlamento europeo ha raggiunto un accordo definibile pionieristico per le regole di governabilità dell'uso dell'intelligenza artificiale in Europa; i deputati hanno approvato il regolamento, frutto dell'accordo raggiunto con gli Stati membri nel dicembre 2023, con 523 voti favorevoli, 46 contrari e 49 astensioni ³⁷.

Il percorso, in verità, è ancora lungo, in quanto il Regolamento entrerà in vigore 20 giorni dopo la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione europea, ma la maggior parte delle sue disposizioni diverrà efficace solo dopo 24 mesi, fatta eccezione per: i divieti relativi a pratiche vietate, che saranno applicati a partire dal sesto mese; i codici di buone pratiche, che saranno applicati a partire dal nono mese; le norme sui sistemi di IA per finalità generali, che saranno applicate a partire dal dodicesimo mese e gli obblighi per i sistemi ad alto rischio, che saranno applicati a partire dal terzo anno.

Questo regolamento è noto come *Artificial Intelligence Act* (AI ACT) ed è destinato a diventare il punto di riferimento a livello globale che delinea un quadro normativo unico per lo sviluppo responsabile dell'intelligenza artificiale.

Il paragrafo mira ad essere quanto più esaustivo possibile nel raccontare nei dettagli le sfumature e le particolarità di questa legge.

³⁷ <https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20240308IPR19015/il-parlamento-europeo-approva-la-legge-sull-intelligenza-artificiale>

L'obiettivo è quello di fornire una sorta di risorsa completa e accurata che possa guidare e informare per comprendere come questo sviluppo applicativo e normativo influenzerà la vita dell'IA.

L'AI ACT mira a garantire la corretta applicazione ed il corretto utilizzo dell'intelligenza artificiale in Europa, rispettando i diritti fondamentali, la democrazia e lo stato di diritto, promuovendo allo stesso tempo l'innovazione e assicurando all'Europa un ruolo guida nel settore ³⁸; questo comprende la protezione dei cittadini dai possibili abusi legati all'IA e assicurare un uso corretto, etico e responsabile.

Un altro punto fondamentale è la promozione dell'innovazione e della leadership europea perché, come sappiamo, non si può “rimanere indietro” rispetto al resto del mondo; uno degli scopi centrali dell'AI ACT è quello di stimolare l'innovazione nell'ambito dell'intelligenza artificiale e di posizionare l'Europa come leader globale di questo settore o almeno come uno dei player che ci prova.

Come più volte sottolineato dal commissario europeo Thierry Breton, lo scopo di questa legge è realizzare un quadro giuridico, l'AI ACT rappresenta quindi una sorta di primo tentativo su scala globale di creare una legislazione per regolare l'ingresso nel mercato comune europeo dei prodotti di intelligenza artificiale; si propone di fornire una base legale chiara e affidabile per lo sviluppo, che abbia una particolare attenzione alla sicurezza, ai diritti fondamentali delle persone e delle imprese.

Anche il presidente della commissione europea Ursula von der Leyen assicura che lo sviluppo e l'uso delle intelligenze artificiali dovrà essere sostenibile da un punto di vista ambientale, in linea con lo Stato di diritto, evidenziando quindi una sorta di equilibrio tra un progresso tecnologico e una tutela delle norme esistenti.

³⁸ <https://ius.giuffrefl.it/dettaglio/10861433/ai-act-il-parlamento-ue-approva-il-regolamento-volto-a-disciplinare-i-rischi-dellintelligenza-artificiale>

Applicazioni di IA vietate ³⁹:

L'AI ACT distingue le tecnologie in base al grado di rischio, sottolineando una serie di pratiche considerate proibite: in particolare sono vietate quelle *tecniche subliminali* volte a distorcere ed influenzare il comportamento di una persona, spingendola a compiere azioni che altrimenti non avrebbe posto in essere.

A tal proposito sono proibite anche le tecniche che mirano a sfruttare le fragilità di un soggetto, come ad esempio una disabilità, con lo scopo sopra menzionato.

Sono analogamente negati i *sistemi automatizzati di social scoring*, come i sistemi di *polizia predittiva*, che calcolano la probabilità che una persona possa commettere un illecito solo ed esclusivamente sulla base dei tratti e delle caratteristiche di tale soggetto, rischiando così di sfociare nel tema della discriminazione.

Inoltre, lo sono i *sistemi che analizzano l'inferenza delle emozioni* nei rapporti scolastici e lavorativi.

Uno dei temi più dibattuti in Parlamento è stato sicuramente l'*identificazione biometrica*: ci riferiamo a sistemi automatizzati che permettono l'identificazione di una persona attraverso l'analisi di caratteristiche fisiche uniche e intrasferibili come ad esempio le impronte digitali, l'iride o i lineamenti del viso.

In generale l'utilizzo dei sistemi di identificazione biometrica sarà vietato anche alle forze dell'ordine, tranne nei casi espressamente previsti dalla legge.

Le eccezioni previste riguardano ad esempio la ricerca di persone scomparse o la prevenzione di un attacco terroristico.

³⁹ <https://www.altalex.com/documents/2024/03/14/act-ok-parlamento-ue-prevede-testo-approvato>

Obblighi per i sistemi di IA ad alto rischio ⁴⁰:

Ai sensi dall'articolo 6:

“In deroga al paragrafo 2, un sistema di IA non è considerato ad alto rischio se non presenta un rischio significativo di danno per la salute, la sicurezza o i diritti fondamentali delle persone fisiche, anche nel senso di non influenzare materialmente il risultato del processo decisionale ⁴¹.”

I sistemi ad alto rischio sono quei sistemi:

- *“destinati a essere utilizzati come componenti di sicurezza di prodotti”*
- *“e che rientrano in uno o più settori critici e casi d'uso che verranno espressamente elencati nell'Allegato III.”*

I sistemi di AI sopracitati saranno quindi ammessi purché non presentino un rischio per la salute, la sicurezza e i diritti fondamentali delle persone fisiche.

Per esempio, i sistemi destinati a svolgere un compito procedurale limitato; migliorare il risultato di un'attività umana precedentemente realizzata; rilevare schemi decisionali o deviazioni dai precedenti schemi decisionali e non è destinato a sostituire o influenzare la valutazione umana precedentemente completata, senza una corretta revisione umana; svolgere un compito preparatorio per una valutazione.

Come si può evincere, parliamo di strumenti che presentano dei rischi, come nel caso di *profiling delle persone*, il cui ambito applicativo è incerto.

Peraltro, tali sistemi saranno censiti in database dell'Unione europea prima di essere immessi sul mercato o messi in servizio.

⁴⁰ <https://www.altalex.com/documents/2024/03/14/act-ok-parlamento-ue-prevede-testo-approvato>

⁴¹ <https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20240308IPR19015/il-parlamento-europeo-approva-la-legge-sull-intelligenza-artificiale>

Obblighi per i sistemi di IA a basso rischio ⁴²:

Per quanto riguarda invece i *sistemi a basso rischio*, sono previsti solamente degli obblighi di trasparenza ed informazione: ci riferiamo ad esempio a sistemi di IA quali ChatGPT.

Particolare attenzione è stata dedicata ai cosiddetti “*deepfake*”, vale a dire immagini, video e contenuti audio che vengono manipolati, i quali dovranno essere espressamente etichettati come tali.

Ai sensi dell’articolo 50, infatti:

“I fornitori di sistemi di IA, compresi i sistemi di IA per finalità generali, che generano contenuti audio, immagine, video o testuali sintetici, garantiscono che gli output del sistema di IA siano marcati in un formato leggibile meccanicamente e rilevabili come generati o manipolati artificialmente.”

Lo stesso articolo stabilisce anche che:

“I fornitori garantiscono che i sistemi di IA destinati a interagire direttamente con le persone fisiche sono progettati e sviluppati in modo tale che le persone fisiche interessate siano informate del fatto di stare interagendo con un sistema di IA, a meno che ciò non risulti evidente dal punto di vista di una persona fisica ragionevolmente informata, attenta e avveduta, tenendo conto delle circostanze e del contesto di utilizzo. Tale obbligo non si applica ai sistemi di IA autorizzati dalla legge per accertare, prevenire, indagare o perseguire reati, fatte salve le tutele adeguate per i diritti e le libertà dei terzi, a meno che tali sistemi non siano a disposizione del pubblico per segnalare un reato.”

⁴² <https://www.altalex.com/documents/2024/03/14/act-ok-parlamento-ue-prevede-testo-approvato>

L'Artificial Intelligence Act ha introdotto una serie di obblighi di trasparenza che coinvolgono direttamente fornitori, deployers, importatori e distributori di sistemi di intelligenza artificiale ad alto rischio.

I suddetti obblighi imposti ai fornitori di sistemi ad alto rischio sono disciplinati dall'articolo 16 dell'AI ACT ⁴³, ne ricordiamo qualcuno in particolare:

- i fornitori devono garantire che i loro sistemi di IA siano conformi ai requisiti espressi;
- devono indicare il loro nome, la loro denominazione commerciale o il loro marchio e l'indirizzo;
- garantiscono che il sistema di IA ad alto rischio sia sottoposto alla pertinente procedura di valutazione della conformità (di cui all'articolo 43) prima che sia immesso sul mercato;
- devono elaborare una dichiarazione di conformità UE;
- appongono la marcatura CE sul sistema di IA ad alto rischio oppure, dove ciò non sia possibile, sul suo imballaggio o sui documenti di accompagnamento per indicare la conformità al presente regolamento;
- garantiscono che il sistema di IA ad alto rischio sia conforme ai requisiti di accessibilità in conformità delle direttive (UE) 2016/2102 e (UE) 2019/882.

È da notare che i fornitori di modelli rilasciati con licenza libera o open source sono esentati da questi obblighi, a meno che tali modelli non presentino un rischio sistemico.

Riguardo agli importatori, ex articolo 23, vi è l'obbligo di:

- garantire la conformità ai requisiti tecnici specifici indicati dal Regolamento;
- indicare informazioni essenziali sul sistema;
- disporre di un sistema di gestione della qualità;
- elaborare una dichiarazione di conformità UE;
- adottare misure correttive se necessario;

⁴³ <https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20240308IPR19015/il-parlamento-europeo-approva-la-legge-sull-intelligenza-artificiale>

- fornire tutte le informazioni richieste alle Autorità competenti.

L'articolo 26 disciplina invece gli obblighi imposti ai deployer dei sistemi di IA ad alto rischio, tra cui:

- adottare misure tecniche ed organizzative adeguate ad un utilizzo conforme;
- affidare la sorveglianza umana dei sistemi a persone competenti;
- monitorare il funzionamento dei sistemi e cooperare con le autorità di vigilanza e controllo;
- effettuare una valutazione dell'impatto sui diritti fondamentali in determinati casi, come previsto dall'art. 27.

Come abbiamo visto la quantità di obblighi maggiore è sicuramente destinata ai fornitori, ma il legislatore europeo ha previsto un meccanismo tale per cui un importatore, distributore, o deployer potrebbe essere identificato come il fornitore del sistema di intelligenza artificiale ad alto rischio.

Ciò comporta, di conseguenza, l'applicazione di tutti gli obblighi precedentemente segnalati.

Questo, in realtà, può avvenire solo in alcuni casi: se il soggetto in questione ha apposto il proprio nome o marchio sul sistema dopo che è stato già messo sul mercato o in servizio, se ha apportato modifiche sostanziali dopo la sua commercializzazione o messa in servizio (purché il sistema rimanga ad alto rischio), o se ha modificato lo scopo previsto del sistema di intelligenza artificiale, rendendolo ad alto rischio.

L'AI ACT, infine, ha posto particolare attenzione alla tutela dei *diritti fondamentali delle persone fisiche*, in particolare ha imposto l'obbligo di valutare gli effetti diretti sui diritti fondamentali, nota come *Fundamental Rights Impact Assessment (FRIA)*, ad istituzioni pubbliche e organizzazioni private che offrono servizi alla collettività (come ospedali, scuole o strutture ricettive).

In questa valutazione tali enti devono elencare: *“i rischi, le misure di supervisione, le misure di mitigazione del rischio, le categorie di persone fisiche interessate, la frequenza prevista di utilizzo e i processi dei vari deployers per i quali il sistema sarà utilizzato”*⁴⁴.

Nel corso di questo elaborato, abbiamo approfondito l'importanza sempre crescente dell'intelligenza artificiale, la quale ha permeato ogni aspetto della nostra esistenza, sia personale che professionale.

È innegabile che l'evoluzione tecnologica e il progresso dell'IA siano fenomeni inarrestabili, ma è fondamentale comprendere che il timore di questo progresso non è giustificato.

Al contrario, come messo in risalto dall'AI ACT, è giusto concentrarsi sull'adozione di misure di sicurezza e sulla definizione di limiti e confini che possano garantire un utilizzo etico e responsabile dell'IA.

Solo attraverso un approccio ponderato e consapevole possiamo sfruttare al meglio il potenziale dell'intelligenza artificiale per semplificare le nostre attività quotidiane e migliorare la nostra società nel suo complesso.

⁴⁴ <https://www.altalex.com/documents/2024/03/14/act-ok-parlamento-ue-prevede-testo-approvato>

Conclusioni

Siamo finalmente giunti al termine di questo percorso, in questa tesi abbiamo esplorato nel profondo il vasto campo dell'intelligenza artificiale, partendo dalle sue definizioni e dalle sue origini, dimostrando come in realtà questo concetto abbia fondato le sue radici già tantissimi anni fa.

Abbiamo analizzato le sue applicazioni pratiche nel contesto aziendale, dimostrando come ancora le potenzialità di tale tecnologia siano immense e grandiose, focalizzandoci sui diretti ed immediati benefici apportati all'azienda da parte dell'IA.

Si è passato poi all'analisi dell'implementazione dell'IA nei processi di verniciatura dei SUV dimostrando come abbia portato a significativi benefici produttivi, nonostante le sfide affrontate durante il processo.

Successivamente, abbiamo affrontato le implicazioni organizzative, etiche e normative dell'IA.

Abbiamo discusso l'impatto dell'IA sul lavoro umano, sia per i "colletti blu" che per i "colletti bianchi", e le considerazioni etiche legate a questi cambiamenti.

Infine, abbiamo esaminato le normative emergenti, come l'AI ACT, che abbiamo capito essere necessarie per una corretta convivenza con questa tecnologia, al fine di preservare i nostri diritti e di migliorare notevolmente le nostre vite lavorative.

Bibliografia

Marta Bertolaso, Giovanni Lo Storto. *“Etica digitale: verità, responsabilità e fiducia nell’era delle macchine intelligenti.”* LUISS University Press. Aprile 2021, 8.

Margaret A. Boden. *“L’intelligenza artificiale.”* Il mulino. Marzo 2019, 21.
A cura di Diego Marconi.

Andrew Hodges. *“Alan Turing: The Enigma.”* Novembre 2012, 30.

John C. Hull. *“Machine Learning in Business: un’introduzione alla scienza dei dati.”* 1ED
Novembre 2019, 18. Edizione italiana a cura di Emilio Barone.

John C. Hull. *“Machine Learning in Business: un’introduzione alla scienza dei dati.”* 2ED Giugno 2020, 10. Edizione italiana a cura di Emilio Barone

Jerry Kaplan. *“Intelligenza artificiale: Guida al futuro prossimo.”* LUISS University Press. Ottobre 2017, 6.

Frank Pasquale. *“Le nuove leggi della robotica: difendere la competenza umana nell’era dell’intelligenza artificiale.”* Luiss University Press. Giugno 2021, 3.

Stuart Russell. *“Intelligenza artificiale: un approccio moderno.”* 4ED. Pearson. Agosto 2021, 11.

Stuart Russell. *“Human Compatible: AI and the Problem of Control.”* Penguin. Aprile 2020,30.

John R. Searle. *“Minds, brain and science”* Kindle version. Harvard University Press. Gennaio 1986,1.

Secchi Raffaele. *“Supply chain management e intelligenza artificiale: migliorare i processi e la competitività aziendale.”* Guerini Next, Gennaio 2023, 5.

Paola Severino. *“Intelligenza artificiale: politica, economia, diritto, tecnologia.”* LUISS University Press. Gennaio 2022, 27.

Murray Shanahan. *“La rivolta delle macchine: che cos'è la singolarità tecnologica e quanto presto arriverà.”* LUISS University Press. Giugno 2018, 2.

Alan Turing. “Computing Machinery and Intelligence”. Ottobre 1950. Rivista
Mind

Sitografia

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570868308000396?via%3Dihub>

<https://universeit.blog/intelligenza-artificiale-per-aziende/>

<https://www.mintos.com/blog/limpatto-dellintelligenza-artificiale-sugli-investimenti/>

<https://www.econopoly.ilsole24ore.com/2023/02/23/criminalita-informatica-digitalizzazione/>

<https://www.innovationpost.it/attualita/le-cinque-sfide-etiche-dellintelligenza-artificiale/>

C.B. FREY, M. OSBORNE, “The Future of Employment”, Oxford Martin School, University of Oxford, September 17, 2013

<https://www.ilsole24ore.com/art/come-l-intelligenza-artificiale-generativa-cambiera-lavoro-colletti-bianchi-AFg1JPWC>

<https://www.quotidiano.ilsole24ore.com/sfoglio/aviator.php?newspaper=S24&edition=SOLE&issue=20240417&startpage=12&displaypages=2&articleId=1938583>

<https://www.quotidiano.ilsole24ore.com/sfoglio/aviator.php?newspaper=S24&edition=SOLE&issue=20240417&startpage=12&displaypages=2&articleId=1938521>

<https://www.quotidiano.ilsole24ore.com/sfoglio/aviator.php?newspaper=S24&edition=SOLE&issue=20240426&startpage=6&displaypages=2&articleId=1941434>

<https://www.quotidiano.ilsole24ore.com/sfoglio/aviator.php?newspaper=S24&edition=SOLE&issue=20240420&startpage=3&displaypages=2&articleId=1939916>

<https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20240308IPR19015/il-parlamento-europeo-approva-la-legge-sull-intelligenza-artificiale>

<https://www.altalex.com/documents/2024/03/14/act-ok-parlamento-ue-prevede-testo-approvato>

<https://www.europarl.europa.eu/news/it/press-room/20240308IPR19015/il-parlamento-europeo-approva-la-legge-sull-intelligenza-artificiale>