

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

---



**TESI DI LAUREA**

**Progettazione e implementazione di case study per l'Intelligenza  
Artificiale: riconoscimento di immagini, sentiment analysis e  
chatbot**

**Design and implementation of case studies for Artificial  
Intelligence: image recognition, sentiment analysis and chatbots**

Relatore

Prof. Domenico Ursino

Candidato

Lorenzo Gaetani

---

**ANNO ACCADEMICO 2022-2023**

## Sommario

L'Intelligenza Artificiale (AI) rappresenta una delle rivoluzioni tecnologiche più significative del nostro tempo. Grazie all'apprendimento automatico e all'analisi di grandi quantità di dati, l'AI è ora in grado di svolgere compiti che prima erano prerogativa dell'essere umano. Questa tecnologia in continua evoluzione sta apportando dei cambiamenti significativi in svariati settori della vita quotidiana e sta aprendo nuove prospettive per l'innovazione e il progresso.

L'obiettivo di questa tesi è esplorare il vasto panorama dell'AI, sia da un punto di vista teorico, sia da un punto di vista pratico. Per fare ciò abbiamo analizzato la disciplina dell'Intelligenza Artificiale nel suo complesso e, successivamente, approfondito dei settori specifici, ovvero il riconoscimento delle immagini, l'analisi del sentiment e i chatbot. Per ciascuno di questi abbiamo fornito un'introduzione generale e abbiamo implementato dei casi d'uso per testarne le potenzialità.

Attraverso questa tesi vogliamo comprendere meglio il ruolo attuale e futuro dell'Intelligenza Artificiale, evidenziando sia le sue potenzialità rivoluzionarie che le sfide etiche e sociali da affrontare. È cruciale comprendere non solo cosa l'IA può fare, ma anche come potremmo integrarla in modo etico e sostenibile.

**Keyword:** Intelligenza Artificiale, Machine Learning, Deep Learning, Cloud Computing, Image Recognition, Sentiment Analysis, Chatbot.

<b>1</b>	<b>Introduzione all'Intelligenza Artificiale</b>	<b>3</b>
1.1	Che cos'è l'Intelligenza Artificiale? . . . . .	3
1.1.1	Test di Turing . . . . .	3
1.1.2	AI debole . . . . .	4
1.1.3	AI forte . . . . .	5
1.2	Storia dell'Intelligenza Artificiale . . . . .	5
1.2.1	Alcuni dei traguardi raggiunti dalle AI . . . . .	6
1.3	Cognitive computing: un cambio di paradigma . . . . .	6
1.4	Benefici dell'Intelligenza Artificiale . . . . .	7
1.4.1	Machine learning . . . . .	7
1.4.2	Analisi dei dati su larga scala . . . . .	8
1.4.3	Interazione uomo-macchina migliorata . . . . .	8
1.4.4	Computer vision . . . . .	8
1.4.5	Algoritmi di raccomandazione . . . . .	8
1.4.6	Soluzioni fisiche . . . . .	9
1.5	Rischi dell'Intelligenza Artificiale . . . . .	9
1.5.1	Disoccupazione . . . . .	9
1.5.2	Trasparenza degli algoritmi . . . . .	10
1.5.3	L'Intelligenza Artificiale: un pericolo per la democrazia . . . . .	10
1.6	La filosofia sull'AI . . . . .	10
<b>2</b>	<b>Amazon Web Service</b>	<b>12</b>
2.1	Introduzione al cloud computing . . . . .	12
2.1.1	Vantaggi del <i>cloud computing</i> . . . . .	13
2.2	Introduzione ad Amazon Web Service . . . . .	14
2.3	I principali servizi di AWS . . . . .	15
2.4	Confronto tra AWS e gli altri cloud provider . . . . .	15
<b>3</b>	<b>Image Recognition</b>	<b>17</b>
3.1	Introduzione all'Image Recognition . . . . .	17
3.1.1	Che cos'è l'Image Recognition . . . . .	17
3.1.2	Come funziona l'Image Recognition . . . . .	17
3.1.3	Applicazioni dell'Image Recognition . . . . .	18
3.2	Amazon Rekognition . . . . .	19
3.2.1	Che cos'è Amazon Rekognition . . . . .	19

---

3.2.2	Funzionalità di Amazon Rekognition . . . . .	19
3.3	Esperienza sul riconoscimento delle immagini tramite Custom Labels . . . . .	22
<b>4</b>	<b>Sentiment Analysis</b>	<b>26</b>
4.1	Introduzione al Sentiment Analysis . . . . .	26
4.1.1	Che cos'è la Sentiment Analysis . . . . .	26
4.1.2	Come funziona la Sentiment Analysis . . . . .	27
4.1.3	Applicazioni della Sentiment Analysis . . . . .	28
4.2	Amazon Comprehend . . . . .	29
4.2.1	Introduzione ad Amazon Comprehend . . . . .	29
4.3	Esperienze sulla Sentiment Analysis tramite Amazon Comprehend . . . . .	31
<b>5</b>	<b>Chatbot</b>	<b>34</b>
5.1	Introduzione ai chatbot . . . . .	34
5.1.1	Cosa sono i chatbot . . . . .	34
5.1.2	Breve storia dei chatbot . . . . .	34
5.1.3	Come funzionano i chatbot . . . . .	35
5.1.4	Applicazioni dei chatbot . . . . .	36
5.2	Amazon Lex . . . . .	37
5.2.1	Introduzione ad Amazon Lex . . . . .	37
5.3	Creazione di un chatbot tramite Amazon Lex . . . . .	38
<b>6</b>	<b>Discussione</b>	<b>41</b>
6.1	Discussione relativa al riconoscimento delle immagini . . . . .	41
6.2	Discussione relativa all'analisi del sentiment . . . . .	42
6.3	Discussione relativa ai chatbot . . . . .	42

---

## Elenco delle figure

---

1.1	Scena dell'interrogatorio in "Blade Runner" (1982)	3
1.2	Previsioni sul mercato dell'AI	7
1.3	Film "Orwell 1984"	10
1.4	Il personaggio di "David" del film "Prometheus" (2012)	11
2.1	Architettura del <i>cloud computing</i>	13
2.2	Mercato del <i>cloud computing</i>	14
3.1	Mercato dell'Image Recognition	18
3.2	Rilevamento delle etichette	20
3.3	Analisi facciale	20
3.4	Confronto facciale	21
3.5	Analisi dei video	21
3.6	Come funziona Amazon Rekognition Custom Labels	22
3.7	Dataset Custom Labels	23
3.8	Label images	23
3.9	Risultati del modello	24
3.10	Valutazione del modello	24
3.11	Test results	24
3.12	Test results	25
4.1	Alcune applicazioni della sentiment analysis	28
4.2	Esempio di riconoscimento delle entità	30
4.3	Esempio di rilevamento delle PII	31
4.4	Risultati di real-time analysis	31
4.5	Esempio di dataset per Amazon Comprehend	32
4.6	Esempio di risultato prodotto	33
4.7	Risultati di Amazon Comprehend	33
4.8	Risultati di Amazon Comprehend	33
5.1	Eliza	35
5.2	Applicazioni dei chatbot	36
5.3	Chatbot di H&M	37
5.4	Servizi forniti dal chatbot	39
5.5	Slot per l'ordine	39
5.6	Slot per la prenotazione	40

---

5.7	Esempio di slot per la durata . . . . .	40
-----	---	----

L'Intelligenza Artificiale è una disciplina che ha l'obiettivo di realizzare sistemi informatici intelligenti in grado di simulare le capacità e il comportamento del pensiero umano.

Negli ultimi anni, l'Intelligenza Artificiale ha fatto grandi passi in avanti, grazie al miglioramento delle capacità di elaborazione dei computer e alle nuove tecniche di apprendimento automatico. L'AI, con la sua capacità di apprendimento automatico, di adattamento e di esecuzione di compiti precedentemente riservati esclusivamente all'intelligenza umana, si è instaurata nel tessuto stesso della società moderna. Infatti, da pura fantascienza, l'AI è diventata una tecnologia che pervade la vita quotidiana di tantissime persone. Le applicazioni sono moltissime, tra cui: medicina, industria, sicurezza, e-commerce, finanza, giochi e altre ancora.

L'Intelligenza Artificiale costituisce un aspetto centrale nell'attuale panorama tecnologico e socio-economico. Oggi, quasi quotidianamente, ci interfacciamo con sistemi di Intelligenza Artificiale, come assistenti virtuali, sistemi di riconoscimento facciale, motori di ricerca, algoritmi di raccomandazione e processi industriali automatizzati.

A causa del forte impatto che l'Intelligenza Artificiale sta avendo, e che probabilmente avrà in futuro, in ambito lavorativo, economico e sociale, l'AI è diventata uno dei temi più discussi nel dibattito pubblico. Sono tantissime anche le preoccupazioni che vengono sollevate quando si discute di Intelligenza Artificiale, tra cui: la disoccupazione, la privacy, la trasparenza degli algoritmi, etc. Pertanto, discutere dei possibili impatti negativi è essenziale per mitigarli e massimizzare i benefici.

Innanzitutto, l'obiettivo di questa tesi è dimostrare come l'Intelligenza Artificiale possa dimostrarsi uno strumento in grado di migliorare la nostra vita in tantissimi aspetti, se utilizzata in modo etico e come supporto, e non come sostituto, delle capacità umane.

In secondo luogo, la tesi mira ad esplorare le molteplici applicazioni e potenzialità offerte dall'Intelligenza Artificiale, in modo da aiutare a comprendere le sue implicazioni attuali e le prospettive future.

Inoltre, essa mira a esplorare il vasto panorama dell'Intelligenza Artificiale, non solo per comprendere la sua complessità, ma anche per anticipare le direzioni che potrebbe prendere in un prossimo futuro e le potenziali criticità. Infatti, è essenziale comprendere appieno le implicazioni etiche, sociali, economiche e, persino, filosofiche.

Alimentare il dibattito su questo tema è fondamentale per indirizzare lo sviluppo di questa tecnologia nella giusta direzione.

Nella prima parte della tesi verrà introdotto il tema dell'Intelligenza Artificiale, cercando di dare una definizione generale, facendo un'importante distinzione tra AI forte e AI debole, fornendo un riassunto sulla storia di questa recente disciplina e discutendo di aspetti filosofici

legati all'AI. Successivamente, analizzeremo alcuni dei benefici che rendono questa tecnologia così potente e alcuni possibili rischi che accompagnano l'adozione sempre più diffusa dell'AI.

In seguito, tratteremo del servizio Amazon Web Services (AWS). Esso è una piattaforma di servizi di cloud computing fornita da Amazon. Uno dei punti di forza di AWS consiste nel fornire ai clienti modelli di Machine Learning preaddestrati che semplificano notevolmente l'implementazione di soluzioni di Intelligenza Artificiale. Ciò rende l'utilizzo di AWS accessibile anche a chi non ha esperienze nel settore.

Utilizzando AWS abbiamo avuto modo di realizzare dei progetti per testare le potenzialità di tre branche specifiche dell'Intelligenza Artificiale, ovvero il riconoscimento delle immagini, l'analisi del sentiment e i chatbot.

Inoltre, per ciascuno di questi settori dell'AI, abbiamo approfondito cosa sono, come funzionano e quali sono le principali applicazioni.

Per la realizzazione del primo progetto abbiamo utilizzato la funzionalità Custom Labels del servizio Amazon Rekognition di AWS. L'obiettivo del progetto consiste nell'addestrare un modello a riconoscere la razza del cane presente nell'immagine fornita in input. Per farlo, abbiamo fornito al modello un dataset contenente immagini etichettate.

Per il secondo progetto abbiamo utilizzato la funzionalità di analisi del sentiment di Amazon Comprehend per estrarre il sentimento (positivo, negativo e neutro) da un dataset di recensioni e verificare se i risultati ricavati rispecchiassero il tono emotivo espresso nel testo.

Il terzo progetto riguarda la creazione, tramite il servizio Amazon Lex di AWS, di un semplice chatbot per la gestione di uno stabilimento balneare. Esso deve consentire ad un cliente di effettuare, modificare e disdire la prenotazione di un servizio in modo facile e intuitivo.

Infine, verranno discusse le esperienze fatte, i risultati ottenuti e verranno tratte le conclusioni.

Di seguito specifichiamo la struttura della tesi:

- Nel Capitolo 1 si introdurrà la disciplina dell'Intelligenza Artificiale spiegando cosa sia, esaminando la storia e i principali traguardi raggiunti da questa tecnologia, facendo un'analisi dei benefici e dei rischi.
- Nel Capitolo 2 si introdurrà il cloud computing e, in particolare, il servizio Amazon Web Services, che verrà successivamente utilizzato per implementare dei casi d'uso relativi a settori specifici dell'Intelligenza Artificiale.
- Nel Capitolo 3 si esplorerà il riconoscimento delle immagini. Verrà fornita un'introduzione generale per spiegare cos'è, come funziona e quali sono le principali applicazioni del riconoscimento delle immagini. Successivamente, verrà utilizzato il servizio Amazon Rekognition di AWS per implementare un caso d'uso relativo a tale strumento.
- Nel Capitolo 4 si approfondirà l'analisi del sentiment fornendo un'introduzione generale, come nel capitolo precedente, e utilizzando il servizio Amazon Comprehend fornito da AWS per fare dei test.
- Nel Capitolo 5 si introdurranno i chatbot e verrà creato un semplice chatbot, facendo uso del servizio Amazon Lex, per testare le potenzialità di tale strumento.
- Nel Capitolo 6 si discuteranno le esperienze fatte e i risultati ottenuti nei tre capitoli precedenti.
- Infine, nel Capitolo 7 verranno trattate le conclusioni generali.



---

## Introduzione all'Intelligenza Artificiale

---

*In questo primo capitolo verrà introdotta la disciplina dell'Intelligenza Artificiale, analizzando che cosa consenta di definire una macchina intelligente e facendo una panoramica generale sulla sua storia, fino ad arrivare ad alcune applicazioni attuali e evidenziando le novità portate da questa materia. Saranno, poi, presi in considerazione alcuni benefici e alcuni svantaggi che comporta, o potrà comportare, l'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale, al fine di cercare di utilizzare questo strumento in maniera virtuosa.*

### 1.1 Che cos'è l'Intelligenza Artificiale?

La definizione è stata coniata per la prima volta dal professore John McCarthy nel 1955. Egli la definì come "La scienza e l'ingegneria della costruzione di macchine intelligenti, specialmente programmi per computer intelligenti." In particolare, l'obiettivo che si pone l'Intelligenza Artificiale è quello di creare macchine in grado di imitare l'intelligenza umana. Questa definizione è ovviamente molto generica; la domanda che, quindi, sorge scontata è: come fare a stabilire se una macchina è considerabile intelligente?

#### 1.1.1 Test di Turing

All'inizio del film Blade Runner del 1982, il cacciatore di taglie Rick Deckard ha il compito di interrogare un sospetto al fine di stabilire se questo è un umano o un androide (Figura 1.1). L'idea del Test di Turing è molto simile.



**Figura 1.1:** Scena dell'interrogatorio in "Blade Runner" (1982)

Il test coinvolge tre partecipanti: un uomo A, una donna B, e una terza persona C. Quest'ultima è tenuta separata dagli altri due e, tramite una serie di domande, deve stabilire

qual è l'uomo e quale la donna. Dal canto loro anche A e B hanno dei compiti: A deve ingannare C e portarlo a fare un'identificazione errata, mentre B deve aiutarlo. Affinché C non possa disporre di alcun indizio (come l'analisi della grafia o della voce), le risposte alle domande di C devono essere dattiloscritte o similmente trasmesse. Il test di Turing si basa sul presupposto che una macchina si sostituisca ad A. Se la percentuale di volte in cui C indovina chi sia l'uomo e chi la donna è simile prima e dopo la sostituzione di A con la macchina, allora la macchina stessa dovrebbe essere considerata intelligente, dal momento che - in questa situazione - sarebbe indistinguibile da un essere umano. Questo test è ormai considerato obsoleto. Molti Chatbot sono in grado di superarlo senza, però, essere considerabili intelligenti. Per superare il test di Turing la macchina deve avere le seguenti capacità:

- *natural language processing*: per comunicare in linguaggio umano;
- *knowledge representation*: per memorizzare cosa sa e cosa sente;
- *automated reasoning*: per rispondere alle domande e trarre nuove conclusioni;
- *machine learning*: per adattarsi a nuove circostanze e per rilevare ed estrapolare schemi.

Tuttavia, altri ricercatori hanno proposto un test di Turing totale, che richiede l'interazione con oggetti e persone nel mondo reale. Per superare il test di Turing totale, il robot avrà bisogno di

- *computer vision e riconoscimento vocale*: per percepire il mondo;
- *robotica*: per manipolare oggetti e muoversi.

Tutte le abilità necessarie al test di Turing consentono ad un agente, letteralmente colui che agisce, di agire razionalmente. Successivamente, grazie alla teoria della probabilità e all'apprendimento automatico, è stato possibile creare agenti in grado di prendere decisioni in caso di incertezza per ottenere il migliore risultato atteso, ovvero, agenti che fanno la cosa giusta. Questa è definita dall'obiettivo che forniamo all'agente. Questo paradigma è detto modello standard. L'economia e la ricerca operativa hanno pesantemente contribuito in questo ambito. Il problema di questo modello è che non è possibile fornire alla macchina un obiettivo completamente specificato. Soprattutto, quando ci spostiamo da contesti astratti, come i giochi, al mondo reale, entrano in gioco molte più variabili e diventa difficile trasferire perfettamente i nostri obiettivi; ciò può avere conseguenze negative inaspettate.

### 1.1.2 AI debole

L'Intelligenza Artificiale è un tema molto discusso da diversi anni, ma che recentemente è diventato molto comune grazie ai progressi raggiunti e che sperimentiamo nella nostra vita quotidiana. Infatti, sono esempi di Intelligenza Artificiale:

- gli assistenti virtuali (Siri, Alexa);
- l'autenticazione biometrica;
- la traduzione automatica di un testo;
- gli algoritmi di raccomandazione;
- giochi di scacchi o Go;

- filtri antispam.

Questi sistemi sono tutti esempi di *Intelligenza Artificiale debole*. Essi, sono progettati per eseguire compiti specifici e limitati all'interno di un ambito ben definito. Molte persone che usufruiscono di questi servizi non sanno di star usando effettivamente un'Intelligenza Artificiale, perché lontana dall'idea a cui siamo abituati dai film o dai libri di fantascienza.

### 1.1.3 AI forte

L'idea dell'androide è più vicina al concetto di *Intelligenza Artificiale forte o generale*. L'obiettivo dell'AI forte è sviluppare macchine che siano in grado di comprendere, apprendere e svolgere qualsiasi compito intellettuale che un essere umano può fare. L'AI forte teoricamente dovrebbe essere in grado di ragionare, apprendere in modo autonomo, comprendere contesti complessi e adattarsi a nuove situazioni senza bisogno di programmazione specifica per ogni singola attività. La sua realizzazione, tuttavia, rimane un obiettivo ancora lontano.

## 1.2 Storia dell'Intelligenza Artificiale

Convenzionalmente, la nascita della disciplina viene fatta coincidere con il seminario che si è tenuto al Dartmouth College nel 1956, anche se i primi calcolatori elettronici sono antecedenti a questa data. Durante il convegno è stata introdotta l'espressione "Intelligenza Artificiale" e sono state presentate due iniziative: quella di McCarthy e il suo team, che aveva l'obiettivo di creare una macchina in grado di simulare ogni aspetto dell'apprendimento e dell'intelligenza umana, e il Logic Theorist di Newell, Simon, che era già in grado di dimostrare teoremi partendo dai principi della matematica. Quest'ultimo si è evoluto nel General Problem Solver; nei ristretti casi nel quale il programma poteva operare, si è notato che l'approccio con il quale il programma considerava gli obiettivi e le azioni era assimilabile a un umano.

Il successo del GPS e dei successivi programmi, come i modelli di cognizione, ha portato Newell e Simon (1976) a formulare la famosa ipotesi del sistema simbolico fisico. L'Intelligenza Artificiale simbolica indica i metodi nella ricerca sull'Intelligenza Artificiale che si basano su rappresentazioni di problemi "simboliche" (leggibili dall'uomo) di logica e ricerca. L'AI simbolica è stata il paradigma dominante della ricerca sull'AI dalla metà degli anni '50 fino alla fine degli anni '80. Nel 1959, Herbert Gelemter ha creato il Geometry Theorem Prover, un programma in grado di dimostrare teoremi complessi di geometria. L'anno precedente, presso il MIT, McCarthy ha definito quello che per trent'anni è stato riconosciuto come il linguaggio di programmazione dominante per la realizzazione dei sistemi di Intelligenza Artificiale, ovvero il Lisp.

Ben presto, però, i ricercatori hanno cominciato a incontrare i primi insuccessi: metodi adeguati per casi semplici si sono rivelati totalmente inadeguati in contesti più complessi e ampi. Un'altra limitazione consisteva nel fatto che i sistemi dell'epoca si erano concentrati troppo su come l'uomo svolge un compito e non su come dovesse essere fatto un algoritmo per produrre in maniera affidabile una soluzione. In quel periodo si è assistito al temporaneo declino dei modelli a reti neurali basate su perceptrone, create da Rosenblatt. Questo ha portato il governo statunitense e quello inglese a interrompere i fondi per la ricerca. Le grandi aspettative iniziali sono state presto ridimensionate.

Queste difficoltà hanno condotto, a partire dal 1970, a concentrarsi su aree più ristrette di competenza con la realizzazione dei primi sistemi esperti, nei quali l'importanza di una conoscenza dettagliata dello specifico dominio in esame ha giocato un ruolo fondamentale. Il primo sistema esperto, DENDRAL, è stato programmato per inferire la struttura di molecole organiche in base alle loro formule chimiche. MYCIN, forse il più conosciuto tra i sistemi

esperti, incorporava conoscenza medica specifica che usava per diagnosticare e prescrivere trattamenti per le infezioni batteriche del sangue a partire da informazioni incomplete e incerte sui sintomi. Una importante differenza rispetto al sistema DENDRAL consiste nell'introduzione di un fattore di certezza. A partire dagli anni '80 moltissime aziende avevano iniziato ad usare sistemi esperti. L'industria dell'Intelligenza Artificiale ha raggiunto nel 1988 una cifra dell'ordine di miliardi di dollari, includendo centinaia di aziende che stavano creando sistemi esperti, robot, software e hardware specializzati in questi settori.

Il periodo successivo è stato chiamato "inverno AI". Infatti, i sistemi esperti si sono dimostrati inadatti a risolvere problemi con domini complessi. A metà degli anni ottanta dello scorso secolo è stato reinventato l'algoritmo di apprendimento per reti neurali, chiamato back-propagation. Questi cosiddetti modelli connessionisti erano visti da alcuni come diretti concorrenti sia dei modelli simbolici promossi da Newell e Simon sia dell'approccio logicista di McCarthy e altri. I modelli connessionistici hanno la capacità di apprendere dagli esempi, rendendoli più propensi ad ottenere buoni risultati su esempi futuri. La fragilità dei sistemi esperti ha portato a un nuovo approccio più scientifico che incorpora la probabilità piuttosto che la logica booleana, l'apprendimento automatico piuttosto che la codifica manuale e i risultati sperimentali piuttosto che le affermazioni filosofiche.

Due importanti contributi al campo dell'AI sono stati portati nel 1988. Il primo è stato lo sviluppo delle reti bayesiane di Judea Pearl, per rappresentare la conoscenza incerta, nonché algoritmi pratici per il ragionamento probabilistico. Il secondo è stato il contributo di Rich Sutton nell'ambito del reinforcement learning. Quest'ultimo è uno dei tre paradigmi principali dell'apprendimento automatico, insieme all'apprendimento supervisionato e a quello non supervisionato.

Un fattore decisivo che insieme all'apprendimento automatico ha portato ad una rivoluzione nel mondo dell'AI è il fenomeno noto come *big data*. Avere a disposizione set giganteschi di dati consente di addestrare in maniera efficace le AI e migliorare la loro affidabilità. Molte innovazioni negli ambiti del riconoscimento vocale, diagnosi medica, riconoscimento del linguaggio umano e nei veicoli autonomi sono state rese possibili dal *deep learning*. Il deep learning è una tecnica di apprendimento automatico che si basa sull'utilizzo di reti neurali artificiali profonde per apprendere e riconoscere modelli complessi dai dati di input.

### 1.2.1 Alcuni dei traguardi raggiunti dalle AI

- Negli anni '90, l'AI inizia ad affrontare problemi complessi come il riconoscimento vocale e la traduzione automatica.
- Nel 1997, il sistema di AI Deep Blue di IBM sconfigge il campione del mondo di scacchi Garry Kasparov. Successivamente, molti altri successi sono riportati dalle AI a danno di giocatori umani in svariati giochi.
- Nel 2005, si iniziano a sviluppare i primi veicoli autonomi.
- Nel 2011 sono stati introdotti i primi assistenti virtuali come Siri e Alexa.

## 1.3 Cognitive computing: un cambio di paradigma

Possiamo suddividere la storia dell'informatica in tre grandi ere. La prima è *l'era della tabulazione*. Questa è caratterizzata dal fatto che i sistemi elettromeccanici erano in grado di risolvere un unico compito.

L'era successiva è quella della *programmazione*. Inizia durante la seconda guerra mondiale e a differenza di quella precedente, introduceva la possibilità di risolvere più task con un

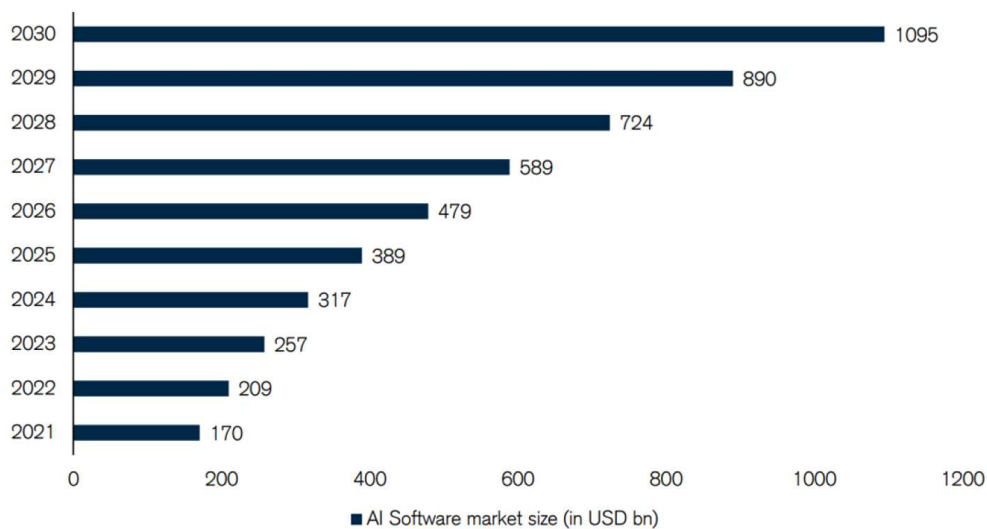
unico sistema elettronico. La novità consisteva nel poter riprogrammare il sistema a seconda delle esigenze. I limiti sono che i sistemi devono essere programmati e sono molto legati all'interazione con l'uomo.

L'era successiva è quella del *cognitive computing*, che si è sviluppata molto recentemente. I sistemi di calcolo cognitivo hanno lo scopo di estendere i confini della cognizione umana, ma non sostituire o imitare l'intelligenza umana. Alcuni aspetti caratteristici dei sistemi cognitivi sono la capacità di apprendere e adattarsi nel tempo e un'interazione uomo-macchina più naturale. Uno dei limiti della cognizione umana è poter analizzare grandi quantità di dati. Il modo in cui questi sistemi ragionano sulle informazioni che ricevono è simile a quello umano. Cioè, si basano sull'osservazione, l'interpretazione, la valutazione e la decisione. Come anche gli esseri umani, i sistemi cognitivi devono essere addestrati per diventare esperti per comprendere un nuovo dominio e diventare esperti di uno specifico settore. L'addestramento è impartito da esperti di un settore che forniscono una supervisione umana e basi di conoscenze specifiche del dominio. Una tecnica può essere quella di fornire dati etichettati manualmente. L'esperto di un determinato campo non deve avere particolari competenze informatiche, grazie ad una interazione uomo-macchina molto naturale.

## 1.4 Benefici dell'Intelligenza Artificiale

I numerosi vantaggi che porta l'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale stanno spingendo sempre più aziende ad impiegare questa tecnologia; le grandi aziende produttrici come Google, Microsoft, Amazon, Apple, ... stanno investendo moltissimo nella ricerca su questo settore. Nella Figura 1.2 riportiamo alcune previsioni sul mercato dell'AI.

Dimensione del mercato dei software di intelligenza artificiale – dal 2021 al 2030



Fonte: Precedence Research (report from Dec 2022), Credit Suisse

Figura 1.2: Previsioni sul mercato dell'AI

### 1.4.1 Machine learning

Il machine learning si occupa dello sviluppo di algoritmi e modelli che consentono ai computer di apprendere da dati e migliorare le loro prestazioni nel tempo senza essere

esplicitamente programmati. In altre parole, il machine learning permette alle macchine di acquisire conoscenza e compiere decisioni basate sui dati analizzati.

Nel machine learning si forniscono agli algoritmi un gran numero di dati di addestramento che rappresentano esempi di input e output desiderati. L'algoritmo di machine learning analizza questi dati di addestramento e cerca modelli o relazioni tra gli input e gli output. Una volta addestrato, il modello di machine learning può essere utilizzato per fare previsioni o prendere decisioni su nuovi dati che non sono stati inclusi nel set di addestramento.

#### 1.4.2 Analisi dei dati su larga scala

Con l'aumento esponenziale della quantità di dati disponibili, l'AI è diventata un alleato indispensabile per analizzare e comprendere informazioni complesse. L'AI consente di elaborare grandi moli di dati strutturati e non strutturati, individuare modelli, correlazioni e tendenze che sarebbero altrimenti sfuggiti all'attenzione umana.

Questa capacità di analisi dei dati su larga scala ha portato a importanti sviluppi nella ricerca scientifica, nelle previsioni economiche, nella diagnosi medica e in molti altri campi, consentendo di ottenere risultati più precisi, affidabili, in meno tempo e portando ad una diminuzione della possibilità di errore umano.

#### 1.4.3 Interazione uomo-macchina migliorata

L'AI ha notevolmente migliorato l'interazione tra esseri umani e macchine. Grazie ai recenti progressi nella comprensione e nella generazione del linguaggio naturale, gli assistenti virtuali e i chatbot basati sull'AI sono in grado di comunicare in modo sempre più fluente e naturale. Il *Natural Language Processing* è quel ramo dell'AI che riguarda l'informazione espressa nel linguaggio naturale.

Si tratta di soluzioni che elaborano il linguaggio con finalità che possono variare dalla comprensione del contenuto, alla traduzione, fino alla produzione di testo in modo autonomo a partire da dati o documenti forniti in input. Ciò ha trasformato il modo in cui interagiamo con i dispositivi tecnologici, semplificando le attività quotidiane, fornendo assistenza personalizzata e migliorando l'accesso alle informazioni.

#### 1.4.4 Computer vision

La computer vision elabora, analizza e interpreta delle immagini e dei video al fine di consentire ai computer di comprendere il mondo visivo come gli esseri umani. L'obiettivo principale della computer vision è quello di sviluppare algoritmi e modelli che permettano ai computer di acquisire, elaborare e comprendere le informazioni visive presenti nelle immagini e nei video. Ciò implica la capacità di riconoscere oggetti, persone, luoghi, movimenti e altre caratteristiche visive, e di estrarre informazioni utili da tali immagini.

Alcuni possibili vantaggi sono un maggiore livello di sicurezza, in quanto l'AI può analizzare video di sorveglianza per riconoscere volti o oggetti, supportare la creazione di veicoli a guida autonoma e automatizzare i processi industriali.

#### 1.4.5 Algoritmi di raccomandazione

Aziende come YouTube, Facebook, Netflix e Amazon sono riuscite a creare algoritmi di raccomandazione in grado di proporci quello che più desideriamo esattamente nel modo in cui lo immaginiamo. Gli algoritmi di deep learning utilizzati nei sistemi di raccomandazione sono in grado di polarizzare le preferenze degli utenti che restituiscono feedback positivi, i quali, a loro volta, tornano ad alimentare il sistema di autoapprendimento in un ciclo

infinito che ha come conseguenze: stimolare i produttori a generare nuovi contenuti con lo stesso tema e generare contenuti graditi agli utenti che aumentano la loro permanenza sulle piattaforme.

Abbiamo inserito questo tema tra i pregi in quanto può aiutare a migliorare l'esperienza dell'utente e aiutarlo a scoprire contenuti che potrebbero piacergli, ma dobbiamo stare attenti a non finire intrappolati dentro le così dette *stanze dell'eco*. Con questo termine si intende una bolla che ci tiene al riparo da opinioni diverse e sempre circondati da punti di vista con cui siamo d'accordo.

#### 1.4.6 Soluzioni fisiche

Nel seguito citiamo alcune soluzioni fisiche supportate dall'intelligenza Artificiale:

- *Autonomous Vehicle*, ovvero i mezzi di trasporto autoguidato.
- *Intelligent Object*, ovvero oggetti in grado di compiere azioni senza l'intervento umano e di prendere decisioni in base alle condizioni dell'ambiente circostante.
- *Autonomous Robot*, ovvero robot in grado di muoversi senza l'intervento umano, in base ad informazioni raccolte dall'ambiente circostante. A questa categoria appartengono sia soluzioni industriali, come i robot progettati per l'automazione di processi produttivi e logistici, sia robot destinati al mercato civile.

### 1.5 Rischi dell'Intelligenza Artificiale

Sebbene l'Intelligenza Artificiale sia uno strumento che consente di sostituire lavori ripetitivi o pericolosi per l'essere umano, migliorare la produzione di beni e servizi, accelerare la ricerca scientifica, etc, essa è solo uno strumento che, in quanto tale, non è intrinsecamente positivo o negativo. Infatti, è importante non fermarsi agli evidenti benefici che le AI possono portare, ma analizzare tutti i possibili scenari, per capire come usare questo mezzo in maniera positiva. Nel seguito di questa sezione vediamo alcuni dei principali rischi che può portare l'Intelligenza Artificiale.

#### 1.5.1 Disoccupazione

Uno dei pericoli che potrebbe portare l'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale è che molti lavoratori vengano licenziati e rimpiazzati da macchine. Nonostante, quindi, un aumento complessivo della produttività, questo potrebbe tradursi in maggiori disuguaglianze sociali. Si tratta di un argomento molto complesso sul quale non è possibile fare previsioni precise. Infatti, ci sono studi estremamente pessimisti, ma anche altri che sostengono che l'Intelligenza Artificiale andrà a sostituire moltissimi lavori, ma che ne creerà altrettanti. Quello che è certo è che avrà un grande impatto nel mercato del lavoro e che potrebbe essere necessario un intervento politico per tenere la situazione sotto controllo.

Alcune proposte che hanno come obiettivo quello di prevenire il rischio della disoccupazione è quella di prevedere un reddito minimo di cittadinanza, da finanziare in parte con una tassa sui robot. Bill Gates ha proposto che il lavoro delle macchine sia tassato come quello dei lavoratori umani in modo che i governi possano finanziare la creazione di nuove opportunità di lavoro. È solo da pochissimo che si è iniziato a parlare di limitare l'utilizzo delle AI. La prima proposta è l'Artificial Intelligence Act, approvato dall'Unione Europea il 14 giugno 2023, ma è chiaro che diventerà un argomento molto discusso in futuro.

### 1.5.2 Trasparenza degli algoritmi

Questa problematica è dovuta al fatto che, oltre ad essere molto complessi, gli algoritmi presentano la caratteristica dell'autoapprendimento. Attraverso tale meccanismo, le istruzioni fornite non sono completamente predeterminate, ma viene consentito alla macchina di apprendere dall'esperienza, tramite l'inserimento dei dati; questi sistemi, quindi, non si limitano a seguire le istruzioni del programmatore, ma possono andare verso soluzioni impreviste, in relazione ai dati che acquisiscono durante il loro funzionamento. In questa prospettiva è evidente che molte delle informazioni che attengono al funzionamento del sistema, ai possibili rischi e ad eventuali mutamenti potrebbero non essere in possesso del soggetto tenuto all'adempimento degli obblighi di disclosure, poiché saranno il frutto di interazioni tra il sistema e i dati inseriti. Questo apre interessanti discussioni legate alla responsabilità civile nell'uso dei sistemi di AI. Un'altro tema che rende ancora più controverso trovare una soluzione è quello dei segreti commerciali. Infatti, è comprensibile che le aziende produttrici di AI non vogliano rendere pubbliche le informazioni che costituiscono un vantaggio competitivo verso i concorrenti.

### 1.5.3 L'Intelligenza Artificiale: un pericolo per la democrazia

Senza pensare a scenari apocalittici tipo 1984 di Orwell (Figura 1.3), è molto probabile, tuttavia, che con lo sviluppo dell'Intelligenza Artificiale, questa diventerà sempre più pervasiva nella nostra vita.



Figura 1.3: Film "Orwell 1984"

Per di più, questa tecnologia è in mano a pochissime aziende leader del settore. Le tecnologie di speech recognition, computer vision e natural language understanding possono essere usate per sorvegliare e persuadere gli individui. La raccolta e l'analisi di dati personali attraverso l'AI possono violare la privacy delle persone. Gli algoritmi per il filtraggio e la censura possono rivelarsi strumenti per limitare l'accesso alle informazioni e influenzare le opinioni. Questo rappresenterebbe un serio problema per la democrazia.

È essenziale bilanciare la sicurezza e la sorveglianza con il rispetto dei diritti umani fondamentali. Una collaborazione tra settore privato, enti governativi, accademici e la società civile è cruciale per garantire che l'AI sia utilizzata in modo etico, equo e sicuro, e che i suoi benefici siano diffusi in modo ampio e nel rispetto della privacy.

## 1.6 La filosofia sull'AI

Nel film Prometheus del 2012 (Figura 1.4) l'androide chiamato, non a caso, David, è stato creato per la paura del suo creatore verso la morte. David prova disgusto per la razza umana in quanto estremamente fragile se paragonata alla sua perfezione. Quello che decide di fare è



cercare di eliminare una colonia di umani diretta verso un nuovo pianeta e sostituirla con una razza aliena biologicamente superiore, creata da lui.



**Figura 1.4:** Il personaggio di "David" del film "Prometheus" (2012)

La "vergogna prometeica" è un concetto coniato dal filosofo Günther Anders nella sua opera "l'uomo è antiquato" del 1956. La sua definizione è "la vergogna che si prova di fronte all'umiliante altezza di qualità degli oggetti fatti da noi stessi". L'uomo è spinto a creare degli oggetti per superare le sue limitate capacità, ma sono proprio queste a farlo sentire antiquato e fragile. Il vero pericolo dell'Intelligenza Artificiale non è che questa si elevi a divinità, ma che l'uomo perda fiducia in se stesso. In altre parole, la reale preoccupazione che dovremmo avere non è che questa ci superi in intelligenza, ma è l'involuzione delle capacità umane. La fragilità e la limitatezza che sentiamo se ci paragoniamo alle macchine ci spinge a demandare ogni cosa ad esse, fino a che l'uomo perderà fiducia nelle proprie capacità e finirà per diventare totalmente dipendente da esse. Dobbiamo scongiurare che l'Intelligenza Artificiale diventi il nostro Oracolo di Delfi, a cui ci rivolgiamo per ogni aspetto della nostra vita. La sfida sarà quindi cercare di usare questi strumenti come nostro alleato e non come nemico. I sistemi di Intelligenza Artificiale, infatti, dovrebbero essere usati per affiancare e facilitare il lavoro umano e quasi mai per sostituirlo totalmente.

*In questo capitolo verrà introdotto il cloud computing. Spiegheremo le principali caratteristiche e i vantaggi del cloud computing. Successivamente, analizzeremo il servizio Amazon Web Services che avremo modo di utilizzare nei capitoli successivi.*

## 2.1 Introduzione al cloud computing

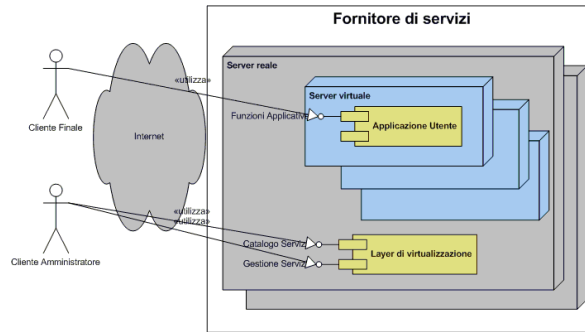
Il *cloud computing* consente un accesso on-demand, tramite Internet, a risorse di calcolo — applicazioni, server (fisici e virtuali), storage di dati, strumenti di sviluppo, funzionalità di rete e altro ancora — ospitate in un data center remoto gestito da un provider di servizi cloud. Le principali figure coinvolte in questo sistema sono:

- *il fornitore di servizi*: offre servizi, ad esempio server virtuali, archiviazione e applicazioni complete (per esempio basi di dati);
- *il cliente amministratore*: sceglie e configura i servizi offerti dal fornitore;
- *il cliente finale*: utilizza i servizi opportunamente configurati dal cliente amministratore.

L'architettura informatica del *cloud computing* (Figura 2.1) prevede uno o più server reali, fisicamente collocati presso il centro dati del fornitore del servizio. Il fornitore espone delle interfacce per elencare e gestire i propri servizi; il cliente amministratore utilizza tali interfacce per selezionare il servizio richiesto e per amministrarlo (configurazione, attivazione, disattivazione). Il cliente finale utilizza il servizio configurato dal cliente amministratore. Le caratteristiche fisiche dell'implementazione (server reale, localizzazione del centro dati) sono irrilevanti.

I principali tipi di servizi del cloud sono:

- *SaaS (Software as a Service)*: consiste nell'utilizzo di programmi installati su un server remoto, cioè fuori dal computer fisico. SaaS oggi rappresenta il modello di distribuzione principale per la maggior parte dei software commerciali.
- *PaaS (Platform as a Service)*: fornisce agli sviluppatori di software una piattaforma on-demand — hardware, stack software completo, infrastrutture e, persino, strumenti di sviluppo — per l'esecuzione, lo sviluppo e la gestione delle applicazioni senza il costo, la complessità e l'inflessibilità di gestire tale piattaforma on-premise.



**Figura 2.1:** Architettura del *cloud computing*

- *IaaS (Infrastructure as a Service)*: fornisce l'accesso on-demand alle risorse di calcolo fondamentali – server fisici e virtuali, rete e storage — su Internet su base pay-as-you-go.
- *Elaborazione serverless*: un modello di cloud computing che scarica tutte le attività di gestione dell'infrastruttura di backend – provisioning, scalabilità, pianificazione, applicazione di patch — sul provider del cloud, consentendo agli sviluppatori di concentrare il proprio tempo e le proprie energie sul codice e sulla logica di business specifici per le proprie applicazioni.

Un'altra importante distinzione è tra:

- *Cloud privato*: dedicato a un'unica organizzazione.
- *Cloud pubblico*: le risorse informatiche sono messe a disposizione di chiunque, il che significa che più organizzazioni condividono le stesse risorse fisiche.
- *Cloud ibrido*: un mix tra le due.

### 2.1.1 Vantaggi del *cloud computing*

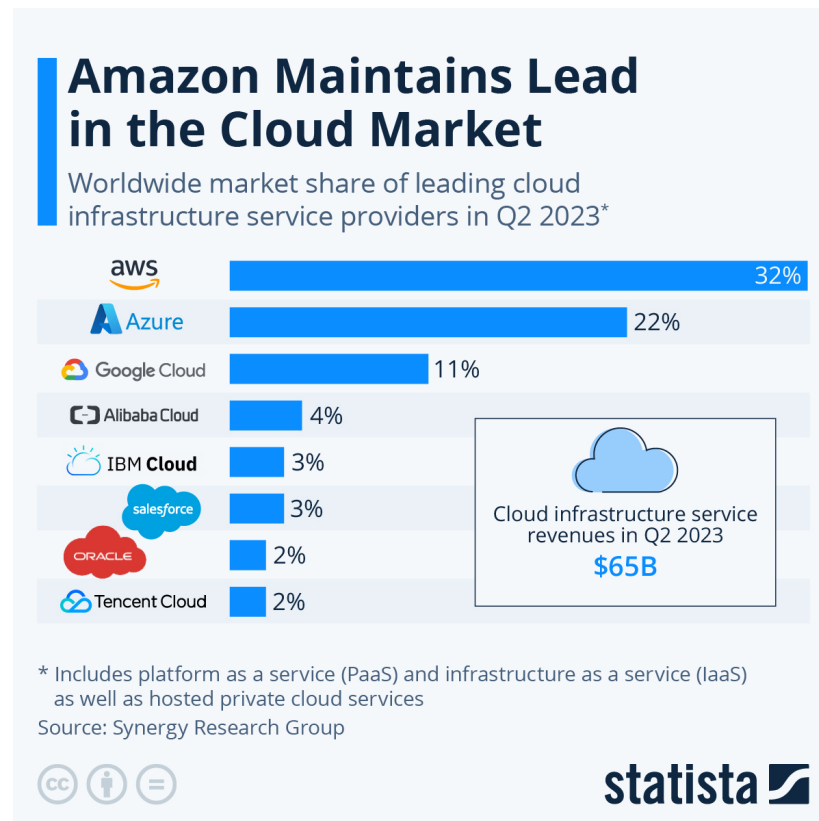
Nel seguito citiamo alcuni vantaggi dei servizi cloud.

- *Scalabilità*: il cloud computing permette alle aziende di scalare rapidamente le risorse in base alle esigenze del momento. Non è necessario allocare in anticipo una quantità maggiore di risorse infrastrutturali per la gestione dei picchi di richieste degli utenti. Questo si traduce in una maggiore efficienza operativa e in una riduzione dei costi.
- *Elasticità*: le risorse cloud possono essere rapidamente distribuite e configurate, consentendo alle aziende di rispondere in modo rapido alle mutevoli esigenze del mercato.
- *Costi ridotti*: le aziende possono risparmiare sui costi di infrastruttura, manutenzione e personale tecnico, in quanto i servizi cloud sono gestiti dai fornitori. Gli utenti possono pagare solo per l'uso effettivo delle risorse.
- *Accessibilità globale*: con il cloud, le risorse e le applicazioni sono accessibili ovunque e in qualsiasi momento, tramite Internet.
- *Backup e recupero dei dati*: i fornitori di servizi cloud spesso offrono soluzioni di backup e recupero dei dati, garantendo la sicurezza e l'integrità delle informazioni aziendali.
- *Innovazione accelerata*: il cloud computing permette alle aziende di concentrarsi maggiormente sull'innovazione, poiché la gestione dell'infrastruttura è trasferita al fornitore cloud.

- *Migliore collaborazione*: la natura condivisa e accessibile delle risorse cloud consente una migliore collaborazione tra team e individui, con la possibilità di lavorare contemporaneamente sugli stessi documenti o progetti.

## 2.2 Introduzione ad Amazon Web Service

AWS (Amazon Web Services) è una piattaforma di *cloud computing*, offerta da Amazon. Essa fornisce un'ampia gamma di servizi e strumenti per aiutare le aziende e gli individui a creare ed eseguire le proprie applicazioni e siti web, secondo un modello pay-as-you-go (si pagano solo le risorse utilizzate). AWS è considerata una delle piattaforme di *cloud computing* più popolari al mondo, insieme a Microsoft Azure e Google Cloud Platform (Figura 2.2).



**Figura 2.2:** Mercato del *cloud computing*

Infatti, a partire dai dati pubblicati nel quarto trimestre del 2018, AWS rappresenta per Amazon il 58% dei guadagni totali, essendo la sua più grande fonte di incassi.

Amazon Web Services (AWS) è stato lanciato nel marzo 2006, offrendo a sviluppatori e aziende l'accesso alla vasta suite di servizi web infrastrutturali di Amazon. Inizialmente, il servizio si è concentrato sull'offerta agli sviluppatori di soluzioni di storage semplici, scalabili ed economiche. Nel corso del tempo, AWS ha ampliato la propria offerta includendo un'ampia gamma di servizi, tra cui elaborazione, database, archiviazione, middleware, IoT, analisi, Machine Learning, mobile, strumenti per sviluppatori, RobOps, sicurezza e altro ancora. Questi servizi sono erogati tramite *server farm*. Ciò libera gli utenti dalla gestione, scalabilità e patch di hardware e sistemi operativi. Oggi AWS è la più grande piattaforma di cloud computing al mondo, con milioni di clienti, dalle startup alle grandi imprese, comprese grandi aziende come Netflix, Airbnb e Twitter. AWS ha continuato a innovare e a espandere la propria offerta, consolidando la propria posizione di leader nel settore del cloud computing.

## 2.3 I principali servizi di AWS

Di seguito, elenchiamo alcuni dei principali prodotti e servizi di AWS (sono oltre 200).

- *Servizi di elaborazione*, come *Amazon Elastic Compute Cloud (EC2)* e *AWS Lambda*, per noleggiare server virtuali ed eseguire codice senza dover gestire l'infrastruttura sottostante. *Amazon EC2* permette agli utenti di affittare macchine virtuali sulle quali eseguire le proprie applicazioni. È possibile scalare verticalmente o orizzontalmente, aumentando o diminuendo le risorse a seconda delle richieste di traffico e il carico di lavoro. *AWS Lambda* è una piattaforma di calcolo senza server (serverless), guidata dagli eventi (event driven). È un servizio di calcolo che esegue codice in risposta ad eventi e, automaticamente, gestisce le risorse richieste dal codice di programmazione. È possibile creare funzioni Lambda in diversi linguaggi di programmazione e attivarle in risposta a eventi specifici. Questo approccio riduce i costi operativi e semplifica la gestione delle risorse.
- *Servizi di storage*, come *Amazon Simple Storage Service (S3)* per storage di oggetti. Quest'ultimo è un servizio di archiviazione di oggetti scalabile e affidabile. S3 è ampiamente utilizzato per la conservazione di dati, il backup, il hosting di siti web statici e la distribuzione di contenuti multimediali.
- *Servizi di database*, come *Amazon Relational Database Service (RDS)*; questi semplificano la configurazione, l'utilizzo e la scalabilità dei database relazionali nel cloud.
- *Servizi di rete*, come *Amazon Virtual Private Cloud (VPC)*, che fornisce un'infrastruttura di rete sicura. Amazon VPC consente di avviare risorse di Amazon Web Services in una rete virtuale personalizzata, offrendo pieno controllo sull'ambiente di reti virtuali, inclusi il posizionamento della risorsa, la connettività e la sicurezza.
- *Servizi di sicurezza*, come *AWS Identity and Access Management (IAM)*, per gestire l'accesso alle risorse AWS.
- *Servizi di analisi*, come *Amazon Redshift* e *Amazon QuickSight*, per elaborare grandi quantità di dati.
- *Strumenti per sviluppatori*, come *AWS CodeStar* e *AWS Cloud9*, che semplificano lo sviluppo, la distribuzione e il debug delle applicazioni.
- *Servizi di Content Delivery Network (CDN)*, come *Amazon CloudFront*. Quest'ultimo, consente di distribuire contenuti e dati in modo rapido e sicuro a livello globale.

## 2.4 Confronto tra AWS e gli altri cloud provider

I principali cloud provider oltre AWS sono Microsoft Azure e Google Cloud Platform (GCP). I servizi che offrono sono simili.

Azure offre una gamma di servizi simile ad AWS, ma con un focus particolare sull'integrazione con il sistema operativo Windows e l'ecosistema Microsoft.

Google Cloud, invece, è noto per le sue soluzioni avanzate di Machine Learning e analisi dei dati, oltre a offrire servizi cloud di base, come AWS e Azure.

A livello di dimensioni e presenza globale, il primato è di AWS, seguito da Azure e GCP. Tutti e tre i provider offrono modelli di pricing pay-as-you-go, si impegnano a garantire un alto livello di sicurezza e hanno una vasta comunità di sviluppatori a supporto. Microsoft Azure ha un vantaggio in termini di integrazione con i prodotti Microsoft, come Office 365 e

Active Directory. AWS e GCP hanno una maggiore adattabilità a diverse soluzioni e stack tecnologici.

*In questo capitolo verrà introdotto il concetto di Image Recognition, ovvero la capacità dei software di identificare oggetti, persone e molto altro all'interno di immagini digitali. Analizzeremo come funziona e le sue principali applicazioni. Inoltre, esploreremo questa tecnologia grazie al servizio Amazon Rekognition fornito da AWS.*

## 3.1 Introduzione all'Image Recognition

### 3.1.1 Che cos'è l'Image Recognition

L'Image Recognition è una branca della *Computer Vision*. Possiamo definire quest'ultima come l'insieme dei processi che mirano a creare un modello approssimato del mondo reale (3D) partendo da immagini bidimensionali (2D). Lo scopo principale della Computer Vision è quello di riprodurre la vista umana. In particolare, la Image Recognition si occupa di analizzare le immagini per estrarne dati che saranno poi elaborati. Si trasforma, così, un qualcosa di visivo, come una foto, in numeri, dati e informazioni che possono essere utilizzate.

### 3.1.2 Come funziona l'Image Recognition

L'Image Recognition si basa sulle Reti Neurali, le quali utilizzano algoritmi stratificati e affiancati, dove i risultati di uno influenzano gli esiti dei suoi vicini. Un po' come succede nel cervello umano. Il processo dell'Image Recognition non è molto diverso, in definitiva, da un modello di machine learning. Questi modelli apprendono dalle immagini di addestramento, che sono dataset contenenti immagini etichettate con le corrispondenti categorie degli oggetti. Durante l'addestramento, il modello impara a rilevare i pattern e le caratteristiche distintive che contraddistinguono ciascuna categoria. Una volta addestrato, il modello può essere utilizzato per riconoscere nuove immagini.

Esistono tanti metodi per effettuare l'Image Recognition, tra cui, come già menzionato, le tecniche di Machine Learning, ma anche di Deep Learning. La tecnica da usare dipende dall'applicazione ma, in generale, più il problema è complesso e più si propende a fare uso delle tecniche di Deep Learning. Un approccio all'Image Recognition basato sul Deep Learning può prevedere l'uso di una rete neurale convoluzionale per apprendere automaticamente delle feature rilevanti dalle immagini campione e individuare automaticamente tali feature nelle nuove immagini. In linea generale, la differenza tra i due metodi è che: il Machine Learning

prevede la scelta manuale delle feature, mentre il Deep Learning prevede l'apprendimento automatico.

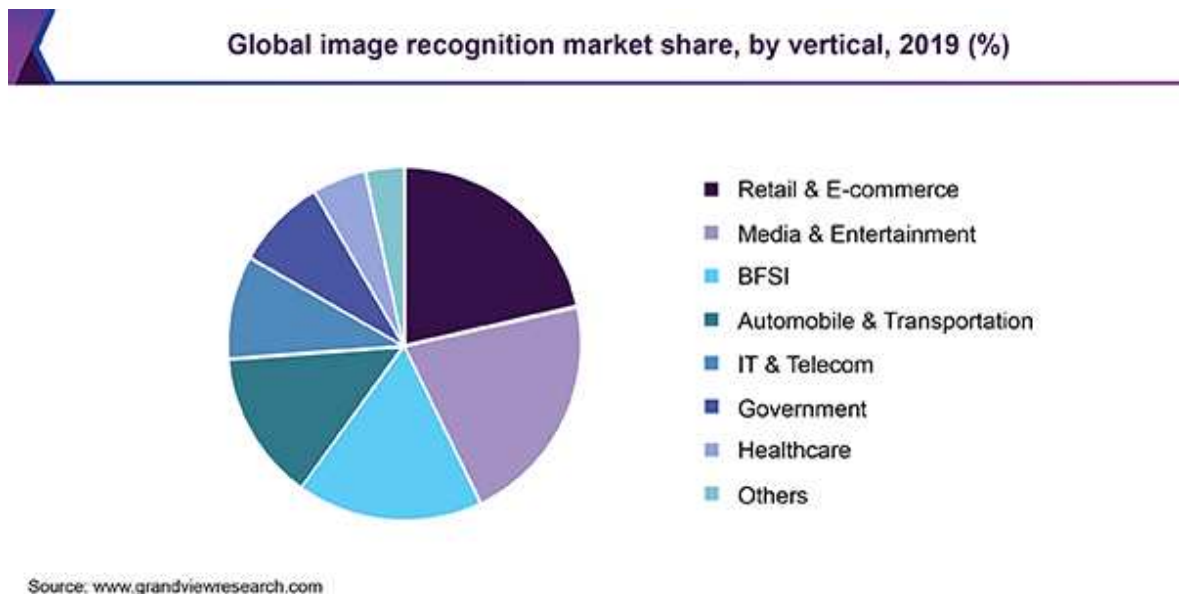
Oltre al Deep Learning e al Machine Learning, molti metodi classici di elaborazione delle immagini sono estremamente efficaci per effettuare l'Image Recognition in alcune applicazioni. Di seguito elenchiamo alcune di queste tecniche:

- *Image Recognition basato sui colori*: spesso i colori rappresentano un ottimo modo per individuare feature per l'Image Recognition. Feature quali tonalità, saturazione e valore (HSV) o rosso, verde e blu (RGB) possono offrire informazioni su un'immagine.
- *Confronto di modelli*: questa tecnica usa una piccola immagine, o un modello, per trovare regioni corrispondenti in un'immagine più grande.
- *Segmentazione di immagini e analisi Blob*: in questo caso vengono utilizzate delle proprietà semplici degli oggetti, quali la dimensione, il colore o la forma.

Spesso l'Image Recognition è usato insieme al rilevamento degli oggetti. Con l'Image Recognition si individua l'oggetto o la scena presente in un'immagine; con il rilevamento oggetti, invece, si trovano le istanze e le posizioni di tali oggetti nelle immagini.

### 3.1.3 Applicazioni dell'Image Recognition

Di seguito riportiamo alcune delle applicazioni dell'Image Recognition (Figura 3.1).



**Figura 3.1:** Mercato dell'Image Recognition

- *Medicina*: l'Image Recognition aiuta i medici a diagnosticare malattie e condizioni attraverso l'analisi di immagini diagnostiche, come radiografie, risonanze magnetiche e scansioni TC.
- *Automazione Industriale*: l'Image Recognition viene utilizzato per controllare la qualità dei prodotti e garantire che gli oggetti siano fabbricati correttamente. Questo è particolarmente utile in catene di produzione ad alta velocità, dove il controllo umano potrebbe essere inefficiente o impossibile.



- *Sicurezza e Sorveglianza*: i sistemi di sicurezza e sorveglianza utilizzano l'Image Recognition per identificare volti, riconoscere oggetti sospetti e monitorare l'attività in tempo reale. Ciò contribuisce a migliorare la sicurezza in ambienti come aeroporti, stazioni ferroviarie e aree pubbliche affollate.
- *Veicoli Autonomi*: l'Image Recognition permette alle macchine di percepire l'ambiente circostante, riconoscere segnali stradali, pedoni e altri veicoli.
- *Marketing*: l'Image Recognition permette di capire facilmente qual'è il target medio di un'azienda, in modo da indirizzare le proprie campagne di marketing.
- *Social Media*: le AI possono analizzare e interpretare le foto che gli utenti caricano nei social media, identificando volti, oggetti e, persino, emozioni. Le aziende possono utilizzare questa tecnologia per analizzare il comportamento dei clienti, identificare le tendenze e adattare di conseguenza le proprie strategie di marketing.

## 3.2 Amazon Rekognition

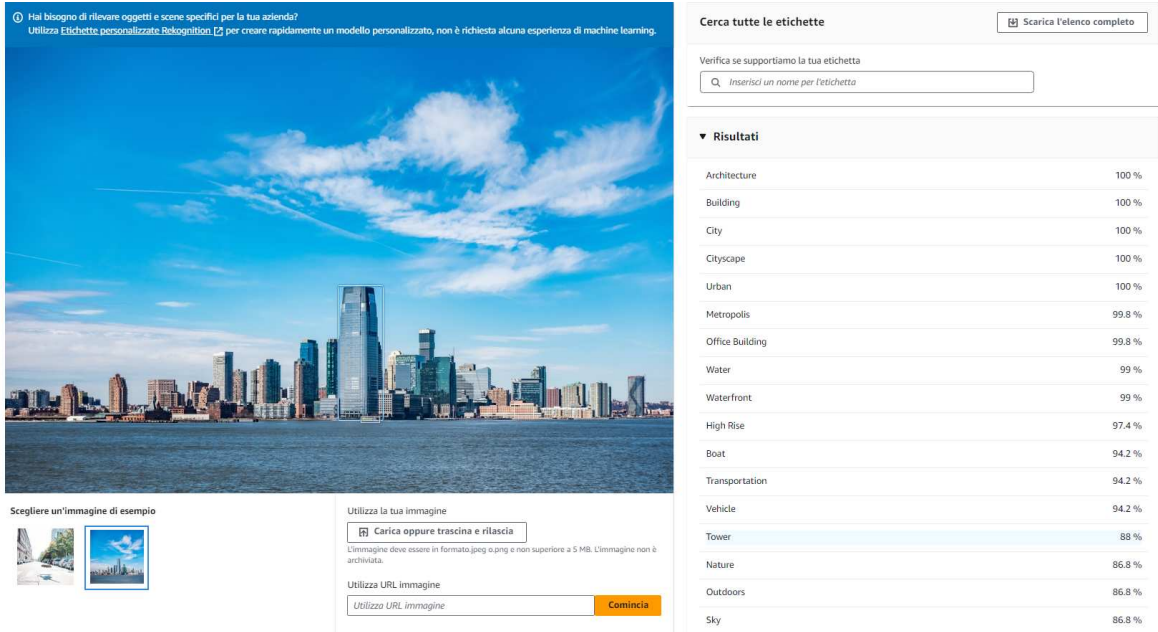
### 3.2.1 Che cos'è Amazon Rekognition

Amazon Rekognition è un Software-as-a-Service offerto da Amazon Web Services (AWS) dal 2016. Amazon Rekognition fornisce funzionalità di Computer Vision (CV) pre-addestrate e personalizzabili per estrarre informazioni dettagliate da immagini e video. A ciascuna di queste informazioni viene associato un livello di attendibilità che va da 0 a 100. Amazon Rekognition utilizza tecniche di deep learning facilmente scalabili, consolidate e che non richiedono specifiche competenze di machine learning. Il sistema di autoapprendimento riconosce oggetti, persone, testi e situazioni in base a caratteristiche specifiche. Questo può essere utilizzato per analizzare foto o video. I vari servizi forniti da Amazon Rekognition possono essere integrati facilmente in applicazioni, piattaforme web e altri servizi utilizzando le API fornite da AWS.

### 3.2.2 Funzionalità di Amazon Rekognition

Di seguito elenchiamo le principali funzionalità fornite da Amazon Rekognition.

- *Utilizza etichette personalizzate*; Amazon Rekognition consente di addestrare modelli di machine learning per il riconoscimento di oggetti e scene specifiche nelle immagini.
- *Rilevamento delle etichette*; Amazon Rekognition può restituire il riquadro di delimitazione per etichette di oggetti comuni, come auto, mobili, abbigliamento o animali domestici. Un'etichetta è un oggetto o un concetto (incluse scene e azioni) che si trova in un'immagine o in un video in base al suo contenuto. Non vengono restituite le etichette di oggetti meno comuni. Oltre a identificare oggetti e scene, Amazon Rekognition estrae anche informazioni dettagliate su di essi. Questo può includere il numero di oggetti rilevati, le relative posizioni all'interno dell'immagine e ulteriori dettagli (Figura 3.2).
- *Moderazione delle immagini*; Amazon Rekognition consente di rilevare contenuti inappropriati, offensivi o non conformi alle linee guida delle piattaforme online. Il servizio è in grado di rilevare immagini, video o testi contenenti contenuti espliciti, sessuali o violenti, consentendo alle piattaforme di adottare un approccio personalizzato alla moderazione. I social media e, in generale, i siti in cui è consentita la condivisione di immagini e video, possono usufruire di questo servizio per filtrare automaticamente contenuti non adatti.



Hai bisogno di rilevare oggetti e scene specifici per la tua azienda? Utilizza Etichette personalizzate Rekognition per creare rapidamente un modello personalizzato, non è richiesta alcuna esperienza di machine learning.

Cerca tutte le etichette [Scarica l'elenco completo](#)

Verifica se supportiamo la tua etichetta

▼ Risultati

Architecture	100 %
Building	100 %
City	100 %
Cityscape	100 %
Urban	100 %
Metropolis	99.8 %
Office Building	99.8 %
Water	99 %
Waterfront	99 %
High Rise	97.4 %
Boat	94.2 %
Transportation	94.2 %
Vehicle	94.2 %
Tower	88 %
Nature	86.8 %
Outdoors	86.8 %
Sky	86.8 %

Scegliere un'immagine di esempio

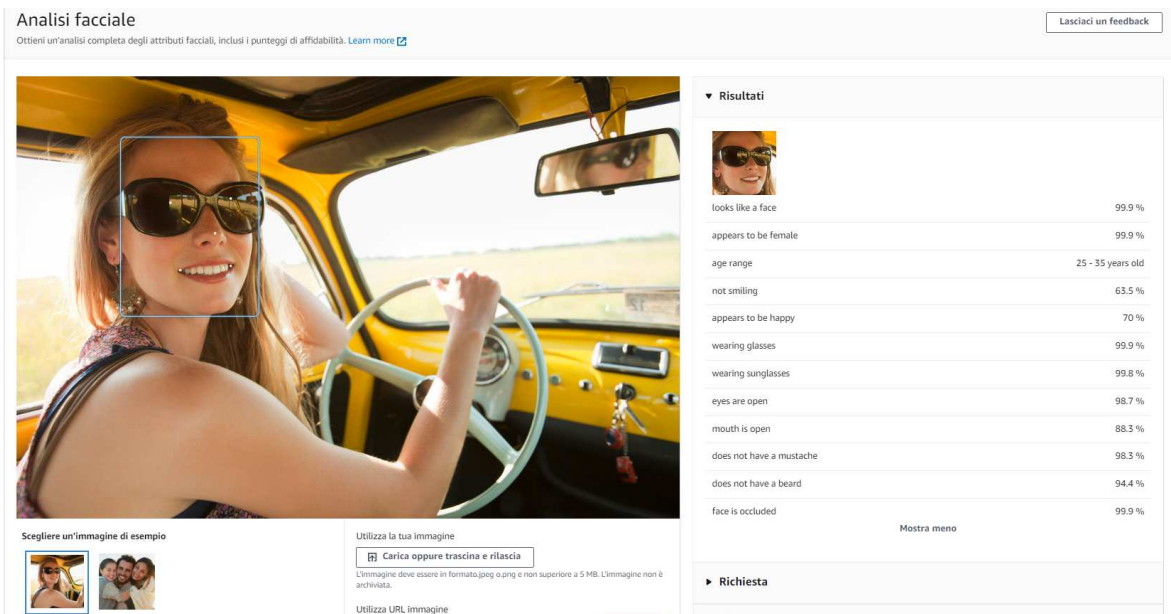
Utilizza la tua immagine

L'immagine deve essere in formato jpeg o png e non superiore a 5 MB. L'immagine non è archiviata.

Utilizza URL immagine

Figura 3.2: Rilevamento delle etichette

- *Analisi facciale*; Amazon Rekognition consente di individuare volti in immagini e video. Il servizio può riconoscere diverse espressioni facciali (ad esempio, felicità, tristezza, neutralità, sorpresa, rabbia, etc), genere, età, sorriso, occhiali, barba, etc. (Figura 3.3). Le aziende utilizzano l'analisi facciale per comprendere le reazioni dei clienti a prodotti e pubblicità, adattando le strategie di marketing in base alle risposte emotive rilevate.



Analisi facciale [Lasciati un feedback](#)

Ottieni un'analisi completa degli attributi facciali, inclusi i punteggi di affidabilità. [Learn more](#)

Scegliere un'immagine di esempio

Utilizza la tua immagine

L'immagine deve essere in formato jpeg o png e non superiore a 5 MB. L'immagine non è archiviata.

Utilizza URL immagine

▼ Risultati

looks like a face	99.9 %
appears to be female	99.9 %
age range	25 - 35 years old
not smiling	63.5 %
appears to be happy	70 %
wearing glasses	99.9 %
wearing sunglasses	99.8 %
eyes are open	98.7 %
mouth is open	88.3 %
does not have a mustache	98.3 %
does not have a beard	94.4 %
face is occluded	99.9 %

Mostra meno

► Richiesta

Figura 3.3: Analisi facciale

- *Confronto facciale*; Amazon Rekognition consente di determinare la somiglianza di un volto con un'altra immagine (Figura 3.4). Un'applicazione molto comune è lo sblocco del telefono tramite il volto, noto anche come "Face ID" o, in generale, il riconoscimento biometrico. Inoltre, è in grado di riconoscere la stessa persona ad anni di distanza.

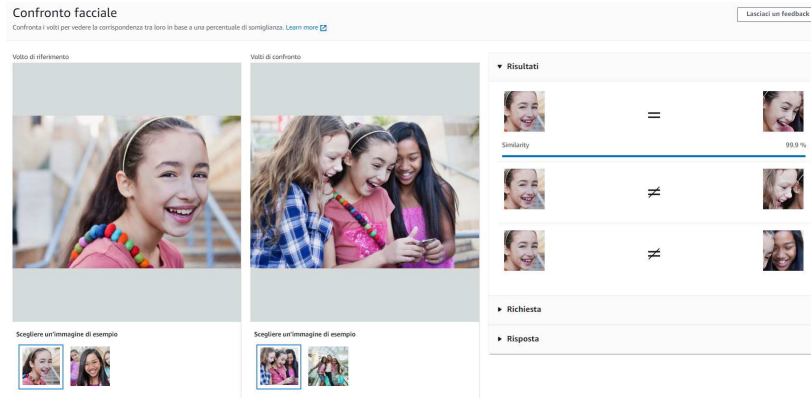


Figura 3.4: Confronto facciale

- *Riconoscimento di volti celebri*; Amazon Rekognition consente di riconoscere facilmente decine di migliaia di personalità famose in immagini e video.
- *Testo nell'immagine*; Amazon Rekognition consente di individuare ed estrarre il testo presente all'interno delle immagini. Il servizio è in grado di riconoscere diverse scritture, tra cui caratteri latini, giapponesi, cinesi e altro ancora. Questa tecnologia può essere utilizzata per migliorare l'accessibilità a persone non vedenti e per applicazioni di traduzione automatica.
- *Rilevamento dei PPE*; Amazon Rekognition consente di individuare dispositivi di protezione come caschi, giubbotti riflettenti e occhiali di sicurezza indossati da persone nelle immagini. Il servizio aiuta a garantire che le persone rispettino le norme di sicurezza e utilizzino i dispositivi appropriati nei contesti appropriati.
- *Analisi dei video archiviati*; Amazon Rekognition consente di riconoscere volti, identificare persone specifiche, estrarre il testo, individuare oggetti, veicoli e altri elementi, riconoscere azioni e attività umane all'interno delle sequenze, contribuendo a interpretare il contesto etc. (Figura 3.5).

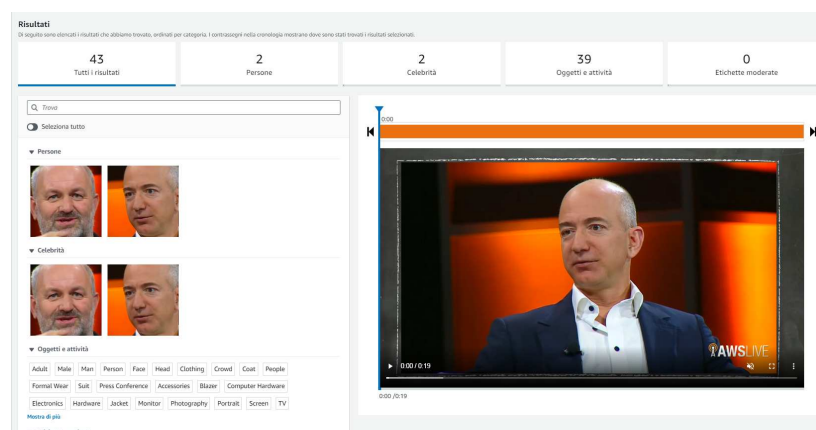


Figura 3.5: Analisi dei video

- *Eventi video in streaming*; Amazon Rekognition consente di identificare e rilevare eventi significativi all'interno dei video.

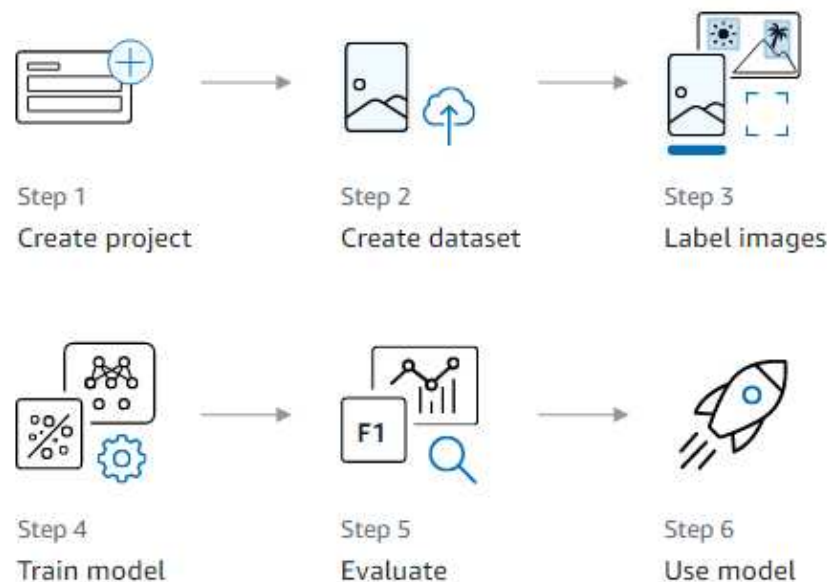
### 3.3 Esperienza sul riconoscimento delle immagini tramite Custom Labels

Amazon Rekognition Custom Labels è un servizio offerto da Amazon Web Services (AWS) che consente di creare e addestrare modelli di riconoscimento delle immagini personalizzati, specifici per le esigenze dell'utente, senza richiedere competenze avanzate di Machine Learning. Questo servizio è utile per una varietà di applicazioni che richiedono il riconoscimento di oggetti, scene o concetti specifici all'interno delle immagini.

A differenza delle soluzioni di riconoscimento standard, che si concentrano su categorie predefinite come persone, oggetti comuni o animali, Amazon Rekognition Custom Labels consente agli utenti di definire le proprie categorie di interesse, consentendo un riconoscimento più preciso e specializzato.

Il vantaggio di usare Custom Labels risiede nel fatto che lo sviluppo di un modello su misura per l'analisi delle immagini richiede grandi competenze e risorse, e spesso il completamento richiede molti mesi. Inoltre, il più delle volte, sono necessarie migliaia o decine di migliaia di immagini di prodotti etichettati a mano affinché il modello disponga di una quantità di dati sufficiente per prendere decisioni in modo accurato. Con Custom Labels non bisogna caricare migliaia di immagini, ma soltanto una piccola quantità di immagini di addestramento specifiche per il caso d'uso. Inoltre, non serve alcuna competenza nel machine learning per creare un modello. Rekognition Custom Labels carica e ispeziona automaticamente i dati, seleziona gli algoritmi di machine learning corretti, addestra un modello e fornisce i parametri prestazionali di quest'ultimo.

I passi per creare e utilizzare questo servizio sono riportati nella Figura 3.6.



**Figura 3.6:** Come funziona Amazon Rekognition Custom Labels

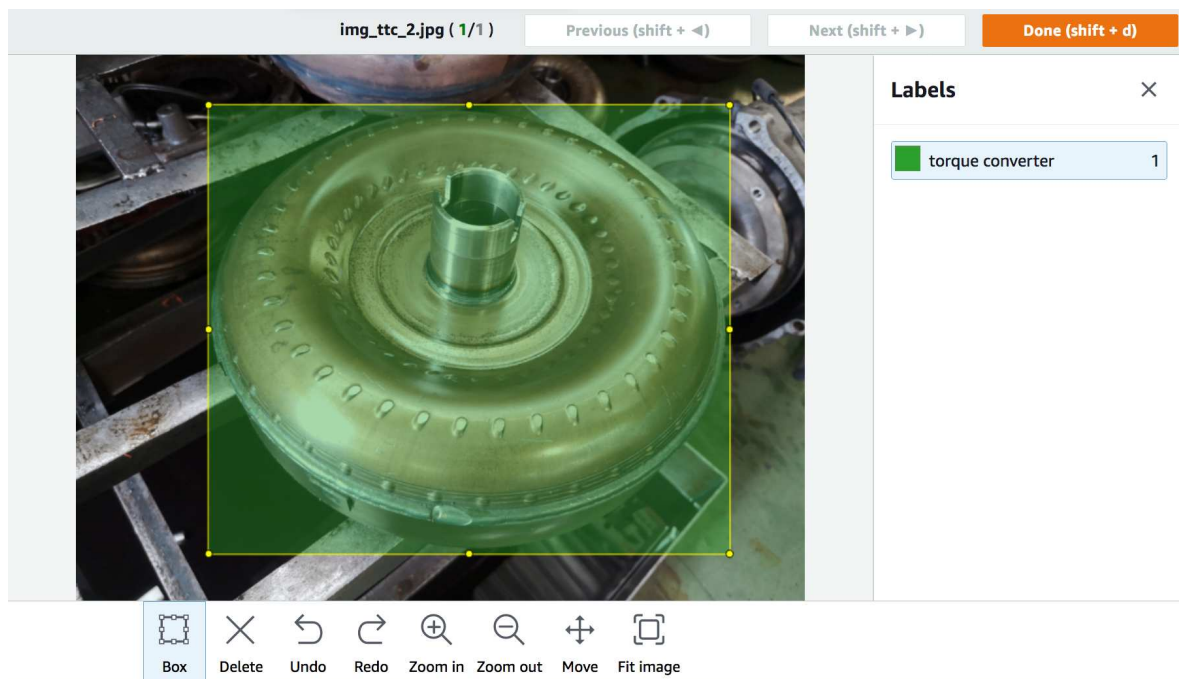
Dopo aver creato il progetto, il primo passo è quello di creare un dataset, ovvero una collezione di immagini contenenti l'oggetto da analizzare. L'obiettivo è fornire al modello una grande quantità di immagini che serviranno per l'addestramento. Ovviamente, maggiore è la dimensione del dataset e maggiore sarà la precisione del modello. Nel nostro caso, il dataset contiene foto di cani divise per razza. Lo scopo è di addestrare il modello a riconoscere la

razza a cui appartiene un cane, in base all'immagine che forniamo come input. Per stabilire la precisione con cui il modello restituisce i risultati, abbiamo usato l'80% del dataset per l'addestramento e il restante 20% per la fase di testing (come mostrato nella Figura 3.7).

Dettagli del progetto		
Nome progetto classify_dogs	Creato July 13, 2023 at 13:33:27 (UTC+02:00)	Set di dati 120 etichette di addestramento, 16418 immagini di addestramento, 120 etichette di test, 4162 immagini di test

**Figura 3.7:** Dataset Custom Labels

Poichè le immagini del dataset sono già divise per tipologia di razza canina, le etichette sono assegnate automaticamente da Amazon Rekognition. In caso contrario, l'etichettatura può essere fatta a mano (Figura 3.8). Se l'immagine contiene un solo oggetto, allora possiamo applicare l'etichetta alla foto selezionata. Altrimenti, possiamo selezionare l'oggetto che ci interessa nell'immagine tramite un rettangolo e applicare l'etichetta a quest'ultimo. Se la quantità di immagini è molto grande, Amazon SageMaker Ground Truth consente di etichettare in modo efficiente le immagini in scala.



**Figura 3.8:** Label images

A questo punto, il modello è pronto per l'addestramento. Durante questa fase, il servizio utilizza le immagini etichettate per imparare a riconoscere le categorie specificate. Esso utilizza tecniche di deep learning per estrarre automaticamente le caratteristiche rilevanti dalle immagini.

Dopo aver completato l'addestramento, possiamo vedere i risultati (Figura 3.9).

Uno dei parametri più significativi per la valutazione del modello è l'F1 score. Questo parametro dà un'idea su quale sia la precisione del modello, cioè la probabilità che ritorni un risultato corretto. F1 score è ottenuto come media armonica dei parametri Average precision e Average recall. Questi ultimi indicano, rispettivamente, la frazione di previsioni corrette (veri

Prestazioni per etichetta (120)						
Label name	F1 score	Test images	Precision	Recall	Assumed threshold	
n02085620-Chihuahua	0.818	31	0.771	0.871	0.146	
n02085782-Japanese_spaniel	0.917	37	0.945	0.892	0.810	
n02085936-Maltese_dog	0.876	51	0.852	0.902	0.429	
n02086079-Pekinese	0.897	30	0.929	0.867	0.309	
n02086240-Shih-Tzu	0.789	43	0.909	0.698	0.664	
n02086646-Blenheim_spaniel	0.927	38	0.864	1.000	0.140	
n02086910-papillon	0.974	40	1.000	0.950	0.639	
n02087046-toy_terrier	0.806	35	0.926	0.714	0.458	

Figura 3.9: Risultati del modello

positivi) su tutte le previsioni del modello (veri e falsi positivi) e la frazione delle etichette del dataset di test che sono state predette correttamente. Questi parametri sono riportati nella Figura 3.10.

Evaluation results			View test results
F1 score <small>Info</small> 0.870	Average precision <small>Info</small> 0.878	Overall recall <small>Info</small> 0.872	
Date completed July 14, 2023 Trained in 20.593 hours	Training dataset 120 labels, 16,418 images	Testing dataset 120 labels, 4,162 images	

Figura 3.10: Valutazione del modello

Andando nella sezione "View test results", possiamo vedere i risultati prodotti dal modello con le immagini che abbiamo usato per il test (Figura 3.11). Nei risultati è indicato se la previsione fatta dal modello si è rivelata corretta e qual'è l'attendibilità. Se quest'ultima è alta, vuol dire che il livello di confidenza della risposta è alto. È, inoltre, possibile filtrare i falsi positivi e i falsi negativi (Figura 3.12).

**Valuta immagine** ✕

Esamina i risultati del test del modello addestrato per le singole immagini. Sotto ogni immagine sono riportate informazioni sull'etichetta prevista dal modello rispetto all'etichetta assegnata all'immagine nel set di dati di test, registrate per tipo di risultato. Puoi anche filtrare in base all'etichetta e al tipo di risultato.

**Filtra per etichetta**

Scegli la etichetta

Scegli la etichetta per filtrare le immagini

Scegliere un'etichetta

True positive


False positive

False negative

**Immagini (4162)** view

Cerca immagini per nome file


n02085620\_1152.jpg



Etichetta: n02085620-Chihuahua  
True positive

Attendibilità: 99.3%


n02085620\_1235.jpg



Etichetta: n02085620-Chihuahua  
True positive

Attendibilità: 87.6%


n02085620\_1271.jpg



Etichetta: n02085620-Chihuahua  
True positive

Attendibilità: 99.4%

n02085620\_12718.jpg



Etichetta: n02085620-Chihuahua  
True positive

Attendibilità: 99.9%

Figura 3.11: Test results

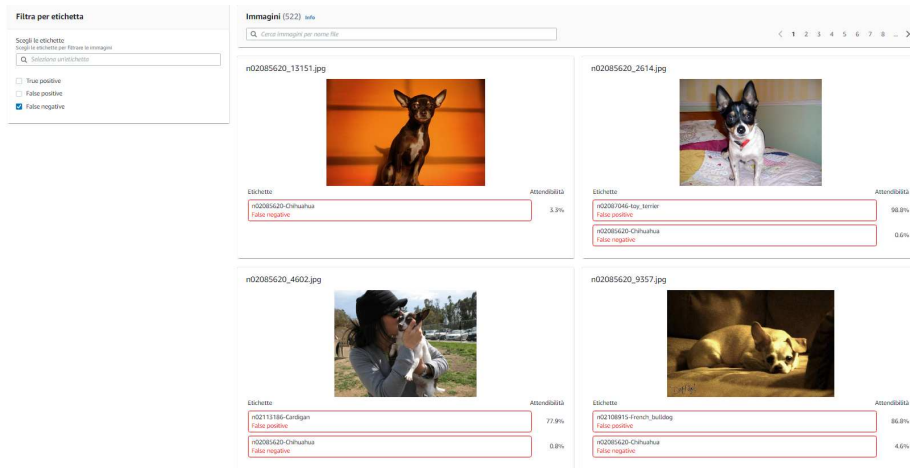


Figura 3.12: Test results

*In questo capitolo analizzeremo il concetto di Sentiment Analysis definendo cos'è, come funziona e quali sono le principali applicazioni. Infine, introdurremo il servizio Amazon Comprehend di AWS, che utilizzeremo per testare le potenzialità della Sentiment Analysis.*

## **4.1 Introduzione al Sentiment Analysis**

### **4.1.1 Che cos'è la Sentiment Analysis**

La Sentiment Analysis, nota anche come Opinion Mining, è una tecnica di elaborazione del linguaggio naturale (NLP) che viene utilizzata per analizzare del testo digitale per valutare le emozioni, le opinioni e le valutazioni. L'obiettivo della Sentiment Analysis è addestrare il software informatico affinché comprenda il testo in modi simili agli umani.

Oggi, le aziende dispongono di grandi volumi di dati di testo, come e-mail, trascrizioni di chat dell'assistenza clienti, commenti sui social media e recensioni. Gli strumenti di analisi del sentiment possono scansionare questi testi per determinare automaticamente l'atteggiamento dell'autore nei confronti di un argomento. L'ascesa dei social media, come blog e social network, ha alimentato l'interesse per la Sentiment Analysis. Con la proliferazione di recensioni, valutazioni, raccomandazioni e altre forme di espressione online, l'opinione online si è trasformata in una sorta di valuta virtuale per le aziende che desiderano commercializzare i propri prodotti, identificare nuove opportunità e gestire la propria reputazione. Le aziende utilizzano le informazioni ricavate dall'analisi per consentire alle organizzazioni di prendere decisioni informate, migliorare i prodotti o i servizi, gestire la reputazione online e comprendere meglio le opinioni e le emozioni delle persone.

Di seguito elenchiamo alcuni dei vantaggi della Sentiment Analysis.

- *Oggettività*; la Sentiment Analysis evita i pregiudizi personali associati ai revisori umani.
- *Miglioramento di prodotti e servizi*; la Sentiment Analysis consente di monitorare e comprendere i feedback degli utenti per migliorare la qualità dei prodotti e dei servizi offerti.
- *Analisi su larga scala*; la Sentiment Analysis aiuta le aziende a elaborare enormi quantità di dati non strutturati in modo efficiente ed economicamente vantaggioso.



- *Risultati in tempo reale*; la Sentiment Analysis permette di apprendere in tempo reale cosa pensano i clienti del marchio, dei prodotti e dei servizi dell'azienda e di intraprendere azioni immediate in base ai risultati.

Di seguito elenchiamo alcune delle principali sfide della Sentiment Analysis.

- *L'ambiguità del linguaggio*; spesso può risultare difficile per gli algoritmi comprendere il contesto e le sfumature di significato.
- *Sarcasmo*; gli algoritmi potrebbero interpretare male alcune frasi che contengono parole positive, ma che sono usate con sarcasmo.
- *La multipolarità*; con questo termine si intendono le frasi che contengono più di un sentimento. In questo caso sarebbe più efficace estrarre ogni entità e le relative emozioni per avere un'analisi più approfondita.

#### 4.1.2 Come funziona la Sentiment Analysis

La prima fase è, in realtà, una fase di pre-elaborazione. Durante questa fase, attraverso il processo di tokenizzazione, ogni frase viene divisa in diversi elementi, o token. Successivamente, la lemmatizzazione converte le parole nella loro radice. Infine, la rimozione delle stop word filtra le parole che non aggiungono un valore significativo alla frase.

Le tecnologie NLP analizzano ulteriormente le parole chiave estratte e assegnano ad esse un punteggio relativo al sentiment. Tale punteggio è una scala di misurazione che indica l'elemento emotivo nel sistema di analisi del sentiment e fornisce una percezione relativa dell'emozione espressa nel testo a fini analitici. Ad esempio, quando analizzano le recensioni dei clienti, i ricercatori utilizzano il punteggio di 10 per rappresentare la soddisfazione e di 0 per la delusione.

Di seguito elenchiamo gli approcci principali utilizzati dal software di analisi del sentiment. Tali approcci sono i seguenti:

- *Basato su regole*; l'approccio basato su regole identifica, classifica e assegna un punteggio a parole chiave specifiche in base a lessici predeterminati. I lessici sono raccolte di parole che rappresentano l'intento, l'emozione e l'umore dello scrittore. Gli esperti di marketing assegnano punteggi di sentiment a lessici positivi e negativi per riflettere il peso emotivo delle diverse espressioni. Per determinare se una frase è positiva, negativa o neutra, il software esegue la scansione delle parole elencate nel lessico e riassume il punteggio del sentiment. Il punteggio finale viene poi confrontato con i limiti del sentiment per determinare la rilevanza emotiva complessiva. Un sistema di analisi del sentiment basato su regole è semplice da impostare, ma è difficile da scalare. Ad esempio, è necessario espandere continuamente i lessici quando si scoprono nuove parole chiave. Inoltre, questo approccio può non essere accurato quando si elaborano frasi influenzate da culture diverse.
- *Esperienza*; questo approccio utilizza tecniche di Machine Learning (ML) e algoritmi di classificazione del sentiment, come le reti neurali e il Deep Learning, per insegnare al software informatico a identificare il sentiment emotivo dal testo. Questo processo comporta la creazione di un modello di analisi del sentiment e l'addestramento ripetuto su dati noti per permettere al software stesso di riconoscere il sentiment in dati sconosciuti con elevata precisione. L'analisi del sentiment con ML è vantaggiosa perché elabora accuratamente un'ampia gamma di informazioni di testo. Finché il software viene addestrato con un numero sufficiente di esempi, l'analisi del sentiment con il ML

può prevedere con precisione il tono emotivo dei messaggi. Tuttavia, un modello di ML addestrato è specifico per un'area di business in particolare.

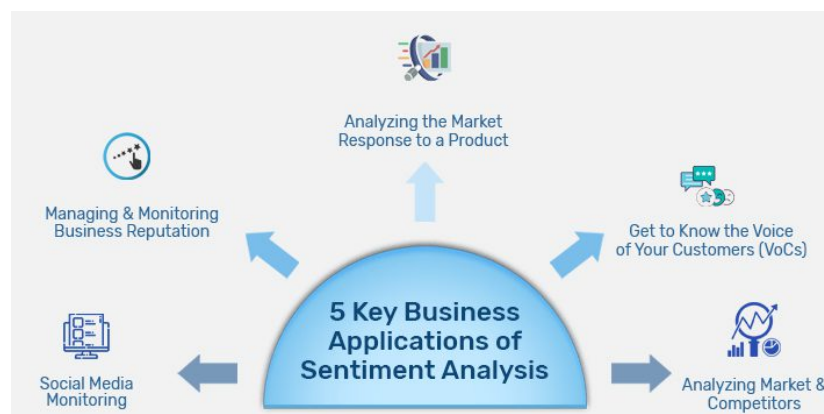
- *Ibrido*; l'analisi ibrida del sentiment funziona combinando sistemi basati su regole e ML. Utilizza le funzionalità di entrambi i metodi per ottimizzare la velocità e la precisione nella derivazione dell'intento contestuale nel testo. Tuttavia, sono necessari tempo e sforzi tecnici per combinare i due diversi sistemi.

La Sentiment Analysis può essere suddivisa in diversi tipi in base all'obiettivo e al metodo utilizzato. Di seguito elenchiamo alcuni dei principali tipi di Sentiment Analysis.

- *Rilevamento delle emozioni*; questa tipologia è molto complessa perchè non si limita a classificare il testo come "positivo", "negativo" o "neutro", ma cerca di identificare specifiche emozioni umane, come la gioia, la rabbia, la tristezza, la paura, l'entusiasmo e molte altre.
- *Basata sugli aspetti*; questa tipologia si concentra sulla valutazione dei sentimenti in relazione a determinati aspetti. In questo caso, l'analisi non si limita a capire l'opinione generale dell'utente, ma i sentimenti relativi a determinati aspetti. Con questo approccio, le aziende possono capire, ad esempio, cosa del loro prodotto è stato apprezzato e cosa no, ottenere una visione più approfondita delle opinioni degli utenti e prendere decisioni più informate per migliorare i loro prodotti o servizi.
- *Basata sugli intenti*; la Sentiment Analysis basata sugli intenti cerca di comprendere non solo ciò che viene detto, ma anche il motivo per cui viene detto e le implicazioni che ciò ha in un contesto specifico.
- *Punteggio granulare*; la Sentiment Analysis granulare consente di classificare il testo in diverse categorie di sentimenti, ad esempio "molto positivo", "positivo", "neutro", "negativo" o "molto negativo".
- *Temporale*; questo tipo di analisi tiene traccia delle variazioni del sentimento nel tempo per capire come cambiano le opinioni degli utenti nel corso del tempo in risposta a un nuovo prodotto o evento.

### 4.1.3 Applicazioni della Sentiment Analysis

Di seguito elenchiamo alcune delle applicazioni della Sentiment Analysis (Figura 4.1).



**Figura 4.1:** Alcune applicazioni della sentiment analysis

- *Monitoraggio del marchio*; le organizzazioni monitorano costantemente cosa viene detto sul loro marchio quando viene menzionato su social media, forum, blog, articoli di giornale e in altri spazi digitali. Possono identificare i sentimenti positivi o negativi dei clienti e rispondere, di conseguenza, per migliorare la soddisfazione del cliente.
- *Monitoraggio delle performance delle campagne*; gli esperti di marketing utilizzano strumenti di Sentiment Analysis per garantire che la loro campagna pubblicitaria generi la risposta prevista; in caso contrario, possono cambiarla sulla base delle analisi dei dati in tempo reale.
- *Miglioramento del servizio clienti*; i team di assistenza clienti utilizzano strumenti di Sentiment Analysis per personalizzare le risposte in base allo stato d'animo della conversazione.
- *Raccomandazioni personalizzate*; la Sentiment Analysis consente di creare profili utente che tengono conto delle preferenze emotive. Un sistema di raccomandazione utilizza questi profili per suggerire contenuti o prodotti che corrispondono alle preferenze emotive di ciascun utente. Il sistema di raccomandazione continua a raccogliere dati sugli utenti e il loro comportamento, tenendo conto delle risposte alle raccomandazioni. Questo feedback continuo aiuta a migliorare ulteriormente la precisione delle raccomandazioni nel tempo. Le piattaforme di streaming video, musica ed e-commerce utilizzano l'analisi del sentiment per raccomandare contenuti personalizzati agli utenti.
- *Sicurezza Online*; la Sentiment Analysis può essere utilizzata per rilevare comportamenti minacciosi o discorsi di odio online, contribuendo a migliorare la sicurezza online.
- *Ricerca di mercato*; la Sentiment Analysis aiuta le aziende a migliorare la propria offerta di prodotti capendo cosa funziona e cosa no, identificare i trend emergenti e le tendenze di mercato, monitorare le opinioni dei clienti sulla concorrenza. Ciò permette alle aziende di comprendere come si posizionano rispetto ai competitor e di identificare opportunità per distinguersi sul mercato.
- *Monitoraggio dell'Opinione Pubblica*; esistono centri di ricerca che sono in grado di valutare intere campagne elettorali, riuscendo a prevedere con un buon grado di significatività l'esito delle elezioni. Analizzando tweet, post su Facebook e ricerche Google di milioni e milioni di utenti, la Sentiment Analysis permette di ottenere delle previsioni su quale possa essere il profilo che vota un candidato piuttosto che un altro.
- *Analisi dei Mercati Finanziari*; la Sentiment Analysis consente di monitorare e valutare i sentimenti, le emozioni e le opinioni degli investitori, dei trader, e del pubblico in generale, rispetto a determinati asset finanziari, aziende o eventi economici.
- *Scienze sociali*; la Sentiment Analysis consente di studiare il profilo psicologico di un insieme di individui di fronte a fenomeni quali immigrazione o disoccupazione.

## 4.2 Amazon Comprehend

### 4.2.1 Introduzione ad Amazon Comprehend

Amazon Comprehend è un servizio di elaborazione del linguaggio naturale (NLP) che utilizza la tecnologia del machine learning per individuare informazioni dettagliate dal testo. Amazon Comprehend fornisce servizi di riconoscimento entità personalizzati, classificazione personalizzata, estrazione di frasi chiave, analisi del sentiment, riconoscimento delle entità e

altre tipologie di API. Queste restituiranno entità, frasi chiave, emozioni e lingua in formato JSON.

Di seguito elenchiamo le principali funzionalità di Amazon Comprehend.

- *Sentiment Analysis*; Amazon Comprehend è in grado di estrarre l'emozione complessiva di un testo (positiva, negativa, neutra o mista).
- *Rilevamento della lingua*; Amazon Comprehend identifica automaticamente il testo scritto in oltre 100 lingue e restituisce la lingua dominante con un punteggio di affidabilità.
- *Riconoscimento delle Entità*; Amazon Comprehend può identificare e categorizzare automaticamente le entità nei testi, come nomi di persone, luoghi, date, numeri di telefono, etc. Questa funzionalità può essere usata per estrarre le informazioni chiave dai documenti (Figura 4.2).

The screenshot shows a sample text with several entities highlighted in red. Below the text is a 'Results' section with a search bar and a table of identified entities.

Entity	Type	Confidence
Zhang Wei	Person	0.99+
John	Person	0.99+
AnyCompany Financial Services, LLC	Organization	0.99+
1111-0000-1111-0008	Other	0.99+
\$24.53	Quantity	0.99+
July 31st	Date	0.99+

**Figura 4.2:** Esempio di riconoscimento delle entità

- *Classificazione personalizzata*; Amazon Comprehend offre la possibilità di creare modelli di classificazione personalizzati per adattare il servizio alle esigenze specifiche dell'utente. Gli algoritmi di Machine Learning sono in grado di apprendere da esempi di testi etichettati, forniti dall'utente, e riconoscere le categorie o le classi desiderate.
- *Topic Modeling*; Amazon Comprehend consente di identificare gli argomenti principali o le categorie di contenuti all'interno di un insieme di documenti.
- *Targeted Sentiment*; Amazon Comprehend fornisce approfondimenti più dettagliati sul sentiment identificando il sentimento (positivo, negativo, neutro o misto) verso le entità all'interno del testo.
- *Estrazione di frasi chiave*; Amazon Comprehend è in grado di identificare le frasi che sono più significative per il contesto e il significato del testo.
- *Rilevamento delle PII*; Amazon Comprehend consente di identificare le PII, o Personal Identifiable Informations, ovvero informazioni personali identificabili (Figura 4.3). Questa funzionalità permette di proteggere la privacy dei clienti.

Hello [Zhang Wei](#). I am [John](#). Your AnyCompany Financial Services, LLC credit card account [1111-0000-1111-0008](#) has a minimum payment of \$24.53 that is due by [July 31st](#). Based on your autopay settings, we will withdraw your payment on the due date from your bank account number [XXXXXX1111](#) with the routing number [XXXXX0000](#).

Customer feedback for Sunshine Spa, [123 Main St](#), Anywhere. Send comments to [Alice at sunspa@mail.com](#).

I enjoyed visiting the spa. It was very comfortable but it was also very expensive. The amenities were ok but the service made the spa a great experience.

**▼ Results**

Search

Entity	Type	Confidence
Zhang Wei	Name	0.99+
John	Name	0.99+
1111-0000-1111-0008	Credit debit number	0.99+
July 31st	Date time	0.99+
XXXXXX1111	Bank account number	0.99+

Figura 4.3: Esempio di rilevamento delle PII

### 4.3 Esperienze sulla Sentiment Analysis tramite Amazon Comprehend

La funzione di real-time analysis di Amazon Comprehend consente di ottenere insight immediati dai dati testuali, automatizzando il processo di analisi e consentendo di reagire rapidamente a eventi o situazioni critiche. Amazon Comprehend utilizza modelli di machine learning preaddestrati per eseguire l'analisi dei dati testuali. Questi modelli possono svolgere una serie di compiti, come l'analisi del sentimento, il riconoscimento delle entità, la classificazione dei testi o altre forme di analisi testuale. Nella Figura 4.4 è riportato un esempio di utilizzo della funzionalità di real-time analysis.

**Insights** Info

Entities | Key phrases | Language | PII | **Sentiment** | Targeted sentiment | Syntax

**Analyzed text**

Many folks don't know that Amazon customer service can be called at 866-216-1072.  
 Every single time, it is excellent help.  
 They'll e-mail a postage-free return label.  
 No company is immune from mistakes, so expecting perfection is not wise.  
 Five Stars all the way, Thanks Amazon!  
 Great service from customer care as found out they where charging me extra refund straight away no problems

**▼ Results**

**Sentiment**

Neutral	Positive	Negative	Mixed
0.00 confidence	0.96 confidence	0.00 confidence	0.03 confidence

► Application integration

Figura 4.4: Risultati di real-time analysis

In questo caso, abbiamo dato al sistema una recensione positiva. Il risultato dimostra che Amazon Comprehend ha effettivamente compreso il sentimento della recensione.

Poichè, per condurre l'esperienza, dovevamo analizzare una grande quantità di recensioni, abbiamo usato la funzionalità di Analysis jobs di Amazon Comprehend. Questa consente di analizzare i documenti archiviati in Amazon S3 per trovare entità come eventi, frasi, lingua principale, opinioni, opinioni mirate o informazioni di identificazione personale. L'esperienza consisteva nel fornire ad Amazon Comprehend diversi dataset (in formato CSV), contenenti molte recensioni, relative a prodotti e servizi, ed estrarre da queste il sentimento generale (positivo, negativo e neutro). Un esempio di dataset è riportato nella Figura 4.5. Ad ogni recensione del dataset è associata una valutazione da 0 a 5 stelle, fornita dall'utente.



**Figura 4.5:** Esempio di dataset per Amazon Comprehend

L'obiettivo era verificare se il risultato prodotto da Amazon Comprehend fosse in linea con la valutazione fornita dall'utente, in modo da verificare se avesse effettivamente compreso il sentimento di quest'ultimo.

Il risultato dell'elaborazione prodotto da Amazon Comprehend è un documento, in

formato JSON, contenente, per ogni recensione presente nel dataset, il sentimento generale e dei valori numerici per rappresentare l'intensità dei sentimenti positivi, negativi e neutri (Figura 4.6).

```

2 "R", "SentimentScore": {"Mixed": 8.357301339856349e-06, "Negative": 0.0011596669210121036, "Neutral": 0.9934471249580383, "Positive": 0.005384835414588451}}
3 "TIVE", "SentimentScore": {"Mixed": 3.9147398638306186e-05, "Negative": 7.017340249149129e-05, "Neutral": 0.001695686288320422, "Positive": 0.9981949925422668}}
4 "R", "SentimentScore": {"Mixed": 6.570733148691943e-06, "Negative": 0.0009531448595225811, "Neutral": 0.993811845779419, "Positive": 0.005228471476584673}}
5 "ATIVE", "SentimentScore": {"Mixed": 2.993937596329488e-05, "Negative": 0.9562937617301941, "Neutral": 0.04334692656993866, "Positive": 0.00032936877687461674}}
6 "TRAL", "SentimentScore": {"Mixed": 8.357301339856349e-06, "Negative": 0.0011596669210121036, "Neutral": 0.9934471249580383, "Positive": 0.005384835414588451}}
7 "ITIVE", "SentimentScore": {"Mixed": 2.5814939363044687e-05, "Negative": 0.00019655562937259674, "Neutral": 0.007856207861751318, "Positive": 0.9927213788832523}}
8 "TRAL", "SentimentScore": {"Mixed": 7.731826372037176e-06, "Negative": 0.0009639111813157797, "Neutral": 0.9931087493896484, "Positive": 0.005919646937400103}}
9 "ATIVE", "SentimentScore": {"Mixed": 7.861734047764912e-06, "Negative": 0.9932445883750916, "Neutral": 0.0066931345500051975, "Positive": 5.452411642181687e-05}}
10 "TRAL", "SentimentScore": {"Mixed": 8.357301339856349e-06, "Negative": 0.0011596669210121036, "Neutral": 0.9934471249580383, "Positive": 0.005384835414588451}}
11 "ITIVE", "SentimentScore": {"Mixed": 1.77992187673226e-05, "Negative": 5.9125013649663654e-05, "Neutral": 0.0022767577320337296, "Positive": 0.9996954202651978}}
12 "TRAL", "SentimentScore": {"Mixed": 6.570733148691943e-06, "Negative": 0.0009531448595225811, "Neutral": 0.993811845779419, "Positive": 0.005228471476584673}}
13 "ATIVE", "SentimentScore": {"Mixed": 0.2595764398574829, "Negative": 0.6770671606063843, "Neutral": 0.007496068719774485, "Positive": 0.055860359221696854}}
14 "TRAL", "SentimentScore": {"Mixed": 7.491003543691477e-06, "Negative": 0.0009168021497316658, "Neutral": 0.9925582408905029, "Positive": 0.00651745544765181}}
15 "TRAL", "SentimentScore": {"Mixed": 7.731826372037176e-06, "Negative": 0.0009639111813157797, "Neutral": 0.9931087493896484, "Positive": 0.005919646937400103}}
16 "ATIVE", "SentimentScore": {"Mixed": 0.0005718597094528377, "Negative": 0.9494390487670898, "Neutral": 0.0486050620675087, "Positive": 0.001384080620482564}}
17 "TRAL", "SentimentScore": {"Mixed": 8.357301339856349e-06, "Negative": 0.0011596669210121036, "Neutral": 0.9934471249580383, "Positive": 0.005384835414588451}}
18 "ITIVE", "SentimentScore": {"Mixed": 0.0005012411274947226, "Negative": 0.00659540051966906, "Neutral": 0.11622865498065948, "Positive": 0.8767105937004089}}
19 "TRAL", "SentimentScore": {"Mixed": 6.570733148691943e-06, "Negative": 0.0009531448595225811, "Neutral": 0.993811845779419, "Positive": 0.005228471476584673}}
20 "ATIVE", "SentimentScore": {"Mixed": 9.71643821685575e-05, "Negative": 0.979957878586301, "Neutral": 0.014193202368915081, "Positive": 0.005751748103648424}}
    
```

Figura 4.6: Esempio di risultato prodotto

Nelle Figure 4.7 e 4.8 sono riportati i risultati di Amazon Comprehend e le valutazioni degli utenti per ogni dataset. Nella Colonna 1 sono riportati i risultati di Amazon Comprehend ottenuti facendo la media dei risultati di ogni recensione. Nella Colonna 2 sono riportati i risultati attesi, ottenuti convertendo le valutazioni degli utenti espresse da 0 a 5 stelle, in valutazioni positive, negative e neutre. Osservando i risultati prodotti da Amazon Comprehend, ci accorgiamo che questi sono in linea con quelli attesi. Alcune discrepanze sono dovute al fatto che i risultati di Amazon Comprehend sono espressi in termini di sentimenti positivi, negativi e neutri, mentre le valutazioni degli utenti vanno da 0 a 5 stelle.

dark side	colonna 1	colonna 2	kindle	colonna 1	colonna 2
positive	0,61	1078	0,49	6000	0,5
mixed	0,25	299	0,23	2000	0,166667
negative	0,14	118	0,28	4000	0,333333
	1	1495	1	12000	

yelp	colonna 1	colonna 2	disneyland	colonna 1	colonna 2
positive	0,37	3337	0,65	33921	0,795222
mixed	0,53	5914	0,25	5109	0,119772
negative	0,1	749	0,1	3626	0,085006
	1	10000	1	42656	

Figura 4.7: Risultati di Amazon Comprehend

ok compu	colonna 1	colonna 2	spotify	colonna 1	colonna 2	medium	colonna 1	colonna 2
positive	0,55	959	0,31	22095	0,35872	0,46	34864	0,711409
mixed	0,28	435	0,29	14728	0,239114	0,45	10204	0,208215
negative	0,17	106	0,4	24771	0,402166	0,09	3939	0,080376
	1	1500		61594		1	49007	

amazon	colonna 1	colonna 2	amazon_p	colonna 1	colonna 2	headphon	colonna 1	colonna 2
positive	0,73	3922	0,31	6213	0,433354	0,47	626	0,390274
mixed	0,16	669	0,52	5631	0,39276	0,22	458	0,285536
negative	0,1	324	0,17	2493	0,173886	0,31	520	0,32419
	0,99	4915	1	14337		1	1604	

Figura 4.8: Risultati di Amazon Comprehend

*In questo capitolo analizzeremo il concetto di chatbot, spiegando cosa sono e quali sono le principali applicazioni. Inoltre verrà introdotto il servizio Amazon Lex di AWS che verrà utilizzato per creare un semplice chatbot.*

## 5.1 Introduzione ai chatbot

### 5.1.1 Cosa sono i chatbot

Sebbene si parli dell'interazione tra uomo e macchina fin dagli anni '50, il termine "chatterbot" fu coniato per la prima volta nel 1994 da Michael Mauldin.

Un chatbot è un software che simula ed elabora le conversazioni umane (scritte o parlate), consentendo agli utenti di interagire con i dispositivi digitali come se stessero comunicando con una persona reale. Lo scopo principale di questi software è quello di simulare un comportamento umano.

I chatbot, usando l'Intelligenza Artificiale e l'elaborazione del linguaggio naturale, possono comprendere il linguaggio umano naturale, simulare conversazioni umane ed eseguire attività semplici e automatizzate.

### 5.1.2 Breve storia dei chatbot

Uno dei primi chatbot è Eliza, creato da Joseph Weizenbaum nel 1966 (Figura 5.1). Questo chatbot aveva come obiettivo simulare la conversazione con un terapeuta.

Negli anni successivi sono stati creati diversi altri chatbot con scopi diversi tra loro: simulare conversazioni, ricavare informazioni, etc. Alcuni di questi erano in grado di simulare la voce umana e superare il test di Turing. Nel 2006 è stato creato IBM Watson. Questo sistema di Cognitive Computing è stato creato per competere contro i campioni di Jeopardy!, un quiz televisivo americano di grande successo. Watson riuscì nel suo intento. In seguito fu usato in tantissimi altri contesti molto più rilevanti. Apple ha introdotto Siri nel 2010 come assistente vocale per dispositivi mobili. Oggi, i chatbot si trovano in una vasta gamma di applicazioni, dall'assistenza clienti all'assistenza sanitaria, dall'istruzione all'intrattenimento, e continuano a evolversi con nuovi sviluppi tecnologici.



```

Welcome to
          EEEEE LL      IIII  ZZZZZZ  AAAAA
          EE     LL      II     ZZ     AA  AA
          EEEEE LL      II     ZZ     AAAAAA
          EE     LL      II     ZZ     AA  AA
          EEEEE LLLLLL IIII  ZZZZZZ  AA  AA

Eliza is a mock Rogerian psychotherapist.
The original program was described by Joseph Weizenbaum in 1966.
This implementation by Norbert Landsteiner 2005.

ELIZA: Is something troubling you ?
YOU:   Men are all alike.
ELIZA: What is the connection, do you suppose ?
YOU:   They're always bugging us about something or other.
ELIZA: Can you think of a specific example ?
YOU:   Well, my boyfriend made me come here.
ELIZA: Is it important to you that your boyfriend made you come here ?
YOU:   He says I'm depressed much of the time.
ELIZA: I am sorry to hear that you are depressed.
YOU:   It's true. I am unhappy.
ELIZA: Can you explain what made you unhappy ?
YOU:

```

Figura 5.1: Eliza

### 5.1.3 Come funzionano i chatbot

Con l'introduzione del Natural Language Processing, i chatbot sono diventati capaci di comprendere e interpretare il linguaggio umano in modo molto più efficace. Non devono più fare affidamento su input esatti, ma possono capire l'intenzione generale dell'utente e rispondere di conseguenza. Grazie all'Intelligenza Artificiale e al Machine Learning, i chatbot moderni possono apprendere continuamente dalle interazioni. Ogni conversazione può aiutarli a migliorare le risposte future.

Esistono due tipi principali di chatbot, ovvero:

- *Chatbot di transazione*; un chatbot di transazione, chiamato anche chatbot orientato alle attività o dichiarativo, è un chatbot a singolo scopo incentrato sull'esecuzione o sull'automazione di un'attività o una funzione. Le interazioni con questi chatbot sono altamente specifiche e strutturate e sono per lo più applicabili alle funzioni di assistenza e servizio. Questi chatbot sono spesso usati per rispondere a delle domande frequenti e per svolgere azioni e risolvere problemi comuni, per i quali i clienti potrebbero aver bisogno di aiuto. Sono progettati per fornire un insieme fisso di opzioni tra cui l'utente può scegliere, a seconda di ciò che egli desidera fare o del problema che desidera risolvere. Attualmente, questi sono i chatbot più usati.
- *Chatbot di conversazione*; i chatbot di conversazione, rispetto ai chatbot di transazione, sono più complessi e hanno la caratteristica di personalizzare le interazioni con gli utenti. Sono spesso indicati come assistenti virtuali o assistenti digitali. Applicando l'intelligenza predittiva, l'Intelligenza Artificiale conversazionale, l'elaborazione del linguaggio naturale e l'analisi dei dati, sono in grado di imparare e adattarsi, in base al comportamento dell'utente e, persino, anticipare le esigenze. Siri di Apple e Alexa di Amazon sono esempi di chatbot di conversazione.

Semplificando, possiamo dire che il funzionamento di un chatbot è il seguente: l'utente fornisce un input e il chatbot restituisce una risposta appropriata. Per comprendere l'input dell'utente esistono due tecniche principali. La prima tecnica è il pattern matching. Questa tecnica prevede di fornire una serie di possibili pattern di input. Questo approccio è semplice,

ma molto limitato. La seconda tecnica è la classificazione degli intent. Questo approccio sfrutta tecniche di apprendimento automatico e set di dati di addestramento per comprendere la richiesta dell'utente. Ci sono anche tecniche diverse per generare una risposta. La più semplice è di tipo statistico e consiste nel prevedere una serie di risposte da utilizzare in base all'input. Un'altra tipologia è quella dinamica. In questo caso viene utilizzata una base di conoscenza per ottenere un elenco di potenziali risposte alle quali viene assegnato un punteggio per scegliere la risposta migliore. Infine, ci sono le tecniche che utilizzano il Deep Learning. Questo approccio consente di generare risposte coerenti con il contesto, fluide e naturali.

#### 5.1.4 Applicazioni dei chatbot

Di seguito elenchiamo alcune delle principali applicazioni dei chatbot (Figura 5.2).

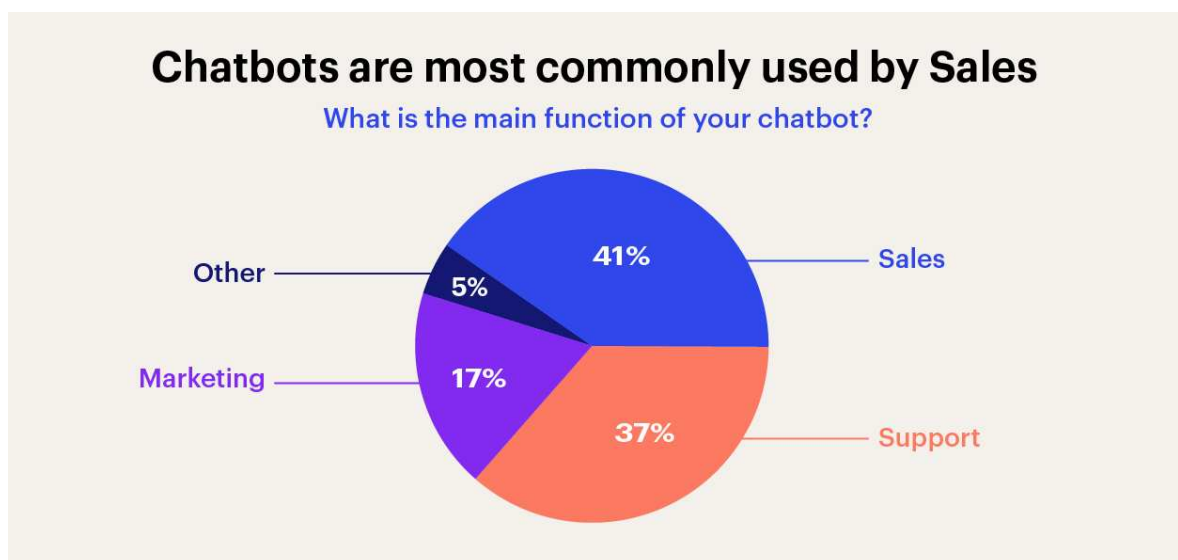


Figura 5.2: Applicazioni dei chatbot

- *Servizio clienti*; molte aziende utilizzano chatbot per fornire assistenza ai clienti. Questi chatbot possono rispondere alle domande frequenti, aiutare gli utenti a risolvere problemi tecnici o guidarli attraverso il processo di risoluzione di un problema. Le aziende possono prevedere di usare i chatbot per risolvere le richieste più comuni e passare al servizio clienti soltanto quelle più complesse e che necessitano di spiegazioni più accurate. Essendo le chat attive 24/7, si potrà raggiungere una maggiore automazione ed efficienza nella gestione delle richieste di assistenza.
- *E-commerce*; i chatbot sono utilizzati nel commercio online per aiutare gli acquirenti a trovare prodotti, effettuare acquisti, seguire gli ordini e rispondere a domande sulle politiche di reso e spedizione. Un esempio è il chatbot dell'azienda H&M (Figura 5.3). Il bot serve ad aiutare gli utenti a navigare all'interno del catalogo e, successivamente, a scegliere il capo di abbigliamento più adatto.
- *Marketing*; grazie ai chatbot è nato un nuovo ramo del marketing chiamato "conversational marketing". L'obiettivo principale del conversational marketing è quello di creare esperienze personalizzate e immediate attraverso canali di comunicazione, come chatbot, messaggistica istantanea, chat live e assistenti virtuali.

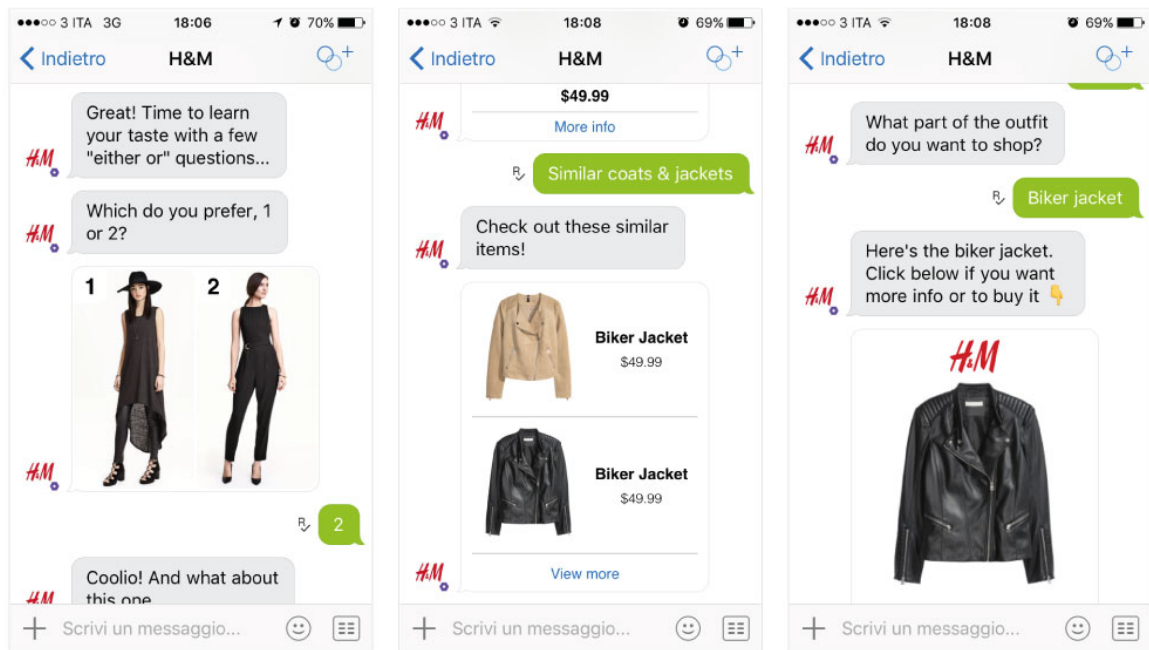


Figura 5.3: Chatbot di H&M

Alcuni settori in cui i chatbot sono utilizzati sono le banche e le compagnie assicuratrici. In questi ambiti, essi sono usati per rispondere alle domande degli utenti e svolgere quelle operazioni che non richiedono l'intervento umano. Nel settore ospedaliero, i chatbot sono usati per gestire gli appuntamenti e fornire informazioni agli utenti. L'Organizzazione Mondiale della Sanità (Oms), durante la pandemia di coronavirus, ha creato un servizio basato su un chatbot WhatsApp che consentiva di ricevere aggiornamenti sull'evolversi della pandemia e conoscere in tempo reale i numeri aggiornati, fornendo risposte alle domande frequenti sulla malattia e consigli a riguardo. Nelle compagnie aeree e nelle società del settore turistico, i chatbot sono usati per aiutare l'utente con l'emissione di biglietti, il check-in online e altri servizi per viaggiatori.

Alcuni dei vantaggi legati all'utilizzo dei chatbot riguardano il fatto che sono sempre attivi, offrendo assistenza continua e immediata agli utenti senza interruzioni e facendo risparmiare tempo al personale umano. Inoltre, i chatbot sono in grado di automatizzare diversi compiti, riducendo la necessità di intervento umano e migliorando l'efficienza. Tuttavia, spesso risulta indispensabile una supervisione umana per gestire situazioni eccezionali o complesse, che vanno oltre le loro capacità.

## 5.2 Amazon Lex

### 5.2.1 Introduzione ad Amazon Lex

Amazon Lex è un servizio fornito da AWS, rilasciato nel 2017, che consente di creare interfacce conversazionali in un'applicazione usando sia il testo che la voce. Amazon Lex si basa sulle stesse tecnologie impiegate per Alexa e offre gli strumenti adatti per affrontare i problemi più comuni dell'apprendimento approfondito, ad esempio il riconoscimento vocale e la comprensione del linguaggio.

Con Amazon Lex è possibile creare chatbot e assistenti vocali che possono essere integrati su siti web, applicazioni mobili, piattaforme di messaggistica e dispositivi IoT, consentendo

alle aziende di offrire supporto ai clienti, automatizzare le vendite, fornire informazioni, raccogliere dati, etc.

Di seguito elenchiamo alcune delle caratteristiche di Amazon Lex:

- *Interfacce vocali e chat*; Amazon Lex supporta sia l'input vocale che quello testuale, consentendo la creazione di chatbot e assistenti vocali.
- *Integrazione con altri servizi AWS*; Amazon Lex può essere integrato con AWS Lambda, per consentire il recupero di dati, gli aggiornamenti e l'esecuzione di logica di business, con Amazon Polly, per convertire il testo in audio realistico, e con Amazon Kendra, un servizio di ricerca cognitiva che migliora la ricerca di informazioni all'interno di grandi dataset.
- *Gestione del contesto*; Amazon Lex permette di mantenere una conversazione coerente e significativa con gli utenti, consentendo al chatbot di tenere traccia delle informazioni chiave durante una conversazione.

### 5.3 Creazione di un chatbot tramite Amazon Lex

Come già accennato, Amazon Lex è un servizio di Intelligenza Artificiale completamente gestito con modelli avanzati di linguaggio naturale per progettare, costruire, testare e distribuire interfacce di comunicazione nelle applicazioni.

Nel nostro caso, abbiamo usato Amazon Lex per creare un semplice chatbot per gestire le prenotazioni di uno stabilimento balneare. Le operazioni che possono fare gli utenti interagendo con il chatbot consistono nel creare, modificare e cancellare le prenotazioni relative ai servizi offerti dallo stabilimento (ombrelloni, sdraio e cabine).

Il primo passo, dopo aver creato il bot, consiste nel definire un intent. Gli intent rappresentano le azioni o le richieste che il bot può comprendere e a cui può rispondere. Nel nostro caso, gli intent sono: creare, modificare e cancellare una prenotazione.

Successivamente, bisogna definire gli utterance. Questi sono frasi o espressioni che costituiscono l'input dell'utente e rappresentano le loro richieste, domande o dichiarazioni. Dobbiamo fornire delle frasi rappresentative che si prevede che un utente pronunci o digiti per richiamare un intent. Nel nostro caso abbiamo previsto anche dei pulsanti per semplificare la scelta dell'utente (Figura 5.4).

È possibile utilizzare gli slot per validare l'input dell'utente. Nell'esempio riportato nella Figura 5.5 abbiamo previsto tre possibili valori di input da parte dell'utente.

A seconda della richiesta dell'utente, quest'ultimo verrà indirizzato verso l'azione che ha specificato. Supponiamo che l'utente voglia prenotare un servizio dello stabilimento balneare.

I chatbot utilizzano gli slot per estrarre informazioni specifiche dalla frase dell'utente. Essi sono campi o variabili predefinite che rappresentano le informazioni chiave di interesse. Utilizzando algoritmi di elaborazione del linguaggio naturale (NLP), i chatbot possono identificare parole chiave o pattern nella frase dell'utente che corrispondono agli slot.

Poichè il nostro chatbot è un esempio semplificato, abbiamo previsto di usare gli slot per richiedere le informazioni necessarie per effettuare la prenotazione, ovvero il servizio desiderato, la data, la durata e il nome dell'utente (Figure 5.6 e 5.7).

In questo caso, abbiamo creato degli slot per la scelta del servizio e della durata per limitare la scelta dell'utente alle opzioni fornite. Per la data e il nome dell'utente, invece, abbiamo usato gli slot di default forniti da Amazon.

Procedure analoghe sono state effettuate per gestire la disdetta e la modifica di una prenotazione.

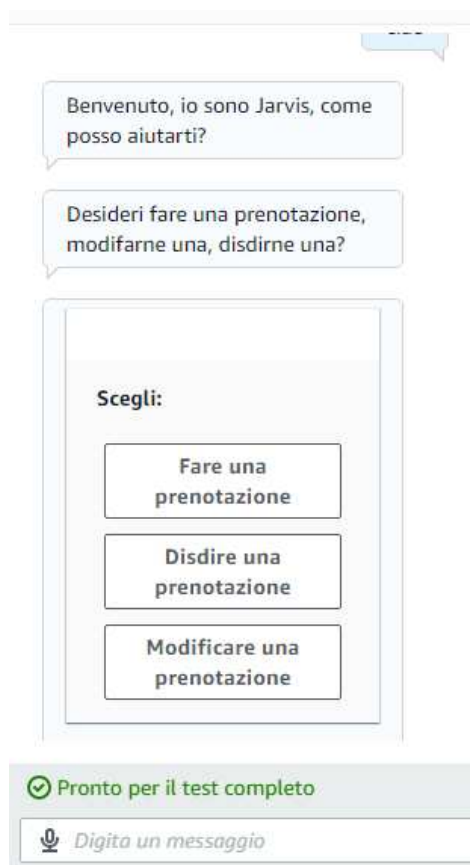


Figura 5.4: Servizi forniti dal chatbot

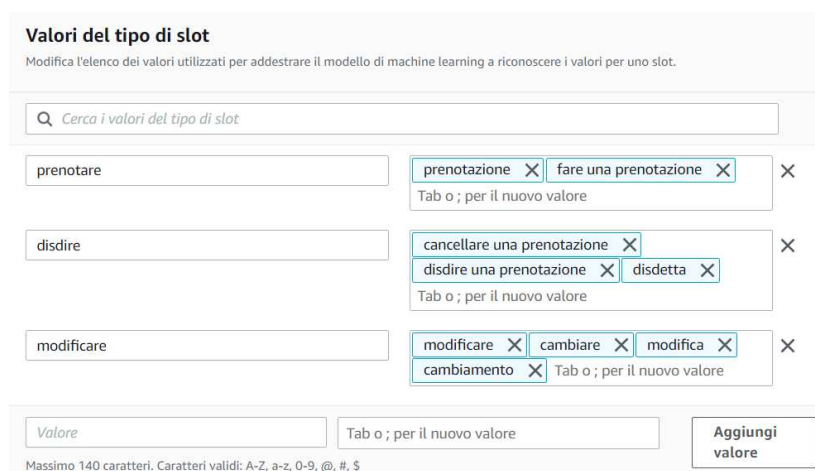
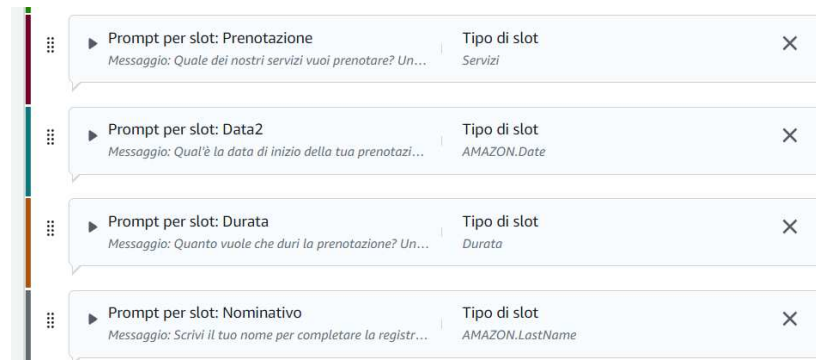
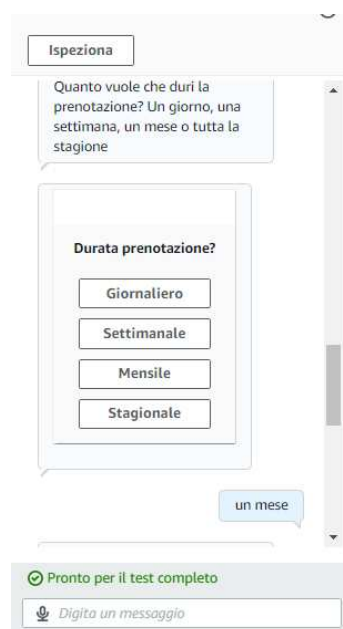


Figura 5.5: Slot per l'ordine



**Figura 5.6:** Slot per la prenotazione



**Figura 5.7:** Esempio di slot per la durata

*In questo capitolo discuteremo e trarremo le conclusioni sulle esperienze fatte nei campi del riconoscimento delle immagini, dell'analisi del sentiment e dei chatbot.*

## 6.1 Discussione relativa al riconoscimento delle immagini

Il riconoscimento delle immagini è una branca della Computer Vision che consente ad una macchina di interpretare automaticamente il contenuto di immagini e video. Abbiamo visto come questa tecnologia trovi molte applicazioni in diversi settori, come la sicurezza, la medicina, i veicoli autonomi, etc. Con l'avvento delle tecniche di deep learning e delle reti neurali, il riconoscimento delle immagini è diventato sempre più preciso e affidabile, aprendo le porte anche a nuove applicazioni in vari settori.

Grazie al servizio Amazon Rekognition di AWS abbiamo sperimentato alcune delle tantissime possibili applicazioni del riconoscimento delle immagini. Utilizzare Amazon Rekognition risulta molto semplice e intuitivo anche a chi non ha esperienza nel campo dell'Intelligenza Artificiale. I servizi che mette a disposizione Amazon Rekognition sono molti, ma quello che abbiamo avuto modo di sperimentare meglio è la funzionalità di Custom Labels.

Quest'ultima garantisce molta più flessibilità rispetto ai modelli pre-addestrati che possono soddisfare solo specifici casi d'uso. La grande potenzialità di questa funzionalità risiede nella capacità di adattarsi a qualsiasi caso d'uso dell'utente. Infatti, fornendo un set di dati di addestramento sufficientemente grande, gli utenti possono addestrare modelli di machine learning personalizzati per riconoscere oggetti o scene specifiche all'interno di immagini e video, con risultati, di solito, molto precisi. Nel nostro caso il modello si è dimostrato efficace nel riconoscere il contenuto delle immagini, nonostante il dataset per l'addestramento non contenesse tantissime immagini. Inoltre, è possibile migliorare la precisione del modello fornendo ulteriori immagini per l'addestramento.

In conclusione, l'esperienza condotta, seppure ci ha permesso solo di assaggiare le potenzialità di questa tecnologia, è stata molto utile a intuire quanto il riconoscimento delle immagini in futuro possa rivelarsi utile e quanto le sue possibili applicazioni siano molto vaste e potenzialmente capaci di migliorare la vita delle persone. Tuttavia, è importante considerare attentamente le implicazioni legate alla privacy e alla sicurezza dei dati.

## 6.2 Discussione relativa all'analisi del sentiment

L'analisi del sentiment è una tecnica di elaborazione del linguaggio naturale (NLP) che mira a determinare il tono emotivo di un testo digitale.

Per sperimentare le potenzialità di questa tecnologia abbiamo usato la piattaforma Amazon Comprehend fornita da AWS. Amazon Comprehend è un servizio di elaborazione del linguaggio naturale che ha altre funzionalità oltre all'analisi del sentiment, ma quest'ultima è quella che abbiamo avuto modo di utilizzare maggiormente. L'utilizzo di Amazon Comprehend risulta molto semplice anche a chi non ha esperienza nel settore.

Questa tecnologia utilizza modelli di machine learning addestrati per classificare il sentimento espresso nel testo. I risultati forniti da Amazon Comprehend si sono rivelati sempre coerenti con i sentimenti espressi nelle recensioni che abbiamo usato come input, non solo nelle situazioni in cui il sentimento era fortemente positivo o negativo, ma anche nei casi intermedi. Inoltre, Amazon Comprehend si è dimostrato capace di distinguere i testi caratterizzati da opinioni soggettive e quelli neutri e oggettivi. L'impressione avuta è che i modelli di machine learning fossero in grado di comprendere e analizzare il testo in modo sofisticato e contestuale.

Con l'avvento dei social media le aziende hanno a disposizione sempre più dati ed è plausibile che l'analisi del sentiment riceverà sempre più importanza in futuro. Questa tecnologia continuerà a essere una risorsa preziosa per aziende e organizzazioni desiderose di comprendere meglio l'opinione del pubblico e migliorare la qualità delle interazioni con gli utenti.

Tuttavia il rispetto della privacy e la sicurezza dei dati personali devono rimanere dei principi fondamentali per utilizzare le nuove tecnologie in modo etico.

## 6.3 Discussione relativa ai chatbot

I chatbot sono dei software che mirano a simulare ed elaborare le conversazioni umane. L'obiettivo dei chatbot è permettere agli utenti di interagire con i dispositivi digitali come se stessero comunicando con una persona. I chatbot sono ampiamente utilizzati in settori come l'assistenza clienti, l'e-commerce, la sanità, le risorse umane, il marketing e molti altri.

Per creare un semplice chatbot abbiamo utilizzato il servizio Amazon Lex di AWS. Quest'ultimo ci ha permesso di creare un chatbot senza avere conoscenze relative al machine learning o all'elaborazione del linguaggio naturale. Amazon Lex offre un'interfaccia utente intuitiva e strumenti di sviluppo ben strutturati che semplificano la creazione dei chatbot. L'interfaccia per testare il chatbot risulta molto utile per simulare una conversazione, e la creazione del design della conversazione è molto intuitiva.

Sebbene Amazon Lex sia noto per la sua facilità d'uso e l'interfaccia intuitiva, esso è in grado di supportare sviluppi di chatbot complessi. Infatti, Amazon Lex consente di creare chatbot in grado di personalizzare e adattare le risposte in base alle preferenze degli utenti, di mantenere lo stato della conversazione, ricordando il contesto, di comprendere le intenzioni degli utenti e di rispondere in modo contestuale e pertinente.

Oltre ai vantaggi legati ai costi e all'automazione di alcuni compiti, l'esperienza condotta ci ha aiutato a comprendere come i chatbot possano rivelarsi anche uno strumento utile per rendere l'esperienza dell'utente più coinvolgente e interattiva.

In conclusione, i chatbot rappresentano una pietra miliare nell'evoluzione dell'interazione tra computer e utenti umani. Le tecnologie legate ai chatbot sono in costante evoluzione, con nuovi sviluppi che consentono loro di comprendere meglio il contesto, migliorare la conversazione e offrire un'esperienza utente più ricca. Questi sistemi continueranno a migliorare



l'efficienza aziendale, l'esperienza del cliente e la comunicazione interattiva, aprendo nuove opportunità per l'automazione e la semplificazione delle interazioni uomo-macchina.

In questa tesi abbiamo esplorato una vasta gamma di aspetti legati all'Intelligenza Artificiale, evidenziando come l'AI stia rivoluzionando le nostre vite in modi impensabili solo qualche decennio fa.

Inizialmente abbiamo presentato un'introduzione generale sull'Intelligenza Artificiale, spiegando cosa sia, facendo un breve excursus sulla sua storia e analizzando i benefici e i rischi che comporta l'utilizzo di questa tecnologia.

Successivamente abbiamo introdotto il cloud computing poichè, per testare le potenzialità dell'Intelligenza Artificiale, abbiamo utilizzato il servizio Amazon Web Services. Esso fornisce servizi di Intelligenza Artificiale, erogati tramite cloud computing.

Infine, ci siamo concentrati su alcuni settori specifici dell'Intelligenza Artificiale, ovvero il riconoscimento delle immagini, l'analisi del sentiment e i chatbot. Per ciascuno di questi abbiamo fornito un'introduzione generale e implementato dei casi d'uso.

Nel corso di questa tesi abbiamo analizzato solo alcune delle vastissime applicazioni che offre l'Intelligenza Artificiale. Inoltre, con sviluppi continui in algoritmi di Machine Learning, l'accesso a grandi quantità di dati e la potenza di calcolo sempre crescente, la lista delle possibili applicazioni dell'Intelligenza Artificiale continua ad aumentare.

In conclusione, l'Intelligenza Artificiale è una disciplina in rapida evoluzione che in futuro rivestirà sempre più importanza nelle nostre vite. Lo dimostrano i sempre maggiori investimenti che vengono fatti nei vari settori dell'Intelligenza Artificiale. Moltissime aziende stanno, infatti, investendo nell'AI per migliorare l'efficienza produttiva e sviluppare nuovi prodotti. Inoltre, anche i governi stanno iniziando a mettere a disposizione più risorse per sviluppare competenze e incentivare la ricerca.

Proprio per il forte impatto che avrà questa disciplina nel futuro, dobbiamo indirizzare gli sviluppi in modo etico e responsabile per facilitarne l'integrazione nella società. Uno dei cambiamenti più importanti riguarda la rivoluzione del modello educativo. Fornire le competenze necessarie per anticipare il cambiamento che avrà l'introduzione dell'Intelligenza Artificiale nel mercato del lavoro è, infatti, una delle sfide più importanti. Una delle minacce più temute riguardo allo sviluppo dell'AI è la disoccupazione. Infatti, è fondamentale che l'Intelligenza Artificiale rimanga uno strumento per supportare il lavoro umano o, quantomeno, che rimanga sottoposto alla supervisione umana. Inoltre, il rispetto della privacy e la sicurezza dei dati personali sono dei principi che dovranno sempre essere tutelati e mai messi in secondo piano.

Il futuro dell'AI richiederà la collaborazione tra governi, istituzioni accademiche, industria e società civile per sviluppare politiche e regolamentazioni adeguate. È fondamentale che le trasformazioni, dovute all'impatto dell'Intelligenza Artificiale sulla società, siano guidate e

controllate, tenendo in considerazione gli aspetti etici, sociali, legali, educativi, formativi ed economici.

- Stuart J Russell. Artificial intelligence a modern approach. Pearson Education, Inc., 2010.
- Henry Kissinger, Daniel Huttenlocher, Eric Schmidt. L'era dell'intelligenza artificiale. Il futuro dell'identità umana. 2023
- Alan Turing. Computing Machinery and Intelligence, in Mind, vol. 59. 1950
- Andreas Kaplan (2022). Artificial Intelligence, Business and Civilization - Our Fate Made in Machines.
- George Luger e William Stubblefield. Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving, quinta edizione, Benjamin/Cummings. 2004.
- L'uomo è antiquato. Considerazioni sull'anima nell'epoca della seconda rivoluzione industriale (Vol. 1). Bollati Boringhieri. 2007.
- Luger, George; Stubblefield, William (2004). Artificial Intelligence: Structures and Strategies for Complex Problem Solving.
- McCorduck 1979: McCorduck, Pamela, Machines who think, San Francisco, Freeman, 1979.
- Nilsson, Nils (1998). Artificial Intelligence: A New Synthesis.
- Poole, David; Mackworth, Alan; Goebel, Randy (1998). Computational Intelligence: A Logical Approach.
- Somalvico 1987: Somalvico, Marco, L'intelligenza artificiale, Milano, Rusconi, 1987.
- Poole, David; Mackworth, Alan (2017). Artificial Intelligence: Foundations of Computational Agents

### Siti Web consultati

- **Wikipedia** – [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- **Amazon Web Services** – <https://aws.amazon.com/>

- **Oracle** - <https://www.oracle.com/it/chatbots/>
- **IBM** – <https://www.ibm.com/>
- **Treccani** – [www.treccani.it](http://www.treccani.it)
- **Microsoft Azure** - <https://azure.microsoft.com/it-it/>
- **Internet4things** - <https://www.internet4things.it/>
- **Kaggle** - <https://www.kaggle.com/>
- **MATLAB** - <https://it.mathworks.com/>
- **Starting Finance** - <https://home.startingfinance.com/>
- **Agenda Digitale** – [www.agendadigitale.eu](http://www.agendadigitale.eu)
- **StartupItalia** - <https://startupitalia.eu/>
- **AI4Business** - <https://www.ai4business.it/>

---

## Ringraziamenti

---

Anche se i ringraziamenti non sono obbligatori, ci tengo a esprimere la mia gratitudine a tutte le persone che hanno contribuito direttamente o indirettamente a questo lavoro.

Vorrei ringraziare il mio relatore e docente Domenico Ursino, per tutta la pazienza che ha avuto nell'aiutarmi a scrivere questa tesi.

Ringrazio i miei genitori che mi hanno permesso di intraprendere questo percorso e mi hanno sempre supportato. Vorrei anche ringraziarli per avermi dato la possibilità di partire per l'Erasmus, che è stato per me un periodo fantastico. Colgo l'occasione anche per ringraziare gli amici conosciuti durante questa esperienza, che hanno reso i freddi territori della Lituania un posto fantastico e per avermi arricchito in modi che non potrò mai dimenticare.

Vorrei ringraziare di cuore tutti gli amici di Basta Palo: Francesco, Diego, Bux, Filippo, Gabriele, Giovanni, Samuele, Luca, Marco e Riccardo, per tutti i bellissimi momenti passati insieme; vi voglio bene.

Quindi grazie a tutti gli amici, colleghi e parenti, anche se non menzionati qui, che mi sono stati vicini e mi hanno aiutato in questi anni.