

POLITECNICO DI TORINO



CORSO DI LAUREA MAGISTRALE
IN INGEGNERIA GESTIONALE

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

Scenario tecnologico dell'Intelligenza Artificiale attraverso l'analisi brevettuale

Relatore
Prof. Federico Caviggioli

Candidato
Enrico Bertone

Anno Accademico 2020-2021

Abstract

L'intelligenza artificiale, ovvero l'emulazione dei processi logici e cognitivi tipici del cervello umano da parte di una macchina, è stato fin dalla nascita dei primi calcolatori uno degli obiettivi degli esperti del settore. Negli ultimi anni, grazie soprattutto all'avvento di internet e allo sviluppo del settore high-tech, questo obiettivo è diventato sempre più realistico tanto che ormai si parla sempre più di intelligenza artificiale. L'obiettivo di questa tesi è quello di analizzare il contesto tecnologico attuale attraverso l'analisi delle informazioni brevettuali delle imprese nel settore dell'intelligenza artificiale, ottenendo le informazioni per comprendere al meglio l'evoluzione passata e futura e l'impatto che tale evoluzione ha avuto nel passato e che presumibilmente avrà nel futuro. Il primo capitolo della tesi ha l'obiettivo di fornire una contestualizzazione tecnologica, al fine di comprendere al meglio la tecnologia e di apprendere quale siano le caratteristiche principali e il funzionamento di base dei sistemi intelligenti. Il secondo capitolo, si concentrerà sui brevetti spiegando nel dettaglio la loro struttura e le informazioni che contengono al loro interno. Nel capitolo 3 il focus sarà sulla strategia di ricerca da me adottata per cercare i dati sui brevetti che saranno analizzati nel capitolo 4, nel quale verranno effettuate le analisi e verranno commentate nel dettaglio. Basandomi sulle analisi effettuate e sui dati raccolti nell'ultimo ho tratto le mie conclusioni sullo scenario tecnologico dell'intelligenza artificiale.

Sommario

Introduzione	1
1 <i>Intelligenza Artificiale: cenni storici, definizioni e implicazioni economiche</i>	2
1.1 Cenni Storici	2
1.2 Definizioni e classificazioni	4
1.2.1 Intelligenza artificiale forte e debole	6
1.2.2 Machine Learning e Deep Learning	7
1.3 Intelligenza Artificiale: il funzionamento.	9
1.4 Esempi applicativi.	10
1.5 Implicazioni economiche.	13
2 <i>Brevetti</i>	17
2.1 Cosa sono i Brevetti?	17
2.2 Componenti della documentazione di un brevetto	20
2.2.1 Dati Bibliografici	20
2.2.2 Descrizione	21
2.2.3 Rivendicazioni	21
2.3 Classificazione IPC	22
2.4 Database	23
3 <i>Metodo</i>	25
3.1 Analisi preliminare e identificazione delle keyword	25
3.2 Ricerca basata sui codici IPC	27
3.3 Query di ricerca finale	28
4 <i>Analisi dei risultati</i>	31
4.1 Publication Trend	31
4.2 Dati sulle imprese	33
4.3 Geografia dei brevetti	39
4.4 Ambiti Tecnologici	41
5 <i>Conclusioni</i>	46
Appendice	48
Tabella1 [Codici IPC utilizzati nella Query e loro descrizioni]	48
Riferimenti Bibliografici	54

Introduzione

L'Intelligenza Artificiale è un insieme di studi e tecniche informatiche il cui obiettivo è quello di realizzare programmi e sistemi tecnologici in grado di emulare nel miglior modo possibile i processi di ragionamento e di apprendimento propri del cervello umano.

Per studiare al meglio l'evoluzione e lo sviluppo di tale tecnologia con lo scopo di comprendere i trend futuri è stata adottata l'analisi brevettuale al fine di redigere un report sulla panoramica brevettuale inerente alla tecnologia in questione.

I brevetti consentono alle imprese di proteggere le proprie innovazioni per cui, anche gli investimenti effettuati in ricerca e sviluppo che hanno portato a tali invenzioni. L'analisi dei brevetti in un determinato ambito tecnologico consente di estrapolare particolari informazioni sull'evoluzione tecnologica e di comprendere quali siano i principali player nel settore, nonché comprendere quali di essi abbiano portato le innovazioni più importanti nell'ambito tecnologico in esame.

Inoltre, dall'andamento passato dei dati relativi al numero di brevetti per anno o dalle nazioni di provenienza delle innovazioni, ad esempio, è possibile stimare quali possano essere i trend di espansione del settore tecnologico e la localizzazione geografica di quest'ultimo, comprendendo quali aree geografiche siano il centro innovativo e di conseguenza economico attuale e futuro.

Un'altra informazione importante che l'analisi brevettuale consente di ottenere, è l'informazione relativa i settori applicativi della tecnologia in esame. Nel caso particolare dell'intelligenza artificiale, tecnologia che potenzialmente ha applicazioni nei settori più disparati, consente di comprendere quali siano gli ambiti applicativi di maggiore interesse e di comprendere quali lo possano diventare nel futuro.

1 **Intelligenza Artificiale: cenni storici, definizioni e implicazioni economiche**

1.1 **Cenni Storici**

Gli studi relativi l'intelligenza artificiale derivano dalla diffusione della cibernetica negli anni'40, i quali avevano l'obiettivo di studiare i processi riguardanti la comunicazione e il controllo negli esseri viventi e nelle macchine. Alla base di ciò vi era lo studio dei meccanismi di autoregolazione presenti sia in natura negli esseri viventi sia nelle macchine in grado di rispondere in modo adattivo agli input ricevuti dall'ambiente esterno fornendo output differenti a seconda delle condizioni in cui operavano.

Nel 1943 i ricercatori Warren McCulloch e Walter Pitt riuscirono a riprodurre un modello di rete neurale che si ispirava al funzionamento del cervello umano. Tale modello era in grado di implementare tutti i possibili output della logica booleana.

Successivamente, nel 1951, lo scienziato statunitense Marvin Lee Minsky realizzò il primo computer basato su reti neurali. Tale computer simulava una rete di 40 neuroni e venne denominato "S.N.A.R.C." ("Stochastic Neural Analog Reinforcement Computer") grazie al quale, verso la fine degli anni '50 nacquero i primi prototipi funzionanti di reti neurali. Questi ultimi erano sviluppati per riprodurre il funzionamento dei neuroni biologici per risolvere problemi di intelligenza artificiale, ovvero erano macchine in grado di fare ragionamenti in modo simile ai ragionamenti di un cervello umano.

L'intelligenza artificiale nasce ufficialmente nel 1956 presso il Dartmouth College ad un evento intitolato: "*Dartmouth Summer Research project on Artificial Intelligence*". L'obiettivo di tale evento era quello di definire la disciplina dell'intelligenza artificiale, di sviluppare alcuni progetti di ricerca per simulare l'intelligenza umana e successivamente di implementare i primi linguaggi di programmazione specifici per l'intelligenza artificiale. Nel 1958 lo psicologo americano Frank Rosenblatt propose un dispositivo che in base alla

valutazione dell'output della rete rispetto ad un determinato input, altera i pesi delle connessioni come differenza tra l'output effettivo e l'output teorico. Tale dispositivo è chiamato perceptrone e si basa sulla teoria di retro-propagazione dell'errore; successivamente il perceptrone venne abbandonato in quanto considerato poco sostenibile a causa dell'elevata complessità computazionale che esso richiedeva per risolvere problemi complessi.

Nel 1966 gli studi dell'informatico tedesco Joseph Weizenbaum sull'emulazione del dialogo uomo-uomo tramite l'uso di una macchina diedero la luce al primo chatbot, il quale era in grado di simulare una conversazione con un essere umano. Il chatbot, chiamato "Eliza", impersona una psicoterapeuta che però ben presto rivela i suoi limiti in quanto la programmazione del dialogo era basata su schemi predefiniti e manipolazioni sintattiche delle risposte dell'utente stesso, motivo per cui ne vennero subito evidenziate le incoerenze nelle decisioni e le limitazioni nel dialogo.

Negli anni seguenti lo sviluppo dell'intelligenza artificiale affronta grandi risultati ma allo stesso tempo anche grosse delusioni a causa della tecnologia computazionale dell'epoca anche se, alcuni programmi mostrano già alcuni comportamenti interessanti nella risoluzione dei problemi. A causa delle difficoltà emerse, la comunità scientifica capì che per iniziare a vedere dei risultati significativi nello sviluppo ci sarebbe voluto ancora molto tempo in quanto l'elevata complessità di calcolo richiesta con le tecnologie dell'epoca era pressoché impossibile da realizzare.

Negli anni '70 nascono i primi "Sistemi Esperti", i quali erano progettati per risolvere un particolare compito imitando i comportamenti e i ragionamenti di un essere umano. Grazie a questi sistemi, negli anni '80, iniziano a vedersi i primi risultati applicati ad ambiti quali l'interpretazione dei dati, la progettazione e la diagnosi. Ben presto i principali enti governativi mondiali capiscono il potenziale dell'intelligenza artificiale per cui iniziano a stanziare importanti fondi per la ricerca portando l'interesse dell'intelligenza artificiale in ambito industriale. Successivamente i sistemi esperti iniziano a mostrare i propri limiti

a causa della difficoltà dell'aggiornamento manuale della base di dati che sta alla base di tali sistemi. Grazie all'avvento di internet, che consentì l'accesso a un gran numero di informazioni in tempi pressoché nulli, e all'evoluzione dei processori dei calcolatori che riuscirono a dotare le macchine di un potenziale computazionale di ordini superiori rispetto alle generazioni precedenti, si aprono nuove prospettive per l'intelligenza artificiale, in particolare attraverso l'implementazione di algoritmi e applicazioni che richiedevano un gran numero di dati e di un'elevata potenza di calcolo.

Nell'ultimo decennio, grazie allo sviluppo dei "chip neuromorfici", ovvero chip che integrano l'elaborazione dei dati e lo storage in un unico componente, la nuova frontiera dell'intelligenza artificiale è diventata l'emulazione delle funzioni sensoriali e cognitive umane. Inoltre, grazie alle tecniche di ottimizzazione degli algoritmi, questi ultimi sono diventati sempre più efficienti ed hanno consentito ad un conseguente miglioramento delle tecniche relative le reti neurali che hanno raggiunto una complessità ed un'efficienza tale da avere sistemi di intelligenza artificiale in grado di avere un grado di apprendimento sempre più affidabile ed efficace.

1.2 Definizioni e classificazioni

In letteratura e in particolare nell' "Enciclopedia della scienza e della tecnica" Treccani¹ l'intelligenza artificiale viene definita così: "*L'intelligenza artificiale studia i fondamenti teorici, le metodologie e le tecniche che consentono di progettare sistemi hardware e sistemi di programmi software atti a fornire all'elaboratore elettronico prestazioni che, a un osservatore comune, sembrerebbero essere di pertinenza esclusiva dell'intelligenza umana*". Da questa definizione emerge il concetto dell'imitazione del ragionamento umano,

¹ <https://www.treccani.it/>

che da come si evince dal paragrafo precedente è stato l'obiettivo prefissato dagli studiosi che si sono occupati di tale ambito nei decenni passati.

Se invece si pone particolare attenzione all'ambito tecnico ed informatico tale definizione diventa: *“l'intelligenza artificiale può essere classificata come la disciplina che racchiude le teorie e le tecniche pratiche per lo sviluppo di algoritmi che consentano alle macchine di mostrare attività intelligente, per lo più in specifici ambiti applicativi”*. Come si può notare in questa definizione non si fa riferimento all'intelligenza umana ma si parla di intelligenza in senso lato, per cui si intende il concetto che la macchina sia in grado di interfacciarsi con l'ambiente circostante e sia in grado di adattarsi ad esso. Inoltre, in alcune definizioni si fa riferimento al concetto di intelligenza artificiale forte e di intelligenza artificiale debole, le quali verranno successivamente analizzate ed esplicate nel dettaglio. Le definizioni possono essere classificate in altre due categorie, distinguendo, l'aspetto funzionale che concepisce l'intelligenza in modo indipendente dalla struttura fisica del sistema che svolge l'elaborazione degli algoritmi, da quello strutturale che considera l'intero sistema ovvero considerando la struttura e le caratteristiche del sistema in quanto l'intelligenza umana è ottenuta dal cervello e dalle connessioni neurali che formano il ragionamento umano.

Se invece si guarda l'intelligenza artificiale con un approccio prettamente operativo si identificano approcci top-down e approcci bottom-up; il primo approccio è un sistema simbolico che identifica gli stati mentali all'interno di un sistema, esso risulta di più facile comprensione per l'essere umano in quanto più esplicito e di facile interpretazione. L'approccio bottom-up invece considera le architetture, ovvero le connessioni, che costruiscono strutture e modalità di ragionamento più complesse, tale approccio ha il vantaggio di rappresentare in modo più chiaro le realtà mutabili incerte, però allo stesso tempo esso risulta essere più complicato da interpretare in quanto meno esplicito, anche se l'approccio più utilizzato al giorno d'oggi risulta essere proprio quello bottom-

up perché è più adatto a rappresentare i sistemi di intelligenza artificiale maggiormente utilizzati.

Come si evince da quanto appena scritto il pensiero sull'intelligenza artificiale è molto interpretativo in quanto la complessità e la fase di sviluppo di della tecnologia seppur in grado di fare cose straordinarie risultano ancora essere in una fase incerta in cui non sono ancora emersi degli standard di pensiero definiti che porterebbe ad un pensiero comune sulla definizione di intelligenza artificiale.

1.2.1 Intelligenza artificiale forte e debole

Il ragionamento alla base di questa classificazione è basato sulle capacità che l'intelligenza umana possiede, ovvero la capacità di: agire autonomamente e razionalmente, di pensare in modo razionale e autonomo. L'intelligenza artificiale è classificata a seconda del grado di emulazione delle capacità appena citate, classificandole in due macrocategorie: intelligenza artificiale forte e intelligenza artificiale debole.

L'intelligenza artificiale debole identifica i sistemi in grado di simulare alcune funzionalità cognitive umane senza raggiungere i livelli di capacità reali dell'essere umano. L'intelligenza artificiale debole consente di verificare ipotesi con estrema facilità ma la macchina non è in grado di pensare autonomamente per cui ha bisogno dell'intervento umano per svolgere le funzioni più complesse. Il ragionamento di queste macchine è simile a quello umano in quanto si basa sull'approccio ai problemi per "casi simili" e apprende da essi senza però, formulare nuovi "processi cognitivi". Queste macchine vengono applicate principalmente al problem solving.

L'intelligenza artificiale forte, invece, è definita come una macchina che ha una capacità cognitiva non distinguibile da quella umana. La tecnologia di base di questi sistemi è quella dei sistemi esperti, cioè una serie di programmi che vogliono riprodurre, attraverso una macchina, le prestazioni e le conoscenze delle persone esperte in un determinato campo. Tali sistemi sono stati

maggiormente utilizzati in logica matematica, ragionamento e dimostrazioni di problemi, analisi del linguaggio e pianificazione tramite algoritmi.

1.2.2 Machine Learning e Deep Learning

La definizione di machine learning e deep learning si basa sulla distinzione tra intelligenza artificiale forte e debole. La differenza principale tra le due definizioni si trova nel modo in cui un sistema intelligente apprende un compito o un'azione.

Machine Learning

Il Machine Learning, ovvero l'apprendimento automatico, è un insieme di meccanismi che permettono a una macchina intelligente di migliorare le proprie capacità e prestazioni nel tempo. Il processo di machine learning si basa su algoritmi statistici che partendo da nozioni primitive sapranno prendere una specifica decisione piuttosto che un'altra, per cui la macchina apprende tramite l'esperienza, migliorando le proprie risposte e le proprie funzioni. Ad oggi esistono differenti modalità di apprendimento che differiscono a seconda dello scopo per cui sono realizzate le macchine, le quali possono essere classificate in tre macrocategorie: apprendimento automatico supervisionato, non supervisionato e per rinforzo.

L'apprendimento supervisionato consiste nel fornire al sistema della macchina una serie di nozioni specifiche, ovvero modelli che permettono di costruire un database di informazioni ed esperienze. Così facendo la macchina davanti a un problema attinge dalle esperienze presenti nel proprio database e di conseguenza decidere quale risposta sia più corretta basandosi sull'esperienza. Questo tipo di apprendimento è già inserito di "default" nella macchina per cui il compito è quello di scegliere quale informazione sia la migliore a seconda della situazione in cui deve operare. Queste macchine hanno una grande capacità di effettuare ipotesi induttive, ovvero ipotesi che possono essere ottenute scansionando una serie di problemi specifici al fine di ottenere una risposta idonea al problema iniziale.

L'apprendimento non supervisionato dà la possibilità alla macchina di attingere a determinate informazioni senza avere esempi del loro utilizzo, per cui la macchina dovrà catalogare tutte le informazioni in proprio possesso, organizzarle ed imparare il loro significato, il loro uso e alle soluzioni a cui esse portano. Tale apprendimento dà una maggiore libertà d'azione alla macchina che avrà il compito di organizzare le informazioni in modo intelligente e apprendere quali siano i risultati ottimali a seconda del problema da analizzare.

L'apprendimento per rinforzo è il sistema di apprendimento più complesso il quale prevede che la macchina sia dotata di strumenti e sistemi in grado di migliorare il proprio apprendimento e di comprendere le caratteristiche dell'ambiente in cui opera. A causa dell'elevato numero di informazioni che questo modello di apprendimento richiede la complessità della macchina aumenta esponenzialmente a causa del gran numero di sensori che il sistema richiede. In questo caso alla macchina vengono forniti una serie di elementi di supporto che permettono di rilevare informazioni dall'ambiente circostante che consentono alla macchina di effettuare scelte per un migliore adattamento ambientale, modificando le risposte non solo a seconda del problema da risolvere ma anche dal contesto in cui la macchina deve operare.

Deep Learning

Il Deep Learning, ovvero apprendimento approfondito, è una sottocategoria del Machine Learning che struttura l'apprendimento su più livelli, ovvero riesce a raggiungere un livello di astrazione superiore rispetto al Machine Learning in quanto la macchina apprende una prima informazione in un primo istante, in un secondo istante ne apprende un'altra però anziché apprenderla solamente la elabora assieme alla prima ottenendo un'informazione più generale. Il Deep Learning si può definire come l'apprendimento di dati che anziché essere forniti dall'uomo sono appresi grazie ad algoritmi statistici che hanno lo scopo di comprendere il funzionamento del cervello umano per cui i concetti più elevati e astratti sono appresi a partire da concetti più semplici e concreti. La macchina

sarà in grado non solo di apprendere ma anche di elaborare le informazioni classificandole e creando delle gerarchie che le consentono di apprendere e migliorare funzionalità e conoscenze sempre più complesse nel tempo. Il Deep Learning ha fatto passi da gigante nell'ultimo decennio grazie ai processori grafici di ultima generazione che hanno consentito alle macchine di riconoscere oggetti o individui all'interno di immagini. Il punto centrale di questo metodo di apprendimento sono le reti neurali artificiali che cercano di riprodurre il più fedelmente possibile il funzionamento del neurone umano, ovvero di riprodurre tutti i processi che avvengono all'interno del cervello umano durante la fase di apprendimento e del riconoscimento di un oggetto o di un problema. La rete neurale apprende grazie all'esperienza, legge i dati, costruendone architetture gerarchiche e fornendo livelli avanzati di input-output, motivo per cui risulta sempre più improprio il termine programmazione quando si parla di macchine con Deep Learning, bensì si dovrebbe utilizzare il termine addestramento della macchina, in quanto essa impara le prime informazioni di base sarà sempre più in grado di apprendere con una crescente autonomia.

1.3 Intelligenza Artificiale: il funzionamento.

Dal punto di vista delle abilità intellettuali, il funzionamento di una intelligenza artificiale si sostanzia principalmente attraverso quattro differenti livelli funzionali:

- **comprensione**: attraverso la simulazione di capacità cognitive di correlazione dati ed eventi l'intelligenza artificiale è in grado di riconoscere testi, immagini, tabelle, video, voce ed estrapolarne informazioni;
- **ragionamento**: mediante la logica i sistemi riescono a collegare le molteplici informazioni raccolte (attraverso precisi algoritmi matematici e in modo automatizzato);
- **apprendimento**: in questo caso parliamo di sistemi con funzionalità specifiche per l'analisi degli input di dati e per la loro "corretta" restituzione in output (è il classico esempio dei sistemi di Machine Learning che con tecniche di

apprendimento automatico portano le intelligenze artificiali ad imparare e a svolgere varie funzioni);

– **interazione (Human Machine Interaction)**: in questo caso ci si riferisce alle modalità di funzionamento dell'AI in relazione alla sua interazione con l'uomo. È qui che stanno fortemente avanzando i sistemi di Nlp – Natural Language Processing, tecnologie che consentono all'uomo di interagire con le macchine (e viceversa) sfruttando il linguaggio naturale.

Se invece si pone attenzione all'aspetto strutturale delle macchine, ci sono molte tecnologie di supporto che consentono lo svolgimento sostenibile delle funzioni appena citate. La prima tecnologia di interesse sono le unità di elaborazione grafica, o GPU, che grazie all'enorme potenziale di calcolo in loro possesso consentono all'intelligenza artificiale di processare milioni di dati e calcoli in tempi ragionevolmente brevi. Un'altra tecnologia di rilievo sono gli algoritmi avanzati per l'analisi multilivello che consentono alle macchine di prevedere eventi rari, comprendere sistemi e situazioni uniche. Un altro aspetto importante è l'integrazione delle interfacce di elaborazione delle applicazioni consentono il collegamento del sistema intelligente con altre interfacce aumentandone le funzionalità di queste ultime. Ciò è strettamente collegato con un tema molto attuale dell'*Internet of Things*, ovvero di un ecosistema di apparati elettronici tutti connessi in rete e in grado di processare e scambiando informazioni che possono dare la svolta definitiva all'intelligenza artificiale che richiede grandissime quantità di dati per operare perfettamente, dati che questo ecosistema può sicuramente fornire in modo preciso e puntuale nel tempo.

1.4 Esempi applicativi.

al giorno d'oggi le società che si interessano e si occupano di intelligenza artificiale sono molte, ma sono le più grandi multinazionali del settore I.T. quali Amazon, Google, Apple e Microsoft, le quali investono su startup innovative nel campo dell'intelligenza artificiale soprattutto per alimentare i progetti di ricerca e sviluppo presenti nei loro programmi di crescita. L'intelligenza artificiale

ormai è presente in moltissimi mercati con le più svariate applicazioni che vanno dal marketing alla gestione delle supply chain di un'impresa. Di seguito si riporta una serie di ambiti applicativi.

Ambito sanitario e Health Care

L'intelligenza artificiale ha consentito il miglioramento di molti sistemi in uso da persone con disabilità, per esempio i sistemi vocali per persone che a causa delle loro patologie non hanno modo di comunicare hanno raggiunto un livello di fluidità e naturalità nel linguaggio proprio grazie ai sistemi di apprendimento propri dei sistemi intelligenti. Ma l'applicazione più significativa e più ambiziosa è quella di utilizzare l'intelligenza artificiale come supporto per la diagnostica per malattie rare e le malattie tumorali. Tali sistemi attingono a una quantità infinita di informazioni, pubblicazioni, ricerche, cartelle cliniche e informazioni sui farmaci, elaborandoli a velocità che la mente umana non è in grado di raggiungere consentendo di accorciare i tempi di diagnosi attuali consentendo ai medici di intervenire nei tempi più brevi possibili e con terapie più mirate e più efficaci. Inoltre, il supporto dell'intelligenza artificiale nelle sale operatorie e nelle operazioni di primo soccorso si sta rivelando molto utile per migliorare la qualità e l'efficienza dei servizi appena citati.

Marketing

L'uso dell'intelligenza artificiale nel marketing è ormai consolidato e ha consentito il raggiungimento di importanti risultati, motivo per cui è nata una branca del marketing chiamata *Artificial Intelligence Marketing* che sfrutta le più moderne tecnologie di intelligenza artificiale quali Machine Learning e il Natural Language Processing integrati con tecniche statistiche e di marketing comportamentale, con l'obiettivo di stimare i trend comportamentali futuri dei consumatori oppure di indurre all'acquisto di prodotti che corrispondono alle caratteristiche d'acquisto del consumatore. I sistemi riescono ad apprendere tutte queste informazioni grazie agli assistenti vocali quali Amazon Alexa e simili, i

quali apprendono dalle richieste dell'utente imparando a conoscere le abitudini e i comportamenti di quest'ultimo consentendo di migliorare la customer experience, la customer care, user experience, servizi di assistenza, inoltre consente di creare e perfezionare sofisticati meccanismi di ingaggio con attività che si spingono fino alla previsioni dei comportamenti di acquisto da cui le aziende possono derivare strategie di comunicazione e proposte di nuovi servizi. Questi sistemi hanno difatti il compito di utilizzare l'elaborazione intelligente al fine di persuadere un utente a acquistare un determinato prodotto o servizio che rispecchia i bisogni e le caratteristiche di quest'ultimo.

Gestione dei rischi e sicurezza nel Cybercrime

In questo ambito l'applicazione dell'intelligenza artificiale è ormai di uso comune e risulta essere molto efficace. Grazie a sistemi chiamati "*Advanced Analytics*" che sono in grado di correlare dati, eventi, comportamenti e abitudini per comprendere in anticipo attività fraudolente, quali clonazioni di carte di credito. Tali sistemi vengono utilizzati per la sicurezza dei dati delle persone, però vengono anche utilizzati dalle compagnie assicurative per mitigare i rischi derivati dalle frodi e dalle autorità di sicurezza per contrastare il cybercrime.

Supply Chain Management

L'intelligenza artificiale rappresenta un sistema efficace per controllare e ottimizzare la gestione della filiera di un'impresa e degli attori coinvolti. Una delle applicazioni più diffuse è la gestione degli ordini e la gestione dei magazzini in modo efficiente grazie a sistemi di previsione estremamente accurati che i sistemi di intelligenza artificiale sono in grado di calcolare anche grazie a quanto citato in ambito di marketing.

Pubblica sicurezza

Le capacità di analisi in tempo reale di dati e di dedurre attraverso le correlazioni con altre informazioni, quali anche la geo-localizzazione dei dispositivi, consentono all'intelligenza artificiale di migliorare e di fornire sistemi di supporto per migliorare la pubblica sicurezza, in situazioni di calamità naturali e per contrastare il crimine. Durante la pandemia di Covid-19 molte nazioni quali Singapore o la Cina hanno utilizzato sistemi di intelligenza artificiale per effettuare il tracciamento dei potenziali positivi al virus grazie ai dati di geo-localizzazione e per monitorare le persone in isolamento, consentendo di controllare maggiormente lo sviluppo pandemico localizzando con tempestività le possibili criticità nel contagio.

1.5 Implicazioni economiche.

L'intelligenza artificiale permette alle macchine di percepire, comprendere, agire e imparare sia autonomamente sia al fine di potenziare le attività compiute dal lavoro umano. Importanti studi rivelano una scoraggiante verità sulla crescita industriale odierna. Difatti le imprese per spingere la crescita economica hanno attuato politiche di riduzioni delle tradizionali leve di produzione, quali investimenti di capitale sia economico che umano. Però l'intelligenza artificiale può portare ad una rivoluzione in molti settori in quanto essendo un nuovo fattore di produzione possiede il potenziale per introdurre nuove fonti di crescita, cambiando il modo in cui il lavoro viene percepito e inoltre, al contrario di come si possa pensare, potrà rafforzare il ruolo delle persone alla guida della crescita lavorativa. Alcuni studi affermano che nei principali 12 settori economici l'impatto dell'intelligenza artificiale nel 2035 potrebbe raddoppiare i tassi annuali di crescita economica, modificando così la natura del lavoro e creando una nuova relazione fra l'uomo e le macchine. Inoltre, si stima che l'impatto dei sistemi intelligenti sul lavoro porterà ad un aumento della produttività del lavoro fino al 40% consentendo alle persone di fare un uso efficiente del loro tempo.

Grazie all'avvento dell'intelligenza artificiale si creeranno tre canali di crescita che hanno alla base le caratteristiche di tale tecnologia. L'innovazione alimentata dall'intelligenza artificiale automatizza attività fisiche complesse che richiedono adattabilità e agilità grazie alla caratteristica di auto-apprendimento propria dell'intelligenza artificiale. I sistemi intelligenti renderanno più efficiente l'allocazione delle risorse umane permettendole di concentrarsi sulle attività innovative e creative alimentando la crescita e l'innovazione all'interno dei vari settori economici. Se guarda l'innovazione da un punto di vista più elevato ovvero dal punto di vista macroeconomico e non microeconomico, la crescita delle imprese comporta una crescita del prodotto interno lordo delle singole nazioni. Alcuni studi affermano che grazie all'intelligenza artificiale sarà possibile amplificare e superare la capacità attuale di capitale e lavoro potenziando così la crescita economica raggiungendo tassi di crescita quasi doppi per quanto riguarda la crescita delle economie nazionali.

Altri studi invece evidenziano una potenziale criticità nel rapporto uomo-macchina facendo nascere persino un problema di etica in quanto le macchine potrebbero sottrarre posti di lavoro all'uomo, creando una crisi economica senza precedenti. Per scongiurare l'avverarsi di tale scenario molte nazioni stanno promulgando delle linee guida per lo sviluppo di un'intelligenza artificiale etica. L'Unione Europea ha incaricato un gruppo di esperti della Commissione Europea per stilare delle *“Linee Guida Etiche sull'intelligenza artificiale”*. Questa iniziativa, anche chiamata *“Trustworthy Artificial Intelligence”* si è conclusa l'8 Aprile 2019 con la pubblicazione di sette requisiti che consentono di garantire una regolamentazione in merito ai temi dell'affidabilità e della sicurezza tecnologica. Di seguito si riporta l'elenco di requisiti emanati dall'Unione Europea:

1. Supervisione umana: i sistemi di IA devono essere sorvegliati da personale umano, il quale deve garantire un utilizzo conforme ai diritti umani fondamentali, ponendo al centro di ogni utilizzo il benessere dall'utente.

2. Robustezza e sicurezza: essa va intesa come una sicurezza e una affidabilità degli algoritmi e come una resistenza dei sistemi di controllo contro possibili operazioni illecite.
3. Privacy, controllo e gestione dei dati: richiede un'elevata e garantita protezione dei dati personali utilizzati da parte degli utenti.
4. Trasparenza: esprime la necessità di garantire la tracciabilità dei sistemi e di dimostrare i processi e le operazioni compiute dell'algoritmo.
5. Diversità, correttezza, assenza di discriminazione: i sistemi di intelligenza artificiale dovrebbero tenere conto delle abilità e delle capacità umane manifestando una correttezza e garantendone a tutti l'accessibilità. Si attua nel tentativo di evitare che gli algoritmi possano subire degli involontari condizionamenti storici o che si possano presentare dei modelli di governance inadatti.
6. Benessere sociale e ambientale: deve essere considerato in ogni ambito e in ogni momento l'impatto sull'ambiente e sull'assetto sociale, incoraggiando l'utilizzo di IA solo laddove il suo utilizzo possa garantire uno sviluppo sostenibile.
7. Responsabilità: devono essere continuamente verificati i sistemi, sia internamente che esternamente, riducendo al minimo i possibili impatti negativi soprattutto nel caso in cui potrebbero esservi violazioni dei diritti fondamentali.

I punti appena citati non sono da intendersi come una legislazione bensì sono da considerarsi come una roadmap per lo sviluppo di politiche nazionali che seguano tali principi al fine di sostenere uno sviluppo tecnologico sostenibile ed etico.

In Italia, ad esempio, all'interno dell'“*Agenzia per l'Italia digitale*”, agenzia che ha l'incarico di perseguire il massimo livello di innovazione tecnologica nel rispetto delle leggi e dell'etica tecnologica, ha istituito una task force al fine di studiare e comprendere l'impatto che l'intelligenza artificiale avrà sulla collettività e sull'economia italiana. In tal proposito nel 2018 tale task force ha

pubblicato un “*libro bianco sull’intelligenza artificiale al servizio del cittadino*” nel quale si mettono a fuoco riflessioni sulle criticità che dovranno regolare lo stato, le imprese e i singoli cittadini nell’uso dell’intelligenza artificiale.

2 Brevetti

2.1 Cosa sono i Brevetti?

L'Organizzazione Mondiale per la Proprietà Intellettuale, WIPO (*World Intellectual Property Organization*), che è l'organizzazione che si occupa a livello globale di dettare le linee guida alle varie nazioni in materia brevettuale, definisce i brevetti così: *“I brevetti sono diritti di proprietà intellettuale per la protezione di un'invenzione nei territori di singole giurisdizioni che possono essere concessi in cambio della divulgazione dell'invenzione”*. Un aspetto importante della legislazione in ambito brevettuale è che essa non è unica in tutto il mondo, ma essa è differente da una giurisdizione a un'altra per cui ci sono differenti procedure per la richiesta di deposito e spesso, sono anche differenti le leggi di tutela dei brevetti o anche cosa possa essere oggetto di brevetto o meno.

Se si considera la legislazione italiana le normative in ambito brevettuale sono citate nel codice civile e i brevetti sono definiti come: (art. 2585 c.c.) *“Possono costituire oggetto di brevetto le nuove invenzioni atte ad avere un'applicazione industriale, quali un metodo o un processo di lavorazione industriale, una macchina, uno strumento, un utensile o un dispositivo meccanico, un prodotto o un risultato industriale e l'applicazione tecnica di un principio scientifico, purché' essa dia immediati risultati industriali.”*

Da questa definizione emerge il concetto di innovatività che è il requisito fondamentale per un brevetto, inoltre la protezione brevettuale ha anche lo scopo di proteggere le nuove imprese innovative dall'imitazione di quelle più grandi e già affermate che hanno le risorse per poter imitare le innovazioni in tempi molto brevi, mantenendo così la corretta competitività economica tra imprese. I brevetti hanno anche uno scopo divulgativo in quanto la pubblicazione di un brevetto consente ad altri scienziati o ad altre imprese di migliorare le tecnologie esistenti favorendo l'avanzamento tecnologico e lo sviluppo di tecnologie

innovative. Un'altra funzione di rilievo dei brevetti è quella di favorire il trasferimento tecnologico dalle università all'industria, facendo sì che le invenzioni che vengono fatte nel modo accademico trovino applicazione nel mondo industriale.

La durata dei diritti brevettuali è di 20 anni, in questo periodo il proprietario del brevetto gode di tutti i diritti che la protezione brevettuale offre, principalmente gode del diritto di esclusiva sull'applicazione dell'invenzione per cui se un competitor vuole utilizzare l'invenzione dovrà corrispondere al proprietario di quest'ultima un indennizzo economico di solito commisurato in una percentuale dei profitti generati dall'invenzione. La proprietà di un brevetto può essere ceduta a terzi come se fosse un bene tangibile e il nuovo proprietario godrà di tutti i diritti posseduti fino a quel momento dal proprietario precedente. Sia le operazioni di licenza che di cessione di un brevetto vengono regolate dalle normali norme contrattuali previste dal codice civile della giurisdizione in cui avviene la transazione.

Nella maggior parte delle legislazioni i brevetti non possono essere concessi a idee, concetti, scoperte scientifiche, programmi informatici, modelli e metodi di business, metodi di insegnamento o metodi diagnostici praticati sia sull'uomo sia sugli animali. Tuttavia, esistono delle deroghe a questi limiti, ad esempio se consideriamo l'ambito software, un programma può essere brevettato se il suo utilizzo comporta dei risultati tecnici e fisici all'interno dell'hardware. Per risultato tecnico si intende ad esempio, se l'applicazione del programma comporta una diversa e più efficiente gestione delle memorie all'interno del dispositivo, allora tale programma potrà essere brevettato.

Il processo di deposito di brevetto di solito inizia con la presentazione della documentazione di deposito presso l'Ufficio di Primo Deposito, solitamente presso il WIPO, successivamente seguono successivi depositi della stessa invenzione presso altri uffici, definiti Uffici di Secondo Deposito, per ottenere protezione in più giurisdizioni. Questi successivi depositi danno inizio alla creazione di famiglie di brevetti e a relazioni tra membri della stessa famiglia.

Alcune autorità brevettuali mantengono la domanda di deposito segreta fino al momento in cui avvenga la concessione del deposito, altre invece, pubblicano le domande di brevetto 18 mesi dopo la data di deposito o, se si tratta di un Ufficio di Primo Deposito dopo la data di priorità in quanto *“chiunque abbia regolarmente depositato una domanda di brevetto d’invenzione o di modello di utilità in uno degli stati facenti parte della Convenzione di Parigi può fruire durante i successivi 12 mesi un diritto di priorità per effettuare il deposito di una domanda di brevetto internazionale riguardante la medesima invenzione mantenendo all’estero la stessa data di validità nazionale”*². Le pubblicazioni avvenute dagli Uffici di Primo Deposito vengono definite pubblicazioni di preconcessione, in quanto non rappresentano ancora un diritto concesso anzi, addirittura questo diritto potrebbe non venire mai concesso in quanto la domanda potrebbe venire ritirata o abbandonata per cui l’invenzione diventerebbe di dominio pubblico nella giurisdizione in cui era stata presentata la domanda. Una tipologia speciale di applicazione brevettuale è il Patent Cooperation Treaty che ha effetto su 148 giurisdizioni e consente al richiedente che ha intenzione di depositare il brevetto in più giurisdizioni di farlo con un’unica domanda, infatti egli una volta depositata la domanda a un ufficio brevetti del sistema PCT riceverà un’opzione da un’autorità di ricerca internazionale che effettuerà una ricerca supplementare internazionale che valuterà la brevettabilità dell’invenzione. A questo punto, il richiedente ha un periodo di 30 mesi per ottenere la protezione nelle giurisdizioni dei paesi membri. Il Sistema PCT consente una notevole riduzione dei costi brevettuali nel caso in cui il richiedente abbia intenzione di brevettare su scala internazionale. I brevetti appartenenti a questo sistema sono di particolare interesse quando si redige un Patent Landscape in quanto forniscono importanti informazioni per questo tipo di analisi brevettuali.

² WIPO, Intellectual Property Handbook (2004)

2.2 Componenti della documentazione di un brevetto

Per poter analizzare al meglio i brevetti nel capitolo seguente è necessario approfondire come è strutturata la documentazione di un brevetto. Il documento è suddiviso in tre sezioni: dati bibliografici, descrizione dell'invenzione e rivendicazioni. Ognuna di queste sezioni è suddivisa a sua volta in sottosezioni che offrono informazioni specifiche su ogni aspetto rilevante del brevetto.

2.2.1 Dati Bibliografici

Questa sezione definisce i dati basilari riguardanti il contenuto tecnico del documento, quali l'archiviazione domestica dell'applicazione, la data di priorità, la data di pubblicazione e di classificazione, tali dati si trovano nella prima pagina di un documento di brevetto. In generale, le analisi statistiche, quali i patent landscape, si focalizzano sull'analisi di questa sezione della documentazione relativa a un brevetto. Di seguito si riportano i principali dati bibliografici³.

- a. **Applicant/Assignee:** rappresenta il soggetto sia fisico che giuridico che deposita il brevetto, esso è anche il detentore dei diritti brevettuali.
- b. **Inventor:** rappresenta la persona o il gruppo di persone che sono gli autori dell'invenzione oggetto di brevetto.
- c. **Data di deposito:** è decisa dall'autorità brevettuale che riceve la domanda di brevetto.
- d. **Data di priorità:** corrisponde alla data in cui un richiedente deposita un brevetto relativo ad un precedente brevetto pubblicato. in particolare la data in cui la richiedente fa riferimento alla priorità di tale domanda anteriore.

³ WIPO, Guidelines for Preparing Patent Landscape Report (2015)

- e. **Data di pubblicazione:** corrisponde alla data in cui il brevetto viene pubblicato, approssimativamente 18 mesi dopo il deposito della domanda di brevetto oppure 18 mesi dopo la prima data di priorità.
- f. **Dato di priorità:** è composto da il numero della domanda di brevetto, dalla data della domanda di deposito e dall'identificazione della nazione/organizzazione a cui il richiedente ha fatto domanda di deposito.
- g. **Classificazione:** essa ha lo scopo di organizzare i brevetti pubblicati secondo aree tecnologiche di appartenenza. Questa classificazione è stata introdotto dal WIPO nel 1968 ed entrata in vigore dal 7 Ottobre del 1975⁴. Essa è denominata classificazione IPC (International Patent Classification). Questa sottosezione verrà analizzata più nel dettaglio successivamente in quanto rilevante per l'analisi successiva.
- h. **Citazioni:** essa riguarda lo stato dell'arte correlato al brevetto in questione. Le citazioni possono suggerire collaborazioni tra due o più invenzioni. Lo studio di esse può essere utile ad identificare quali invenzioni avranno un impatto tecnologico maggiore.

2.2.2 Descrizione

La descrizione è la parte centrale della documentazione di un brevetto, essa identifica gli aspetti tecnici riguardanti l'invenzione. Di solito fornisce un riassunto del background tecnico dell'invenzione e descrive le principali caratteristiche dell'invenzione, spesso con l'ausilio di disegni per facilitare la comprensione ad un lettore fornendogli una visione d'insieme dell'invenzione.

2.2.3 Rivendicazioni

Le rivendicazioni sono definite come: *“la parte della documentazione di brevetto che definisce l'ambito per il quale si chiede o si concede la protezione”* (WIPO Intellectual Property Handbook, 2004). Esse determinano

⁴ WIPO, Intellectual Property Handbook (2004)

cosa un richiedente rivendica come un'invenzione propria. La prima rivendicazione è denominata *rivendicazione principale* e include le caratteristiche tecniche dell'invenzione che aiutano a risolvere il problema iniziale che ha portato alla nascita dell'invenzione. Nelle domande di brevetto è necessario fornire almeno una rivendicazione.

2.3 Classificazione IPC

La codifica IPC è stata introdotta dal WIPO nel 1968, ed entrata ufficialmente in vigore dal 1975, al fine di ottenere una classificazione dei brevetti unica in tutto il mondo. Prima di questa data le varie legislazioni avevano sistemi di classificazione diversi e ognuno nella propria lingua nazionale, ciò comportava confusione e rendeva complicato accedere ai brevetti pubblicati in altri paesi. I codici IPC si riferiscono alla natura tecnica dell'invenzione divulgata. ovvero, il sistema IPC serve come un modo per rappresentare concetti predefiniti per descrivere le caratteristiche tecniche associate all'invenzione. Tale classificazione è stata sviluppata e migliorata per molti anni al fine di renderla sempre più efficiente, nel 1999 gli stati aderenti all'Unione IPC hanno deciso di avviare una riforma della classificazione introducendo un periodo transitorio in cui parallelamente gruppi di esperti hanno effettuato una revisione della classificazione e hanno elaborato le modifiche necessarie dalla riforma, tale periodo è terminato nel 2005 e la classificazione è stata organizzato secondo un modello gerarchico formato da sezioni, classi, sottoclassi e gruppi. Di seguito si riporta l'organizzazione delle varie componenti appena citate⁵:

- a. **Sezione:** rappresenta campo di applicazione tecnologico a cui il brevetto appartiene. Le sezioni sono 8 e sono codificate con lettere maiuscole:
 - **A:** necessità umane;
 - **B:** trasporti e performing operation;
 - **C:** chimica e metallurgia;

⁵ www.wipo.int/classifications/ipc/en

- **D:** tessile e carta;
- **E:** Edilizia;
- **F:** ingegneria meccanica, illuminazione, riscaldamento, armi, esplosioni;
- **G:** fisica;
- **H:** elettricità;

Inoltre, ogni sezione ha un titolo informativo che definisce in modo più specifico il settore di appartenenza, questi ultimi possono formare delle sottosezioni che però non hanno simboli di classificazione.

- Classe:** le sezioni sono suddivise in classi numerate che forniscono il secondo livello tecnologico della classificazione, inoltre è presente un titolo per identificare il contenuto di ogni classe.
- Sottoclasse:** rappresenta il terzo livello gerarchico tecnologico della classificazione. Sono identificate con il simbolo della classe con l'aggiunta di una lettera maiuscola.
- Gruppo:** le classi sono ripartite in gruppi che possono essere a loro volta ripartiti in sottogruppi. Essi rappresentano il quarto livello gerarchico che è quello più basso.

A	01	B	33/00	Main group – 4 th level
Section – 1 st level	Class – 2 nd level		or 33/08	Subgroup – lower level
		Subclass – 3 rd level		
			Group	

2.4 Database

I database brevettuali immagazzinano i principali dati riportati nelle documentazioni brevettuali, quasi tutte le informazioni riportate in un brevetto sono contenute nei database. Molti di essi sono disponibili gratuitamente online.

Molti ricercatori possono usare questi database formulando delle query di ricerca inserendo un mix di keyword e criteri specifici ottenendo le informazioni sui brevetti che soddisfano tali interrogazioni. Al giorno d'oggi sono disponibili diversi database sia di enti governativi sia di enti privati, in particolare WIPO ed EPO (*European Patent Office*) posseggono database brevettuali internazionali consultabili online. Ad esempio, il database di proprietà di WIPO si chiama Patentscope, esso contiene la maggior parte delle informazioni contenute nei documenti di un brevetto ed è facilmente consultabile gratuitamente sul sito dell'ente.

In ogni caso anche enti privati offrono online database che possono essere sia gratuiti sia a pagamento, ad esempio Google Patents di Google o Patent Inspiration sono gratuiti però non consentono di effettuare analisi avanzate mentre altri database a pagamento offrono servizi aggiuntivi per effettuare ricerche o analisi più accurate. Per effettuare le analisi necessarie al capitolo 3 verrà utilizzato il database di Derwent, il quale consente la realizzazione di query di ricerca dettagliate e l'esportazione dei risultati ottenuti.

3 Metodo

In questo capitolo verrà esplicitato il ragionamento e la costruzione della query di ricerca dei brevetti che è stata applicata sul database Derwent per ottenere le informazioni sui brevetti in ambito di intelligenza artificiale, le quali verranno analizzate nel successivo capitolo al fine di raggiungere l'obiettivo di tesi, ovvero analizzare e comprendere al meglio lo scenario tecnologico relativo a questa tecnologia.

3.1 Analisi preliminare e identificazione delle keyword

Per trovare le principali keyword nell'ambito tecnologico in esame sono state considerate le principali caratteristiche e terminologia utilizzate nella descrizione della tecnologia al capitolo 1. Inoltre, si è deciso di inserire alcuni ambiti applicativi per avere una visione più ampia dello scenario tecnologico. Dall'analisi della tecnologia sono emerse le seguenti parole chiave:

- Artificial Intelligence
- Computation Intelligence
- Bayes network
- Chatbot
- Data mining
- Decision model
- Deep learning
- Genetic algorithm
- Machine learning
- Supervised learning
- Expert system
- Self learning
- Facial analysis system
- Predictive purchase system
- Marketing analytics system

- Medical imaging system
- Inductive logic program
- Neural network
- Fuzzy logic
- Natural language processing

Tali termini appena citati, sono stati inseriti su Derwent per formulare una query di ricerca iniziale al fine di comprendere se il percorso di ricerca intrapreso portasse risultati corretti e coerenti con l'ambito tecnologico in analisi.

Da questa prima interrogazione sono risultati 562.761 brevetti che rispondono alle keyword sopracitate. Analizzando alcuni dati statistici riassuntivi di tale ricerca, in particolare sulle imprese che hanno depositato brevetti con tali caratteristiche, è risultato che l'approccio di ricerca intrapreso è corretto.

Da un'analisi più approfondita è emerso il fatto che alcune di queste keyword fossero troppo generiche e potevano portare a un'alterazione dei risultati; ad esempio, la parola chiave "expert system" può avere altri significati che non sono inerenti all'ambito dell'intelligenza artificiale, per cui si è provato a restringere la ricerca per tali parole chiave, mettendole in relazione con la keyword "Artificial Intelligence" utilizzando l'operatore logico "AND" per effettuare tale operazione. I risultati di tale interrogazione confermano quanto appena detto in quanto, circa il 10% dei risultati iniziali della query senza la richiesta di collegamento stretto tra la keyword generica e "Artificial Intelligence" soddisfano la seconda interrogazione più stringente. Anche le keyword "Data Mining" e "Supervised learning" presentavano lo stesso problema di "superficialità".

Inoltre, le parole chiave di applicazione tecnologica quali Facial analysis system, Predictive purchase system, Marketing analytics system, Medical imaging system, Inductive logic program e Natural language processing potevano portare a risultati che includevano brevetti non strettamente

correlati all'intelligenza artificiale, per cui anch'essi potevano alterare i risultati delle successive analisi.

Dopo un'attenta analisi si è deciso di escludere tutte le keyword che potevano portare ad alterazioni dei risultati, al fine di ottenere una base di dati che identifica il dominio dell'intelligenza artificiale con più certezza.

Si è preferito utilizzare questa "limitazione" per rimuovere rumore di fondo dovuto alla poca specificità di tali keyword che avrebbero incluso brevetti non pertinenti con l'intelligenza artificiale, pertanto, la base di dati utilizzata e la sua analisi, si concentrerà su alcuni aspetti che identificano il dominio tecnologico dell'intelligenza artificiale con maggiore certezza, ottenendo risultati sulla tecnologia in sé e per sé definendo dei confini tecnologici certi data la vastità di applicazioni che tale tecnologia possiede.

3.2 Ricerca basata sui codici IPC

Per ridurre ancor di più brevetti poco pertinenti all'intelligenza artificiale si è pensato di strutturare un'ulteriore ricerca utilizzando i codici IPC collegati ai brevetti su Intelligenza Artificiale. I codici IPC sono stati trovati sul sito di WIPO⁶ (World Intellectual Property Organization) da un indice sull'intelligenza artificiale, il quale presenta diverse classificazioni dei brevetti su tale tecnologia, sia per le sue applicazioni, sia per la tecnologia in sé.

Sono stati utilizzati i codici relativi alla tecnologia per coerenza con il focus delle keyword descritto nel paragrafo precedente. Tali codici sono riportati in Tabella 1 in appendice con le relative descrizioni per ognuno di essi.

Successivamente è stata generata una query utilizzando l'operatore logico "OR" tra ognuno dei codici IPC selezionati, ottenendo circa 1.000.000 di risultati.

⁶ https://www.wipo.int/tech_trends/en/artificial_intelligence/patentscope.html (WIPO, 2019)

3.3 Query di ricerca finale

La query di ricerca definitiva è l'intersezione delle query realizzate ai punti precedenti, con l'obiettivo di ridurre al minimo i brevetti che potranno alterare le analisi effettuate nel capitolo seguente. Per quanto riguarda le keyword, come già citato nel precedente paragrafo, sono state rimosse tutte quelle parole che potevano "alterare" i risultati.

Di seguito si riportano quelle che garantiscono l'identificazione con maggior certezza di brevetti sull'intelligenza artificiale:

- Artificial Intelligence
- Computation Intelligence
- Bayes Network
- Deep Learning
- Machine Learning
- Supervised Learning
- Expert System
- Neural Network

La ricerca con queste parole chiave incrociate con i codici IPC garantisce risultati specifici e consistenti con l'ambito tecnologico di riferimento, evitando allo stesso tempo di includere brevetti appartenenti ad altre tecnologie che rispondano a una o più delle keyword selezionate.

Per comprendere al meglio la query di ricerca utilizzata è necessario introdurre una legenda degli operatori utilizzati da Derwent per effettuare le interrogazioni al database.

- **"IC"** indica che la keyword di riferimento è un codice IPC pertanto verrà ricercata all'interno dei campi IPC del Database.
- **"CTB"** indica che la keyword di riferimento è da ricercare nei campi Title/Abstract/Claims.
- **"ADJ"** indica che le keywords inserite nella stessa interrogazione devono essere adiacenti per restituire un record valido.
- **"OR"** e **"AND"** sono gli operatori logici Booleani.

Di seguito si riporta la query di ricerca che è stata utilizzata per creare la base di dati che verrà analizzata nel dettaglio nel capitolo seguente.

(IC=(A61B000500) OR IC=(A63F001367) OR IC=(B23K003100) OR IC=(B25J000916) OR IC=(B29C006500) OR IC=(B60W003006) OR IC=(B60W003010) OR IC=(B60W003014) OR IC=(B62D001502) OR IC=(B64G000124) OR IC=(E21B004100) OR IC=(F02D004114) OR IC=(F03D000704) OR IC=(F16H006100) OR IC=(G01N002944) OR IC=(G01N003300) OR IC=(G01R003128) OR IC=(G01R003136) OR IC=(G01S000741) OR IC=(G05B001302) OR IC=(G05D000100) OR IC=(G06E000100) OR IC=(G06E000300) OR IC=(G06F000944) OR IC=(G06F001114) OR IC=(G06F001122) OR IC=(G06F001500) OR IC=(G06F001700) OR IC=(G06F001900) OR IC=(G06G000700) OR IC=(G06J000100) OR IC=(G06K000714) OR IC=(G06K000900) OR IC=(G06N000300) OR IC=(G06N000500) OR IC=(G06N000700) OR IC=(G06N000900) OR IC=(G06T000120) OR IC=(G06T000140) OR IC=(G06T000340) OR IC=(G06T000700) OR IC=(G06T000900) OR IC=(G08B002918) OR IC=(G10L001300) OR IC=(G10L001500) OR IC=(G10L001700) OR IC=(G10L002500) OR IC=(G10L009900) OR IC=(G11B002010) OR IC=(G16H005020) OR IC=(H01M000804992) OR IC=(H02H000100) OR IC=(H02P002100) OR IC=(H02P002300) OR IC=(H03H001702) OR IC=(H04L001224) OR IC=(H04L001270) OR IC=(H04L0012751) OR IC=(H04L002502) OR IC=(H04L002503) OR IC=(H04N0021466) OR IC=(H04R002500)) AND (CTB=(Artificial ADJ Intelligence) OR CTB=(Computation ADJ Intelligence) OR CTB=(bayes ADJ network) OR CTB=(deep ADJ learning) OR CTB=(machine ADJ learning) OR CTB=(supervised ADJ learning) OR CTB=(expert ADJ system) OR CTB=(neural ADJ network));

La query è strutturata in due “sezioni”: la prima in cui vengono richiesti i codici IPC dei brevetti sull’intelligenza artificiale inseriti con operatore logico “OR”, in modo da ottenere tutti i brevetti che appartengono ad almeno una di queste classi, mentre nella seconda sezione vengono richieste le keyword selezionate utilizzando l’operatore “OR”, in quanto si richiede che i brevetti contengano nei campi Title, Abstract e Claims almeno una di queste keyword. Inoltre, è stato aggiunto l’operatore “ADJ” tra le parole che compongono la keyword, in quanto si richiede che le due parole siano adiacenti perché se così non fosse la keyword perderebbe di significato.

Le due sezioni sono collegate con l’operatore “AND” il quale garantisce che i risultati soddisfino entrambe le condizioni appena descritte. In questo modo si ottiene una base di dati che risponde alle keyword individuate e allo stesso tempo risponda anche alla condizione che i brevetti in esame appartengano alle classi IPC che identificano i brevetti inerenti all’intelligenza artificiale. La query applicata ha fornito un numero di brevetti corrispondenti alle caratteristiche appena identificate pari a 124.243 identificando circa 80.000 famiglie di brevetti e ricoprendo un arco temporale che va dal 1980 ad oggi.

Per poter effettuare l’esportazione dei dati per la creazione del database, indispensabile per effettuare successive analisi, è stato necessario suddividere la base di dati in sottogruppi contenenti al massimo 30.000 brevetti. Tali sottogruppi sono stati individuati suddividendo temporalmente i brevetti ed esportandoli in modo tale che tale requisito sul numero massimo di brevetti fosse rispettato.

Successivamente i risultati sono stati uniti nuovamente per ottenere la base di dati completa per effettuare le analisi del successivo capitolo.

4 Analisi dei risultati

Una volta estrapolati i dati tramite la query generale di ricerca approfondita nel capitolo precedente, è possibile analizzarli per ottenere informazioni utili sullo scenario tecnologico relativo l'intelligenza artificiale. Grazie all'applicazione di query più specifiche, è possibile andare ulteriormente a filtrare i dati ottenuti al fine di evidenziare e analizzare gli aspetti di interesse per le successive analisi. Per effettuare la maggior parte delle analisi riportate in questo capitolo è stato utilizzato Excel, mentre alcuni grafici, ad esempio la mappa dei brevetti, sono stati presi dai grafici di Derwent proposti nell'analisi dei risultati della query applicata.

Come riportato nel capitolo precedente i risultati ottenuti dalla query sono stati suddivisi per intervalli temporali per poterli esportare rispettando il vincolo di 30.000 brevetti per file di esportazione. Successivamente i file sono stati importati su Excel e uniti in un unico dataset contenente tutti i risultati della query in modo da poterli agevolmente analizzare tutti insieme.

4.1 Publication Trend

La prima informazione di interesse per l'analisi dello scenario tecnologico dell'intelligenza artificiale è quella relativa l'andamento delle pubblicazioni negli anni, tale andamento è una buona stima dell'interesse delle imprese e, in secondo luogo dei mercati alla tecnologia in esame.

Il "Publication Trend" fornisce informazioni relative i brevetti che sono stati pubblicati dopo il loro deposito, di solito tale periodo di "buio" è di 18 mesi⁷, inoltre i brevetti vengono caricati sui database, tipo Derwent, dopo alcuni mesi dalla loro pubblicazione per cui gli ultimi due anni saranno sottostimati a causa di quanto appena detto.

⁷ WIPO, Intellectual Property Handbook (2004)

Il grafico in figura 4.1 mostra l'andamento durante l'intero periodo in esame, ovvero dal 1980 al 2020 in quanto i dati sul 2021 non sono significativi. Si può notare come nell'ultimo decennio la crescita è stata esponenziale e se si considera il periodo di "buio" citato poco fa, questo trend si dovrebbe confermare visto che i dati relativi al 2019 e al 2020 sono sottostimati. Difatti nell'ultimo decennio c'è stata una vera e propria esplosione di sistemi basati sull'intelligenza artificiale, basti pensare all'esplosione dell'industria 4.0 oppure degli assistenti vocali che negli ultimi anni hanno avuto una diffusione in larga scala a livello globale.

Si può quasi con sicurezza supporre che tale trend di crescita continuerà anche nei prossimi anni in quanto con l'avvento dell'"internet of things" si avrà un aumento considerevole di dati, i quali sono stati, in passato, uno dei freni dello sviluppo di questa tecnologia in quanto come riportato nel capitolo 1 i sistemi intelligenti richiedono un elevato numero di dati e di informazioni per funzionare al meglio.

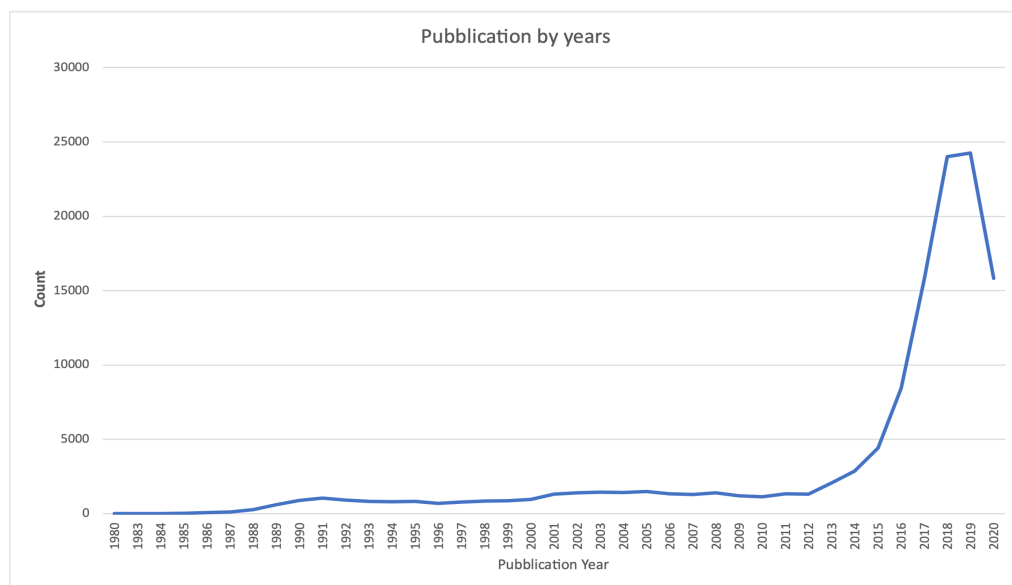


Figura 4.1 Pubblicazione Trend su AI dal 1980 al 2020

4.2 Dati sulle imprese

Questa fase dell'analisi ha lo scopo di comprendere quali siano le imprese leader nell'ambito tecnologico in esame e di analizzare il trend di brevetti pubblicati nel corso del periodo temporale in esame.

Spesso le grandi organizzazioni brevettano sotto nomi differenti a seconda della divisione che ha effettuato il deposito, ad esempio Google ha brevetti depositati sia sotto il nome "Google Inc." sia sotto il nome "Google LLC", per cui nonostante siano la stessa organizzazione per i software, ad esempio excel, vengono considerati come due entità differenti, Inoltre spesso l'assignee di un brevetto può non essere uno solo bensì ci possono essere più soggetti proprietari di un brevetto, ad esempio IBM ha alcuni brevetti in cui nel campo assignee risultano anche gli inventori che hanno effettuato tale scoperta, anche in questo caso i software li considerano diversi nonostante non lo siano.

Per evitare che ciò avvenga, ottenendo così un'analisi incompleta ed errata i dati sono stati esportati utilizzando la standardizzazione di Derwent che effettua una prima "pulizia" dei dati standardizzando il più possibile i nomi delle imprese. Ciò nonostante, i dati presentavano ancora delle limitazioni, ad esempio quando erano presenti più di un assignee oppure nei dipartimenti delle organizzazioni che avendo nomi differenti il software non è stato in grado di standardizzarli. Prima di tutto si è creata una tabella Pivot del database contenente sulle righe gli assignee e sulle colonne il totale di brevetti depositati nei singoli anni in analisi, successivamente i risultati della tabella Pivot sono stati ordinati secondo il totale di brevetti depositati in ordine decrescente.

Dopodiché, per le prime 100 imprese del ranking è stata effettuata un'analisi secondaria per evidenziare tutti i brevetti in cui l'impresa in questione era presente, applicando un filtro di ricerca alla tabella pivot in cui si richiedeva la presenza dell'impresa in questione nel campo assignee. Infine, i risultati aggregati sono stati riportati in una nuova tabella per ogni anno del periodo

temporale in analisi. Alla fine di questo processo si è stilato un ranking delle prime 100 imprese per brevetti complessivi, analizzando tale tabella l'impresa Philips risultava due volte in quanto era presente con due nomi leggermente differenti che fornivano risultati differenti per cui l'impresa è stata nuovamente analizzata tenendo in considerazione entrambi i nomi riscontrati e i risultati sono stati nuovamente aggregati ovviamente considerando una sola volta i risultati comuni.

A questo punto si è deciso di rappresentare e di analizzare più approfonditamente le prime 20 imprese del ranking ottenuto, le quali detengono circa il 52% dei brevetti analizzati per le prime 100 imprese e circa il 15% del totale dei brevetti del database.

Il grafico in Figura 4.2 mostra le migliori 20 imprese per brevetti sull'intelligenza artificiale ottenute con processo appena descritto. Come si può notare dal grafico c'è un primo gruppo di imprese composto dalle migliori 5 del ranking, ovvero: IBM, Siemens, Microsoft, Samsung e Google le quali detengono circa il 52% dei brevetti delle prime 20 imprese classificate.

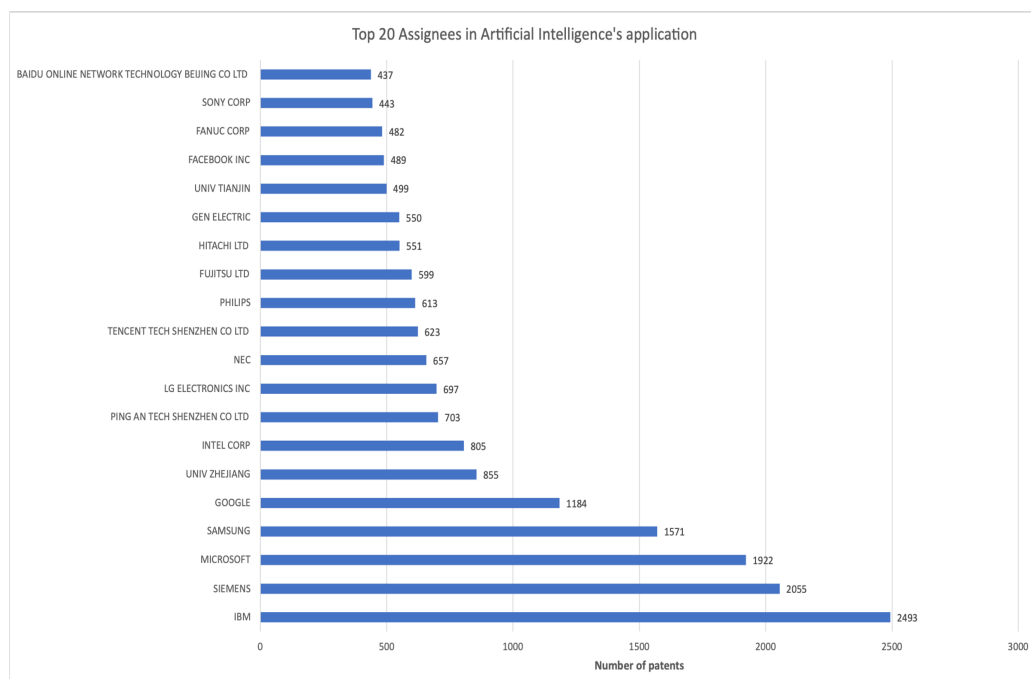


Figura 4.2 Top 20 imprese leader di pubblicazioni brevettuali dal 1980 al 2020

Bisogna segnalare però che queste imprese si sono interessate di intelligenza artificiale in periodi temporali differenti. Fino al 2013 le aziende che avevano investito su questa tecnologia erano principalmente Siemens, Microsoft e IBM, con Siemens che dal 1994 ha investito in modo costante guidando l'innovazione nel settore.

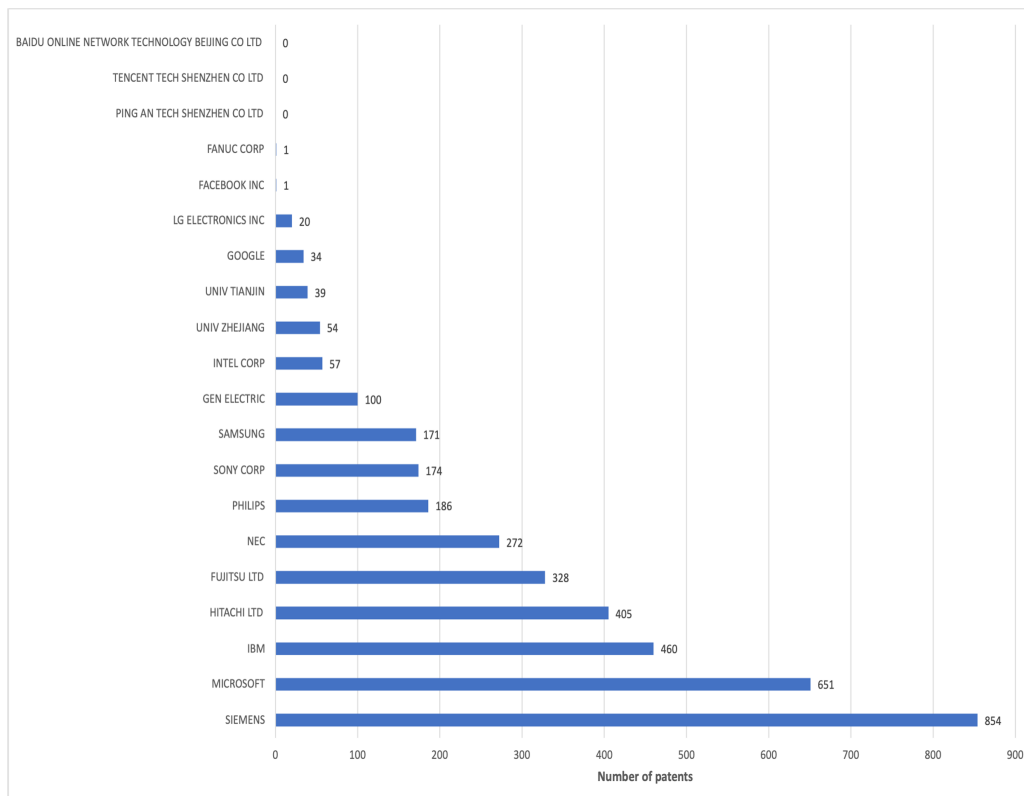


Figura 4.3 Top 20 imprese leader di pubblicazioni brevettuali dal 1980 al 2010

Come si può notare dal grafico in Figura 4.3 la situazione delle imprese in analisi era completamente differente e conferma quanto appena detto ovvero che l'innovazione del settore era completamente controllato da 3 imprese. Analizzando i due grafici si può notare che nonostante Siemens abbia più che raddoppiato i suoi brevetti, IBM ha investito su questo settore molto di più del leader di settore al 2010.

Un caso particolare invece è Hitachi che dal 2010 al 2020 ha praticamente smesso di investire sull'intelligenza artificiale nonostante le ampie prospettive di mercato di tale tecnologia. Un'altra informazione importante che si evince

dalla comparazione dei due grafici la crescita dell'ultimo decennio di Google che dalle ultime posizioni del ranking al 2010 è passata ad essere una imprese che stanno investendo più in ricerca sull'intelligenza artificiale.

Inoltre, è importante segnalare la presenza di due università all'interno di questo ranking, ovvero l'università di Zhejiang e di Tianjin, entrambe due università cinesi che nell'ultimo decennio hanno effettuato molta ricerca sull'intelligenza artificiale a dimostrazione del fatto che, la Cina e i paesi orientali in generale stanno investendo molto su tale tecnologia.

Un altro aspetto importante per questa sezione di analisi sulle imprese è l'analisi sulle citazioni in quanto le imprese, i cui brevetti hanno un numero di citazioni maggiori sono quelle che per prime hanno depositato un brevetto veramente innovativo a cui le altre imprese si sono successivamente ispirate. Difatti, *“le Citazioni rappresentano una potenziale relazione tra due invenzioni. Studiarle fornisce un mezzo per identificare documenti fondamentali che potrebbero avere un forte impatto sullo sviluppo di una tecnologia”* (“Guidelines for Preparing Patent Landascape Reports”, WIPO, 2015).

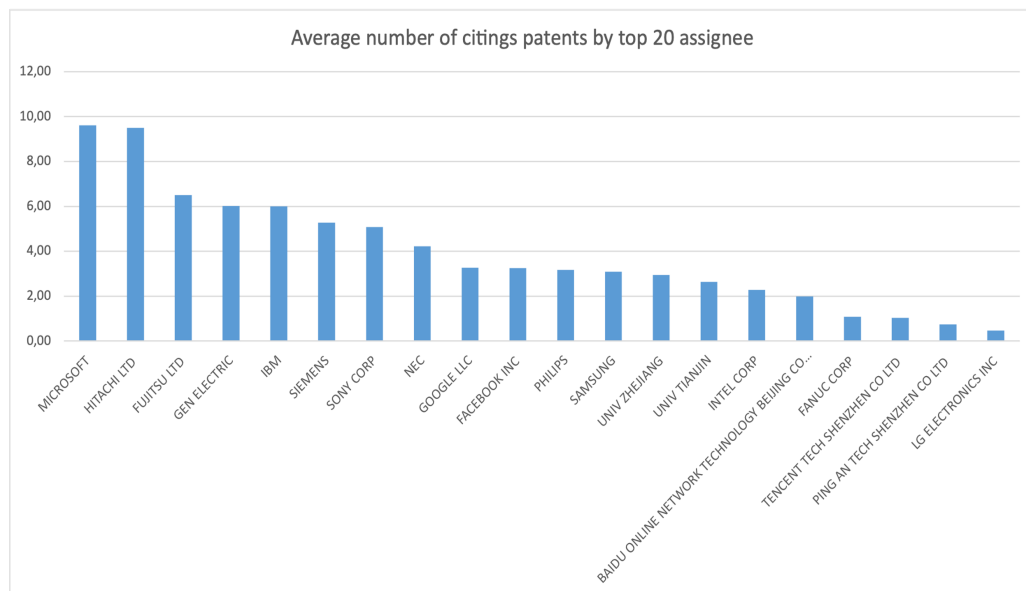


Figura 4.4 Numero medio di citazioni per brevetto delle migliori 20 imprese per brevetti

Dal grafico in Figura 4.4 si può notare come Microsoft e Hitachi siano le imprese con un valore di citazioni medie per brevetto più elevati, rispettivamente con

9,62 e 9,50 citazioni medie per brevetto, mentre l'impresa leader per brevetti ovvero IBM ha un valore di 6,0 citazioni medie per brevetto. Ciò significa che Microsoft e Hitachi hanno depositato i brevetti più innovativi nel settore tecnologico dell'intelligenza artificiale. Come detto precedentemente Hitachi ha ridotto notevolmente la ricerca in intelligenza artificiale nell'ultimo decennio però, negli anni '90, aveva una posizione di spicco nella ricerca sull'intelligenza artificiale per cui in quel periodo ha depositato brevetti particolarmente innovativi che hanno guidato l'evoluzione tecnologica in quel decennio. Subito dopo, sono presenti un gruppo di 5 imprese con valori compresi tra 4 e 6, ovvero Fujitsu, General Electric, IBM, Siemens e Sony.

In particolare, Siemens e IBM, che sono tra le imprese leader per numero di brevetti sono imprese che fanno molta ricerca migliorando incrementalmente la tecnologia, senza però effettuare invenzioni dell'importanza di quelle effettuate da Microsoft, ciò se si considera che la crescita di IBM è avvenuta principalmente nell'ultimo decennio può portare a sottostimare il numero medio di citazioni dei brevetti di tale impresa che nei prossimi anni potrebbe crescere notevolmente visto il gran numero di brevetti depositati in questo ambito tecnologico nell'ultimo decennio. Se si guardano le imprese successive si nota come siano tutte imprese che sono entrate nel settore dell'intelligenza artificiale in tempi più recenti rispetto alle imprese appena descritte per cui è normale che abbiano un valore di citazioni medie relativamente basso.

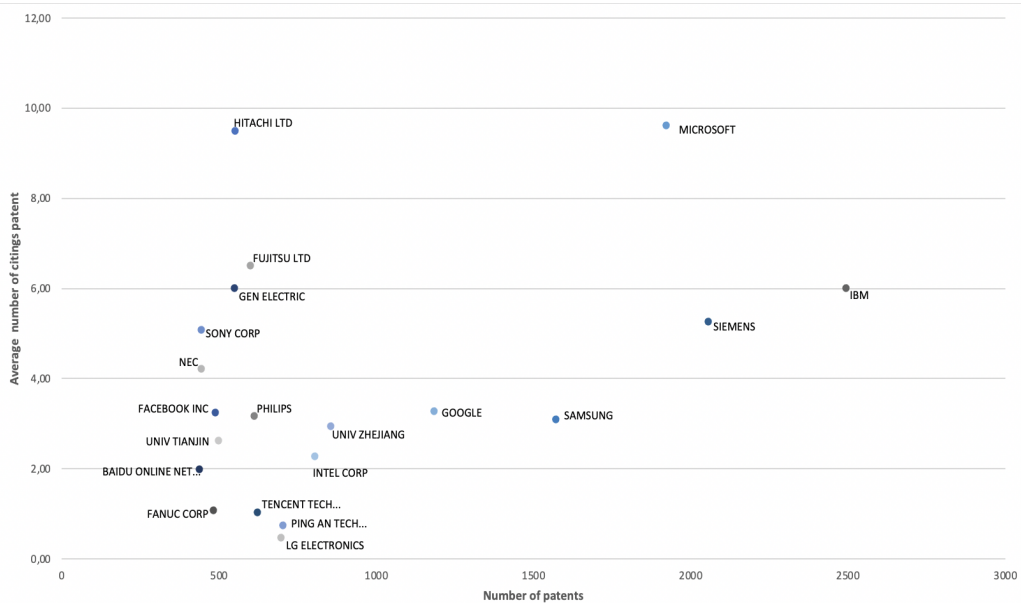


Figura 4.5 Grafico a quadrante per confronto tra numero medio di citazioni e totale dei brevetti per impresa

Il grafico in Figura 4.5 mostra il confronto tra il numero di brevetti delle imprese e il numero medio di citazioni per brevetto al fine di ottenere una visione completa e analizzare congiuntamente gli aspetti analizzati nei paragrafi precedenti. Come si può notare, il grafico può essere suddiviso in 4 cluster.

Nel primo gruppo si trovano le imprese leader di settore, ovvero Microsoft, Siemens e IBM, le quali si posizionano bene sia in termini di quantità di brevetti sia in termini qualitativi. Nel secondo cluster troviamo Google e Samsung, le quali in termini quantitativi sono molto forti ma in termini qualitativi sono nella media. C'è da segnalare però che sono imprese relativamente giovani se paragonate a quelle del gruppo precedente, per cui è auspicabile che le due imprese in questione nei prossimi anni possano avvicinarsi notevolmente alle imprese leader di settore.

Il terzo gruppo è composto da Hitachi che per quanto riportato nel paragrafo precedente mantiene una posizione leader di qualità in quanto impresa leader negli anni '90 ma che nell'ultimo decennio ha investito molto meno rispetto ai competitor in questo settore tecnologico.

Nell'ultimo gruppo invece troviamo tutte le altre imprese, le quali non sono né leader in termini di qualità, né leader in termini di quantità di brevetti depositati. È anche vero che, molte di queste imprese sono entrate nel settore da poco tempo per cui in futuro questo gruppo tenderà a definirsi meglio con alcune di queste imprese che spariranno dal settore e alcune di esse che miglioreranno la loro posizione avvicinandosi alle imprese leader oppure raggiungendo la posizione attuale di Samsung e Google.

4.3 Geografia dei brevetti

La Figura 4.6 mette in luce la distribuzione geografica dei brevetti relativamente l'ambito tecnologico in esame. Come si può notare dalla mappa la tecnologia è di interesse in quasi tutto il mondo sviluppato, con delle differenze sostanziali sull'entità di tale interesse.

Se si pone attenzione al grafico in Figura 4.7 si può notare come la distribuzione di tali brevetti sia tutt'altro che omogenea, in quanto paesi come Cina e Stati Uniti detengono circa il 67% dei brevetti in esame, inoltre se si considera che l'8% dei brevetti ha copertura mondiale significa che solamente il 25% dei brevetti appartiene alle altre nazioni evidenziate in Figura 4.4.

Successivamente si posizionano Giappone, brevetti con protezione europea e la Repubblica di Korea con percentuali molto più piccole rispetto a Cina e Stati Uniti. Gli unici Paesi europei presenti nelle prime 15 aree geografiche sono Germania, Regno Unito e Francia con rispettivamente 1,23%, 0,56% e 0,30% per cui con percentuali irrisorie se paragonate alle prime due nazioni del ranking. Quindi, anche se nella maggior parte del mondo si è mostrato interesse per l'intelligenza artificiale alla fine solamente Cina e Stati Uniti stanno trainando l'innovazione in questo settore tecnologico.

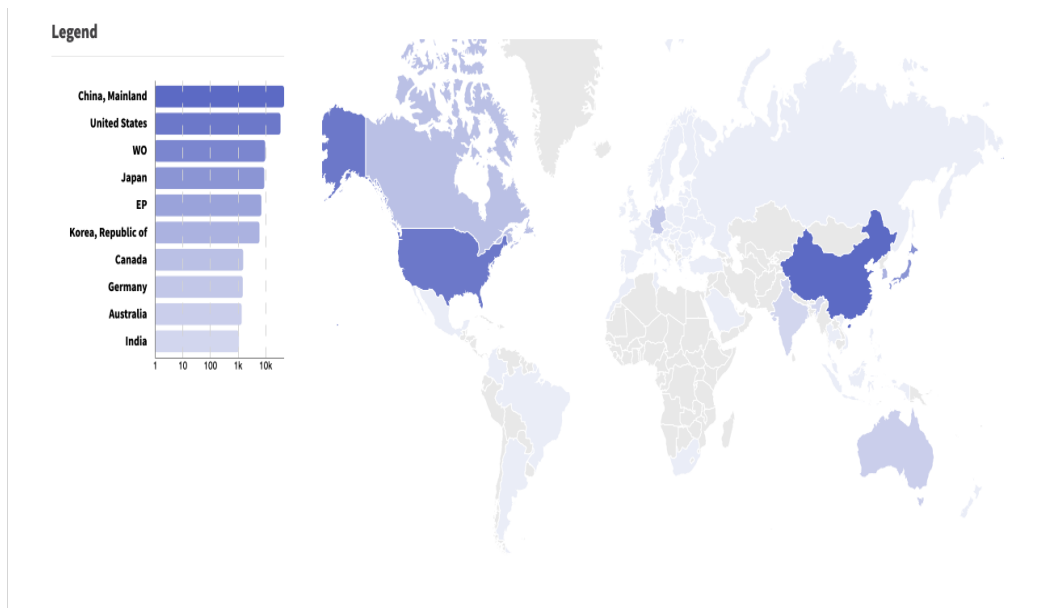


Figura 4.6 Heatmap geografica dei brevetti sull'intelligenza artificiale

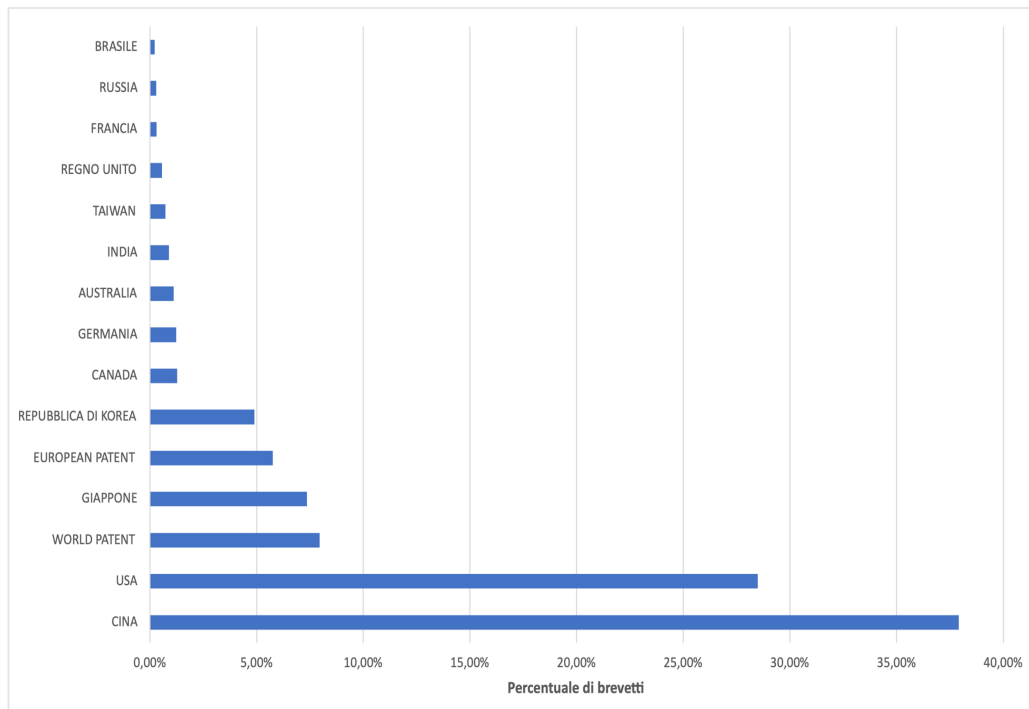


Figura 4.7 Percentuale di brevetti per area geografica

Per comprendere al meglio quali saranno i trend futuri è necessario analizzare l'andamento negli anni passati della distribuzione geografica dei brevetti. Nella Figura 4.8 è raffigurata la distribuzione percentuale dei brevetti dal 2003 al 2020, in particolare negli ultimi 5 anni quando l'innovazione in questo settore è esplosa.

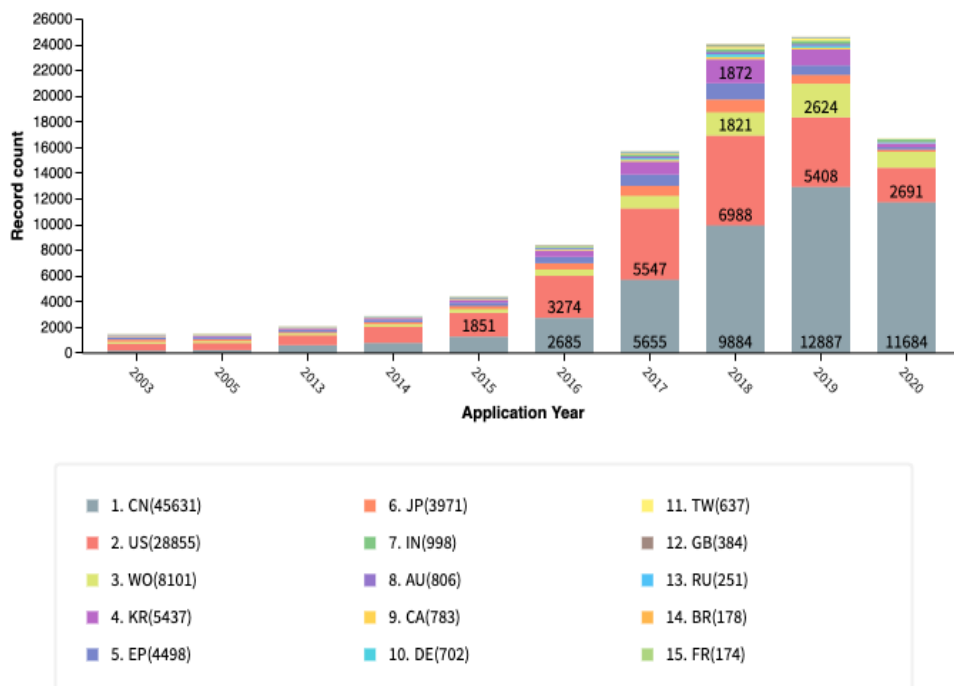


Figura 4.8 Distribuzione percentuale dei brevetti dal 2003 al 2020

Se si osservano i dati relativi al 2003 gli Stati Uniti possedevano il 38% dei brevetti mentre la Cina solamente il 9%. Come si può facilmente notare la Cina negli ultimi anni ha avuto una crescita molto più esponenziale che gli Stati Uniti diventando la nazione leader ad oggi. Ciò conferma quanto supposto nel paragrafo precedente analizzando le prime 20 imprese per cui si può facilmente supporre che nei prossimi anni la Cina rafforzerà ulteriormente la sua leadership in questo settore tecnologico.

4.4 Ambiti Tecnologici

In questo paragrafo si analizzerà nel dettaglio gli ambiti tecnologici prevalenti nel settore tecnologico dell'intelligenza artificiale attraverso l'analisi dei codici IPC

dei brevetti ottenuti dalla query di ricerca. Come spiegato nel paragrafo sull'analisi delle imprese, anche per quanto riguarda il campo codici IPC è necessaria una rielaborazione del dataset iniziale in quanto un brevetto può essere registrato sotto più codici IPC, pertanto, è stato necessario aggregare tutti i brevetti contenenti lo stesso codice attraverso la stessa procedura utilizzata per aggregare il campo assignee.

Dalla tabella Pivot contenente i conteggi per anno di brevetti aventi lo stesso campo IPC, è stato eseguito un ordinamento per valori decrescenti ottenendo i codici IPC con conteggi maggiori, successivamente è stato applicato un filtro per ogni codice differente per trovare in quali altri campi fosse presente il codice selezionato, sono stati riportati i conteggi per anno aggregati ottenendo così una tabella contenente i valori aggregati per ogni codice IPC. Infine, sono stati selezionati e analizzati i primi 20 codici IPC dal ranking ottenuto.

Il grafico in Figura 4.9 raffigura la percentuale di brevetti appartenenti alle prime 20 sottoclassi di codici IPC. Le prime 4 sottoclassi del ranking, che contengono circa il 69% dei brevetti analizzati, appartengono tutte alla classe G06, la quale racchiude tutti i brevetti di sistemi di computazione, di calcolo e di conteggio.

In particolare, la prima e la seconda sottoclassi del ranking, ovvero G06N e G06K, classificano rispettivamente i brevetti di sistemi informatici basati su specifici modelli computazionali e di sistemi di riconoscimento e presentazione dei dati o di vettori di records quali i database. Le sottoclassi G06F e G06T, rispettivamente in terza e quarta posizione del ranking, classificano i brevetti di sistemi di elaborazione di impulsi elettrici digitali, come ad esempio il trasporto di dati e informazioni, la classe G06T invece racchiude i brevetti di analisi di immagini o la creazione di quest'ultime.

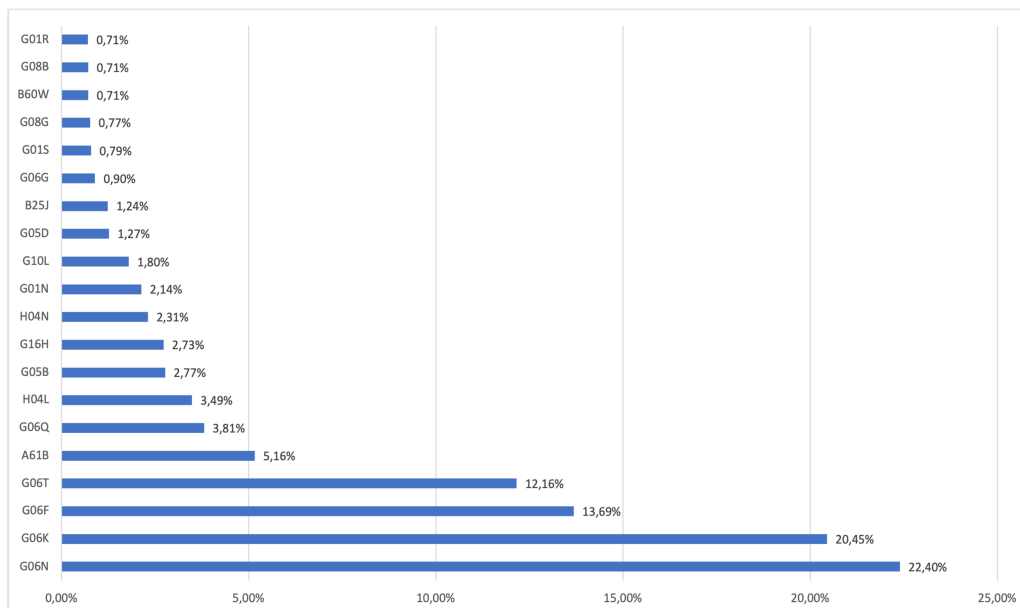


Figura 4.9 Percentuale di brevetti per codici IPC

Successivamente nel ranking, seppur con una percentuale nettamente inferiore, troviamo la sottoclasse A61B che classifica i brevetti sulle diagnosi mediche o biologiche, più nello specifico, guardando la Tabella 1 in Appendice, l'intelligenza artificiale è utilizzata nei sistemi diagnostici quali ad esempio, analisi di radiografie o di onde ultrasoniche, soniche o subsoniche.

Un altro campo tecnologico di applicazione, codificato dal H04, che rappresenta quasi il 6% dei brevetti analizzati, è nelle tecniche di comunicazione elettroniche, più nello specifico nella trasmissione di informazioni (H04L) e nella trasmissione di immagini comprendendo l'acquisizione dell'immagine, la rielaborazione e la riproduzione di quest'ultima.

Un'ulteriore applicazione interessante, seppur rappresentata solo dal 1,24% dei dati, è la sottoclasse B25J che classifica i brevetti su sistemi di manipolazione, intesi come sistemi dotati di movimentazione in grado raccogliere ed esercitare una forza su un corpo, quali sistemi robotici, applicazioni di tali brevetti sono ad esempio dispositivi robotici di raccolta per il settore ortofrutticolo, oppure sistemi robotici per la microchirurgia, oppure sistemi per la movimentazione di materiali pericolosi quali materiali radioattivi. Mentre l'applicazione dell'intelligenza artificiale in sistemi per la guida autonoma dei veicoli,

rappresentati dalla sottoclasse B60W, rappresentano solo lo 0,71% dei brevetti analizzati, anche se negli ultimi anni tali brevetti hanno avuto una crescita considerevole, nel 2018 i brevetti appartenenti a questa classe sono circa il 4% dei brevetti, pertanto considerando che la guida autonoma è una tecnologia che ha avuto forti accelerazioni negli ultimi anni si può certamente dire che tale valore sia sottostimato e che l'intelligenza artificiale applicata ai veicoli a guida autonoma sarà certamente una delle applicazioni principali nel futuro.

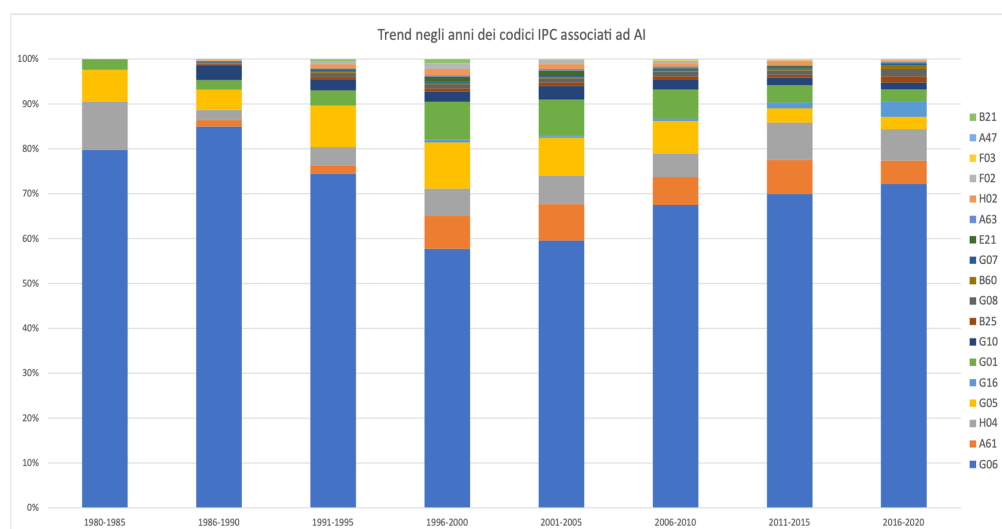


Figura 4.10 Trend negli anni dei codici IPC associati a brevetti sull'intelligenza artificiale

Il grafico raffigurato in Figura 4.10 mostra l'andamento negli anni dei codici IPC associati ai brevetti sull'intelligenza artificiale. Come si può notare la classe G06 negli anni è sempre stata la prevalente, in quanto trattandosi principalmente di sistemi informatici la maggior parte dei brevetti è associata a tale classe.

Però è da segnalare come dalla seconda metà degli anni '90 siano aumentati i brevetti applicati all'ambito della diagnostica, codice A61, ai sistemi di controllo, di regolazione e di testing, codici G01 e G05 e nelle tecniche di comunicazione, codice H04.

Nell'ultimo decennio invece, con la crescita della ricerca nel settore sono aumentati nuovamente i sistemi informatici associati all'intelligenza artificiale in quanto formano l'ossatura tecnologica, mentre sono aumentate anche le applicazioni alla robotica e nell'ultimo periodo anche sulla guida autonoma.

Pertanto, si può immaginare come in un futuro aumenteranno sempre di più le applicazioni dei brevetti in questo ambito tecnologico alla robotica, alla diagnostica, alla guida autonoma e all'analisi di immagini, ma con buone probabilità si vedranno nuovi ambiti applicativi in cui l'intelligenza artificiale può certamente portare dei benefici.

5 Conclusioni

In conclusione al mio elaborato ritengo si possa affermare che nell'ultimo decennio, il mercato dell'intelligenza artificiale sia in rapida espansione, anche grazie alle forti innovazioni che si sono ottenute in settori tecnologici complementari, quali ad esempio lo sviluppo degli smartphones e l'evoluzione di internet, che hanno reso terreno fertile alla crescita di questo settore tecnologico che come appreso nell'elaborato ha la necessità di un gran numero di informazioni e di connessioni per poter funzionare al meglio ed emulare nel miglior modo possibile i processi cognitivi che avvengono nel cervello umano.

Il numero di imprese che stanno effettuando ricerca, e quindi investimenti su tale tecnologia è in rapida crescita, per cui in un futuro la concorrenza in tale settore è destinata ad aumentare ma in questa fase l'attrattività e le opportunità economiche che il settore può offrire in un futuro prossimo faranno sì che il mercato cresca ancora.

Nel mercato le imprese leader sono Microsoft, IBM e Siemens, le quali sono presenti da molto tempo e che negli anni hanno guidato l'innovazione in questo settore. È importante segnalare però come un'impresa relativamente giovane, se paragonata alle precedenti, come Google negli ultimi anni è riuscita a raggiungere l'ordine di grandezza delle imprese leader per cui c'è da aspettarsi che in un futuro Google rafforzerà sempre più la sua posizione di rilievo in questo settore.

Un altro aspetto importante che l'analisi effettuata mi ha lasciato impresso è la crescita che il mercato cinese ha avuto nell'ultimo decennio, difatti la maggior parte delle nuove imprese che sono entrate nel settore provengono dalla Cina rendendo quest'ultima la prima nazione per brevetti sull'intelligenza artificiale, per cui è logico pensare che nel futuro la maggior parte delle innovazioni in questo settore arriverà da tale mercato (World Intellectual Property Organization, 2004).

Per quanto riguarda le applicazioni dell'intelligenza artificiale, essendo in una fase di crescita così marcata è difficile effettuare previsioni di lungo termine,

anche perché tale tecnologia a livello teorico ha le applicazioni più disparate. Sicuramente i settori in cui l'intelligenza artificiale è utilizzata maggiormente sono il settore informatico per gli usi più disparati tra cui la gestione e l'analisi dei big data e l'analisi delle immagini, il settore delle telecomunicazioni in cui sempre più sono presenti applicazioni di sistemi intelligenti, il settore della diagnostica per immagini in ambito medico, il settore della robotica con applicazioni più disparate che vanno dalla microchirurgia all'applicazione in ambiti agroalimentari e industriali.

Un settore in cui l'intelligenza artificiale è sempre più presente è la guida autonoma dei veicoli, anche se lo sviluppo di tale tecnologia è ancora nelle prime fasi, la necessità di avere sistemi sempre più evoluti e in grado di ragionare come la mente umana renderà necessario l'applicazione di sistemi basati su intelligenza artificiale, per cui in futuro il mercato automotive sarà sicuramente uno dei mercati in cui l'intelligenza artificiale sarà applicata.

In conclusione, il settore dell'intelligenza artificiale nel futuro diventerà uno dei settori più importanti in termini economici in quanto tali sistemi verranno utilizzati in moltissimi settori comportando delle rivoluzioni all'interno di essi, basti pensare ad esempio, al campo medico in cui i sistemi intelligenti di diagnostica saranno in grado di riconoscere e suggerire ai medici l'insorgenza di patologie con molta più tempestività migliorando la salute e la vita delle persone.

Appendice

Tabella1 [Codici IPC utilizzati nella Query e loro descrizioni]⁸

A61B5/00	Measuring for diagnostic purposes Identification of persons
A63F13/67	Video games, i.e. games using an electronically generated display having two or more dimensions adaptively or by learning from player actions, e.g. skill level adjustment or by storing successful combat sequences for re-use
B23K31/00	Processes relevant to this subclass, specially adapted for particular articles or purposes, but not covered by any single one of main groups
B25J9/16	Programme controls (total factory control, i.e. centrally controlling a plurality of machines, G05B 19/418)
B29C 65/00	Joining of preformed parts; Apparatus therefor
B60W30/06	Purposes of road vehicle drive control systems not related to the control of a particular sub-unit, e.g. of systems using conjoint control of vehicle sub-units, Automatic manoeuvring for parking
B60W30/10	Purposes of road vehicle drive control systems not related to the control of a particular sub-unit, e.g. of systems using conjoint control of vehicle sub-units, Path keeping
B60W30/14	Purposes of road vehicle drive control systems not related to the control of a particular sub-unit, e.g. of systems using

⁸ <https://www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub>

	conjoint control of vehicle sub-units, Cruise Control
B62D15/02	Steering specially adapted for vehicles operating in tandem or having pivotally connected frames, Steering position indicators
B64G1/24	Cosmonautic vehicles
E21B41/00	Equipment or details not covered by groups E21B 15/00-E21B 40/00 [2006.01]
F02D41/14	Electrical control of supply of combustible mixture or its constituents, Introducing closed-loop corrections.
F03D7/04	Controlling wind motors (supplying or distributing electrical power H02J, e.g. arrangements for adjusting, eliminating or compensating reactive power in networks H02J 3/18; controlling electric generators H02P, e.g. arrangements for controlling electric generators for the purpose of obtaining a desired output H02P 9/00), Automatic control; Regulation
F16H61/00	Control functions within change-speed- or reversing-gearings for conveying rotary motion
G01N29/44	Investigating or analysing materials by the use of ultrasonic, sonic or infrasonic waves; Visualisation of the interior of objects by transmitting ultrasonic or sonic waves through the object, Processing the detected response signal
G01N33/00	Investigating or analysing materials by specific methods not covered by groups G01N 1/00-G01N 31/00
G01R31/28	Arrangements for testing electric properties; Arrangements for locating electric faults; Arrangements for electrical testing characterised by what is being tested not provided for elsewhere, Testing of electronic circuits, e.g. by signal tracer (testing computers during standby operation or idle time.
G01R31/36	Arrangements for testing, measuring or monitoring the electrical condition of accumulators or electric batteries, e.g. capacity or state of charge [SoC]

G01S7/41	Details of systems according to groups G01S 13/00, G01S 15/00, G01S 17/00, using analysis of echo signal for target characterisation; Target signature; Target cross-section
G05B13/02	Adaptive control systems, i.e. systems automatically adjusting themselves to have a performance which is optimum according to some preassigned criterion, electric
G05D1/00	Control of position, course, altitude, or attitude of land, water, air, or space vehicles, e.g. automatic pilot
G06E1/00	Devices for processing exclusively digital data
G06E3/00	Devices not provided for in group G06E 1/00, e.g. for processing analogue or hybrid data
G06F9/44	Arrangements for program control, e.g. control units, Arrangements for executing specific programs
G06F11/14	Error detection or correction of the data by redundancy in operation, e.g. by using different operation sequences leading to the same result
G06F11/22	Detection or location of defective computer hardware by testing during standby operation or during idle time, e.g. start-up testing
G06F15/00	Digital computers in general (details G06F 1/00-G06F 13/00); Data processing equipment in general
G06F17/00	Digital computing or data processing equipment or methods, specially adapted for specific functions
G06F19/00	Digital computing or data processing equipment or methods, specially adapted for specific applications (G06F 17/00 takes precedence; data processing systems or methods specially adapted for administrative, commercial, financial, managerial, supervisory or forecasting purposes G06Q)
G06G7/00	Devices in which the computing operation is performed by varying electric or magnetic quantities (neural networks for image data processing G06T; speech analysis or synthesis G10L)

G06J1/00	Hybrid computing arrangements (digitally-programmed analogue computers G06G 7/06)
G06K7/14	Methods or arrangements for sensing record carriers (G06K 9/00 takes precedence; methods or arrangements for marking the record carrier in digital fashion G06K 1/00), using light without selection of wavelength, e.g. sensing reflected white light
G06K9/00	Methods or arrangements for reading or recognising printed or written characters or for recognising patterns, e.g. fingerprints (methods or arrangements for graph-reading or for converting the pattern of mechanical parameters, e.g. force or presence, into electrical signals G06K 11/00; speech recognition G10L 15/00)
G06N3/00	Computer systems based on biological models
G06N5/00	Computer systems using knowledge-based models
G06N7/00	Computer systems based on specific mathematical models
G06N99/00	Subject matter not provided for in other groups of this subclass
G06T1/20	General purpose image data processing, Processor architectures; Processor configuration, e.g. pipelining
G06T1/40	General purpose image data processing, Neural networks
G06T3/40	Geometric image transformation in the plane of the image, Scaling of a whole image or part thereof
G06T7/00	Image analysis
G06T9/00	Image coding (bandwidth or redundancy reduction for static pictures H04N 1/41; coding or decoding of static colour picture signals H04N 1/64; methods or arrangements for coding, decoding, compressing or decompressing digital video signals H04N 19/00)
G08B29/18	Checking or monitoring of signalling or alarm systems; Prevention or correction of operating errors, e.g. preventing unauthorised operation, Prevention or correction of operating errors
G10L13/00	Speech synthesis; Text to speech systems

G10L15/00	Speech recognition
G10L17/00	Speaker identification or verification
G10L25/00	Speech or voice analysis techniques not restricted to a single one of groups G10L 15/00-G10L 21/00 (muting semiconductor-based amplifiers when some special characteristics of a signal are sensed by a speech detector, e.g. sensing when no signal is present, H03G 3/34)
G10L99/00	Subject matter not provided for in other groups of this subclass
G11B20/10	Signal processing not specific to the method of recording or reproducing; Circuits therefor, Digital recording or reproducing
G16H50/20	ICT specially adapted for medical diagnosis, medical simulation or medical data mining; ICT specially adapted for detecting, monitoring or modelling epidemics or pandemics, for computer-aided diagnosis, e.g. based on medical expert systems
H01M8/04992	Fuel cells; Manufacture thereof, characterised by the implementation of mathematical or computational algorithms, e.g. feedback control loops, fuzzy logic, neural networks or artificial intelligence
H02H1/00	Details of emergency protective circuit arrangements
H02P21/00	Arrangements or methods for the control of electric machines by vector control, e.g. by control of field orientation
H02P23/00	Arrangements or methods for the control of AC motors characterised by a control method other than vector control
H03H17/02	Networks using digital techniques, Frequency-selective networks
H04L12/24	Data switching networks (interconnection of, or transfer of information or other signals between, memories, input/output devices or central processing units G06F 13/00), Arrangements for maintenance or administration.
H04L12/70	Data switching networks (interconnection of, or transfer of information or other signals between, memories, input/output devices or

	central processing units G06F 13/00), Packet switching systems.
H04L12/751	Data switching networks (interconnection of, or transfer of information or other signals between, memories, input/output devices or central processing units G06F 13/00), Topology update or discovery.
H04L25/02	Baseband systems, Details
H04L25/03	Baseband systems, Shaping networks in transmitter or receiver, e.g. adaptive shaping networks.
H04N21/466	Selective content distribution, e.g. interactive television or video on demand [VOD] (real-time bi-directional transmission of motion video data H04N 7/14), Learning process for intelligent management, e.g. learning user preferences for recommending movies.
H04R25/00	Deaf-aid sets

Riferimenti Bibliografici

- Altalex. (2020, Maggio 15). Tratto da <https://www.altalex.com/documents/news/2020/05/15/intelligenza-artificiale-e-crisi-economica>
- European Patent Office (EPO) . (2018). *Patenting Artificial Intelligence (Conference Summary)*. Monaco .
- European Patent Office (EPO). (2006). *IP Basic An Introduction to intellectual property*. Monaco: EPO Monaco.
- SAS. (2020). Retrieved from SAS Viya: https://www.sas.com/it_it/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html#:~:text=Come%20funziona%20l'Intelligenza%20Artificiale,o%20dalle%20caratteristiche%20dei%20dati
- Stuart Russel, P. N. (2005). *Intelligenza Artificiale, un approccio moderno Vol. I*. Milano: Pearson Education Italia.
- World Intellectual Property Organization. (2019). *WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence*. Ginevra: WIPO.
- World Intellectual Property Organization (WIPO). (2020). *International Patent Classification*. Ginevra: WIPO.
- World Intellectual Property Organization. (2004). *Intellectual Property Handbook*. WIPO.
- World Intellectual Property Organization. (2015). *Guidelines for Preparing Patent Landscape Reports*. Ginevra: WIPO.
- World Intellectual Property Organization. (2019). *Technology Trends 2019: Artificial Intelligence*. Ginevra: WIPO.

World Intellectual Property Organization. (2020). *Guide to the International Patent Classification*. Geneva: WIPO.