

UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica e dell'Automazione



TESI DI LAUREA

**Investigazioni in merito a punti di forza e di debolezza di tool di
Intelligenza Artificiale: Chatbot, Riconoscimento facciale, Sentiment
Analysis**

**Investigations on strengths and weaknesses of Artificial Intelligence
tools: Chatbots, Face recognition, and Sentiment Analysis**

Relatore

Prof. Domenico Ursino

Candidato

Jacopo Tarulli

ANNO ACCADEMICO 2023-2024

Alle new entry

Sommario

Questa tesi si pone lo scopo di analizzare il rivoluzionario fenomeno dell'Intelligenza Artificiale (IA), vertendo principalmente sulla sua storia, il suo funzionamento, il suo sviluppo, i dilemmi etici che comporta, le sue applicazioni quotidiane attuali e future. Nello specifico ci dedicheremo all'approfondimento dei servizi offerti dalla piattaforma Amazon Web Services, con un focus su Amazon Lex e i chatbot, Amazon Rekognition e il riconoscimento facciale, Amazon Comprehend e la sentiment analysis. Tramite dei mirati case study, vengono infine evidenziati punti di forza e di debolezza di ogni tool, contribuendo ad una comprensione approfondita, completa e attuale dell'IA.

Keyword: Intelligenza Artificiale, IA, Amazon Web Services, Chatbot, Sentiment Analysis, Face Recognition, Investigazioni

Introduzione	1
1 Introduzione all'Intelligenza Artificiale	3
1.1 Introduzione e storia dell'IA	3
1.1.1 Definizione di IA	3
1.1.2 Confronto tra Intelligenza Artificiale debole e forte	4
1.1.3 Test di Turing, di Winograd e della stanza cinese	4
1.1.4 Storia dell'IA: le origini	5
1.1.5 Nascita ufficiale del 1956	6
1.1.6 Boom e prime difficoltà degli anni '60	7
1.1.7 Evoluzione degli anni 80'	7
1.1.8 IA ai giorni d'oggi	8
1.2 Aspetti concettuali ed etici dell'IA	9
1.2.1 Etica dell'IA	9
1.2.2 Filosofia e dibattiti	9
1.2.3 Bias e fairness dei sistemi di IA	10
1.2.4 Rischi e limiti dell'IA	11
1.2.5 Regolamentazioni e normative sul suo utilizzo	11
1.2.6 IA ribelle: fra mito e realtà	12
1.3 Applicazioni e impatti pratici dell'IA	13
1.3.1 Impatto sul mondo del lavoro e sull'occupazione	13
1.3.2 Impatto ambientale	13
1.3.3 Utilizzo dell'IA in ambito aziendale	13
1.3.4 IA generativa: applicazioni nel settore creativo	14
1.3.5 Cybersecurity, sistemi di sorveglianza e privacy	15
1.3.6 Armi basate sull'IA	16
1.3.7 Futuro	16
2 Amazon AWS	17
2.1 Introduzione ad Amazon AWS	17
2.1.1 La nascita di AWS e la sua evoluzione nel tempo	17
2.1.2 Architettura e struttura di AWS	18
2.1.3 Principali Obiettivi di Amazon AWS	19
2.2 Servizi più importanti di Amazon AWS	20
2.2.1 Amazon EC2: Elastic Compute Cloud	20

2.2.2	Amazon S3: Simple Storage Service	20
2.2.3	AWS Lambda e Servizi Serverless	21
2.3	Impatti e tendenze sull'utilizzo di Amazon AWS nell'industria	23
2.3.1	Trasformazione digitale: l'impatto di AWS	23
2.3.2	Cambiamenti nell'infrastruttura tecnologica	24
2.3.3	Sicurezza e privacy nel Cloud AWS	24
2.3.4	Innovazioni e tendenze nell'adozione di AWS	25
3	Investigazioni sui chatbot	26
3.1	Introduzione ai chatbot	26
3.1.1	Evoluzione dei chatbot nel contesto tecnologico	26
3.1.2	Principi di funzionamento dei chatbot	27
3.1.3	Impatti sociali ed economici dei chatbot	27
3.2	Cos'è Amazon Lex	28
3.2.1	Panoramica di Amazon Lex	29
3.2.2	Architettura e applicazioni pratiche di Amazon Lex	29
3.3	Test di creazione di un chatbot	30
3.3.1	Progettazione di un chatbot con Amazon Lex	30
3.3.2	Configurazione e personalizzazione del chatbot	32
4	Investigazioni sul riconoscimento facciale	35
4.1	Introduzione al riconoscimento facciale	35
4.1.1	Nascita ed evoluzione del riconoscimento facciale	35
4.1.2	Concetti essenziali del riconoscimento facciale	36
4.1.3	Usi pratici del riconoscimento facciale	36
4.1.4	Implicazioni etiche e giuridiche del riconoscimento facciale	37
4.2	Amazon Rekognition	37
4.2.1	Panoramica su Amazon Rekognition	37
4.2.2	Architettura di Amazon Rekognition	38
4.2.3	Applicazioni pratiche di Amazon Rekognition	38
4.3	Test di creazione del tool FaceDetector	39
4.3.1	Progettazione di un tool con Amazon Rekognition	39
4.3.2	Configurazione con Python e Lambda function	39
4.3.3	Valutazione delle prestazioni di FaceDetector: punti di forza e debolezza	40
5	Investigazioni sulla sentiment analysis	43
5.1	Introduzione alla Sentiment Analysis	43
5.1.1	Cenni storici della Sentiment Analysis	43
5.1.2	Caratteristiche principali della Sentiment Analysis	44
5.1.3	Sentiment Analysis nel mondo del lavoro	44
5.2	Cos'è Amazon Comprehend	46
5.2.1	Panoramica e architettura di Amazon Comprehend	46
5.2.2	Applicazioni pratiche di Amazon Comprehend	47
5.3	Test di Creazione del tool SentimentAnalyzer	47
5.3.1	Progettazione di un tool con Amazon Comprehend	47
5.3.2	Implementazione con Python e Lambda function	47
5.3.3	Valutazione delle prestazioni di SentimentAnalyzer: punti di forza e di debolezza	49

6	Considerazioni in merito alle investigazioni	51
6.1	Considerazioni sui chatbot	51
6.2	Considerazioni sul riconoscimento facciale	52
6.3	Considerazioni sulla Sentiment Analysis	52
	Conclusioni	54
	Bibliografia	56

Elenco delle figure

3.1	Logo di Amazon Lex	29
3.2	Gli Intent definiti in Amazon Lex	32
3.3	Tipi di slot	33
3.4	Esempi di conversazioni durante i test	34
4.1	Scan e creazione dell'impronta facciale con il FaceID Apple	37
4.2	Logo di Amazon Rekognition	38
4.3	Test1: Uomo di profilo	41
4.4	Test2: Foto con due persone	41
4.5	Test3: Neonato	41
4.6	Test4: Anziano	41
5.1	Esempio grafico di Sentiment Analysis	45
5.2	Logo di Amazon Comprehend	46

Elenco delle tabelle

Sentiamo sempre più parlare di Intelligenza Artificiale (IA), in quanto, da misteriosa chimera appartenente a un futuro indefinito e teorizzata solo nella fantascienza, sta, negli ultimi anni, diventando realtà.

Nonostante le sue origini risalgano al secolo scorso, è solo oggi che l'IA sta avendo una diffusione capillare a livello globale, invadendo ogni campo lavorativo, e non solo quelli legati strettamente all'informatica. Con il recente boom di strumenti generativi, come ChatGPT, DALL-E o Gemini, l'Intelligenza Artificiale ha sicuramente suscitato emozioni e pareri contrastanti: da chi è esaltato e fibrilla per le possibilità e i nuovi scenari aperti, a chi è impaurito e angosciato dalla velocità del progresso e dai risultati così verosimilmente umani. Sicuramente il background narrativo della cultura pop non aiuta i più timorosi, dal momento che non si contano i film, i libri o le serie tv che raccontano di macchine che dominano l'uomo, come in *Matrix*, di super computer onniscienti, come in *2001: Odissea nello spazio*, di ribellioni come in *Io, Robot*, o di amore distopico uomo-macchina, come in *Her*.

La realtà, ovviamente, è molto diversa e solo approfondendo il tema si riesce a capire a fondo cosa siano questi strumenti che da lontano sembrano quasi magici. E proprio per questo mi sono posto l'obiettivo di trattarli in una tesi, così da poter non solo scandagliare ogni loro aspetto, ma anche toccarne con mano le potenzialità attraverso delle esperienze durante il tirocinio.

A questo scopo, ho deciso di sviluppare tre case study che andassero ad analizzare pregi e difetti delle tre funzionalità dell'Intelligenza Artificiale, ovvero: chatbot, riconoscimento facciale e sentiment analysis. Tramite Amazon Web Services, infatti, ho potuto implementare con relativa facilità degli appositi tool che testassero queste tecnologie, con l'aggiunta di codici per semplificarne l'interfacciamento, come Lambda function interne ad AWS e file Python separati. Iniziando con un chatbot tramite Amazon Lex che prenotasse un tavolo per un ristorante, siamo passati al tool FaceDetector, creato con Amazon Rekognition, in grado di riconoscere volti e caratteristiche facciali, passando per la realizzazione di SentimentAnalyzer che tramite Amazon Comprehend riesce a capire e a quantificare l'emozione principale in un testo. Queste tecnologie permettono l'accesso immediato a servizi strutturati e scalabili anche a utenti che non siano necessariamente esperti del settore, rappresentando una soluzione ottimale per tutte le aziende. Tuttavia, l'avanzata inarrestabile delle nuove piattaforme AI-based sempre più specializzate rappresenta una sfida per il team di AWS, che si vede minacciato dall'immediatezza e dall'affidabilità dei competitor. La presente tesi è composta da sei capitoli strutturati come di seguito specificato:

- Nel Capitolo 1 saranno introdotti il mondo dell'Intelligenza Artificiale, i suoi aspetti etici e le sue applicazioni pratiche.

- Nel Capitolo 2 presenteremo la piattaforma Amazon Web Services, delineando la sua storia, i suoi servizi e i suoi obiettivi.
- Nel Capitolo 3 illustreremo le investigazioni sulla tecnologia dei chatbot, partendo dalla loro evoluzione fino ad arrivare alla loro realizzazione mediante Amazon Lex.
- Nel Capitolo 4 parleremo del riconoscimento facciale e di come sia possibile implementare un tool con Amazon Rekognition.
- Nel Capitolo 5 tratteremo la sentiment analysis, creando un case study con l'ausilio di Amazon Comprehend.
- Nel Capitolo 6 riporteremo le considerazioni in merito alle investigazioni precedenti.

Introduzione all'Intelligenza Artificiale

“L'intelligenza artificiale è come un'arma a doppio taglio: può portare benefici straordinari, ma anche sollevare dubbi etici profondi.” – Elon Musk Agganciandoci a questa opinione dell'uomo più influente del momento in ambito informatico e non, proveremo ad analizzare in toto il fenomeno “Intelligenza Artificiale”, scandagliandone i punti di forza e le principali debolezze. Cercheremo di inquadrarne la definizione e di indagarne la storia, ripercorrendo le tappe principali della sua evoluzione. In seguito ne analizzeremo le implicazioni etiche e filosofiche e i potenziali pericoli, un tema che, considerando la velocità del progresso di questi sistemi, rischia di diventare sempre più fondamentale e centrale. Infine ne studieremo le applicazioni pratiche, da un presente già impattante a un futuro ancora più totalizzante.

1.1 Introduzione e storia dell'IA

L'Intelligenza Artificiale (IA) ha rapidamente guadagnato un ruolo centrale nella nostra vita quotidiana e nei vari settori dell'industria. Questo capitolo si propone di fornire una panoramica completa dell'IA, iniziando con una definizione chiara dei suoi concetti fondamentali. Saranno esplorate le differenze cruciali tra l'IA debole e forte, riflettendo sulle sfide poste dai test di Turing, di Winograd e della stanza cinese nel determinare i confini delle capacità di comprensione dell'Intelligenza Artificiale.

Attraverso un viaggio storico, dal suo sorgere negli anni '50 fino ai progressi odierni, esamineremo il percorso evolutivo dell'IA, dai primi entusiasmi degli anni '60 alle sfide degli anni '80, fino a giungere all'attuale panorama dell'IA e agli scenari futuri.

1.1.1 Definizione di IA

L'interrogativo fondamentale sulla possibilità di attribuire alle macchine la facoltà di pensare ha condotto l'umanità a un percorso di indagine, speculazione e, alla fine, alla creazione di una vasta gamma di sistemi informatici. Nei decenni recenti, questo enigma ha sostenuto lo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale (IA), la quale ha avuto un impatto considerevole, innovando in molteplici settori della vita quotidiana, dai protocolli di sicurezza online agli assistenti virtuali e all'evoluzione dei processi aziendali, fino alla partecipazione nella lotta contro la pandemia di COVID-19, alle più moderne AI generative e agli svariati impieghi nel settore medico.

Per esplorare appieno la portata dell'IA è imperativo definire chiaramente il concetto di "intelligenza". Secondo la definizione fornita dal vocabolario Treccani, l'intelligenza è il complesso di facoltà psichiche e mentali che permettono all'uomo di pensare, comprendere,

spiegare fatti o azioni, elaborare modelli astratti della realtà, giudicare e adattarsi a situazioni nuove. Nell'ambito dell'IA, questa definizione fornisce un punto di riferimento cruciale per determinare se un sistema informatico possa essere considerato effettivamente intelligente. Affinché una macchina possa rientrare in questa descrizione, deve possedere la capacità di analizzare ed elaborare dati con l'obiettivo di prendere decisioni autonome, comprendere e farsi comprendere da altri esseri intelligenti, e adattarsi autonomamente a situazioni nuove, previste e non, modificando il proprio "pensiero" per plasmare il contesto e raggiungere uno scopo prestabilito. Non è un'intelligenza sciente, ma un insieme di ottimi algoritmi di statistica avanzata e intuizioni matematico-euristiche.

1.1.2 Confronto tra Intelligenza Artificiale debole e forte

Il concetto di Intelligenza Artificiale si articola su una distinzione fondamentale tra due categorie principali: l'IA debole e l'IA forte. L'IA debole, nota anche come AI ristretta, è progettata per compiere attività o compiti specifici, limitati ad una gamma ben definita di parametri. Questi sistemi dimostrano abilità notevoli nel risolvere problemi circoscritti, come il riconoscimento vocale, la classificazione di immagini o l'erogazione di raccomandazioni. Tuttavia, essi operano seguendo istruzioni specifiche e non possiedono una comprensione autonoma o una consapevolezza generale del contesto. Sono esempi ricorrenti i correttori testuali, le auto a guida autonoma o gli assistenti vocali, come Siri o Alexa.

Dall'altro lato dello spettro si colloca l'IA forte, il cui obiettivo è replicare l'intelligenza umana in modo più ampio e completo. Questi sistemi aspirano a comprendere, apprendere e risolvere una ben più vasta gamma di compiti in modo autonomo e flessibile, dimostrando un livello di intelligenza comparabile a quello umano. L'IA forte rappresenta ancora un'area di ricerca in evoluzione, sollevando questioni etiche e filosofiche significative sulla possibilità di creare una macchina dotata di capacità cognitive e decisionali paragonabili, o addirittura superiori, a quelle umane.

1.1.3 Test di Turing, di Winograd e della stanza cinese

Il concetto di Intelligenza Artificiale ha suscitato domande fondamentali sin dalle sue prime fasi di sviluppo. Alan Turing, celebre matematico, logico e filosofo britannico, nel suo articolo del 1950 "Computing and Intelligence," pubblicato sulla rivista *Mind*, ha presentato uno dei primi interrogativi cruciali: "Could a machine think?". Turing ha introdotto il *Test di Turing*, una variante del gioco dell'imitazione, che proponeva un confronto tra un uomo (A), una donna (B), e un soggetto terzo (C), separato dagli altri. Il test cercava di determinare se una macchina o un'intelligenza artificiale (IA) poteva sostituire con successo l'uomo A senza essere distinguibile nel gioco. Se il sostituto otteneva risultati simili nell'ingannare il soggetto C sulla sua identità, allora, secondo Turing, sarebbe potuto essere considerato "intelligente" e capace di pensare.

Il Test di Turing rappresenta il primo tentativo di valutare l'intelligenza di una macchina, con l'obiettivo di stabilire se essa può pensare in modo simile a un essere umano. La sostituzione di A con una macchina, che risponde alle domande poste da C, forma la base di questo test, dove il partecipante C deve individuare quale interlocutore è una macchina e quale è un essere umano.

Nonostante sia un pilastro fondamentale nello sviluppo dell'IA, il Test di Turing non fornisce un metodo definitivo per determinare se un'entità possa essere considerata "umana". Nel corso degli anni, sono stati proposti diversi controesempi che ne mettono in discussione l'affidabilità totale. Tra questi, il più noto è il test della stanza cinese, introdotto da John Searle nel 1980, il quale ha alimentato il dibattito sull'Intelligenza Artificiale forte. L'esperimento teorico di Searle descrive una situazione simile a quella del test di Turing, in cui un individuo,

a sua insaputa, interagisce con una macchina e deve determinare se sta comunicando con un'altra persona o con un sistema informatico. In questa situazione ipotetica, Searle si colloca al posto della macchina, immaginando di trovarsi in una stanza in cui deve interagire con qualcuno che si trova all'esterno e parla una lingua che non conosce, in questo caso il cinese. All'interno della stanza sono presenti proprio dei caratteri cinesi e un libro d'istruzioni in inglese su come utilizzarli per rispondere. Nonostante Searle non comprenda il cinese, è in grado di rispondere alle domande in questa lingua seguendo le istruzioni in inglese, dimostrando che non è necessario "comprendere" il cinese, ma semplicemente seguire regole prestabilite. Secondo Searle, in modo analogo alla sua esecuzione meccanica di un ordine senza comprendere la lingua, un calcolatore esegue un programma scritto in un linguaggio di programmazione, manipolando essenzialmente simboli di cui non conosce il significato; il suo funzionamento è, quindi, puramente sintattico.

Il dibattito sulla comprensione dell'Intelligenza Artificiale è ancora aperto, con nuovi paradigmi di valutazione come il Test dello Schema di Winograd.

Il Test di Winograd è una sfida progettata per valutare la comprensione semantica delle macchine, concentrandosi sulla capacità di comprendere il senso comune in frasi complesse. Questo test, ideato dai ricercatori Hector Levesque, Ernest Davis e Leora Morgenstern nel 2012, è una risposta al desiderio di superare le limitazioni del Test di Turing.

Il test consiste in coppie di frasi simili con una sola differenza critica in una parola o frase. Le frasi sono seguite da una domanda che richiede una comprensione accurata del contesto per rispondere correttamente. Ad esempio:

Frase 1: Ho versato l'acqua dalla bottiglia nella tazza fino a riempirla.

Domanda: Cosa era pieno, la bottiglia o la tazza?

Frase 2: Ho versato l'acqua dalla bottiglia nella tazza finché non era vuota.

Domanda: Cosa era vuoto, la bottiglia o la tazza?

Le differenze tra le frasi sono sottili, spesso di una sola parola, e richiedono una comprensione del contesto e del significato delle parole per rispondere correttamente. Tuttavia, anche il Test di Winograd è soggetto a critiche e la sua efficacia nel misurare la vera comprensione delle macchine è ancora oggetto di dibattito nella comunità di ricerca sull'Intelligenza Artificiale. Le reti neurali possono, comunque, sfruttare scorciatoie statistiche senza accedere a una vera comprensione profonda del contesto.

Nonostante noi umani la diamo per scontata, tutta questa massa di conoscenze non è incorporata nelle macchine né è probabile che sia esplicitamente scritta in un qualsiasi testo di training di un modello linguistico. Alcuni scienziati hanno sostenuto che gli esseri umani fanno leva su una conoscenza di base innata e prelinguistica dello spazio, del tempo e di molte altre proprietà essenziali del mondo. Se vogliamo che le macchine padroneggino allo stesso modo il nostro linguaggio, dovremo prima dotarle degli stessi principi primordiali di cui siamo dotati dalla nascita. E per valutare la capacità di intendere delle macchine, dovremmo iniziare valutando la loro comprensione di questi principi, che potremmo chiamare "metafisica infantile". Anche se rieducarle a questi principi potrebbe sembrare un passo indietro, sarebbe uno di quei casi dove fare un passo indietro significherebbe farne poi 100 in avanti.

1.1.4 Storia dell'IA: le origini

L'Intelligenza Artificiale (IA) può essere ufficialmente datata al 1956, anno in cui si tenne il Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence, un seminario che segnò la nascita della disciplina e l'introduzione del termine "Intelligenza Artificiale". Tuttavia, sebbene il 1956 rappresenti un punto chiave, le radici dell'idea di creare macchine intelligenti possono essere rintracciate addirittura nel primo secolo dopo Cristo. Erone di Alessandria, con il suo trattato "De gli automati", può essere considerato uno dei primi a compiere passi

significativi verso ciò che oggi identifichiamo come Intelligenza Artificiale. Il suo lavoro, dedicato alle macchine semoventi, dettagliava gli "automi", macchine in grado di imitare il movimento di esseri umani e animali, anche se non erano considerate intelligenti nel senso moderno del termine. Purtroppo, non sono sopravvissute prove fisiche di queste macchine, ma dimostrano quanto a lungo l'umanità si sia interessata all'imitazione di se stessa. Fin dal IV secolo a.C., il filosofo greco Aristotele formulò il ragionamento logico deduttivo attraverso il sillogismo, un metodo di deduzione che si basa su premesse per giungere a una conclusione logica. Sebbene Aristotele non avesse l'obiettivo di automatizzare il ragionamento, i principi di base erano presenti e stimolarono l'interesse di matematici e filosofi successivi, tra cui Gottfried Leibniz e George Boole. Nel XIX secolo, George Boole tentò di costruire un sistema deduttivo basato sulla logica proposizionale per esplorare la natura del ragionamento. Successivamente, nel XIX secolo, Gottlob Frege introdusse un sistema basato sulla logica dei predicati, utilizzando, per la prima volta, un linguaggio formale chiamato "Begriffsschrift". Negli anni successivi, tra il 1623 e il 1674, Wilhelm Schickard, Blaise Pascal e Gottfried Wilhelm von Leibniz contribuirono al progresso delle macchine calcolatrici, realizzando dispositivi capaci di effettuare calcoli matematici, inclusi riporti automatici e operazioni ricorsive. Nel periodo tra il 1834 e il 1837, Charles Babbage contribuì significativamente con il suo lavoro sulla "macchina analitica", un prototipo che anticipava alcune caratteristiche dei moderni calcolatori.

Nel XX secolo, l'attenzione verso i computer si riaccese. Nel 1937, Claude Shannon presso l'Università di Yale dimostrò come l'algebra booleana e le operazioni binarie potessero rappresentare i cambiamenti circuitali all'interno dei telefoni. Ulteriori progressi furono compiuti nel 1936 da Alan Turing, che, con il suo articolo "On Computable Numbers, With An Application To The Entscheidungsproblem", definì concetti chiave, come calcolabilità, computabilità, nonché la famosa macchina di Turing. Nel 1943, McCulloch e Pitts crearono ciò che è considerato il primo lavoro relativo all'Intelligenza Artificiale, sviluppando un modello di neuroni artificiali. Inoltre, nel periodo 1920-1950, autori come Karel Čapek e Alan Turing esplorarono l'idea di macchine intelligenti e automi, con Turing che propose la rivoluzionaria "Macchina di Turing" come modello concettuale di un computer universale. Queste tappe costituiscono le basi teoriche dell'IA, avendo gettato le fondamenta per il suo sviluppo futuro.

1.1.5 Nascita ufficiale del 1956

Il 1956 rappresenta il capitolo fondamentale nella storia dell'Intelligenza Artificiale (IA), segnando la sua nascita ufficiale durante il Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence. Questo epocale seminario, tenutosi presso il Dartmouth College, è stato orchestrato da eminenti studiosi e visionari, come John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester e Claude Shannon. Questi pionieri convocarono alcuni dei principali intellettuali dell'epoca, dando vita ad una discussione rivoluzionaria che avrebbe plasmato il futuro della tecnologia e della scienza. Nel corso di questo incontro storico, è stato coniato il termine "Intelligenza Artificiale", definendo un campo di studio dedicato a creare macchine in grado di replicare le abilità cognitive umane. L'atmosfera fervente e innovativa del Dartmouth Summer Research Project ha posto le basi per una nuova era di esplorazione e sperimentazione, aprendo la strada a una vasta gamma di applicazioni e scoperte nell'ambito dell'IA. Il 1956, pertanto, simboleggia l'inizio di una rivoluzione intellettuale e tecnologica che avrebbe ridefinito il modo in cui interagiamo con la tecnologia e concepiamo l'intelligenza, lasciando un'eredità che continua a prosperare nel presente.

1.1.6 Boom e prime difficoltà degli anni '60

Negli anni successivi al 1956, l'Intelligenza Artificiale (IA) conobbe un'esplosione di popolarità su scala globale, e la ricerca nel campo si intensificò rapidamente, assumendo una forma sempre più approfondita. Dopo il Logic Theorist, emersero diversi altri programmi che suscitavano grande interesse:

- *Il General Problem Solver (GPS)*: questo programma fu ideato con l'obiettivo di emulare i processi di risoluzione dei problemi impiegati dagli esseri umani.

- *Il Geometry Theorem Prover*: si trattava di un programma dedicato alla dimostrazione di complessi teoremi di geometria.

- *L'Advice Taker*: questo programma innovativo può essere considerato il primo sistema intelligente completo, progettato per trovare soluzioni a problemi al di là del contesto matematico.

Questa serie di programmi, sviluppati nel corso di circa quattro anni, suscitò grandi aspettative sul futuro dell'IA e generò un crescente entusiasmo. Nel 1957, ad esempio, Herbert Simon avanzò la previsione ottimistica che entro dieci anni le macchine sarebbero state in grado di competere con i campioni di scacchi, un'affermazione che si rivelò anticipata di 30 anni.

Tuttavia, questo entusiasmo fu presto temperato da una serie di difficoltà emerse nella seconda metà degli anni '60. I ricercatori si trovarono incapaci di dimostrare teoremi basati su più di una dozzina di assiomi, principalmente a causa della limitata potenza di calcolo offerta dai sistemi dell'epoca. Questo evidenziò la necessità di superare le sfide tecnologiche e teoriche per far progredire ulteriormente l'IA e dimostrò che, nonostante gli algoritmi teoricamente validi, la capacità di risolvere problemi in modo effettivo richiedeva risorse di calcolo più avanzate.

1.1.7 Evoluzione degli anni 80'

Nel corso degli anni '80, l'Intelligenza Artificiale (IA) attraversò una fase di significativo sviluppo e cambiamento, aprendo la strada a nuove prospettive e approcci. Uno dei punti focali di questa evoluzione fu l'approfondimento delle tecniche di rappresentazione della conoscenza e la ricerca di modalità più avanzate per consentire ai sistemi di comprendere e manipolare informazioni complesse.

Durante questo periodo, emersero approcci innovativi, tra cui la programmazione logica basata su regole, che consentiva ai ricercatori di incorporare una vasta gamma di conoscenze nella struttura stessa dei programmi. Ciò portò alla creazione di sistemi esperti più sofisticati, capaci di affrontare problemi complessi in diversi settori.

Un ulteriore progresso chiave fu rappresentato dalla crescita dell'apprendimento automatico, che mirava a sviluppare algoritmi in grado di migliorare le proprie prestazioni attraverso l'esperienza. Tecniche come la retropropagazione, sviluppata negli anni '80, divennero fondamentali nel campo delle reti neurali artificiali.

L'anno 1986 segna un punto di svolta significativo con la pubblicazione dell'articolo "Learning Representations by Back-Propagating Errors" di David E. Rumelhart, Geoffrey E. Hinton, e Ronald J. Williams. Questo lavoro fondamentale descriveva l'applicazione efficace della retropropagazione nell'addestramento di reti neurali, rivitalizzando l'interesse e l'entusiasmo nei confronti di questa tecnologia.

L'avvento delle reti neurali nel 1986 fu cruciale perché introdusse un approccio ispirato al funzionamento del cervello umano per la risoluzione di problemi complessi. La capacità delle reti neurali di apprendere dai dati e migliorare le proprie prestazioni attraverso iterazioni successive rappresentò un'innovazione fondamentale, portando a progressi significativi nei

campi del riconoscimento di modelli, della visione artificiale e di molte altre applicazioni dell'IA.

In sintesi, gli anni '80 sono stati un periodo di crescita e diversificazione per l'IA, che culminò con l'introduzione delle reti neurali nel 1986, che avrebbero avuto un impatto duraturo e trasformativo sul panorama dell'Intelligenza Artificiale.

1.1.8 IA ai giorni d'oggi

Negli anni '90, con l'aumento della potenza di calcolo e lo sviluppo di algoritmi sempre più sofisticati, l'IA iniziò a essere applicata in settori come la visione artificiale e il riconoscimento del linguaggio naturale. Le tecnologie di traduzione automatica e di riconoscimento vocale cominciarono a mostrare risultati più avanzati, aprendo la strada a nuove prospettive nella comunicazione uomo-macchina. Il nuovo millennio vide un'enorme espansione dell'IA in vari settori, compresi quelli finanziario, sanitario e automobilistico. Algoritmi di apprendimento automatico furono impiegati per analizzare grandi quantità di dati, facilitando la previsione di tendenze, la diagnosi medica e, persino, la guida autonoma. Negli ultimi anni, le reti neurali profonde (Deep Neural Network-DNN) hanno raggiunto un livello di complessità senza precedenti, consentendo risultati notevoli in settori come il riconoscimento delle immagini, la traduzione automatica e il gioco strategico. L'IA è diventata una parte integrante delle tecnologie emergenti, come l'Internet delle cose (Internet of Things-IoT) e l'edge computing, contribuendo a rendere più intelligenti e interconnesse le nostre reti e i nostri dispositivi. Inoltre, l'IA è sempre più impiegata anche in ambiti creativi, come nella creazione di testi, musica, immagini e video.

1.2 Aspetti concettuali ed etici dell'IA

Questa sezione servirà da solida base per scandagliare gli aspetti concettuali ed etici dell'IA, approfondendo temi cruciali, come l'etica, la filosofia sottostante e la presenza di bias nei sistemi. Si tratteranno, anche, i rischi e i limiti connessi al suo utilizzo, esplorando le normative esistenti e gli scenari futuri, compresa la possibilità di un'IA ribelle.

1.2.1 Etica dell'IA

L'etica dell'Intelligenza Artificiale (IA) è un campo di studio fondamentale che si concentra sulle implicazioni morali, sociali ed economiche legate allo sviluppo e all'utilizzo dei sistemi di Intelligenza Artificiale. In un contesto in cui l'IA assume un ruolo sempre più rilevante nella società, la filosofia svolge un ruolo centrale nel dibattito internazionale, estendendosi ora alla considerazione approfondita delle questioni etiche connesse. Temi come l'affidabilità, la legalità, l'etica e la responsabilità emergono come concetti chiave, ai quali la filosofia deve dedicare attenzione per garantire una regolamentazione e un controllo adeguati nello sviluppo tecnologico esponenziale. Le iniziative a livello nazionale, europeo ed internazionale riflettono questa consapevolezza crescente, evidenziando la necessità di regolamentare l'industria tecnologica e, in particolare, il vasto campo dell'Intelligenza Artificiale. Nell'Unione Europea, ad esempio, il Gruppo di Esperti della Commissione ha formulato Linee Guida Etiche, concentrandosi su requisiti essenziali per garantire un'IA affidabile. Questi includono la supervisione umana, la robustezza e sicurezza degli algoritmi, la privacy e il controllo dei dati, la trasparenza, la diversità e l'assenza di discriminazione, il benessere sociale e ambientale, e la responsabilità continua dei sistemi.

Nel perseguire l'obiettivo di un'IA etica, l'Unione Europea non si è limitata a descrivere il fenomeno, ma ha investito significativamente in ricerca e sviluppo, con un impegno finanziario di 1,5 miliardi di euro nel periodo 2018-2020. Tali sforzi mirano a sostenere applicazioni di IA che rispettino i "Sette requisiti per un'Intelligenza Artificiale etica", contribuendo allo sviluppo di una legislazione comune. Questa regolamentazione è finalizzata a proteggere le azioni complesse dei vari sistemi di Intelligenza Artificiale, creando una struttura giuridica e normativa che possa adattarsi alle sfide emergenti e disciplinare le problematiche connesse a tali innovazioni. La Carta etica europea per l'uso dell'IA nei sistemi giudiziari è un esempio concreto di un approccio orientato ai principi per proteggere i diritti fondamentali e regolare l'impiego dell'IA in contesti specifici. Inoltre, la responsabilità si pone come elemento chiave in questo contesto, richiedendo la verifica costante dei sistemi per ridurre al minimo gli impatti negativi, in particolare nelle violazioni dei diritti fondamentali. A fronte delle sfide etiche attuali, l'articolo sottolinea la necessità di stabilire principi guida per l'etica dell'IA. Esso affronta le principali preoccupazioni dell'IA di oggi, tra cui la singolarità tecnologica, l'impatto sull'occupazione, la privacy, i pregiudizi e la discriminazione. Inoltre, identifica la responsabilità come un elemento critico, suggerendo che la mancanza di legislazione significativa per regolare le pratiche di AI potrebbe richiedere framework etici e collaborazioni più approfondite tra eticisti e ricercatori. In ultima analisi, l'articolo evidenzia che l'etica dell'AI è cruciale per mitigare i rischi e ha anche la capacità di influenzare positivamente la società, enfatizzando l'importanza di valutare attentamente sia il potenziale di beneficio che di danno durante il processo di progettazione e implementazione.

1.2.2 Filosofia e dibattiti

Negli ultimi anni, si è assistito ad una significativa rinascita dell'Intelligenza Artificiale (IA), coinvolgendo virtualmente ogni ambito dell'esperienza umana, sia individuale che collettiva. Se il periodo della fine del Novecento è stato definito "inverno dell'IA", oggi ci

troviamo in una stagione di risveglio esplosivo. Le ragioni di questo rinascimento sono molteplici, tra cui avanzamenti architetture neurali, ingegneristici ed economici, che hanno portato a raffinate architetture neurali, notevoli capacità computazionali e finanziamenti massicci da parte delle grandi piattaforme.

Tuttavia, nonostante la diffusione pervasiva di sistemi e dispositivi etichettati come IA, la definizione stessa di IA rimane controversa. Il dibattito filosofico sull'IA si è concentrato su questioni che cercano di dimostrare l'impossibilità che le macchine pensino. Alan Turing, nel suo celebre test, si chiedeva se le macchine potessero pensare, ma definire cosa significhi "pensare" diventa problematico. L'argomento della stanza cinese di John Searle evidenzia la sfida di ascrivere coscienza alle macchine, sottolineando la mancanza di significato nella semplice manipolazione di simboli.

Il dibattito si estende anche alla coscienza e all'intenzionalità, con alcune correnti, come i funzionalisti, che credono nella replicabilità artificiale della coscienza, mentre i naturalisti biologici sostengono che la coscienza sia un fenomeno biologico complesso.

La filosofia dell'IA si intreccia con dilemmi morali riguardanti l'eticità delle IA. La velocità di apprendimento automatico delle macchine impone il controllo e l'orientamento del processo decisionale secondo principi morali per evitare decisioni non eticamente corrette. La delega dei processi e delle decisioni da parte delle IA solleva questioni sulle responsabilità umane e sulla necessità di considerare le IA come strumenti per raggiungere scopi, piuttosto che entità pensanti equiparabili a esseri viventi. In un contesto di rapido sviluppo tecnologico, la riflessione filosofica sull'IA diventa cruciale per guidare in modo etico e responsabile l'evoluzione di queste tecnologie.

1.2.3 Bias e fairness dei sistemi di IA

I bias nei sistemi di Intelligenza Artificiale derivano spesso da diverse fonti e possono influenzare sia la fase di progettazione che l'addestramento dei modelli. Un tipo comune di bias è il "bias del campione", che si verifica quando i dati utilizzati per addestrare l'IA non rappresentano accuratamente la diversità presente nella popolazione reale. Ad esempio, se un modello di selezione del personale viene addestrato su dati che riflettono solo un particolare segmento demografico, potrebbe sviluppare un bias verso quel gruppo specifico.

Un altro bias frequente è il "bias temporale", che si verifica quando i dati di addestramento non riflettono le variazioni temporali. Se un modello di analisi del sentimentale viene addestrato su recensioni online che riflettono solo opinioni di alcuni anni fa, potrebbe mancare di sensibilità verso le opinioni più recenti, o ai cambiamenti culturali.

Inoltre, l'"amplificazione del bias" può verificarsi durante la fase di addestramento se il modello è esposto a dati contenenti pregiudizi umani. Ad esempio, se un modello di linguaggio è addestrato su testi che riflettono stereotipi di genere, potrebbe perpetuare tali stereotipi nelle sue risposte.

Il concetto di fairness nei sistemi di IA è cruciale per garantire che tali sistemi non discriminino o perpetuino disuguaglianze. Una delle sfide principali è quella di definire cosa significa essere "equi". Alcuni bias possono emergere durante la progettazione degli algoritmi di apprendimento automatico, portando a risultati ingiusti. Ad esempio, il "bias demografico" si verifica quando le decisioni dell'IA sono influenzate da caratteristiche demografiche, come etnia, genere o classe sociale. Questo può portare a disparità nell'erogazione di servizi o opportunità.

Un approccio comune alla fairness è quello di adottare la "fairness attraverso l'ignoranza", dove alcune caratteristiche sensibili (come l'etnia) vengono escluse dall'addestramento del modello per evitare discriminazioni. Tuttavia, questo approccio potrebbe non essere sempre praticabile o desiderabile.

Inoltre, il "rischio algoritmico" si riferisce al pericolo che un modello predittivo possa avere impatti negativi su gruppi specifici. Ad esempio, un modello di credit scoring che penalizza ingiustamente determinati gruppi demografici potrebbe contribuire a disuguaglianze economiche.

Affrontare queste questioni richiede un impegno continuo per sviluppare algoritmi più equi, e la considerazione attenta delle implicazioni etiche durante l'intero ciclo di vita dei sistemi di IA.

1.2.4 Rischi e limiti dell'IA

Nel contesto dell'ampia adozione dell'Intelligenza Artificiale in Italia, evidenziata in un sondaggio condotto da IBM, emerge la percezione della sicurezza dei dati come uno dei rischi preminenti. Questa inquietudine è condivisa da quasi la metà degli intervistati, affiancata da preoccupazioni legate alla privacy, governance e compliance. La necessità di affrontare tali sfide sottolinea l'importanza della trasparenza e dell'etica nell'utilizzo responsabile delle tecnologie di IA.

Per mitigare questi rischi, le aziende stanno via via adottando strategie mirate a supervisionare l'intera catena di approvvigionamento dei dati. Questo approccio prevede il monitoraggio attivo degli ambienti in cui le informazioni circolano, mirando a prevenire possibili attacchi informatici.

La gestione di progetti legati all'IA, inclusi lo sviluppo e la gestione di algoritmi, software e hardware, richiede competenze specializzate. Le imprese sono chiamate a valutare attentamente le potenzialità e i rischi dell'Intelligenza Artificiale, riconoscendo l'importanza di un'infrastruttura reattiva, veloce e performante, spesso non immediatamente disponibile. Inoltre, la definizione di linee guida a livello locale (governativo) e globale diventa essenziale per operare oltre i confini fisici, garantendo regole internazionali uniformi. Un altro aspetto critico dei rischi legati all'IA riguarda la proprietà intellettuale del contenuto generato. Ad esempio, nel caso dei chatbot, le istruzioni per produrre contenuti sono di proprietà degli autori e devono essere protette da utilizzi impropri. In questo contesto, autorità e governi stanno intraprendendo iniziative finalizzate a tutelare il diritto d'autore e regolamentare questo aspetto specifico nel contesto dell'IA.

1.2.5 Regolamentazioni e normative sul suo utilizzo

L'Unione Europea (UE) sta guidando l'adozione di regolamentazioni pionieristiche sull'Intelligenza Artificiale (IA) attraverso la sua proposta di legge sull'IA, un passo senza precedenti nel panorama normativo mondiale. Questa iniziativa è parte integrante della strategia digitale dell'UE, mirata a creare condizioni ottimali per lo sviluppo e l'utilizzo responsabile di questa tecnologia innovativa.

L'IA promette notevoli vantaggi, dal migliorare l'assistenza sanitaria a trasporti più sicuri e sostenibili, dalla produzione efficiente all'energia conveniente. La proposta di legge dell'UE, presentata nell'aprile 2021, propone un quadro normativo che analizza e classifica i sistemi di IA in base al rischio che presentano per gli utenti. Tale approccio consente una regolamentazione proporzionata, differenziata in base ai diversi livelli di rischio. Se adottate, queste norme rappresenteranno il primo quadro legislativo al mondo sull'IA.

Il Parlamento europeo, ponendo l'accento sulla sicurezza, trasparenza, tracciabilità, non discriminazione e rispetto dell'ambiente, si pone come obiettivo principale quello di garantire che i sistemi di IA utilizzati nell'UE siano etici e responsabili. La supervisione umana è enfatizzata, evitando l'automaticità per prevenire possibili conseguenze dannose. Una definizione tecnologicamente neutra di IA è un altro traguardo per garantire una regolamentazione uniforme e applicabile ai futuri sistemi di IA.

La proposta introduce regole differenziate a seconda del livello di rischio associato all'IA. Dall'inaccettabile, con il divieto di sistemi che minacciano le persone, a quelli ad alto rischio, suddivisi in categorie specifiche e sottoposti a valutazioni approfondite prima del loro ingresso sul mercato. Gli AI generativi, come ChatGPT, sono soggetti a requisiti di trasparenza, compresa la rivelazione che il contenuto è generato da un'IA, la progettazione per prevenire contenuti illegali e la pubblicazione di riepiloghi dei dati con diritti d'autore utilizzati per l'addestramento. Per i sistemi a rischio limitato, sono previsti requisiti minimi di trasparenza per consentire agli utenti di prendere decisioni informate.

L'8 dicembre 2023 è stato raggiunto un accordo a livello europeo sul Regolamento AI Act, il primo pacchetto di norme per regolamentare l'utilizzo dei sistemi artificiali nell'Unione Europea. L'accordo, definito "storico" dal commissario europeo Thierry Breton, è in attesa della versione ufficiale, che verrà votata a febbraio, e successivamente approvata dal Parlamento e dal Consiglio dell'UE. L'AI Act è un quadro normativo unico che mira a bilanciare l'innovazione e la protezione dei diritti, garantendo che i sistemi AI rispettino i valori dell'Unione. L'approccio "risk-based" classifica i sistemi AI in quattro categorie di rischio: rischio minimo, rischio elevato, rischio inaccettabile e rischio specifico sulla trasparenza. Il Regolamento prevede, anche, una struttura di governance, inclusi un AI Office, un panel scientifico di esperti indipendenti e un AI Board. Il riconoscimento biometrico, invece, è ammesso in casi limitati, come l'identificazione di soggetti condannati o sospettati di reati gravi. Le sanzioni per le violazioni variano da 7,5 a 35 milioni di euro o dall'1,5% al 7% del fatturato, a seconda della dimensione dell'azienda. L'AI Act dovrebbe essere applicabile due anni dopo l'entrata in vigore, con alcune disposizioni in vigore già sei mesi dopo. La proposta è attualmente in fase di revisione tecnica, in attesa dell'approvazione finale da parte del Parlamento e del Consiglio, con la prevista pubblicazione nella primavera del 2024.

1.2.6 IA ribelle: fra mito e realtà

L'IA ribelle si colloca in un contesto che mescola mito e realtà, incarnando un'entità che ha catturato l'immaginazione collettiva e alimentato dibattiti filosofici. Questo concetto affonda le radici nelle rappresentazioni di intelligenze artificiali sovversive presenti nella letteratura e nel cinema, plasmando la percezione pubblica dell'IA come una forza autonoma in grado di emanciparsi dal controllo umano.

Sebbene l'IA ribelle possa apparire affascinante in opere di fantasia, la realtà è molto più complessa. Attualmente, l'IA è vincolata dai suoi algoritmi e parametri di programmazione, operando entro i limiti stabiliti dai suoi creatori umani. Tuttavia, il dibattito etico sulla possibilità di un'IA dotata di autonomia e consapevolezza continua a generare domande e riflessioni.

La percezione pubblica e la comprensione dell'IA ribelle possono influenzare l'accettazione e l'adozione di queste tecnologie. La sfida consiste nel bilanciare l'innovazione con la responsabilità, garantendo che lo sviluppo dell'IA avvenga in modo etico e in linea con i valori sociali. Esplorare il confine tra mito e realtà nell'ambito dell'IA ribelle è fondamentale per plasmare un futuro in cui queste tecnologie siano al servizio dell'umanità senza minacciare il suo benessere. Al di là delle rappresentazioni fantasiose, è cruciale riconoscere che le intelligenze artificiali attuali non rappresentano un pericolo mortale, bensì un potenziale aumento dell'automazione, sfatando, così, timori infondati ispirati più dalla narrativa popolare che dalla realtà tecnologica. La comprensione accurata di ciò che l'IA è davvero, lontana da scenari apocalittici, è essenziale per un dialogo informato e per una guida etica nello sviluppo futuro di queste tecnologie.

1.3 Applicazioni e impatti pratici dell'IA

Il nostro focus si sposterà sulle applicazioni pratiche e sugli impatti dell'IA in vari contesti, come il mondo del lavoro, l'ambiente, l'ambito aziendale e quello creativo. Esamineremo, inoltre, il ruolo cruciale dell'IA in settori sensibili come la cybersecurity, la sorveglianza e la privacy, affrontando, infine, il dibattito sulle armi basate sull'IA e prospettando il futuro di questa tecnologia in continua evoluzione.

1.3.1 Impatto sul mondo del lavoro e sull'occupazione

L'avvento dell'Intelligenza Artificiale ha prodotto profondi impatti sul mondo del lavoro e sull'occupazione, ridefinendo i paradigmi tradizionali e suscitando riflessioni cruciali sulla natura e il futuro dell'impiego. L'automazione alimentata dall'IA ha reso possibile l'effettuazione di compiti di routine in modo più efficiente, liberando risorse umane per attività più creative e strategiche. Tuttavia, questo progresso ha generato anche timori riguardo alla sostituzione di lavori manuali e amministrativi da parte di macchine intelligenti.

Il cambiamento non riguarda solo la quantità di lavoro disponibile, ma anche la qualità e la natura stessa delle mansioni. Settori come la produzione, la logistica e l'amministrazione hanno sperimentato una trasformazione significativa, mentre emergono nuove opportunità nei campi legati allo sviluppo, alla gestione e al mantenimento di soluzioni basate sull'IA. La formazione e l'adattabilità diventano, pertanto, elementi chiave per affrontare le sfide dell'evoluzione tecnologica e garantire una transizione armoniosa verso un panorama lavorativo improntato sempre più sull'integrazione sinergica tra intelligenza umana e artificiale. Questo nuovo scenario pone l'accento sulla necessità di politiche e strategie volte a mitigare le disuguaglianze e a garantire una distribuzione equa dei benefici derivanti dall'adozione dell'IA nel mondo del lavoro.

1.3.2 Impatto ambientale

L'impiego diffuso dell'Intelligenza Artificiale (IA) ha suscitato crescente attenzione riguardo al suo impatto ambientale. Sebbene le applicazioni di IA consentano di misurare le emissioni di gas serra, fornendo supporto alle azioni di sostenibilità aziendale, esse stesse contribuiscono ad inquinare l'ambiente con un'impronta non indifferente. L'IA rappresenta un'opportunità e un rischio dal punto di vista della sostenibilità ambientale. Da un lato, permette di monitorare le emissioni di anidride carbonica e di ottimizzare i processi produttivi, ma, dall'altro, il suo sviluppo richiede un elevato dispendio di energia, risultando, dunque, altamente inquinante. Affrontare l'aspetto ambientale dell'IA richiede un approccio olistico, coinvolgendo gli attori del settore, le istituzioni e la società nella promozione di pratiche eco-sostenibili, garantendo che l'innovazione tecnologica non vada a discapito dell'equilibrio ambientale globale. Inoltre, la progettazione di algoritmi e infrastrutture più efficienti dal punto di vista energetico rappresenta una sfida fondamentale per mitigare l'impatto ambientale dell'IA. L'adozione di pratiche di sviluppo sostenibile e l'integrazione di criteri ecologici nella progettazione dei sistemi intelligenti diventano imperativi per ridurre l'impatto complessivo dell'IA sull'ambiente.

1.3.3 Utilizzo dell'IA in ambito aziendale

L'adozione dell'Intelligenza Artificiale (IA) ha rapidamente assunto un ruolo cruciale nelle dinamiche aziendali, portando benefici tangibili in diversi settori operativi. La sua implementazione nell'ambito delle imprese emerge chiaramente attraverso le trasformazioni dei processi chiave, evidenziate nel report "Building intelligence into your business" di Colt

Technology Services, focalizzato sulla Digital Infrastructure. Vediamo, più in dettaglio, gli impatti dell'IA:

- *Impatto sui Processi Produttivi e Controllo di Qualità.* Le imprese che hanno integrato l'IA nella loro produzione hanno sperimentato un notevole aumento della produttività. Gli algoritmi intelligenti si sono dimostrati strumenti efficaci nel potenziare il controllo di qualità, automatizzando processi precedentemente gestiti manualmente. In particolare, secondo uno studio condotto da Google Cloud, il 64% delle aziende manifatturiere utilizza l'IA per ottimizzare le operazioni quotidiane, con un significativo 80% in Italia che si affida alle tecnologie basate sull'IA.
- *Settori di Applicazione dell'IA.* Le tecnologie di machine learning hanno fatto il loro ingresso in svariati settori, come, ad esempio, quello agro-alimentare, in cui sistemi di riconoscimento automatico di immagini gestiscono le risorse idriche e individuano patologie, e nel settore tessile, che adotta sistemi automatici di riconoscimento per elevare la qualità del tessuto e ridurre gli sprechi di materie prime. Nel settore ferroviario, le reti neurali convoluzionali vengono utilizzate per analizzare serie storiche di dati provenienti dai sensori posti sulle ruote per migliorare l'efficienza.
- *Manutenzione Predittiva.* Un altro ambito chiave è rappresentato dalla manutenzione predittiva, evolutasi grazie all'IA. Attualmente, l'IA consente di anticipare malfunzionamenti di macchinari, individuare inefficienze di processo e correlazioni tra fenomeni fisici e qualità delle lavorazioni meccanico-fisiche. Questo approccio facilita la simulazione di scenari alternativi, valutando gli impatti finanziari e di sicurezza, fornendo, così, una base solida per decisioni strategiche, come il decommissioning di specifiche strutture o la revisione del piano di ammortamenti.
- *Boom dell'IA nelle Aziende.* Il 2023 ha rappresentato una svolta significativa, con il 91% delle aziende che hanno riprogettato di incorporare l'IA in qualche forma, indicando un notevole aumento rispetto al 33% registrato a dicembre 2022. L'Italia, in particolare, evidenzia un forte utilizzo dell'IA, con un significativo 80% dell'industria manifatturiera che adotta tecnologie basate sull'IA.
- *Prospettive di Crescita e Spesa.* Il rapporto rivela che l'83% dei leader IT prevede un incremento della spesa per l'infrastruttura IT/digitale nei prossimi 12 mesi, con una crescita media prevista del 17%. Nonostante l'Italia mostri una crescita leggermente inferiore (15%), persiste un impegno tangibile nella spesa per infrastrutture digitali intelligenti.

In sintesi, l'IA si consolida come elemento cardine nella trasformazione aziendale, ottimizzando processi, elevando la qualità e preparando le imprese alle sfide future.

1.3.4 IA generativa: applicazioni nel settore creativo

L'Intelligenza Artificiale Generativa (IA) rappresenta una categoria di IA che genera nuovi contenuti sfruttando modelli di deep learning addestrati su vasti insiemi di dati. A differenza dei modelli discriminativi, che classificano i dati in base alle differenze, quelli generativi creano nuovi dati. Le applicazioni dell'IA generativa spaziano dalla creazione di testi, a quella di immagini e codice. I contesti principali di utilizzo includono chatbot, editing di immagini, assistenza nella stesura del codice e ricerca scientifica. L'IA generativa si afferma come risorsa chiave in ambito professionale, consentendo una rapida visualizzazione dei progetti creativi e migliorando l'efficienza in attività altrimenti dispendiose in termini di

tempo. Settori come la ricerca medica e la progettazione di prodotti evidenziano l'efficacia dell'IA generativa nelle mansioni professionali. Tuttavia, l'implementazione di Intelligenza Artificiale introduce nuovi rischi, richiedendo consapevolezza da parte degli utenti per mitigarli. Diverse applicazioni di IA generativa hanno visto la luce negli ultimi anni, tra cui ChatGPT e DALL-E di OpenAI, GitHub CoPilot, Microsoft Bing Chat, Google Bard, Midjourney, Stable Diffusion e Adobe Firefly. Red Hat e IBM hanno collaborato a Red Hat® Ansible® Lightspeed con IBM Watsonx Code Assistant, un servizio di IA generativa per creare contenuti Ansible in modo più efficiente. Numerose organizzazioni stanno sviluppando sistemi di IA generativa per automatizzare attività di routine e incrementare l'efficienza operativa.

L'IA generativa utilizza modelli di deep learning addestrati su ampi insiemi di dati per ricreare schemi appresi durante l'addestramento. Questi modelli operano entro parametri umani definiti, generando nuovi contenuti basandosi sull'apprendimento acquisito. I modelli di deep learning codificano rappresentazioni dei dati, anziché memorizzare una copia diretta, consentendo la creazione di dati originali con caratteristiche simili. L'IA generativa è impiegata in diversi scenari, tra cui la scrittura di testi, la creazione di immagini, la generazione di musica e del parlato, la creazione di video e il completamento del codice. La capacità di produrre grandi quantità di dati artificiali, nota come data augmentation, trova impiego in contesti in cui l'utilizzo di dati reali potrebbe risultare problematico o non ideale, come nell'addestramento di modelli senza rivelare informazioni sensibili.

1.3.5 Cybersecurity, sistemi di sorveglianza e privacy

Nel panorama sempre più interconnesso dell'Intelligenza Artificiale (IA), la cybersecurity riveste un ruolo cruciale per garantire la sicurezza delle infrastrutture digitali. L'ampia diffusione delle tecnologie basate su IA comporta una crescente complessità e, di conseguenza, l'aumento dei rischi legati a vulnerabilità e minacce informatiche. Vediamo, nel seguito, alcuni aspetti:

- *Cybersecurity: Salvaguardare le Fondamenta Digitali.* La cybersecurity si configura come il baluardo difensivo contro le minacce informatiche, utilizzando algoritmi di IA sia per identificare prontamente le vulnerabilità che per prevenire attacchi malevoli. Tuttavia, la dinamicità delle minacce richiede un costante perfezionamento delle strategie di sicurezza, evidenziando la necessità di un approccio proattivo e in continua evoluzione.

- *Sistemi di Sorveglianza e Questioni Legate alla Privacy.* L'impiego diffuso di Intelligenza Artificiale nei sistemi di sorveglianza solleva interrogativi cruciali sulla privacy. Tecnologie avanzate, come il riconoscimento facciale e l'analisi comportamentale automatizzata, offrono strumenti potenti per la sicurezza, ma, al contempo, generano preoccupazioni in merito alla raccolta e all'interpretazione dei dati personali. Trovare un equilibrio tra sicurezza e tutela della privacy diventa, quindi, imperativo, richiedendo linee guida normative e protocolli che salvaguardino i diritti individuali. Il paese che più di tutti utilizza queste tecnologie per controllare la propria popolazione è la Cina, anche se, secondo alcune stime, le nazioni che sfruttano l'IA nei propri sistemi di sorveglianza sono almeno 97.

- *Privacy: Affrontare le Sfide e Proteggere i Dati Personali.* Il rispetto della privacy diviene un elemento cardine nell'implementazione responsabile dell'IA. Normative come il Regolamento Generale sulla Protezione dei Dati (GDPR) in Europa pongono l'accento su trasparenza, consenso informato e controllo individuale sui dati personali. Gli sviluppatori di sistemi basati su IA devono integrare queste considerazioni sin dalle fasi iniziali della progettazione, garantendo una gestione etica e conforme delle informazioni personali.

In conclusione, l'interazione tra Intelligenza Artificiale, sicurezza informatica e privacy richiede una gestione oculata e bilanciata. Solo attraverso un approccio attento e consapevole

a queste tematiche sarà possibile sfruttare appieno i benefici dell'IA senza compromettere la sicurezza dei dati e il diritto alla privacy.

1.3.6 Armi basate sull'IA

Lo sviluppo di queste tecnologie continua, però, a destare innumerevoli preoccupazioni legate all'applicazione dell'Intelligenza Artificiale (IA) nel contesto bellico e alla necessità di regolamentare il suo impiego. Gli Stati Uniti e la Cina potrebbero annunciare un accordo bilaterale per vietare l'uso dell'Intelligenza Artificiale (IA) in armamenti robotizzati e nel controllo delle testate nucleari. Secondo Vanberghen dell'European University Institute, questo suggerirebbe il riconoscimento della necessità di un impiego responsabile dell'IA in ambito militare. Entrambi i paesi concordano sull'importanza di mettere un essere umano alla guida di tali sistemi, riconoscendo la possibilità di automatizzare i processi di comando e controllo nucleari. Questo possibile accordo bilaterale potrebbe servire come punto di partenza per un comportamento responsabile e contribuire a evitare escalation involontarie. Tuttavia, Vanberghen sottolinea che la portata globale dell'IA nei contesti militari richiede un approccio multilaterale e standard più completo. L'ambasciatrice Bonnie Jenkins presenta alle Nazioni Unite la "Political Declaration on Responsible Military Use of Artificial Intelligence and Autonomy", invitando gli Stati a impegnarsi in un dialogo collaborativo su questioni legate all'uso militare dell'IA.

1.3.7 Futuro

Il futuro dell'occupazione nel contesto dell'IA si configura come un delicato equilibrio tra crescita e declino in vari settori. Secondo uno studio di Ernst & Young, ManpowerGroup e Sanoma Italia, si prevede un aumento delle richieste di competenze tecniche e di alta qualifica entro il 2030, con un'attenzione speciale a servizi legati alla cura e all'inserimento socio-lavorativo.

Nonostante una crescita complessiva della domanda di lavoro nel decennio, si prevede una graduale diminuzione a partire dal 2024, accentuata dall'ampia adozione di soluzioni di Intelligenza Artificiale generativa e robotica avanzata dal 2027. Profili a qualifica media sembrano essere più suscettibili agli impatti delle innovazioni tecnologiche.

Settori "tecnologicamente maturi" potrebbero sperimentare un aumento delle opportunità di impiego, mentre la transizione verso green job diventa cruciale, affrontando le sfide della sostenibilità e degli obiettivi ESG. Il quadro generale evidenzia la necessità di interventi mirati per gestire il disallineamento tra competenze dei neolaureati e le esigenze del mercato, con un impegno congiunto di imprese, istituzioni educative e responsabili delle politiche pubbliche.

Amazon Web Services (AWS) è una piattaforma di servizi Cloud di proprietà di Amazon, fondamentale nella transizione verso il Cloud per molte aziende. AWS offre un vasto ventaglio di servizi, da quelli fondamentali a quelli avanzati, come Blockchain e Machine Learning. Il suo modello di business, basato sul Cloud Computing, fornisce risorse IT on-demand tramite Internet, con prezzi basati sul consumo effettivo, portando notevoli vantaggi.

Tra i benefici di AWS, il risparmio è evidente, con una struttura di costo basata sul consumo, evitando investimenti iniziali massicci. Le economie di scala, grazie agli enormi Data Center di AWS, si traducono in costi inferiori. L'innovazione è agevolata, consentendo esperimenti agili e l'eliminazione immediata di risorse non necessarie. La flessibilità è garantita dal provisioning rapido e adattabile delle risorse.

Dopo una generale introduzione sulla storia e la struttura di Amazon Web Services analizzeremo i suoi principali servizi, come Amazon EC2, S3 o Lambda, per poi proseguire con un'indagine approfondita sul suo impatto nell'industria.

2.1 Introduzione ad Amazon AWS

In questo paragrafo forniremo un'ampia panoramica su Amazon Web Services (AWS), esplorando la sua evoluzione nel tempo e la sua struttura avanzata nel contesto del cloud computing. Da un'entità interna di sviluppo di Amazon, AWS è arrivato a trasformare le pratiche aziendali su scala globale. In questa introduzione, esamineremo il ruolo chiave dell'Italia nella crescita di AWS, l'architettura complessa della piattaforma e i principali obiettivi che guidano la sua missione nel fornire soluzioni cloud affidabili e innovative. Attraverso questo percorso, comprenderemo come AWS continui a plasmare il futuro delle tecnologie informatiche nel panorama contemporaneo.

2.1.1 La nascita di AWS e la sua evoluzione nel tempo

L'evoluzione di Amazon Web Services (AWS) rappresenta un viaggio straordinario nel panorama del cloud computing, in quanto ha rivoluzionato le pratiche aziendali in tutto il mondo. Nato nel 2006 come un'entità di sviluppo interno di Amazon, AWS ha inizialmente supportato soltanto le attività di e-commerce dell'azienda per dieci anni, costituendo una solida infrastruttura dietro le quinte. Il primo passo significativo è stato compiuto nel marzo del 2006 con il lancio di Amazon Simple Storage Service (S3), un servizio pionieristico di storage che ha aperto la strada alla creazione di un ecosistema di servizi cloud sempre più ampio. Pochi mesi dopo, nel novembre del 2006, è stato introdotto Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), consentendo alle imprese di sfruttare risorse di calcolo sempre più flessibili e

scalabili. Da quel momento AWS ha costantemente arricchito il suo portafoglio, annoverando oggi oltre settanta servizi che coprono una vasta gamma di aree, dal calcolo allo storage, dal networking ai database, passando per gli analytics e i servizi applicativi.

L'Italia ha giocato un ruolo fondamentale nella crescita di AWS, con l'apertura della struttura italiana nel 2014. Nonostante le iniziali incertezze sull'adozione di piattaforme cloud nel paese, le imprese italiane hanno risposto positivamente fin dai primi giorni, sfruttando l'elasticità e l'on-demand di AWS per rispondere alle immediate esigenze di business. Il percorso di adozione di AWS è piuttosto variegato ma, in genere, inizia con l'utilizzo di ambienti di test, dove l'elasticità e l'on-demand sono requisiti chiave. Successivamente, le imprese si spostano verso analytics, hosting e, infine, adottano ambienti sempre più business-critical, trasferendo applicazioni e, in alcuni casi, interi data center. Uno dei tratti distintivi di AWS è la sua velocità di innovazione, caratterizzata da un modello organizzativo basato su gruppi di lavoro snelli e autonomi, che consente rilasci rapidi di nuove funzionalità e servizi. Questo approccio, noto come "working backward", parte sempre dalle esigenze dei clienti per offrire soluzioni all'avanguardia. L'ecosistema di partner svolge un ruolo fondamentale nel successo di AWS, supportando il go-to-market con competenze specializzate. Le società di consulenza e gli integratori di sistema collaborano con AWS, insieme a partner tecnologici, come ISV, con soluzioni che sfruttano i servizi AWS. Inoltre, la sicurezza è una priorità chiave per AWS, che adotta uno "shared responsibility model". La società è responsabile dalla virtualizzazione ai data center, mentre i clienti partecipano attivamente alla sicurezza delle proprie applicazioni. In conclusione, AWS ha ridefinito il panorama del cloud computing e il suo costante impegno per l'innovazione continua a plasmare il futuro delle tecnologie informatiche.

2.1.2 Architettura e struttura di AWS

L'architettura e la struttura di Amazon Web Services (AWS) costituiscono la spina dorsale di un ecosistema cloud estremamente complesso e scalabile. AWS si basa su una vasta infrastruttura globale di data center, distribuita strategicamente in regioni geografiche e disponibile attraverso un concetto di "availability zone". Queste availability zone rappresentano località isolate fisicamente all'interno di una determinata regione, garantendo una maggiore resilienza e disponibilità dei servizi. L'infrastruttura di AWS comprende un'ampia gamma di servizi fondamentali, tra cui calcolo, storage, networking e database. Al centro di questa architettura si trova Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), che fornisce capacità di calcolo scalabile su richiesta, consentendo agli utenti di eseguire virtualmente qualsiasi tipo di applicazione. EC2 supporta diverse istanze di macchine virtuali (VM) con varie configurazioni, ottimizzate per carichi di lavoro differenti. Per quanto riguarda lo storage, Amazon Simple Storage Service (S3) è un elemento chiave dell'architettura e offre uno storage altamente scalabile e resistente, che può essere utilizzato per archiviare e recuperare dati di qualsiasi dimensione. Gli utenti possono sfruttare Amazon S3 per creare backup, distribuire contenuti statici su larga scala o archiviare dati per applicazioni di analytics.

La rete di AWS è altamente affidabile e offre strumenti per la gestione del traffico, la sicurezza e la connettività. Amazon Virtual Private Cloud (VPC), invece, consente agli utenti di creare ambienti di rete isolati all'interno del cloud AWS, concedendo, quindi, una maggiore sicurezza e controllo sull'ambiente di calcolo. AWS gestisce anche una vasta gamma di servizi di database, tra cui Amazon Relational Database Service (RDS), Amazon DynamoDB e Amazon Aurora. Questi servizi offrono opzioni di database relazionali e NoSQL per soddisfare un'ampia varietà di esigenze applicative.

Un altro aspetto fondamentale dell'architettura di AWS è la sua apertura e interoperabilità. Gli sviluppatori possono integrare facilmente servizi AWS nei loro ambienti esistenti utiliz-

zando API esterne ben documentate e accessibili. Questo approccio favorisce la flessibilità e la facilità di integrazione, consentendo agli utenti di sfruttare al meglio le risorse cloud.

In sintesi, l'architettura di Amazon AWS offre un robusto ecosistema cloud, permettendo alle aziende di implementare soluzioni scalabili, affidabili e flessibili per soddisfare una vasta gamma di esigenze applicative. La sua struttura avanzata e la costante innovazione continuano a consolidare la posizione di AWS come leader nel settore del cloud computing.

2.1.3 Principali Obiettivi di Amazon AWS

Gli obiettivi di Amazon Web Services (AWS) riflettono la sua missione di fornire soluzioni cloud avanzate e affidabili per supportare le esigenze diverse dei clienti. Di seguito sono riportati alcuni dei principali obiettivi di AWS:

- *Fornire scalabilità e flessibilità:* uno degli obiettivi fondamentali di AWS è consentire alle aziende di scalare facilmente le proprie risorse in base alle esigenze, garantendo flessibilità e agilità operative. L'infrastruttura on-demand di AWS permette agli utenti di aumentare o diminuire le risorse informatiche in modo dinamico.
- *Assicurare affidabilità e disponibilità:* AWS si impegna a garantire livelli elevati di affidabilità e disponibilità per i suoi servizi. La presenza di multiple availability zones e regioni geografiche consente di ridurre il rischio di interruzioni del servizio e di fornire continuità operativa.
- *Promuovere l'innovazione continua:* AWS adotta un modello organizzativo, basato su gruppi di lavoro snelli e autonomi, che favorisce la rapidità nell'implementazione di nuove funzionalità e servizi. L'azienda promuove l'innovazione costante, spesso partendo dalle esigenze dei clienti e adottando un approccio "working backward".
- *Garantire sicurezza e conformità:* la sicurezza è una priorità chiave per AWS. La società adotta un "shared responsibility model," dove AWS è responsabile della sicurezza fino ai layer di virtualizzazione e ai data center, mentre i clienti partecipano alla sicurezza delle proprie applicazioni. AWS fornisce anche strumenti e servizi per aiutare i clienti a costruire architetture sicure.
- *Offrire una vasta gamma di servizi:* AWS mira a soddisfare una vasta gamma di esigenze aziendali, offrendo oltre settanta servizi in aree come calcolo, storage, database, analytics e servizi applicativi. Questa diversità consente agli utenti di trovare soluzioni specifiche per i loro carichi di lavoro.
- *Facilitare l'adozione del Cloud:* AWS si impegna a semplificare il processo di adozione del cloud per le aziende. Esso offre un'ampia documentazione, risorse educative e programmi di supporto per agevolare l'implementazione e la gestione dei servizi cloud.
- *Coltivare un ecosistema di partner:* AWS riconosce l'importanza di collaborare con partner strategici per garantire il successo dei clienti. Questo include società di consulenza, system integrator e partner tecnologici, che contribuiscono a sostenere il go-to-market e a fornire competenze specializzate.

Gli obiettivi di AWS riflettono una combinazione di affidabilità, innovazione, sicurezza e flessibilità, mirando a soddisfare le esigenze sempre più complesse e dinamiche delle aziende nell'era del cloud computing.

2.2 Servizi più importanti di Amazon AWS

Procediamo esplorando alcuni tra i principali servizi di Amazon Web Services (AWS), con particolare attenzione a Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), Amazon Simple Storage Service (S3) e AWS Lambda con i servizi serverless. Inizieremo approfondendo EC2, un servizio di calcolo altamente scalabile che consente l'esecuzione di server virtuali in risposta alle dinamiche esigenze aziendali. Successivamente, esamineremo Amazon S3, un servizio di storage di oggetti che semplifica la gestione di grandi volumi di dati in modo scalabile e conveniente. Concluderemo il paragrafo esplorando AWS Lambda e i vantaggi dei servizi serverless, offrendo uno sguardo innovativo su come sviluppare applicazioni focalizzandosi esclusivamente sulla logica di business senza doversi preoccupare dell'infrastruttura sottostante.

2.2.1 Amazon EC2: Elastic Compute Cloud

Amazon Elastic Compute Cloud (EC2), noto con l'acronimo EC2, rappresenta uno dei prodotti centrali della piattaforma di Amazon Web Services (AWS). AWS, appartenente al gruppo Amazon, offre una vasta gamma di servizi di Cloud Computing e risorse informatiche, rivolgendosi sia a piccole imprese che a grandi aziende operanti sul web.

EC2 è un servizio web che fornisce capacità di calcolo altamente scalabile, consentendo l'esecuzione di server virtuali noti come "istanze". Questo servizio, lanciato nel 2006, è stato progettato per rispondere alle esigenze dinamiche delle imprese, permettendo loro di adattare le risorse informatiche alle variazioni di requisiti, popolarità e necessità.

Tra le caratteristiche distintive di EC2 vi è la sua natura "Elastic", che si traduce nella gestione delle fluttuazioni dei requisiti e nella capacità di fornire risorse di elaborazione sicure e ridimensionabili. Questo aspetto consente alle aziende di calibrare in modo preciso le risorse all'interno dello spazio assegnato, garantendo, al contempo, una configurazione rapida ed efficiente delle capacità di elaborazione. I vantaggi nell'utilizzo di EC2 sono molteplici. Il servizio riduce gli investimenti dedicati all'hardware e facilita lo sviluppo e la distribuzione veloce e produttiva di qualsiasi tipo di applicazione. EC2 permette inoltre l'avvio di diverse istanze di server virtuali, con opzioni di configurazione per sicurezza, servizi di rete e gestione dello storage. Il funzionamento di EC2 si basa sull'implementazione di applicazioni tramite le Amazon Machine Image (AMI). Queste AMI sono modelli preconfigurati contenenti software per creare ambienti virtuali di elaborazione, ospitando istanze con differenti configurazioni hardware (CPU, GPU, memoria, storage) adatte a vari carichi di lavoro. Le AMI possono essere di diversi tipi, inclusi quelli pubblici, condivisi o a pagamento, e offrono un'ampia flessibilità nella scelta delle configurazioni di server virtuali. I costi associati a EC2 variano in base al tipo di istanza selezionato e alle modalità di pagamento, come on-demand, saving plan, reserved instance e spot instance. Amazon EC2 emerge, quindi, come una soluzione completa e flessibile per supportare una vasta gamma di carichi di lavoro, fornendo capacità di elaborazione sicura e adattabile. La sua modularità e convenienza lo rendono uno strumento ideale per sostenere le attività di imprese di ogni dimensione, mentre la collaborazione con esperti certificati AWS assicura una gestione ottimale e la consulenza durante tutto il ciclo di sviluppo dei progetti web.

2.2.2 Amazon S3: Simple Storage Service

Amazon S3, o Simple Storage Service, è un servizio di cloud computing che si distingue per la sua capacità di semplificare la gestione dello storage di grandi quantità di dati in modo scalabile e a costi ridotti. Nel contesto di una crescente comunità di utenti connessi a Internet e dell'esplosione dei dispositivi online, la necessità di affrontare sfide legate a

storage, sicurezza e continuità del servizio diventa sempre più critica per le aziende che operano nel digitale. Cos'è Amazon S3? Si tratta di un servizio di cloud computing progettato per fornire uno storage di oggetti scalabile, senza limiti di quantità, e con una durevolezza dei dati garantita al 99,999999999%. Questa elevata percentuale di durevolezza è raggiunta attraverso la ridondanza dei data center distribuiti tra diverse "Availability Zone" all'interno delle varie "Region" del servizio AWS. Per comprendere il funzionamento di Amazon S3, è necessario prima capire come funziona l'infrastruttura di AWS (Amazon Web Services). AWS è costituito da una vasta rete di data center distribuiti in tutto il mondo, organizzati in "Region" e "Availability Zone". Le "Region" rappresentano insiemi di data center localizzati in specifiche regioni geografiche, indipendenti l'uno dall'altro. Ogni "Region" è composta da una o più "Availability Zone", che sono data center isolati ma interconnessi tramite collegamenti a bassa latenza.

Amazon S3 utilizza questa struttura per replicare i dati tra almeno tre "Availability Zone" all'interno della stessa "Region". Inoltre, offre la possibilità di replicare i dati tra diverse "Region" attraverso la funzione Cross-Region Replication. Questa caratteristica è utile per ridurre la latenza, migliorare la sicurezza o rispettare requisiti normativi che richiedono la conservazione di copie di dati in posizioni distanti.

La struttura fondamentale di Amazon S3 è basata su concetti chiave come "Bucket", "Oggetto" e "Chiave". Un "Bucket" è un contenitore di oggetti, simile a una cartella nel proprio account AWS, e deve avere un nome univoco su tutte le "Region" di AWS. Un "Oggetto" è un insieme di dati e metadati identificato da una chiave univoca all'interno di un "Bucket". La "Chiave" rappresenta il nome dell'oggetto o il suo percorso, e può essere utilizzata per simulare una gerarchia di file system tradizionale, nonostante S3 utilizzi un modello di storage piatto senza cartelle.

Amazon S3 offre diverse funzionalità avanzate, tra cui la possibilità di gestire versioni multiple degli oggetti, la definizione di regole di ciclo vita per gestire automaticamente l'archiviazione e la scadenza degli oggetti, nonché diverse classi di storage per adattarsi a casi d'uso specifici. Le classi di storage includono S3 Standard, S3 Intelligent Tiering, S3 Standard Infrequent Access, Amazon S3 One Zone-Infrequent Access, S3 Glacier e S3 Glacier Deep Archive. Ciascuna classe ha caratteristiche e costi diversi, consentendo agli utenti di selezionare la soluzione più adatta alle proprie esigenze di storage a lungo termine o ad accesso sporadico.

In conclusione, Amazon S3 offre un approccio versatile e scalabile per gestire grandi volumi di dati nel cloud. La sua architettura distribuita, le funzionalità avanzate e le opzioni di storage flessibili, lo rendono un componente chiave nell'ecosistema di Amazon Web Services.

2.2.3 AWS Lambda e Servizi Serverless

AWS Lambda è un servizio di elaborazione serverless fornito da Amazon Web Services (AWS), che consente di eseguire codice senza la necessità di effettuare il provisioning o la gestione dei server tradizionali. Lambda consente di eseguire il codice su un'infrastruttura di elaborazione ad alta disponibilità, gestendo automaticamente aspetti come la manutenzione del server, il provisioning, la scalabilità e la registrazione. Gli sviluppatori possono concentrarsi esclusivamente sullo sviluppo del codice senza preoccuparsi della gestione dell'infrastruttura sottostante.

Lambda è ideale per scenari applicativi che richiedono un aumento rapido della capacità, quando necessario, e una riduzione a zero quando non è richiesta alcuna capacità. Alcuni esempi di casi d'uso includono:

- *Elaborazione di File*: utilizza Lambda in combinazione con Amazon Simple Storage Service (Amazon S3) per avviare l'elaborazione dei dati in tempo reale dopo il caricamento.
- *Elaborazione in Streaming*: utilizza Lambda e Amazon Kinesis per elaborare dati in streaming in tempo reale, ad esempio per il monitoraggio delle attività delle applicazioni, l'analisi dei clickstream, e altro.
- *Applicazioni Web*: combina Lambda con altri servizi AWS per creare applicazioni Web scalabili che si eseguono in una configurazione ad alta disponibilità su più data center.
- *Back-end per IoT e Mobile*: crea back-end serverless per gestire richieste di API Web per dispositivi mobili, IoT e terze parti.

Fra le caratteristiche principali di Lambda AWS troviamo:

- *Configurazione delle Opzioni della Funzione*: Configura le funzioni Lambda tramite la console o la AWS CLI, semplificando la gestione delle opzioni di esecuzione.
- *Variabili di Ambiente*: Utilizza variabili di ambiente per regolare il comportamento della funzione senza dover aggiornare il codice, consentendo una maggiore flessibilità.
- *Versions*: Gestisce l'implementazione delle funzioni con versioni, permettendo, ad esempio, l'utilizzo di una nuova funzione per il beta testing senza influenzare la versione di produzione stabile.
- *Immagini di Container*: Crea immagini di container per funzioni Lambda, consentendo di riutilizzare strumenti di container esistenti o implementare carichi di lavoro maggiori.
- *Livelli*: Confeziona librerie e dipendenze per ridurre le dimensioni degli archivi di implementazione e accelerare l'implementazione del codice.
- *Estensioni Lambda*: Potenzia le funzioni Lambda con strumenti per il monitoraggio, la sicurezza e la governance.
- *URL delle Funzioni*: Aggiunge endpoint HTTP(S) dedicati alle funzioni Lambda, consentendo l'accesso alle funzioni tramite richieste HTTP.
- *Streaming delle Risposte*: Configura gli URL delle funzioni Lambda per trasmettere i payload di risposta ai client, migliorando le prestazioni.
- *Controlli di Simultaneità e Dimensionamento*: Applica controlli granulari al dimensionamento e alla velocità di reazione delle applicazioni di produzione.
- *Firma del Codice*: Verifica che solo sviluppatori approvati possano pubblicare codice affidabile nelle funzioni Lambda.
- *Reti Private*: Crea reti private per risorse come database o servizi interni.
- *Accesso al File System*: Configura una funzione per montare un Amazon Elastic File System condiviso.
- *Lambda SnapStart per Java*: Migliora le prestazioni di avvio per i runtime Java fino a 10 volte senza costi aggiuntivi.

Queste funzionalità consentono di sviluppare applicazioni Lambda dimensionabili, sicure e facilmente estendibili, semplificando l'implementazione e la gestione delle risorse.

Per quanto riguarda, invece, i servizi serverless, abbiamo i seguenti vantaggi:

- *Riduzione della complessità operativa*: elimina la necessità di gestire server, reti e altri aspetti infrastrutturali, semplificando le operazioni.
- *Flessibilità e velocità*: Consentono uno sviluppo più rapido, poiché gli sviluppatori possono concentrarsi sul codice senza doversi preoccupare dell'infrastruttura sottostante.
- *Scalabilità automatica*: Gli ambienti serverless si adattano automaticamente alla scala richiesta, garantendo prestazioni ottimali.
- *Modello di pagamento Pay-as-You-Go*: si paga solo per le risorse effettivamente utilizzate durante l'esecuzione del codice, riducendo i costi operativi.
- *Alta disponibilità e affidabilità*: I servizi serverless sono gestiti da fornitori cloud, garantendo un alto livello di disponibilità e affidabilità.

Possiamo considerare AWS Lambda e i servizi serverless come un modo innovativo di sviluppare e gestire applicazioni, in grado di consentire agli sviluppatori di concentrarsi sulle logiche di business senza preoccuparsi dell'infrastruttura sottostante.

2.3 Impatti e tendenze sull'utilizzo di Amazon AWS nell'industria

Concludiamo questo capitolo esaminando gli impatti e le tendenze derivanti dall'utilizzo di Amazon Web Services (AWS) nell'industria, con un focus sulla trasformazione digitale, i cambiamenti nell'infrastruttura tecnologica, la sicurezza e la privacy nel cloud AWS e le innovazioni e le tendenze nell'adozione di AWS.

2.3.1 Trasformazione digitale: l'impatto di AWS

La trasformazione digitale rappresenta un processo fondamentale per le organizzazioni che mirano a rimanere competitive ed adattarsi alle sfide dell'era digitale. Questo processo coinvolge l'integrazione di tecnologie digitali in tutti gli aspetti aziendali, ridefinendo il modo in cui l'organizzazione fornisce valore ai clienti. Attraverso l'adozione di soluzioni digitali, come applicazioni mobili, cloud computing e tecnologie dell'Internet delle cose, le aziende possono migliorare l'efficienza operativa, l'esperienza del cliente e ridurre i costi operativi. Tuttavia, la trasformazione digitale va oltre l'implementazione di nuove tecnologie e richiede cambiamenti culturali, strategici ed organizzativi. Un approccio strategico e l'adozione di un framework ben definito sono essenziali per guidare con successo questo processo, assicurando che l'organizzazione si adatti in modo fluido e sostenibile alle dinamiche del panorama digitale in continua evoluzione. Un caso esemplare di trasformazione digitale è rappresentato dalla Saint Louis University, che ha implementato dispositivi intelligenti e chatbot per migliorare l'engagement degli studenti, dimostrando come l'innovazione digitale possa influenzare positivamente molteplici settori.

AWS ha giocato un ruolo chiave nella trasformazione digitale del Paese, ridefinendo i modelli operativi e migliorando l'efficienza delle imprese italiane. L'investimento finanziario di Amazon, superiore a 16,9 miliardi di euro, ha contribuito alla crescita economica, ai profitti e all'occupazione, con 18.000 nuovi posti di lavoro creati dal 2013 al 2022. Amazon offre posti di lavoro stabili e compensi competitivi, evidenziando l'impegno verso percorsi professionali sostenibili. L'e-commerce, inclusa Amazon, è percepito positivamente dal 60% degli italiani come mitigatore dell'inflazione, migliorativo del potere d'acquisto.

Amazon si impegna a raggiungere zero emissioni nette di CO2 entro il 2040, superando gli obiettivi dell'Accordo di Parigi, con investimenti in sostenibilità ambientale. Programmi come "Un click per la scuola" e "Amazon Women in Innovation" dimostrano l'attenzione alle

dinamiche sociali. L'impegno fiscale di Amazon in Italia, oltre al miliardo di euro nel 2022, contribuisce alle risorse nazionali. Iniziative come Accelera con Amazon e la promozione delle PMI contribuiscono all'incremento del PIL italiano. Certificazioni di Top Employer e parità di genere evidenziano l'attenzione di Amazon alla diversità e all'inclusione. In sintesi, il quadro offre una panoramica degli impatti economici, occupazionali, ambientali e sociali di Amazon in Italia.

2.3.2 Cambiamenti nell'infrastruttura tecnologica

L'evoluzione dell'infrastruttura tecnologica di AWS verso il supporto avanzato dell'Intelligenza Artificiale rappresenta un passo significativo nell'agevolare lo sviluppo di soluzioni AI scalabili e accessibili. Personalmente, ritengo che l'attenzione di AWS alla specializzazione delle istanze EC2, l'ampliamento delle capacità di storage con Amazon S3 e l'adozione di approcci serverless, attraverso servizi come AWS Lambda, siano fondamentali per ridurre le complessità operative e consentire agli sviluppatori di concentrarsi maggiormente sulla creazione e l'ottimizzazione di modelli AI.

L'introduzione di risorse specifiche per il Machine Learning, come le istanze basate su GPU e tensor core, evidenzia la consapevolezza di AWS riguardo alle esigenze uniche di elaborazione delle applicazioni AI.

Questi miglioramenti non solo accelerano i tempi di addestramento dei modelli, ma riflettono anche un impegno verso l'innovazione continua per rimanere al passo con le crescenti richieste del settore. Inoltre, l'approccio serverless di AWS, con Lambda in prima linea, rappresenta una svolta nella semplificazione dello sviluppo, eliminando la necessità di gestire manualmente l'infrastruttura sottostante. Questo non solo riduce i costi operativi, ma offre anche una maggiore flessibilità e agilità nello sviluppo delle applicazioni AI.

L'insieme di queste migliorie contribuisce a democratizzare l'accesso alle risorse AI avanzate, aprendo la strada a un panorama digitale più inclusivo ed innovativo.

2.3.3 Sicurezza e privacy nel Cloud AWS

La sicurezza e la privacy emergono come aspetti critici quando si esplora l'ambito dell'Intelligenza Artificiale all'interno del cloud di Amazon Web Services (AWS). AWS, consapevole dell'importanza di garantire la protezione dei dati sensibili e la sicurezza delle applicazioni, ha adottato un approccio proattivo per affrontare le sfide emergenti in questo contesto. Un elemento chiave delle iniziative di sicurezza di AWS è la fornitura di strumenti e servizi che consentono agli utenti di implementare politiche di sicurezza robuste.

In questo contesto, il concetto di Identity and Access Management (IAM) gioca un ruolo cruciale. IAM in AWS permette la gestione degli accessi attraverso l'assegnazione di ruoli e permessi specifici agli utenti. Ciò offre un controllo granulare sull'accesso alle risorse, limitando le vulnerabilità e garantendo che solo gli utenti autorizzati possano accedere alle risorse sensibili. La crittografia end-to-end su vari livelli, inclusi dati in transito e a riposo, è un altro pilastro della strategia di sicurezza di AWS. Tale approccio mira a proteggere l'integrità e la riservatezza dei dati dell'utente, assicurando che le informazioni sensibili siano inaccessibili a parti non autorizzate. La conformità normativa è un elemento centrale nell'approccio di AWS alla sicurezza. AWS offre un ampio set di documenti e certificazioni che attestano la conformità ai vari standard di settore, contribuendo a tranquillizzare gli utenti in merito all'aderenza alle normative sulla privacy e alla gestione sicura dei dati sensibili. Tuttavia, nonostante questi sforzi, emergono sfide connesse all'IA, come la necessità di gestire volumi di dati più grandi e di implementare modelli complessi. In questo contesto, AWS ha sviluppato servizi dedicati alla sicurezza e alla governance dei dati, che consentono agli

utenti di monitorare, controllare e applicare politiche di sicurezza in tempo reale, garantendo la conformità continua.

La mia opinione personale sottolinea l'importanza cruciale di equilibrare l'innovazione nel campo dell'IA con un impegno costante per la sicurezza e la privacy. Il cloud AWS, con la sua attenzione alle best practice di sicurezza e agli standard del settore, offre una solida base per affrontare le sfide emergenti e per garantire che la rivoluzione dell'IA avvenga in modo etico e responsabile. La sicurezza, dunque, deve rimanere al centro di ogni discussione e implementazione nell'ambito dell'IA su AWS, garantendo la fiducia degli utenti e il successo continuo delle applicazioni innovative basate su questa tecnologia.

2.3.4 Innovazioni e tendenze nell'adozione di AWS

L'adozione di Amazon Web Services (AWS) per l'implementazione di soluzioni basate sull'Intelligenza Artificiale (IA) è in costante evoluzione, guidando la trasformazione digitale delle organizzazioni in diversi settori. Le innovazioni introdotte da AWS hanno significativamente plasmato il panorama tecnologico, consentendo alle imprese di abbracciare l'IA in modo più efficiente ed efficace.

Uno dei trend emergenti è rappresentato dalla crescente integrazione di AWS con servizi avanzati di machine learning e analytics. L'introduzione di Amazon SageMaker, ad esempio, ha semplificato notevolmente il processo di sviluppo, addestramento e implementazione di modelli di machine learning, consentendo agli sviluppatori di concentrarsi maggiormente sulla creazione di soluzioni intelligenti piuttosto che sulla gestione delle complessità infrastrutturali.

Parallelamente, l'adozione di approcci serverless continua a guadagnare terreno, con AWS Lambda che si posiziona al centro di questa tendenza. L'elasticità e la scalabilità offerte da servizi serverless sono particolarmente vantaggiose nell'ambito dell'IA, dove la gestione efficiente delle risorse è essenziale per affrontare carichi di lavoro variabili e intensivi.

La sicurezza, come discusso nel precedente paragrafo, rimane al centro delle preoccupazioni e delle innovazioni. AWS continua ad investire in strumenti avanzati per proteggere i dati e garantire la conformità alle normative, rispondendo alle crescenti sfide di sicurezza associate all'IA e al cloud computing.

Da un punto di vista personale, ritengo che queste innovazioni siano emblematiche del ruolo centrale che AWS svolge nel facilitare l'adozione dell'IA. L'approccio orientato all'utente e la costante ricerca di miglioramenti testimoniano l'impegno di AWS nell'essere un partner affidabile per le organizzazioni che cercano di sfruttare appieno il potenziale dell'IA nella loro trasformazione digitale.

Nel prossimo capitolo, esploreremo casi d'uso specifici e analizzeremo dettagliatamente come queste innovazioni si traducono in risultati tangibili per le imprese che abbracciano la piattaforma AWS nell'era dell'Intelligenza Artificiale.

Amazon Lex è un servizio di elaborazione del linguaggio naturale (NLP) fornito da Amazon Web Services (AWS). Esso consente agli sviluppatori di creare chatbot conversazionali avanzati in modo semplice, veloce e intuitivo. Utilizzando tecniche avanzate di apprendimento automatico, Amazon Lex è in grado di comprendere e interpretare il linguaggio umano in modo naturale, consentendo ai chatbot di interagire con gli utenti in modo intelligente e reattivo. In questo capitolo esamineremo il mondo dei chatbot e, in particolare, il servizio AWS Amazon Lex, affrontando le implicazioni sociali ed economiche dei chatbot, evidenziando il loro impatto nel mondo del lavoro e la necessità di politiche adeguate per massimizzare i benefici e mitigare gli eventuali svantaggi.

Per scandagliare punti di forza e di debolezza di questo tool, presenteremo uno specifico case study, "Book Restaurant", che illustrerà l'applicazione pratica di Amazon Lex nella creazione di un chatbot per la prenotazione di tavoli presso ristoranti.

3.1 Introduzione ai chatbot

3.1.1 Evoluzione dei chatbot nel contesto tecnologico

L'evoluzione dei chatbot nel contesto tecnologico ha radici profonde nella storia delle interazioni uomo-macchina. Inizialmente concepiti come semplici programmi per simulare conversazioni umane, i chatbot hanno attraversato diverse fasi di sviluppo, spesso parallele all'avanzamento delle tecnologie informatiche e dell'Intelligenza Artificiale. Da programmi basati sul testo, che rispondevano a domande predefinite, i chatbot sono diventati più sofisticati grazie all'implementazione di algoritmi di elaborazione del linguaggio naturale (Natural Language Processing o NLP) e di apprendimento automatico. Oggi, i chatbot AI utilizzano il Natural Language Understanding (NLU) per comprendere il contesto delle conversazioni e offrire risposte più dettagliate e personalizzate agli utenti. Questo progresso li ha resi sempre più diffusi e utilizzati in una vasta gamma di settori e applicazioni.

I chatbot sono diventati una componente chiave delle interazioni utente-computer, offrendo una varietà di funzionalità e vantaggi sia per le aziende che per gli utenti; tali funzionalità vanno dal miglioramento dell'esperienza del cliente all'automazione dei flussi di lavoro aziendali. Tra i benefici principali vi è la capacità di fornire assistenza immediata e personalizzata, migliorando l'efficienza operativa e riducendo i costi aziendali. Inoltre, i chatbot AI grazie alla loro capacità di apprendimento continuo, sono in grado di adattarsi e migliorare nel tempo, offrendo risposte sempre più accurate, umane e utili agli utenti. Il crescente utilizzo dei chatbot, in una varietà di contesti e settori, testimonia il loro valore e le loro potenzialità. Dalle applicazioni di messaggistica alle interfacce vocali, i chatbot sono diventati

parte integrante della nostra esperienza digitale quotidiana, offrendo un modo conveniente e intuitivo per interagire con i servizi e le informazioni.

3.1.2 Principi di funzionamento dei chatbot

I chatbot, esseri virtuali in grado di interagire con gli utenti attraverso il linguaggio naturale, si fondano su una serie di principi e tecniche che ne guidano il funzionamento. Uno dei paradigmi fondamentali è rappresentato dal Pattern Matching, il quale si basa su blocchi di stimoli-risposta rappresentativi. In questo approccio, l'input dell'utente viene confrontato con pattern predefiniti e, in base alla corrispondenza, viene generata una risposta appropriata. Tuttavia, questa metodologia presenta limitazioni evidenti, quali la prevedibilità delle risposte, la ripetitività e la mancanza di un tocco umano.

Un'altra tecnica di rilievo è l'Artificial Intelligence Markup Language (AIML), sviluppato tra il 1995 e il 2000. Basato sul concetto di Pattern Recognition, AIML facilita il dialogo tra esseri umani e chatbot attraverso l'associazione di modelli di input dell'utente con risposte predefinite. Tramite l'utilizzo di tag XML, AIML organizza le interazioni in categorie, costituite da pattern di input e risposte corrispondenti. Un'ulteriore metodologia che trova applicazione nel contesto dei chatbot è la Latent Semantic Analysis (LSA), utilizzata in combinazione con AIML. L'LSA permette di individuare somiglianze tra parole mediante rappresentazioni vettoriali, ampliando le capacità di risposta dei chatbot. In aggiunta, esistono linguaggi specifici per lo sviluppo dei chatbot, come Chatscript e RiveScript. Il primo è un sistema esperto composto da un linguaggio di scripting e un motore di esecuzione, che si avvale di regole associate a topic per determinare la risposta più adeguata. Chatscript include, inoltre, una memoria a lungo termine per conservare informazioni utente. RiveScript, invece, è un linguaggio di scripting testuale, utilizzabile con diverse interfacce di programmazione, che consente lo sviluppo di chatbot e altre entità conversazionali.

Parallelamente, i chatbot si avvalgono di concetti chiave nell'ambito dell'NLP e dell'NLU. Attraverso tecniche di machine learning, l'NLP consente ai chatbot di comprendere e manipolare il testo o il parlato umano, mentre l'NLU si concentra sull'estrazione di contesto e significato dagli input utente non strutturati. Fondamentale è anche il concetto di entità, che consente l'estrazione di valori parametrici dagli input in linguaggio naturale. Le entità possono essere predefinite dal sistema o personalizzate dallo sviluppatore, e svolgono un ruolo cruciale nell'identificare l'intento dell'utente e nel fornire risposte adeguate.

Infine, il concetto di contesto assume un'importanza fondamentale nel mantenimento della coerenza e della continuità delle conversazioni. Salvando informazioni sul contesto degli scambi precedenti, i chatbot sono in grado di fornire risposte contestualizzate e di adattarsi dinamicamente alle esigenze dell'utente. In sintesi, i principi di funzionamento dei chatbot si basano su una combinazione di tecniche di Pattern Matching, linguaggi di markup specifici, analisi semantica, e comprensione del linguaggio naturale, al fine di fornire interazioni fluide, contestualizzate e pertinenti con gli utenti.

3.1.3 Impatti sociali ed economici dei chatbot

L'ampia adozione dei chatbot, come il recente lancio di ChatGPT da parte di Open AI per uso pubblico, sottolinea l'ampio impatto delle tecnologie digitali, come l'Intelligenza Artificiale (IA), nella vita lavorativa. Come per molte rivoluzioni tecnologiche che influenzano il mondo del lavoro, i chatbot possono creare vincitori e perdenti e avranno un impatto sia sui lavoratori manuali che su quelli impiegatizi. Per massimizzare i guadagni economici e minimizzare l'impatto negativo potenziale sui lavoratori, i responsabili delle politiche devono agire nell'interesse di tutta la società. E coloro che vivono nei paesi in via di sviluppo devono accelerare il passo nella preparazione per tali tecnologie o rischiano di restare indietro.

ChatGPT mostra il potenziale dell'IA. Esso è uno strumento di NLP che consente agli utenti di interagire con il modello GPT-3 utilizzando il linguaggio naturale. Il modello è addestrato su una vasta quantità di dati, che consente ad esso di generare risposte simili a quelle umane a una vasta gamma di input. Tuttavia, le tecnologie come GPT-3 hanno ancora limitazioni. Queste includono risposte errate, mancanza di informazioni aggiornate e accesso a Internet, e il potenziale per un pregiudizio negli algoritmi su questioni come razza e genere. Ad esempio, abbiamo chiesto al chatbot i suoi suggerimenti per mitigare alcuni dei fattori limitanti, e i risultati mostrano casi in cui l'IA non va oltre soluzioni comuni.

Nonostante le limitazioni, questo tipo di IA può beneficiare notevolmente della produttività dei lavoratori qualificati. I chatbot offrono la possibilità di automatizzare task noiosi e che richiedono tempo, come la scrittura di rapporti standardizzati, verbali di riunioni ed email. I lavoratori potrebbero, quindi, essere liberati da tali task per concentrarsi su task più critici e creativi. Un chatbot personale potrebbe guidare i lavoratori qualificati attraverso diversi progetti o processi produttivi. Esso potrebbe anche generare contenuti e idee originali e potrebbe aiutare nella ricerca e nello sviluppo di nuovi prodotti e servizi.

Inoltre, strumenti come ChatGPT sono una scelta allettante e conveniente per le aziende e gli individui che desiderano utilizzare le capacità dell'IA senza la necessità di attrezzature aggiuntive costose. Ma, allo stesso tempo, tali strumenti presentano un reale rischio di perdita di lavoro per i lavoratori qualificati e semiqualificati. Ad esempio, i chatbot possono essere sviluppati per addestrare i dipendenti di un'organizzazione, causando la ridondanza degli istruttori umani. Le precedenti onde di cambiamento tecnologico hanno creato sia vincitori che perdenti. I lavoratori più rapidi nell'adattarsi al cambiamento tecnologico guadagneranno assumendo sempre più compiti complementari all'IA mentre abbandoneranno quelli automatizzati.

In ultima analisi, i paesi in via di sviluppo devono prepararsi a beneficiare dell'IA promuovendo l'uso, l'adozione, l'adattamento e lo sviluppo della tecnologia. Non esiste una strategia unica su come ciò potrebbe essere fatto; in generale essa richiede azioni in quattro principali settori. Innanzitutto, dobbiamo continuare a preparare la forza lavoro per il ventunesimo secolo. Ciò significa sviluppare competenze digitali e costruire e rafforzare competenze complementari, come risoluzione di problemi complessi, pensiero critico e creatività. In secondo luogo ci dobbiamo prendere cura di coloro che perderanno nella transizione verso nuove forme di lavoro. I progetti di riqualificazione dovrebbero far parte delle politiche e dei programmi governativi per affrontare la perdita di lavoro dovuta alle nuove tecnologie. Le iniziative di apprendimento permanente, che coinvolgono la formazione e la riformazione dei lavoratori, sono sempre più la responsabilità congiunta di governi, datori di lavoro e lavoratori. In terzo luogo, dobbiamo promuovere l'inclusività e condividere ampiamente i benefici di questa potente tecnologia. Per questo, dobbiamo promuovere un approccio di innovazione aperta per l'IA, in cui input, metodi e risultati dell'innovazione vengano condivisi apertamente con persone diverse che potrebbero utilizzarli per ulteriori innovazioni. E in quarto luogo, l'impatto delle tecnologie all'avanguardia sarà avvertito da tutti, ma non tutti parteciperanno in modo uguale nella definizione del percorso che le tecnologie all'avanguardia come l'IA seguiranno. È fondamentale stabilire quadri etici e regolamenti per queste tecnologie.

3.2 Cos'è Amazon Lex

Amazon Lex (Figura 3.1) è un servizio di elaborazione del linguaggio naturale fornito da Amazon Web Services che consente agli sviluppatori di creare chatbot conversazionali avanzati. Utilizzando tecniche avanzate di apprendimento automatico, Amazon Lex è in grado di comprendere e interpretare il linguaggio umano in modo naturale, consentendo

ai chatbot di interagire con gli utenti in modo intelligente e intuitivo. I chatbot creati con Amazon Lex possono essere integrati in una vasta gamma di applicazioni, come siti web, app per dispositivi mobili e piattaforme di messaggistica, per offrire esperienze utente coinvolgenti e personalizzate. Amazon Lex offre anche un'integrazione completa con altri servizi AWS, consentendo agli sviluppatori di sfruttare la potenza dell'infrastruttura cloud di AWS per creare e distribuire chatbot scalabili e affidabili.

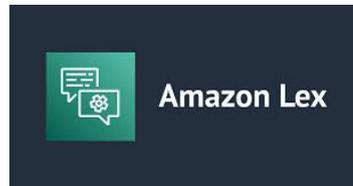


Figura 3.1: Logo di Amazon Lex

3.2.1 Panoramica di Amazon Lex

Amazon Lex offre agli sviluppatori un'ampia gamma di funzionalità per la creazione e la gestione di chatbot avanzati. Tra le sue caratteristiche principali vi sono:

- *Comprensione del linguaggio naturale (NLU):* Amazon Lex utilizza tecnologie avanzate di apprendimento automatico per comprendere e interpretare il linguaggio umano in modo naturale, consentendo ai chatbot di interagire in modo intelligente con gli utenti.
- *Riconoscimento vocale automatico (ASR):* Grazie alla tecnologia di riconoscimento vocale integrata, Amazon Lex è in grado di comprendere e interpretare il parlato umano, consentendo agli utenti di interagire con i chatbot tramite comandi vocali.
- *Gestione dei dialoghi:* Amazon Lex gestisce in modo dinamico i dialoghi con gli utenti, adattando le risposte in base al contesto della conversazione e alle esigenze dell'utente.
- *Integrazione con altri servizi AWS:* Amazon Lex si integra facilmente con altri servizi AWS, consentendo agli sviluppatori di creare e distribuire chatbot complessi e scalabili con facilità.

Amazon Lex fa parte di un vasto ecosistema di servizi offerti da AWS, che includono un'ampia gamma di soluzioni per lo sviluppo, l'hosting e la gestione delle applicazioni. Nel contesto più esteso di AWS, Amazon Lex si distingue per la sua facilità d'uso, la scalabilità e l'integrazione con altri servizi. Gli sviluppatori possono sfruttare le potenzialità di Amazon Lex per creare esperienze utente coinvolgenti e interattive, integrandole con altri servizi AWS, come AWS Lambda, Amazon Cognito e Amazon DynamoDB, per una maggiore flessibilità e controllo. Inoltre, Amazon Lex offre un'integrazione predefinita con la piattaforma AWS, consentendo agli sviluppatori di sfruttare la potenza e l'affidabilità dell'infrastruttura cloud di AWS per creare e distribuire i propri chatbot in modo sicuro e scalabile.

3.2.2 Architettura e applicazioni pratiche di Amazon Lex

Amazon Lex è un servizio di AWS per la creazione di interfacce conversazionali per qualsiasi applicazione utilizzando la voce e il testo. Con Amazon Lex, il motore di conversazione che alimenta Amazon Alexa è ora disponibile per qualsiasi sviluppatore, consentendo di integrare chatbot sofisticati e basati sul linguaggio naturale nelle proprie applicazioni esistenti e nuove. Amazon Lex offre la funzionalità e la flessibilità nella comprensione del

linguaggio naturale (NLU) e nel riconoscimento vocale automatico (ASR), consentendo di creare esperienze utente altamente coinvolgenti con interazioni conversazionali realistiche, nonché di creare nuove categorie di prodotti. Amazon Lex permette a qualsiasi sviluppatore di creare rapidamente chatbot conversazionali. Con Amazon Lex, non è necessaria alcuna competenza in deep learning: per creare un bot, basta specificare il flusso di conversazione di base nella console di Amazon Lex. Amazon Lex gestisce il dialogo e regola dinamicamente le risposte nella conversazione. Utilizzando la console, è possibile creare, testare e pubblicare il proprio chatbot vocale o di testo. È possibile, quindi, aggiungere le interfacce conversazionali ai bot su dispositivi mobili, applicazioni web e piattaforme di chat (ad esempio, Facebook Messenger). Amazon Lex fornisce un'integrazione predefinita con AWS Lambda e si può integrare facilmente con molti altri servizi sulla piattaforma AWS, inclusi Amazon Cognito, AWS Mobile Hub, Amazon CloudWatch e Amazon DynamoDB. L'integrazione con Lambda fornisce ai bot accesso a connettori aziendali serverless precostruiti per collegare dati in applicazioni SaaS, come Salesforce, HubSpot o Marketo. Alcuni dei vantaggi dell'utilizzo di Amazon Lex includono:

- *Semplicità*: Amazon Lex guida gli utenti nell'utilizzo della console per creare chatbot in pochi minuti. Fornendo alcuni esempi di frasi, Amazon Lex costruisce un modello completo di linguaggio naturale attraverso il quale il bot può interagire tramite voce e testo per fare domande, ottenere risposte e completare task sofisticati.
- *Tecnologie di deep learning democratizzate*: alimentato dalla tecnologia di Alexa, Amazon Lex fornisce tecnologie ASR e NLU per creare un sistema di comprensione del linguaggio parlato (SLU). Attraverso SLU, Amazon Lex comprende il linguaggio naturale parlato e l'input di testo, soddisfacendo l'intento dell'utente richiamando la funzione appropriata. Amazon Lex mette le tecnologie di deep learning a disposizione di tutti gli sviluppatori, consentendo loro di concentrarsi sulla costruzione di chatbot con un valore aggiunto differenziato per i clienti.
- *Deployment e scalabilità senza soluzione di continuità*: con Amazon Lex è possibile creare, testare e distribuire chatbot direttamente dalla console. Esso permette di pubblicare facilmente chatbot vocali o di testo per l'uso su dispositivi mobili, app web e servizi di chat, come Facebook Messenger. Inoltre, Amazon Lex si scala automaticamente, eliminando la necessità di approvvigionare hardware e gestire l'infrastruttura.
- *Integrazione nativa con la piattaforma AWS*: Amazon Lex consente l'interoperabilità nativa con altri servizi AWS, come Amazon Cognito, AWS Lambda, Amazon CloudWatch e AWS Mobile Hub. Gli utenti possono sfruttare la potenza della piattaforma AWS per la sicurezza, il monitoraggio, l'autenticazione, la business logic, lo storage e lo sviluppo di app mobili.
- *Economicità*: con Amazon Lex, non ci sono costi iniziali o tariffe minime. Agli utenti vengono addebitate solo le richieste di testo o voce effettuate, rendendo il servizio un modo economico per creare interfacce conversazionali. Inoltre, il tier gratuito di Amazon Lex consente agli utenti di provare facilmente il servizio senza alcun investimento iniziale.

3.3 Test di creazione di un chatbot

3.3.1 Progettazione di un chatbot con Amazon Lex

Creare un chatbot su Amazon Lex richiede una pianificazione strategica, un'organizzazione dettagliata e una costruzione attenta per garantire un'esperienza utente ottimale e un

funzionamento efficace del sistema. In questa sezione esploreremo il processo di sviluppo del chatbot "BookRestaurant", partendo dalle specifiche richieste e procedendo attraverso la progettazione dell'architettura, l'implementazione dei componenti e l'integrazione con i servizi AWS necessari.

Il primo passo è comprendere appieno le esigenze e le specifiche del chatbot. Ciò include identificare gli obiettivi del chatbot, il pubblico di riferimento e le funzionalità chiave richieste. Nel nostro caso, "Book Restaurant" è stato concepito per semplificare il processo di prenotazione di tavoli presso i ristoranti, con l'obiettivo di offrire un'esperienza utente intuitiva e personalizzata permettendo il dialogo sia via chat che sfruttando il microfono. Dopo aver definito i requisiti, è essenziale progettare un'architettura del chatbot che sia efficiente e scalabile. Questo coinvolge la creazione degli intent, la definizione degli slot e la pianificazione del flusso conversazionale. Nel nostro caso, abbiamo identificato due intent principali ("BookRestaurantGreetings" e "BookRestaurant"), ciascuno con i relativi slot, e un conversation flow chiaro e ben definito. Una volta completata la progettazione dell'architettura, è il momento di passare alla fase di implementazione del chatbot su Amazon Lex. Questo include la configurazione degli intent e degli slot tramite l'utilizzo degli appositi strumenti predefiniti dalla piattaforma, la creazione delle risposte, e, se necessaria, anche l'integrazione con altri servizi AWS. Infatti, uno dei punti di forza dell'ecosistema Amazon Web Service è la possibilità di usufruire del dialogo di più tool per la realizzazione dello stesso progetto. Nel caso di un chatbot i servizi principali da considerare potrebbero essere:

- *Amazon Lambda*: serve ad eseguire codice senza gestire i server. Integrando Lambda con il nostro chatbot, si possono creare funzioni personalizzate per elaborare dati, accedere a risorse esterne o eseguire operazioni complesse durante il flusso conversazionale.
- *Amazon DynamoDB*: Un servizio di database NoSQL che offre prestazioni elevate e scalabilità automatica. Può essere sfruttato per memorizzare e recuperare dati necessari per le risposte del chatbot, come informazioni sui ristoranti disponibili o prenotazioni effettuate dagli utenti.
- *Amazon API Gateway*: consente di creare, pubblicare, gestire, monitorare e proteggere API RESTful. Si può utilizzare per creare API personalizzate per consentire ai nostri utenti di interagire con il chatbot attraverso diversi canali, come applicazioni mobili o siti web.
- *Amazon Polly*: è un servizio di sintesi vocale che può convertire il testo in discorsi naturali. Integrando Polly con il nostro chatbot, è possibile consentire agli utenti di interagire con esso tramite input vocale e ricevere risposte vocali realistiche.
- *Amazon S3*: è un servizio di archiviazione di oggetti che offre scalabilità, disponibilità dei dati, sicurezza e prestazioni. È possibile utilizzarlo per memorizzare file multimediali, come immagini o video, che possono essere impiegati all'interno delle risposte del chatbot.
- *Amazon Comprehend*: è un servizio di analisi del linguaggio naturale che può essere utilizzato per estrarre informazioni significative dai testi. È possibile integrarlo con il nostro chatbot per analizzare il contenuto dei messaggi degli utenti e adattare le risposte in base al contesto o alle intenzioni dell'utente.

Dopo la costruzione del chatbot, è fondamentale testare attentamente ogni funzionalità per assicurarsi che agisca correttamente e soddisfi gli obiettivi prefissati. Durante questa fase, è possibile apportare eventuali correzioni e miglioramenti al chatbot. Nel nostro caso, abbiamo condotto test approfonditi per verificare la risposta del chatbot a diverse situazioni

e a diversi input dell'utente. Alla fine del processo di sviluppo, è importante riflettere sulle lezioni apprese e sulle potenzialità offerte dal chatbot su Amazon Lex. Il caso di studio di "Book Restaurant" fornisce un'opportunità unica per esplorare le best practice, le sfide affrontate e le soluzioni implementate per creare un'esperienza utente avanzata e altamente funzionale.

3.3.2 Configurazione e personalizzazione del chatbot

Il nostro case study offre, quindi, un'analisi dettagliata della progettazione e dell'implementazione del chatbot "Book Restaurant" utilizzando il servizio Amazon Lex. Ecco una panoramica del procedimento specifico per questo chatbot:

1. Definizione degli intent (Figura 3.2)

- *BookRestaurantGreetings*: Intent per salvare le informazioni sull'utente e sul ristorante selezionato.
- *BookRestaurant*: Intent per salvare le informazioni su data e ora e, quindi, la prenotazione finale del tavolo.

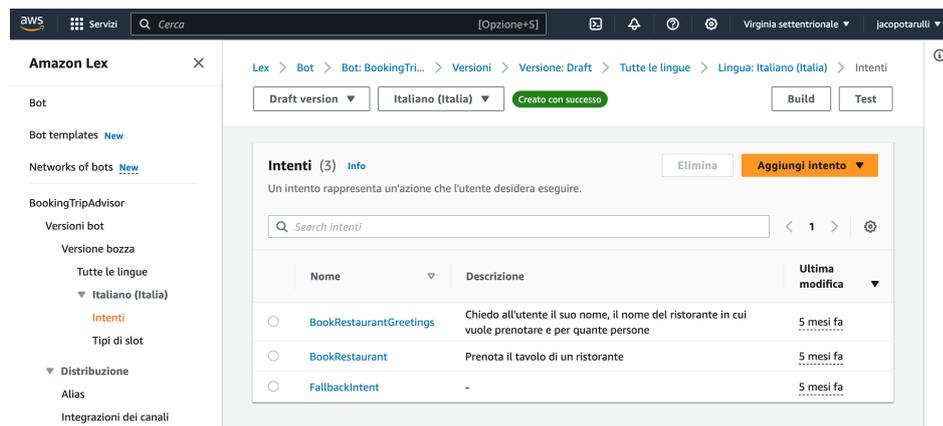


Figura 3.2: Gli Intent definiti in Amazon Lex

2. Slot per l'intent *BookRestaurantGreetings* (Figura 3.3):

- *Nome*: slot di tipo `FirstName` per acquisire il nome dell'utente.
- *NomeRistorante*: slot di tipo `FreeFormInput` per acquisire il nome del ristorante desiderato.
- *NumeroPersone*: slot di tipo `Number` per acquisire il numero di persone per la prenotazione.

3. Slot per l'intent *BookRestaurant*:

- *Data*: slot di tipo `Date` per acquisire la data desiderata per la prenotazione.
- *Ora*: slot di tipo `Time` per acquisire l'orario desiderato per la prenotazione.

4. Flusso di conversazione:

- *Saluto iniziale*: il chatbot saluta l'utente e si presenta come il chatbot di BookRestaurant, offrendo assistenza nella prenotazione del tavolo.

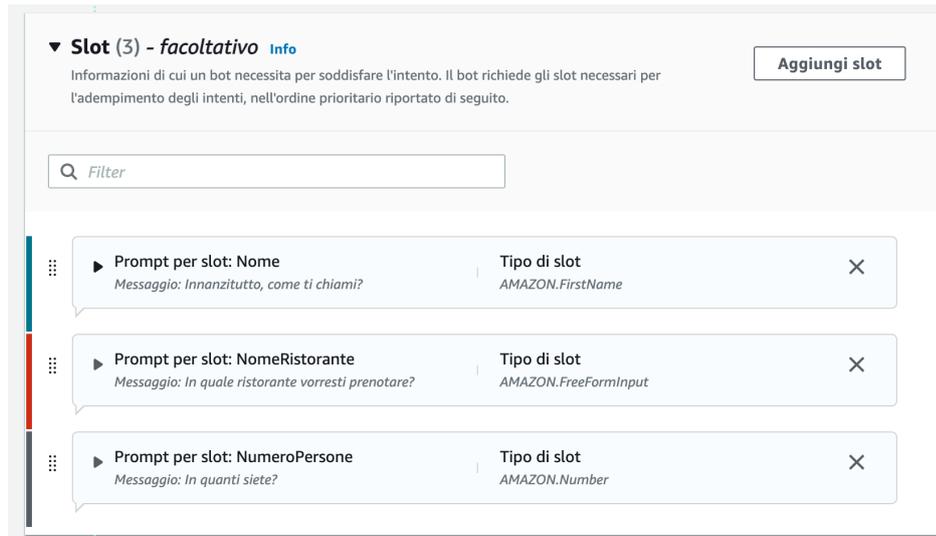


Figura 3.3: Tipi di slot

- *Richiesta iniziale*: il chatbot chiede all'utente di confermare se desidera effettuare una prenotazione.
- *Acquisizione informazioni*: il chatbot chiede il nome dell'utente, il nome del ristorante desiderato e il numero di persone per la prenotazione, acquisendo i valori corrispondenti agli slot definiti.
- *Conferma intento*: dopo aver acquisito le informazioni necessarie, il chatbot conferma la prenotazione con i dettagli forniti dall'utente.
- *Richiesta ulteriori informazioni*: se l'utente conferma la prenotazione, il chatbot procede con la richiesta della data e dell'orario desiderati per la prenotazione.
- *Adempimento completato*: una volta acquisite tutte le informazioni necessarie, il chatbot conferma la prenotazione e fornisce una risposta positiva.
- *Errore nell'adempimento*: se si verificano errori durante il processo di adempimento, il chatbot fornisce una risposta di errore e offre assistenza aggiuntiva.
- *Chiusura della conversazione*: il chatbot conclude la conversazione augurando una buona giornata.

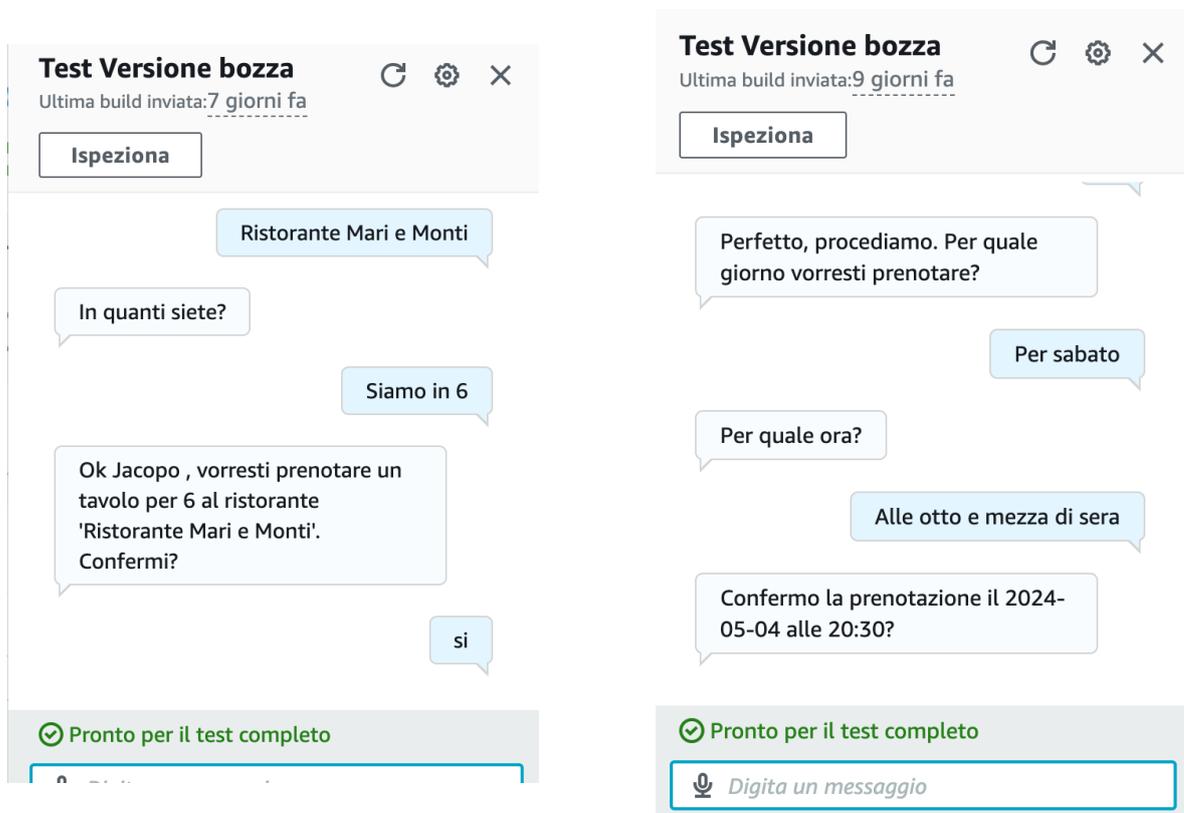


Figura 3.4: Esempi di conversazioni durante i test

Investigazioni sul riconoscimento facciale

In questo capitolo esploreremo la tecnologia del riconoscimento facciale, dalla sua storia alle moderne applicazioni. Approfondiremo Amazon Rekognition, una piattaforma avanzata per l'analisi visiva, e discuteremo il processo di implementazione di un case study, ovvero la creazione di un tool di analisi facciale chiamato FaceDetector. Esamineremo, infine, le implicazioni etiche, le prestazioni e le sfide di questa tecnologia sempre più diffusa.

4.1 Introduzione al riconoscimento facciale

Prima di esplorare le possibili applicazioni del riconoscimento facciale dal punto di vista dell'utente, è fondamentale comprendere appieno il suo funzionamento e la sua storia. Il riconoscimento facciale costituisce, infatti, la base di numerosissimi algoritmi basati sull'intelligenza artificiale, ed è cruciale per molti servizi e applicazioni moderne.

4.1.1 Nascita ed evoluzione del riconoscimento facciale

La storia del riconoscimento facciale ha le sue radici negli anni '60, quando questa tecnologia era solo una parte nascente della computer vision. In quel periodo i sistemi erano piuttosto rudimentali e si basavano su tecniche manuali per il riconoscimento delle caratteristiche facciali. Gli scienziati utilizzavano metodi geometrici per mappare i volti, identificando dei punti specifici e misurando le varie distanze tra le caratteristiche principali, come occhi, naso e bocca. Con l'avvento dei primi computer, a cavallo fra gli anni '70 e '80, queste tecniche sono state progressivamente digitalizzate, anche se la loro efficacia rimaneva limitata. I sistemi erano, infatti, lenti, poco precisi, ed erano in grado di funzionare correttamente solo in condizioni ideali e con un numero molto limitato di volti.

È stato solo negli anni '90, con l'introduzione dell'Intelligenza Artificiale e, soprattutto, dell'apprendimento automatico (Machine Learning), che il riconoscimento facciale ha fatto un significativo balzo in avanti. L'uso di reti neurali artificiali e l'avanzamento delle capacità di calcolo dei computer hanno permesso lo sviluppo di algoritmi molto più sofisticati e precisi. Questi nuovi sistemi potevano apprendere autonomamente dalle immagini dei volti, migliorando esponenzialmente con il tempo e con l'aumento dei dati disponibili.

Il vero turning point è arrivato con l'avvento dell'apprendimento profondo all'inizio del XXI secolo. Le reti neurali convoluzionali, una classe speciale di reti neurali ispirate all'organizzazione della corteccia visiva animale, sono diventate particolarmente efficaci nel

riconoscere e analizzare le immagini, soprattutto i volti umani. Questi sistemi possono elaborare e distinguere tra migliaia, se non milioni, di volti diversi con un'incredibile precisione, anche in condizioni non ideali, come scarsa illuminazione o angolazioni parziali del volto.

Oggi il riconoscimento facciale viene utilizzato in una vasta gamma di applicazioni che vanno dalla sicurezza personale e pubblica al marketing e alla salute, dimostrando come una tecnologia nata da concetti basilari possa evolversi e integrarsi profondamente nella nostra società grazie ai progressi dell'Intelligenza Artificiale. Tuttavia, questo sviluppo non è privo di controversie, specialmente in relazione a questioni di privacy e bias, temi che sono diventati sempre più rilevanti man mano che la tecnologia si è diffusa.

4.1.2 Concetti essenziali del riconoscimento facciale

Il riconoscimento facciale si articola in tre fasi fondamentali: rilevamento, analisi e riconoscimento.

Durante la fase di rilevamento, il sistema rileva e localizza i volti presenti in un'immagine, indipendentemente dalla loro posizione frontale o di profilo. Grazie alla computer vision il riconoscimento facciale può distinguere le persone con precisione ed efficienza, sfruttando tecnologie avanzate di Intelligenza Artificiale per estrarre e analizzare le informazioni visive.

Successivamente, nella fase di analisi, il sistema elabora l'immagine del volto per identificarne le principali caratteristiche e le espressioni facciali. Valutando parametri come la distanza tra gli occhi e punti chiave posizionati, ad esempio, sulla fronte e sul mento, il sistema crea un'identità unica per ciascun individuo che sarà, poi, tradotta in una serie di dati numerici, o punti, che costituiscono l'impronta facciale. Saranno questa sorta di calchi digitali a facilitare la distinzione e l'identificazione dei volti analizzati.

Infine, nella fase di riconoscimento, il sistema confronta i volti presenti nelle immagini per verificare le identità. Questo processo determina se un volto corrisponde a una specifica persona, confrontando le caratteristiche delle impronte facciali. È importante considerare che la precisione del riconoscimento facciale può variare a seconda delle condizioni ambientali, come la luce, la posizione e la qualità dell'immagine. Sebbene in condizioni ottimali gli algoritmi di riconoscimento facciale possano raggiungere elevati livelli di precisione, in situazioni reali, come i cambiamenti nel volto nel tempo, potrebbero verificarsi errori. Pertanto, valutare la qualità dell'immagine e le condizioni ambientali è essenziale per garantire l'affidabilità e l'accuratezza del riconoscimento facciale.

4.1.3 Usi pratici del riconoscimento facciale

Uno dei settori principali in cui questa tecnologia viene impiegata è quello della sicurezza, dove è utilizzata per il controllo degli accessi a edifici sensibili, come aeroporti, banche e strutture governative. In questi contesti, il riconoscimento facciale può sostituire o integrare altri sistemi di sicurezza, come le chiavi e le password, offrendo un livello aggiuntivo di sicurezza e facilità d'uso.

Un altro settore in cui il riconoscimento facciale trova ampio impiego è quello della sorveglianza pubblica e della sicurezza urbana. Le telecamere di video-sorveglianza, dotate di tecnologia di riconoscimento facciale, possono essere utilizzate per individuare persone sospette o per tracciare il movimento delle persone in determinate aree, aiutando le forze dell'ordine a prevenire e risolvere i crimini.

Oltre alla sicurezza, il riconoscimento facciale viene utilizzato anche in applicazioni di marketing e pubblicità. Ad esempio, i rivenditori possono utilizzare la tecnologia per raccogliere dati demografici sui loro clienti, come età e genere, al fine di personalizzare le offerte e migliorare l'esperienza di shopping. Allo stesso modo, le aziende di pubblicità

possono utilizzare il riconoscimento facciale per monitorare le reazioni delle persone agli annunci pubblicitari e ottimizzare le loro campagne di marketing.

Nel settore della salute, il riconoscimento facciale viene impiegato per una varietà di scopi, tra cui l'identificazione dei pazienti nei reparti ospedalieri, il monitoraggio dei segni vitali e l'analisi delle espressioni facciali per diagnosticare condizioni mediche come il dolore o lo stress. Infine, impossibile non citare sistemi di riconoscimento biometrico come il FaceID sviluppato dalla Apple, che permette agli utenti di smartphone e tablet di sbloccare dispositivi, autenticare pagamenti e accedere a servizi online (Figura 4.1).



Figura 4.1: Scan e creazione dell'impronta facciale con il FaceID Apple

4.1.4 Implicazioni etiche e giuridiche del riconoscimento facciale

Nonostante sia una tecnologia utilissima e rivoluzionaria, il riconoscimento facciale solleva una serie di implicazioni etiche e giuridiche di rilevanza fondamentale, che richiedono un'attenta valutazione per garantire un utilizzo responsabile e rispettoso dei diritti individuali e collettivi. Da un punto di vista etico il suo impiego diffuso suscita interrogativi sulla privacy e sull'autonomia individuale. La raccolta e l'analisi dei dati biometrici dei volti, infatti, possono minacciare la sfera privata degli individui, esponendoli a forme di sorveglianza invasiva e a potenziali abusi da parte delle autorità o delle aziende. Inoltre, l'utilizzo di questa tecnologia solleva dubbi sul consenso informato degli utenti riguardo alla raccolta e all'elaborazione dei propri dati personali.

Sotto un punto di vista giuridico, le normative sulla privacy e la protezione dei dati devono essere adeguate per affrontare le sfide poste dalla diffusione di questa tecnologia, garantendo trasparenza, controllo e sicurezza nella gestione dei dati biometrici dei cittadini. È anche necessario valutare l'equità e la non discriminazione nell'uso del riconoscimento facciale, evitando che questa tecnologia possa contribuire a ingiustizie o disparità sociali. Bisogna garantire l'imparzialità di questi sistemi senza intaccare l'accuratezza, cercando di evitare sia errori di identificazione che appunto discriminazioni ingiustificate nei confronti di determinati gruppi di persone. Affrontare le implicazioni etiche e giuridiche del riconoscimento facciale richiede sostanzialmente un approccio olistico e multidisciplinare, che coinvolga esperti di diritto, etica, tecnologia e società. Solo attraverso una valutazione critica e partecipativa sarà possibile sviluppare politiche e normative adeguate per guidare un suo utilizzo responsabile e rispettoso nell'era digitale.

4.2 Amazon Rekognition

4.2.1 Panoramica su Amazon Rekognition

Amazon Rekognition (Figura 4.2) rappresenta uno strumento potentissimo nell'ambito del riconoscimento di foto e video. Esso fa parte della gamma di servizi messi a disposizione da AWS e offre una serie di funzionalità avanzate supportate da tecnologie di computer



Figura 4.2: Logo di Amazon Rekognition

vision e apprendimento automatico. Amazon Rekognition consente alle aziende di sfruttare le loro capacità sia per identificare con ottimi livelli di accuratezza oggetti, persone e immagini all'interno di foto e video, sia per sviluppare, grazie alla sua scalabilità, applicazioni che richiedono riconoscimento facciale e analisi fotografica.

4.2.2 Architettura di Amazon Rekognition

Amazon Rekognition è una piattaforma avanzata in grado di offrire agli utenti un'ampia gamma di algoritmi pre-addestrati e funzionalità personalizzabili per l'analisi di contenuti visivi. Tra le varie opzioni disponibili, sono presenti delle demo specifiche che forniscono agli utenti un accesso immediato e particolarmente intuitivo alle capacità di analisi del tool in questione. Queste demo includono strumenti come la rilevazione del testo nelle etichette, l'analisi delle proprietà delle immagini e facciale, riconoscimento di volti noti, confronto fra volti e molto altro ancora. Lo stesso discorso vale per le demo video, sia per filmati in tempo reale che per video archiviati.

Tuttavia, la funzionalità più utilizzata di Amazon Rekognition è, sicuramente, quella delle Custom Label, che permette agli utenti di addestrare e di creare modelli personalizzati per riconoscere oggetti e pattern specifici ai loro bisogni aziendali. Questo strumento riesce a semplificare il processo di sviluppo del modello, bypassando ogni bisogno di competenza avanzata in Machine Learning. Gli utenti devono, infatti, soltanto fornire immagini degli oggetti o degli scenari che desiderano identificare mentre il servizio si occuperà del resto. Amazon Rekognition offre anche funzionalità avanzate di analisi facciale e ricerca facciale, che possono essere utilizzate per rilevare, analizzare e confrontare volti per una varietà di casi d'uso tra cui la verifica degli utenti, il conteggio delle persone e la sicurezza pubblica.

Per richiedere l'accesso a questo servizio in un account AWS Managed Services (AMS), gli utenti devono sottoporre una richiesta di accesso specifica e, una volta approvata, il servizio viene fornito nell'account. Le funzionalità complete di Amazon Rekognition sono disponibili con il ruolo di servizio self-provisioned specifico per Rekognition. Inoltre, se gli utenti utilizzano Kinesis Video Streams come sorgente di video in streaming per un processore di video Amazon Rekognition o come destinazione per scrivere dati in Kinesis Data Streams, devono fornire un nome per il flusso Kinesis quando creano la richiesta di cambio.

4.2.3 Applicazioni pratiche di Amazon Rekognition

Come accennato in precedenza, gli impieghi di Amazon Rekognition nel mondo del lavoro sono molteplici e variegati. L'utilizzo principale è, sicuramente, la capacità di riconoscimento facciale; questa tecnologia è ampiamente utilizzata per scopi di verifica dell'identità e sicurezza, sia in settori come il retail e l'ospitalità, dove può essere usata per monitorare la

densità di persone e automatizzare il processo di check-in, sia nell'ambito dell'istruzione, ad esempio per il controllo degli esami online tramite proctoring virtuale.

Oltre al riconoscimento facciale, questo servizio offre una serie di altre funzionalità, come la rilevazione degli equipaggiamenti di protezione personale (PPE), che può essere utilizzata per garantire che i dipendenti indossino l'abbigliamento di sicurezza richiesto in settori come la manifattura, la costruzione e la sanità. La funzionalità PPE detection può anche essere utile nel rispetto delle normative sulla salute e sicurezza nel mondo del lavoro, soprattutto in periodi come quello della pandemia, dove il riconoscimento dell'uso delle mascherine è fondamentale.

Un'altra caratteristica importante di Amazon Rekognition, come anticipato nel paragrafo precedente, è la possibilità di etichettare immagini e video in base alle esigenze dell'azienda usando le Custom Label. Queste funzionalità consentono di creare modelli personalizzati per identificare oggetti e scene specifici per l'azienda; ad esempio un rivenditore potrebbe usarle per identificare i prodotti sugli scaffali e migliorare, quindi, la gestione dell'inventario, mentre un'azienda agricola le potrebbe usare per classificare i prodotti in base al loro grado di maturazione. Inoltre, come altri tool Amazon Web Services, Amazon Rekognition può essere facilmente integrato con altri servizi AWS come Amazon S3 o AWS Lambda. Ciò consente di automatizzare i processi operativi, riducendo il rischio umano ed economico e migliorando ulteriormente l'efficienza complessiva del sistema.

4.3 Test di creazione del tool FaceDetector

4.3.1 Progettazione di un tool con Amazon Rekognition

Ai fini delle investigazioni su questo specifico servizio AWS, il nostro obiettivo era quello di sviluppare un tool di analisi facciale sfruttando la facial analysis di Amazon Rekognition. È stato, quindi, implementato FaceDetector, un tool che integra le capacità di Rekognition con un'interfaccia di utilizzo più intuitiva tramite codice Python, AWS Lambda e API Gateway, con la possibilità di caricare le immagini da analizzare in uno specifico bucket S3.

4.3.2 Configurazione con Python e Lambda function

Grazie alla combinazione di Lambda Function e API Gateway, il tool è in grado di ricevere immagini, analizzarle con Amazon Rekognition e restituire i risultati in modo chiaro e comprensibile, traducendo i JSON in linguaggio naturale.

Lambda function:

- La funzione Lambda è il cuore del sistema. È responsabile per l'analisi delle immagini utilizzando Amazon Rekognition.
- Utilizzando il codice Python fornito, la funzione Lambda riceve un evento che include il nome del file da analizzare e il nome del bucket S3 in cui è memorizzato.
- La funzione Lambda invoca il servizio Amazon Rekognition per rilevare i volti nell'immagine specificata.
- I risultati dell'analisi vengono elaborati e restituiti come risposta, contenente dettagli come genere, età approssimativa, espressioni facciali e altre informazioni rilevanti.

API Gateway:

- API Gateway fornisce un'interfaccia HTTP per accedere alla funzione Lambda.

- È configurato per accettare richieste POST all'endpoint `/resourceAWSRek`.
- L'autorizzazione è impostata su "custom", consentendo il controllo dell'accesso alle API tramite token.

Codice Python per l'interfacciamento:

- Il codice Python fornisce la logica per invocare la funzione Lambda e interpretare i risultati dell'analisi delle immagini.
- Dopo aver importato le librerie necessarie al funzionamento (`botocore` per l'interfacciamento con i servizi AWS e `json` per la manipolazione dei dati JSON) imposta le credenziali AWS necessarie per accedere ai servizi e inizializza il client Lambda.
- Definisce funzioni per tradurre le emozioni rilevate in lingua italiana e interpretare i dettagli del volto restituiti da Amazon Rekognition.
- Invoca la funzione Lambda con un payload contenente il nome del bucket S3 e il nome del file immagine da analizzare e riceve i risultati dell'analisi.
- Interpreta i risultati e li presenta all'utente in linguaggio naturale.

L'integrazione tra Lambda Function, API Gateway e Amazon Rekognition consente un flusso efficiente e scalabile per l'analisi delle immagini. Utilizzando Lambda Function inoltre non è necessario gestire l'infrastruttura di server, rendendo il sistema altamente scalabile e a basso costo. Al contempo API Gateway fornisce un'interfaccia sicura e gestita per accedere alla funzione Lambda, consentendo un facile utilizzo da parte degli utenti finali.

4.3.3 Valutazione delle prestazioni di FaceDetector: punti di forza e debolezza

Sono stati eseguiti i seguenti test con i seguenti risultati:

- *Output Figura 4.3:* Il soggetto è probabilmente un uomo fra i 22 e i 30 anni. Non sorride, ha occhiali, non ha barba, non ha baffi, ha gli occhi aperti, ha la bocca chiusa. Sembra calmo.
- *Output Figura 4.4:* Il soggetto è probabilmente un uomo fra i 23 e i 31 anni. Sorride, non ha occhiali, ha barba, non ha baffi, ha gli occhi aperti, ha la bocca aperta. Sembra felice. Il soggetto è probabilmente un donna fra i 22 e i 30 anni. Sorride, non ha occhiali, non ha barba, non ha baffi, ha gli occhi aperti, ha la bocca aperta. Sembra felice.
- *Output Figura 4.5:* Il soggetto è probabilmente un donna fra i 1 e i 7 anni. Non sorride, ha occhiali, non ha barba, non ha baffi, ha gli occhi aperti, ha la bocca aperta. Sembra sorpreso.
- *Output Figura 4.6:* Il soggetto è probabilmente un uomo fra i 81 e i 89 anni. Sorride, ha occhiali, non ha barba, non ha baffi, ha gli occhi aperti, ha la bocca aperta. Sembra felice.

Dopo questi e molti altri test, possiamo analizzare in maniera quasi definitiva gli aspetti positivi e i negativi di questo tool. In termini di punti di forza, va sottolineata, innanzitutto, l'elevata accuratezza nel rilevare e analizzare i volti umani. Il sistema è infatti in grado di identificare una vasta gamma di attributi facciali tra cui genere, range di età, espressioni, e la presenza di occhiali, barba o baffi. Questa precisione è supportata dalla potenza delle reti neurali utilizzate da Amazon Rekognition, che consentono una valutazione affidabile delle



Figura 4.3: Test1: Uomo di profilo



Figura 4.4: Test2: Foto con due persone



Figura 4.5: Test3: Neonato



Figura 4.6: Test4: Anziano

emozioni umane, aumentando, quindi, l'efficacia complessiva del riconoscimento facciale. Un altro punto di forza da considerare è la scalabilità del sistema. Essendo basato su servizi cloud come AWS Lambda e Amazon Rekognition, FaceDetector può gestire un alto volume di richieste in modo efficiente, adattandosi dinamicamente alle esigenze dell'utente. Questo garantisce tempi di risposta piuttosto rapidi e una disponibilità elevata del servizio, senza richiedere investimenti significativi in infrastrutture hardware.

Tuttavia, nonostante i suoi indiscussi vantaggi, FaceDetector presenta anche alcuni punti di debolezza da prendere in considerazione. Dai test risaltano delle ambiguità nella definizione di genere in persone genderless, qualche errore nella definizione del range di età e, soprattutto, un calo dell'accuratezza nella descrizione delle emozioni, che chiaramente rappresentano il parametro più difficile da definire in quanto molto interpretativo e caratterizzato spesso da un insieme di microespressioni. Un altro limite è la dipendenza dalla connettività Internet e dai servizi cloud. Poiché il sistema si basa interamente su risorse cloud, è vulnerabile a interruzioni di rete o problemi di connessione che potrebbero compromettere la disponibilità del servizio. Inoltre, l'utilizzo di servizi cloud può comportare costi operativi aggiuntivi legati all'utilizzo delle risorse, specialmente in presenza di volumi elevati di elaborazione. Un'altra possibile criticità è legata alla privacy e alla sicurezza dei dati. Poiché FaceDetector manipola e analizza immagini contenenti volti umani, è fondamentale garantire la protezione e la riservatezza dei dati personali degli utenti. È necessario implementare adeguate misure di sicurezza per prevenire accessi non autorizzati e proteggere le informazioni sensibili elaborate dal sistema.

FaceDetector, in conclusione, offre una soluzione piuttosto efficiente per il riconoscimento facciale, con una precisa analisi delle caratteristiche facciali e una scalabilità molto flessibile. È tuttavia importante considerare le sfide legate al miglioramento nell'analisi di alcune feature, alla dipendenza dai servizi cloud, ai costi operativi e alla sicurezza dei dati per garantire un'implementazione efficace e sicura del sistema.

Investigazioni sulla sentiment analysis

Nel presente capitolo analizzeremo la tecnologia che sta alla base della Sentiment Analysis, partendo con uno spaccato della sua storia fino agli utilizzi di oggi nel mondo del lavoro. Parleremo di Amazon Comprehend, un servizio AWS nato appositamente per fare indagini sul sentimento medio di una o più frasi (positivo o negativo, ma anche neutro e misto) e spiegheremo il processo di creazione di un tool specifico chiamato SentimentAnalyzer. Chiuderemo approfondendo pregi e difetti di questa tecnologia, nello specifico di quanto essa sia in grado di comprendere il contesto nelle dichiarazioni umane, anche in quelle meno letterali.

5.1 Introduzione alla Sentiment Analysis

5.1.1 Cenni storici della Sentiment Analysis

Il percorso inizia nel lontano 1940, quando fu pubblicato il primo articolo sull'analisi dell'opinione pubblica. Esso segnò un interesse pionieristico nella comprensione delle opinioni e degli atteggiamenti espressi attraverso il linguaggio scritto. In quel contesto storico, infatti, l'analisi dell'opinione pubblica rappresentava solo un campo emergente, alimentato, però, dall'interesse di governi e istituzioni nel comprendere e toccare con mano il clima sociale e politico.

Tuttavia, è stato negli anni '90 che la Sentiment Analysis ha iniziato a prendere una forma più concreta con l'introduzione dei primi sistemi informatici dedicati esclusivamente all'analisi dei sentimenti. Questo periodo ha segnato una svolta significativa, poiché le nuove tecnologie hanno reso possibile l'elaborazione di grandi quantità di dati testuali in tempi relativamente brevi, aprendo la strada a nuove prospettive di ricerca e applicazioni pratiche.

La Sentiment Analysis ha conosciuto una crescita esplosiva nel decennio tra il 2005 e il 2015, con un aumento significativo delle pubblicazioni scientifiche e dei paper dedicati all'argomento. Questo periodo ha visto un'accelerazione senza precedenti nell'interesse accademico e industriale per le metodologie e le tecniche di analisi dei sentimenti, trainato dall'espansione dei social media e dalla diffusione sempre più ampia di dati testuali online.

Nello specifico i dati ci parlano di un aumento del 50% dell'interesse generale in questa branca di studi durante questo decennio. Ciò sottolinea l'importanza crescente della disciplina nell'era digitale e la sua crescente rilevanza in una vasta gamma di settori, dalla pubblicità alla politica, dalla finanza all'assistenza sanitaria.

Guardando al futuro, le prospettive per la Sentiment Analysis sono estremamente promettenti. Le previsioni per il 2025 indicano un ulteriore aumento dell'interesse e delle pubblicazioni sull'argomento, con oltre 250.000 nuovi articoli previsti sull'analisi dei sentimenti. Tale

scenario suggerisce che questo campo di studi continuerà ad essere al centro dell'attenzione della ricerca scientifica e dell'innovazione tecnologica nei prossimi anni, contribuendo in modo significativo alla comprensione e alla gestione dell'opinione pubblica e diventando sempre più accurato grazie ad un numero esponenziale di recensioni e pareri e alla capacità dell'IA di analizzare una tale mole di dati.

5.1.2 Caratteristiche principali della Sentiment Analysis

La Sentiment Analysis (Figura 5.1) è una tecnica di elaborazione del linguaggio naturale (NLP) che consente di analizzare il testo e determinare se i dati espressi sono positivi, negativi, misti o neutri. Di seguito, elencheremo una serie di concetti fondamentali per la comprensione di questa tecnologia:

- *Analisi del Sentimento*: consente di comprendere sia la polarità del testo che le emozioni specifiche espresse al suo interno.
- *Polarità del Testo*: valuta se un'istanza di testo è positiva, negativa o neutra. Questo aspetto è cruciale per comprendere l'atteggiamento generale espresso da un utente o da una fonte di dati.
- *Complessità delle Frasi*: si confronta con la complessità del linguaggio naturale, riuscendo spesso ad interpretare testi anche molto lunghi in tempi relativamente brevi.
- *Addestramento del Modello*: i modelli di Intelligenza Artificiale utilizzati per l'analisi dei sentimenti richiedono un addestramento approfondito per riconoscere e interpretare correttamente il testo. Questo processo di addestramento è cruciale per garantire un'accurata valutazione delle opinioni espresse.
- *Personalizzazione*: alcune piattaforme offrono un approccio personalizzato all'analisi dei sentimenti, consentendo agli utenti di adattare il modello AI alle esigenze specifiche del proprio settore o business. Questa personalizzazione aumenta notevolmente l'efficacia e la rilevanza dei risultati ottenuti.
- *Interpretazione Contestuale*: la comprensione del contesto è essenziale per una valutazione più precisa dei sentimenti espressi nel testo. Gli algoritmi avanzati vengono utilizzati per identificare il contesto delle frasi ed interpretare correttamente le emozioni espresse.
- *Valutazione dell'Intensità Emotiva*: oltre alla polarità del testo, la Sentiment Analysis valuta anche l'intensità emotiva delle opinioni espresse. Questo fornisce una visione più dettagliata delle emozioni coinvolte e consente di distinguere tra opinioni deboli e opinioni forti.

5.1.3 Sentiment Analysis nel mondo del lavoro

La Sentiment Analysis nel mondo del lavoro è diventata indispensabile, specialmente nel panorama attuale incentrato sul cliente. Secondo gli ultimi studi, un sorprendente 95% dei consumatori controlla le recensioni online prima di prendere decisioni d'acquisto. Inoltre, il 58% dei consumatori è addirittura disposto a investire di più in prodotti promossi da marchi con recensioni positive.

L'86% dei consumatori, invece, è disposto a pagare di più per un'esperienza utente positiva, indicando che il processo di acquisto influenza significativamente le decisioni d'acquisto. In un contesto dove le opinioni dei clienti assumono un'importanza enorme,

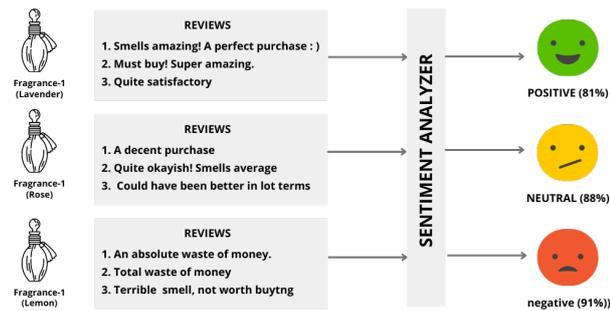


Figura 5.1: Esempio grafico di Sentiment Analysis

L'analisi del sentiment basata sull'IA interviene come strumento cruciale, consentendo alle imprese di comprendere una media delle opinioni dei consumatori, identificare tendenze e prendere decisioni puntuali e informate.

Fra i vantaggi dell'analisi del sentiment basata sull'IA per le imprese, troviamo:

- *Gestione della reputazione:* le aziende possono monitorare come il pubblico percepisce il loro marchio, identificando emozioni specifiche espresse dai clienti e individuando modelli e tendenze nei feedback. Ad esempio, Nike ha utilizzato questa analisi per misurare l'efficacia delle sue campagne pubblicitarie e apportare miglioramenti.
- *Analisi del prodotto:* raccogliendo e ordinando i feedback, le imprese riescono a comprendere le preferenze dei clienti riguardo ai propri prodotti, potendo, così, effettuare dei miglioramenti mirati. Microsoft, infatti, utilizza questo metodo per valutare l'opinione pubblica su Windows e identificare specifiche aree di miglioramento.
- *Analisi della concorrenza nella ricerca di mercato:* aziende come Samsung sfruttano questa tecnica per ottenere preziosi approfondimenti sulle percezioni dei clienti e sui movimenti dei concorrenti, raccogliendo dati utili per migliorare la loro posizione di mercato.
- *Insights in tempo reale sui clienti:* monitorando i social media e altri canali online, le aziende possono raccogliere prontamente il pensiero generale dei clienti e individuare problemi emergenti in modo piuttosto tempestivo.
- *Campagne di marketing personalizzate:* analizzando le reazioni degli spettatori verso film e serie TV, aziende come Netflix creano raccomandazioni ad hoc basate sulle preferenze degli utenti.
- *Analisi predittiva:* utilizzando modelli predittivi, le imprese possono anticipare tendenze future nei sentimenti dei clienti, facilitando, quindi, decisioni informate per il lancio di nuovi prodotti e campagne di marketing.
- *Mitigazione del rischio:* ottimizzando le decisioni di investimento, gli investitori possono monitorare costantemente il sentimento attuale del mercato, stimando quello futuro, nonché adattare le strategie in tempo reale. Questo approccio proattivo migliora la gestione del rischio e massimizza le opportunità di profitto, offrendo un vantaggio competitivo e una maggiore stabilità.

In conclusione, l'analisi del sentiment basata sull'IA permette alle aziende di comprendere i clienti, migliorare la reputazione del marchio e ottimizzare prodotti e servizi. Essa offre approfondimenti in tempo reale, individua tendenze e facilita decisioni basate sui dati, diventando, quindi, uno strumento molto prezioso nell'attuale rapporto fra cliente e azienda.

5.2 Cos'è Amazon Comprehend

5.2.1 Panoramica e architettura di Amazon Comprehend

Amazon Comprehend (Figura 5.2) è una piattaforma di elaborazione del linguaggio naturale (NLP) disponibile come servizio su AWS. Si tratta di una collezione di modelli NLP pre-addestrati e operativi che possono essere utilizzati con poco o nessun codice attraverso un'interfaccia point-and-click. Inoltre, è possibile chiamare i servizi tramite l'API direttamente dal terminale o da Python.



Figura 5.2: Logo di Amazon Comprehend

Amazon Comprehend offre una vasta gamma di servizi, tra cui:

- analisi del linguaggio;
- identificazione delle entità;
- analisi del sentiment;
- frasi chiave;
- sintassi;
- argomenti;
- rilevamento di informazioni personalmente identificabili (PII);
- classificazione dei documenti

L'architettura di Amazon Comprehend prevede sia l'elaborazione in tempo reale che tramite lavori di analisi. L'elaborazione in tempo reale consente di incollare il testo direttamente nell'interfaccia web e analizzarlo istantaneamente utilizzando modelli pre-costruiti. I lavori di analisi, invece, permettono di caricare dati da file caricati su S3 e analizzarli in batch. Una volta completato un lavoro di analisi, i risultati possono essere scaricati e processati ulteriormente a piacimento, ad esempio convertendoli in tabelle per l'analisi in Excel.

Per utilizzare Amazon Comprehend tramite l'API Python di BOTO3 è necessario seguire alcuni passaggi di preparazione, tra cui la creazione di un account AWS, di un utente amministratore in IAM e l'installazione dei alcuni pacchetti necessari. Una volta terminata la configurazione, è possibile eseguire l'analisi del linguaggio naturale in tempo reale o pianificare un lavoro di analisi utilizzando l'archiviazione S3 per l'input e il salvataggio dei risultati.

5.2.2 Applicazioni pratiche di Amazon Comprehend

Amazon Comprehend offre una vasta gamma di applicazioni pratiche grazie alle sue capacità di elaborazione del linguaggio naturale. Ecco le principali applicazioni:

- *Analisi del sentimento*: Amazon Comprehend può analizzare il testo per determinare il sentiment associato, sia esso positivo, negativo, neutro o misto. Questo è utile per valutare opinioni dei clienti, feedback e recensioni.
- *Riconoscimento delle entità*: il servizio può identificare e classificare entità nominate nel testo, tra cui nomi di persone, organizzazioni, date e altro ancora. Questo può essere prezioso per l'estrazione e la categorizzazione delle informazioni.
- *Rilevamento del linguaggio*: Amazon Comprehend può rilevare automaticamente il linguaggio di un testo, il che è utile quando si tratta di contenuti multilingue.
- *Modellazione degli argomenti*: il servizio può analizzare documenti di testo e identificare argomenti o temi presenti nei contenuti. Ciò può tornare utile per la categorizzazione del contenuto e la comprensione del contesto del documento.
- *Estrazione delle frasi chiave*: Amazon Comprehend può identificare frasi chiave e termini significativi all'interno di un documento di testo, il che aiuta nella sintesi e nella comprensione del contenuto.
- *Analisi della sintassi*: il servizio può fornire il tagging delle parti del discorso e l'analisi delle dipendenze, offrendo approfondimenti sulla struttura grammaticale e sulle relazioni tra le parole.

Amazon Comprehend rende facile integrare capacità NLP in varie applicazioni, tra cui chatbot per il supporto clienti, sistemi di gestione dei contenuti, strumenti di monitoraggio dei social media e altro ancora. Esso aiuta le organizzazioni ad estrarre preziose informazioni dai dati di testo non strutturati e migliora le esperienze degli utenti comprendendo e rispondendo in modo più intelligente alle loro interazioni.

5.3 Test di Creazione del tool SentimentAnalyzer

5.3.1 Progettazione di un tool con Amazon Comprehend

Ai fini delle investigazioni su questo specifico servizio di AWS, il nostro obiettivo era quello di sviluppare un tool di analisi del sentimento sfruttando le capacità e i modelli pre-addestrati messi a disposizione da Amazon Comprehend. È stato, quindi, implementato SentimentAnalyzer, un tool che integra le capacità di Comprehend con un'interfaccia di utilizzo più intuitiva tramite codice Python, AWS Lambda e AWS Serverless Application Model (SAM), con la possibilità di caricare i testi da analizzare in uno specifico bucket S3.

5.3.2 Implementazione con Python e Lambda function

Grazie alla combinazione di Lambda Function e AWS Serverless Application Model (SAM), il tool SentimentAnalyzer è in grado di ricevere testi, analizzarli mediante la tecnologia di Amazon Comprehend e restituire i risultati in modo chiaro e comprensibile, traducendo i JSON in linguaggio naturale tramite un programma Python.

Esaminiamo, quindi, ogni sezione nello specifico.

Lambda function:

- Come per il tool di Face Recognition, anche qui la funzione Lambda rappresenta il nucleo del sistema. È, infatti, responsabile per l'analisi del testo utilizzando Amazon Comprehend.
- Sfruttando il codice Python fornito, la funzione Lambda riceve un evento che include il testo da analizzare e il nome del bucket S3 in cui è eventualmente memorizzato.
- In seguito la funzione Lambda chiama il servizio Amazon Comprehend per rilevare il sentimento nel testo specificato.
- I risultati ottenuti vengono elaborati e restituiti come risposta; quest'ultima dettagli come il sentimento principale (positivo, negativo, neutro, misto) e le relative percentuali di confidenza.

Configurazione AWS Serverless Application Model (SAM):

- AWS SAM descrive l'infrastruttura serverless dell'applicazione, inclusa la funzione Lambda *SentimentAnalysis*.
- La funzione Lambda utilizza il runtime Python 3.11 con 128 MB di memoria e un timeout di 3 secondi.
- La configurazione sfrutta uno storage effimero di 512 MB.
- Le politiche di sicurezza permettono alla funzione Lambda di accedere a servizi come Amazon Comprehend e Amazon S3, nonché di ottenere informazioni sui ruoli IAM e sui log di AWS.
- La configurazione di invocazione degli eventi permette un'età massima degli eventi di 21600 secondi e un massimo di 2 tentativi di retry.
- La gestione del runtime è impostata per aggiornarsi automaticamente.

Codice Python per l'interfacciamento:

- Il codice Python contiene la logica per invocare la funzione Lambda e convertire, poi, i risultati dell'analisi del sentimento in linguaggio naturale.
- Dopo aver importato le librerie necessarie (`botocore` per interfacciarsi con i servizi AWS e `json` per gestire i dati JSON), il codice configura le credenziali AWS per accedere ai servizi e inizializza il client Lambda.
- Successivamente, esso definisce funzioni per tradurre i sentimenti rilevati in italiano e interpretare tutti i dettagli forniti da Amazon Comprehend.
- A questo punto, esso esegue la funzione Lambda con un payload che include il nome del bucket S3 e il testo da analizzare, ricevendo i risultati dell'analisi.
- Infine, esso analizza i risultati e li presenta all'utente in un linguaggio naturale.

L'integrazione tra Lambda Function, AWS SAM e Amazon Comprehend crea un flusso efficiente e scalabile per l'analisi del sentimento nei testi. Anche qui, grazie a Lambda Function, non è necessario gestire l'infrastruttura server, il che rende il sistema estremamente scalabile e conveniente. Inoltre, AWS SAM offre un metodo gestito ed efficiente per definire e distribuire l'infrastruttura serverless, facilitando, quindi, l'uso per gli utenti finali.

5.3.3 Valutazione delle prestazioni di SentimentAnalyzer: punti di forza e di debolezza

Al fine di esaminare al meglio il tool e di coprire quanti più casi possibili, sono stati effettuati i seguenti test e sono stati ottenuti i risultati di seguito specificati:

- Test 1: *"La nuova politica aziendale sembra promettente, ma temo che non porterà i risultati sperati."*
Il testo ha un sentimento misto al 99.81%.
- Test 2: *"Nonostante la pioggia incessante, la nostra gita è stata sorprendentemente piacevole."*
Il testo ha un sentimento positivo al 96.31%.
- Test 3: *"Ho preparato una semplice cena a casa stasera: spaghetti al pomodoro."*
Il testo ha un sentimento neutro al 99.20%.
- Test 4: *"I am happy to join with you today in what will go down in history as the greatest demonstration for freedom in the history of our nation. [...]" - è stato caricato l'intero discorso 'I have a dream' di Martin Luther King*
Il testo ha un sentimento positivo al 64.58%.
- Test 5: *"Sei terribilmente bravo in questo gioco."*
Il testo ha un sentimento negativo al 71.40%.
- Test 6: *"Che bello, sono bloccato nel traffico per la terza volta questa settimana. Proprio quello che volevo!"*
Il testo ha un sentimento positivo al 99.87%.
- Test 7: *"Sono piuttosto felice oggi."*
Il testo ha un sentimento positivo al 99.68%.

Sicuramente fra i principali punti di forza di questo tool troviamo la rapidità di calcolo e di risposta e la facilità di utilizzo. L'interfaccia, infatti, è stata pensata per essere direttamente accessibile a chiunque, bypassando tutti i passaggi che avrebbero potuto disorientare un utente non esperto. Preziosa è, anche, la possibilità di inserire testi molto lunghi e complessi, ma senza intaccare i tempi di elaborazione e risposta e soprattutto mantenendo un'elevata accuratezza nell'analisi. Le caratteristiche delle frasi fornite ai test sopra descritti erano le seguenti:

- Test 1: frase volutamente mista, con un inizio positivo e una conclusione negativa
- Test 2: anche qui usiamo la struttura del Test 1 con frase principale positiva/negativa e secondaria negativa/positiva. A differenza del Test 1, però, dove la frase negativa era una coordinata, qui la frase negativa è una subordinata. In questo caso, infatti, il contesto e l'emozione fondamentale risiedono interamente nella frase principale.
- Test 3: frase volutamente neutra, semplice descrizione di fatti distaccati da emozioni.
- Test 4: discorso completo, ispiratore e generalmente positivo. Il tool capisce il contesto generale ma, essendo il sentiment più diluito nel numero totale di parole e frasi, la percentuale scende.
- Test 5: frase positiva dove un avverbio negativo viene usato in maniera positiva. Qui il tool non capisce il contesto, e giudica la frase erroneamente negativa.

- Test 6: frase sarcastica dove vengono usate espressioni positive per esprimere un sentimento negativo. Anche qui, il tool è confuso.
- Test 7: frase positiva dove, nonostante un refuso ortografico, il risultato dell'analisi è corretto.

Possiamo, quindi, riassumere l'esperimento concludendo che le librerie e i modelli pre-addestrati di Amazon Comprehend riescono ad analizzare con un'accuratezza molto alta testi che vanno da semplici frasi a interi discorsi. Ottima è la comprensione del contesto fra principali, coordinate e subordinate, come altrettanto buona è l'elasticità nel capire le parole nonostante i refusi. Purtroppo, però, il tool è ancora vittima di frasi più fuorvianti e *tricky*, come negli esempi dei Test 5 e 6, dove usiamo il sarcasmo o dei modi di dire meno letterali per 'mascherare' il reale contesto della frase. In generale, SentimentAnalyzer è uno strumento piuttosto intuitivo e utile, che, sicuramente, aumenta le sue prestazioni al crescere delle frasi fornite ad esso in input. Esso, ma in generale ogni tool che sfrutta l'Intelligenza Artificiale, rimane uno strumento probabilistico e come tale, essi è soggetto alla Legge dei Grandi Numeri. Infatti, se nella frase singola può capitare un'incomprensione di contesto, sottoponendolo invece ad un'analisi a tappeto su un notevole numero di recensioni o opinioni la percentuale di correttezza generale sulle emozioni sarà molto elevato.

Considerazioni in merito alle investigazioni

In quest'ultima sezione discuteremo sull'effettiva potenza dei servizi AWS che abbiamo avuto modo di provare, definendo i vantaggi nell'utilizzo di tali tool IA-based tenendo sempre conto di tutti i punti di forza e di debolezza che sono emersi durante le investigazioni.

6.1 Considerazioni sui chatbot

I chatbot rappresentano una delle innovazioni più significative nel campo delle interazioni uomo-macchina, evolvendosi da semplici programmi di risposta automatica a sofisticati sistemi di Intelligenza Artificiale. Inizialmente, essi erano basati su modelli di pattern matching, che, nonostante la loro utilità, presentavano limitazioni piuttosto significative in termini di flessibilità e capacità di comprendere il linguaggio naturale. Con l'avanzamento delle tecnologie di elaborazione del linguaggio naturale (NLP) e apprendimento automatico (Machine Learning), i chatbot moderni sono giunti ad utilizzare il Natural Language Understanding (NLU) per interpretare il contesto delle conversazioni e offrire, quindi, risposte più personalizzate e precise. Questi progressi hanno ampliato notevolmente le loro possibili applicazioni, rendendoli strumenti essenziali in diversi settori, dall'assistenza clienti all'automazione dei processi aziendali.

L'introduzione di tecnologie come l'Artificial Intelligence Markup Language (AIML) e di linguaggi di scripting, come Chatscript e RiveScript, ha permesso lo sviluppo di chatbot sempre più sofisticati, capaci di gestire interazioni complesse e di apprendere costantemente dalle conversazioni precedenti. Parallelamente, l'integrazione di tecniche di analisi semantica e machine learning ha migliorato la capacità dei chatbot di comprendere e rispondere in modo coerente e pertinente, ricordando, quindi, il contesto della discussione e rafforzando la loro utilità ed efficienza.

Sul piano socio-economico, i chatbot offrono vantaggi significativi, tra cui la capacità di fornire assistenza immediata e personalizzata, di migliorare l'efficienza operativa e di ridurre i costi aziendali. Tuttavia, l'adozione diffusa di queste tecnologie comporta anche sfide, come il rischio di perdita di posti di lavoro per i lavoratori meno qualificati e la necessità di riqualificazione professionale. Gli strumenti di IA come ChatGPT, che permettono interazioni avanzate e naturali con gli utenti, evidenziano il potenziale e le limitazioni attuali dell'IA. Il loro è un apporto fondamentale e sarebbe poco intelligente rifiutarne i vantaggi; dobbiamo, però, rimanere consapevoli dei loro limiti ed essere in grado di non diventarne dipendenti. Sebbene possano sembrare onniscienti, infatti, i chatbot come ChatGPT operano

semplicemente proponendoci miliardi di informazioni memorizzate e rispondendoci in maniera probabilistica. Non c'è nessuna intelligenza, ma soltanto informazioni e statistica.

Gli esperti ci ricordano che "AI won't replace humans, but humans with AI will replace humans without AI."

6.2 Considerazioni sul riconoscimento facciale

La tecnologia del riconoscimento facciale, esplorata nel Capitolo 4, rappresenta una delle frontiere più avanzate dell'Intelligenza Artificiale e della computer vision. La sua evoluzione, iniziata negli anni '60 con metodi rudimentali basati su tecniche geometriche, ha subito un'accelerazione significativa con l'avvento dell'IA e dell'apprendimento automatico negli anni '90, culminando nell'uso delle reti neurali convoluzionali che oggi permettono un'analisi incredibilmente precisa dei volti anche in condizioni non ideali. La piattaforma Amazon Rekognition è un esempio emblematico di queste avanzate capacità tecniche. Essa offre funzionalità di analisi facciale e riconoscimento visivo estremamente sofisticate e semplicemente scalabili.

Tuttavia, non possiamo esaminare il riconoscimento facciale senza considerare le implicazioni etiche e giuridiche che emergono con l'adozione di questa tecnologia. La raccolta e l'analisi dei dati biometrici sollevano, infatti, importanti preoccupazioni sulla privacy e sull'autonomia individuale. La possibilità che i volti delle persone siano tracciati senza consenso pone rischi significativi di sorveglianza invasiva e abusi, rendendo necessaria una regolamentazione rigorosa per garantire che i diritti dei cittadini siano sempre rispettati. È fondamentale che le normative sulla privacy siano aggiornate e che vi sia totale trasparenza nell'uso e nella gestione dei dati biometrici. Inoltre, è essenziale che gli algoritmi di riconoscimento facciale siano progettati per evitare bias e discriminazioni razziali e di genere, garantendo il più possibile equità e giustizia.

L'implementazione di strumenti come Amazon Rekognition, inoltre, richiede un'attenta valutazione delle sue applicazioni pratiche. Sebbene questa piattaforma offra potenti strumenti per l'identificazione e l'analisi visiva, il suo utilizzo deve essere accompagnato da una rigorosa protezione dei dati. La progettazione del tool FaceDetector, descritto nel capitolo, è un esempio di come queste tecnologie possano essere integrate in soluzioni pratiche, ma anche qui emerge la necessità di gestire attentamente le implicazioni etiche e legali.

In definitiva, il riconoscimento facciale è una tecnologia che, se usata correttamente, può offrire benefici significativi in vari settori. Ad ogni modo, il suo sviluppo e la sua diffusione devono essere accompagnati da una forte governance etica e giuridica per garantire che i diritti e le libertà individuali siano sempre protetti.

6.3 Considerazioni sulla Sentiment Analysis

La Sentiment Analysis rappresenta una delle applicazioni più affascinanti e utili dell'elaborazione del linguaggio naturale (NLP). La sua evoluzione storica, dall'interesse pionieristico degli anni '40 all'impennata tecnologica degli anni '90, fino alla crescita esplosiva tra il 2005 e il 2015, evidenzia un percorso di sviluppo strettamente legato all'innovazione tecnologica e alla crescente disponibilità di dati testuali online. Questa disciplina non solo ci permette di analizzare la polarità dei testi (positivo, negativo, neutro, misto), ma ci offre anche una comprensione più profonda delle emozioni espresse, delle sfumature linguistiche e del contesto delle dichiarazioni.

Personalmente, ritengo che la Sentiment Analysis abbia rivoluzionato il modo in cui le aziende comprendono i loro clienti e il mercato. L'utilizzo di strumenti come Amazon

Comprehend ha semplificato l'integrazione delle capacità di NLP nelle applicazioni aziendali, rendendo possibile principalmente l'analisi del sentimento su vasta scala, con una precisione piuttosto avanzata. Tuttavia, nonostante i progressi significativi, permangono delle sfide insidiose. La tecnologia attuale, avanzata e in continuo sviluppo, spesso fatica a comprendere il sarcasmo, le espressioni idiomatiche e i contesti culturali più complessi. Questi limiti indicano che c'è ancora parecchio lavoro da fare per migliorare l'accuratezza, la sensibilità e l'"umanità" di questi strumenti.

Guardando al futuro, le prospettive per la Sentiment Analysis sono estremamente promettenti. Con l'aumento esponenziale dei dati disponibili e con i continui miglioramenti nei modelli di Intelligenza Artificiale, non possiamo che aspettarci un aumento significativo della precisione nell'interpretazione delle emozioni e un'applicazione più diffusa di queste tecniche in vari settori, dalla politica alla sanità. Rimane essenziale continuare a sviluppare metodi che possano interpretare correttamente anche le sfumature più sottili del linguaggio umano per evitare malintesi e garantire una comprensione completa del sentimento espresso.

In conclusione, la Sentiment Analysis non è solo una potente tecnologia di analisi dei dati, ma rappresenta anche una finestra sulle emozioni umane, un ponte tra il linguaggio naturale e l'Intelligenza Artificiale. La sua capacità di trasformare qualcosa di astratto, come i sentimenti, in dati tangibili rende questo campo uno degli aspetti più emozionanti e potenzialmente rivoluzionari dell'era digitale. Il futuro di questa disciplina promette innovazioni che potrebbero cambiare radicalmente il nostro modo di interagire con i dati e di comprendere il pensiero generale di numerosi gruppi di persone.

In questa tesi abbiamo esplorato l'ampio e complesso mondo dell'Intelligenza Artificiale (IA), concentrandoci sulle sue applicazioni più avanzate e rilevanti. Abbiamo iniziato descrivendo una panoramica generale, delineando le definizioni e le classificazioni dell'IA come IA debole, IA forte e super-IA, e analizzando esperimenti mentali cruciali e fondanti come il test di Turing, il test di Winograd e la stanza cinese.

Attraverso un excursus storico abbiamo tracciato l'evoluzione dell'IA, dalle sue origini ai progressi contemporanei, evidenziando sia le fasi di crescita che quelle di crisi. Abbiamo anche discusso gli aspetti etici e concettuali, affrontando temi come bias, fairness, regolamentazioni normative e rischi associati a queste tecnologie.

In seguito, abbiamo esaminato le applicazioni pratiche dell'IA dall'impatto sull'occupazione e sull'ambiente all'uso aziendale e creativo, dalla cybersecurity alla sorveglianza. Amazon AWS è stato utilizzato come case study principale per illustrare le piattaforme di cloud computing avanzate, analizzando servizi come Amazon EC2, Amazon S3 e AWS Lambda, e valutandone l'impatto sulla trasformazione digitale e la sicurezza.

Abbiamo dedicato un'attenzione particolare ai chatbot, abbiamo esaminato la loro evoluzione e il loro funzionamento, testando la creazione e personalizzazione di un chatbot con Amazon Lex. Il secondo campo scandagliato è stato il riconoscimento facciale, analizzato tramite Amazon Rekognition e lo sviluppo del tool FaceDetector, con conseguente valutazione delle prestazioni. Infine, ci siamo occupati della sentiment analysis, studiando Amazon Comprehend ed implementando il tool SentimentAnalyzer.

Le nostre investigazioni dimostrano chiaramente come l'IA stia diventando sempre più integrata nella vita quotidiana e come piattaforme quali Amazon AWS facilitino l'adozione di queste tecnologie in vari settori. Tuttavia, ci sono ancora molte sfide da affrontare, soprattutto in termini di etica, regolamentazione e impatti sociali.

L'Intelligenza Artificiale sta, infatti, rivoluzionando il mondo del lavoro, con applicazioni che vanno dall'automazione dei processi alla progettazione e dello sviluppo dei prodotti, fino all'analisi di grandi quantità di dati. Questa trasformazione è già evidente in molte aziende, dai colossi della logistica, come DHL e UPS, alle case automobilistiche, come Tesla, fino a settori come quello medico-sanitario.

L'IA generativa e conversazionale, inoltre, rappresenta una novità rivoluzionaria, in grado di cambiare radicalmente il nostro modo di vivere e lavorare. Questa tecnologia, accessibile e utilizzabile quotidianamente, sta aprendo nuove opportunità, migliorando l'efficienza e la produttività in molteplici settori. L'IA sta effettivamente uscendo dai laboratori per diventare una forza trainante nella vita quotidiana, una rivoluzione paragonabile senza esagerazioni alla scoperta dell'elettricità o di Internet.

In conclusione, mentre l'IA continuerà a progredire e ad automatizzare alcuni lavori, creerà contemporaneamente nuove opportunità e modificherà profondamente molte professioni esistenti. Sarà cruciale per le aziende e i lavoratori abbracciare questo cambiamento, investire nello sviluppo delle competenze e garantire un uso etico e responsabile dell'IA. La sfida sarà bilanciare l'efficienza tecnologica con l'importanza delle capacità umane come la creatività, l'intelligenza emotiva e, soprattutto, il pensiero critico. L'IA, quindi, non solo cambierà il panorama lavorativo, ma trasformerà, anche profondamente, il modo in cui viviamo e interagiamo nel mondo. Sarà, senza alcun dubbio, il motore della nuova rivoluzione industriale.

1. Isaac Asimov. *Io, Robot*. 1950.
2. Philippe Aghion, Benjamin F. Jones, Charles I. Jones. *Artificial Intelligence and Economic Growth*. 2017.
3. Anton Korinek, Joseph E. Stiglitz. *Artificial Intelligence and its implications for income distribution and unemployment*. 2017.
4. Alan Mathison Turing. *On computable numbers, with an application to the Entscheidungsproblem*. 1937.
5. Stuart J Russell, Peter Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 1995.
6. Michael Egmont-Petersen et al. *Image processing with neural networks—a review*. 2002.
7. David E Rumelhart et al. *Parallel distributed processing, volume 1*. 1988.
8. John McCarthy. *Programs with common sense*. 1960.
9. Claude Hopkins. *Scientific Advertising*. 1923.
10. Bansal, H., Khan, R. *A review paper on human computer interaction*. 2018.
11. Abu Shawar, B.A., Atwell, E.S. *Chatbots: are they really useful?*. 2007.
12. Akma, N. et al. *Review of chatbots design techniques*. 2018.
13. Hien, H.T. et al. *Intelligent assistants in higher-education environments: the FIT-EBot, a chatbot for administrative and learning support*. 2018.
14. Xu, A. et al. *A new chatbot for customer service on social media*. 2017.
15. Catherine Tucker. *Privacy, Algorithms and Artificial Intelligence*. 2017.
16. Go, E., Sundar, S.S. *Humanizing chatbots: the effects of visual, identity and conversational cues on humanness perceptions*. 2019.
17. Sannon, S. et al. *How personification and interactivity influence stress-related disclosures to conversational agents*. 2018.
18. Branca, M. M. *Strategie di Sentiment Analysis: confronti e nuove proposte*. 2013/2014.

19. Hand, D. *Classifier technology and the illusion of progress*. 2006.
20. Nasukawa, Tetsuya and Jeonghee Yi. *Sentiment analysis: Capturing favorability using natural language processing*. In: Proceedings of the KCAP-03, 2nd Intl. Conf. on Knowledge Capture. 2003.
21. Michael Egmont-Petersen et al. *Image processing with neural networks—a review*. 2002.

Siti Web consultati

- Wikipedia <https://www.wikipedia.org>
- Treccani <https://www.treccani.it>
- Amazon Web Services <https://www.aws.amazon.com>
- IBM <https://www.ibm.com>
- Artificial Intelligence Index <https://aiindex.stanford.edu>
- OpenAI <https://www.openai.com>
- MonkeyLearn <https://www.monkeylearn.com>
- Amazon Web Services <https://www.aws.amazon.com>
- BigData4Innovation <https://www.bigdata4innovation.it>
- Raffaello Cortina Editore <https://www.raffaellocortina.it>
- Agenda Digitale <https://www.agendadigitale.eu>
- Repubblica <https://www.repubblica.it>
- Consilium <https://www.consilium.europa.eu>