## Introduzione al Natural Language Processing 🔛 💬





Un viaggio nel mondo dell'elaborazione del linguaggio naturale

Benvenuti al corso che vi farà parlare con le macchine!

O almeno capire come fanno loro a parlare con noi...

## "Alexa, cos'è l'NLP?" ■»

"L'NLP è la tecnologia che mi permette di capirti e risponderti. È il ponte tra il linguaggio umano e il mondo digitale."

#### Quante volte oggi avete già parlato con un'intelligenza artificiale? 🤔

Forse più di quante pensiate... dall'assistente vocale sul telefono al chatbot del servizio clienti, fino alla traduzione automatica di quel post in lingua straniera sui social media.

Fun fact: Alexa non sa ancora riconoscere il sarcasmo... quindi siate gentili con lei! 🧐

# Cosa tratteremo oggi

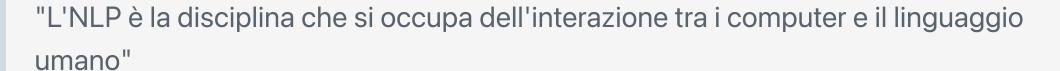
- 1. Cos'è il Natural Language Processing 🥮
  - Spoiler: non è insegnare a Siri le parolacce
- 2. Applicazioni emergenti dell'NLP 🚀

  Il futuro è già qui, solo non è ancora uniformemente distribuito
- 3. Importanza dell'NLP nel contesto aziendale Perché le aziende spendono miliardi su questa tecnologia?
- 4. Problemi risolti dall'NLP X

  Da "non capisco cosa dice il cliente" a "ho analizzato 1000 recensioni in 5s"
- 5. Evoluzione storica dell'NLP \( \textsquare \)
  Un viaggio da "tradurre 7 frasi in russo" a "scrivere poesie come Shakespeare"

# NLP / AI

# Cos'è il Natural Language Processing? 🥮



- Branca dell'intelligenza artificiale 🤐
- Intersezione tra:
  - E Linguistica computazionale
  - ■ Informatica
  - Machine learning

#### Un momento storico straordinario

L'intelligenza artificiale linguistica:

- Rivoluziona il modo di comunicare con le macchine
- Ridefinisce la programmazione
- Cambia la collaborazione tra sistemi
- Ridefinisce le basi dell'etica tecnologica

## Vibe Coding

#### La Nuova Era della Programmazione Creativa

- Progetti digitali descritti a parole, senza scrivere codice
- Creatività e intuizione guidano lo sviluppo
- L'Al traduce le idee in soluzioni funzionanti.

#### Nel corso:

- Accelerare la prototipazione
- Democratizzare l'innovazione
- Rendere la tecnologia più accessibile

#### 2 Welfare dei Modelli

#### Etica e Responsabilità nell'Al

- Sistemi sempre più avanzati
- Domande su considerazione morale e segnali di "disagio"
- Rispetto, trasparenza e consapevolezza etica

#### Nel corso:

• Progettare soluzioni potenti e responsabili

#### 3 Collaborazione tra Sistemi

#### MCP e A2A: L'Al che lavora in rete

- Model Context Protocol (MCP)
   Connette Al a dati, strumenti e repository esterni
- Agent-to-Agent Protocol (A2A)
   Permette agli agenti Al di comunicare e coordinarsi

Chiave per un'Al distribuita:

Agenti specializzati che collaborano per soluzioni modulari e sicure.

#### **Concetti Chiave**

- L'NLP unisce linguistica computazionale, informatica e machine learning
- Obiettivo: comprendere e generare linguaggio umano
- Va oltre la sintassi, comprende semantica e contesto

#### Model Context Protocol (MCP)

Il Model Context Protocol (MCP) è progettato per consentire agli agenti Al di interagire con strumenti e dati esterni in modo standardizzato. Ad esempio, un agente può utilizzare MCP per accedere a database, API o file locali, permettendo così un'integrazione fluida con l'ambiente operativo.

#### Esempio pratico:

Immaginiamo un agente Al incaricato di generare report finanziari. Utilizzando MCP, l'agente può:

- 1. Accedere ai dati finanziari aggiornati da un database aziendale.
- 2. Elaborare le informazioni per identificare trend e anomalie.
- 3. Generare un report dettagliato e inviarlo automaticamente ai responsabili tramite email.

Questo processo automatizzato migliora l'efficienza e riduce il rischio di errori manuali.



Agent-to-Agent (A2A)

Il Agent-to-Agent (A2A) è un protocollo aperto che consente agli agenti Al di comunicare e collaborare tra loro, anche se sviluppati da fornitori diversi. A2A facilita lo scambio sicuro di informazioni e la coordinazione di azioni tra agenti specializzati.

#### Esempio pratico:

Consideriamo un sistema di assistenza clienti automatizzato:

- Un agente principale riceve una richiesta complessa da un cliente.
- Utilizzando A2A, l'agente principale coordina con altri agenti specializzati:
- Un agente per la verifica dell'account.
- Un agente per la gestione dei resi.
- Un agente per l'elaborazione dei rimborsi.
- Gli agenti collaborano per risolvere la richiesta in modo efficiente e coerente.

Questo approccio modulare migliora la scalabilità e la flessibilità del sistema di assistenza.

Perché la collaborazione tra sistemi è fondamentale

La combinazione di MCP e A2A rappresenta un passo significativo verso sistemi Al più intelligenti e autonomi. Mentre MCP consente agli agenti di interagire efficacemente con l'ambiente esterno, A2A permette loro di collaborare tra loro per affrontare compiti complessi.

Questa sinergia è essenziale per:

- Automatizzare processi aziendali complessi.
- Migliorare l'efficienza operativa.
- Fornire soluzioni più rapide e accurate ai clienti.

Adottando questi protocolli, le aziende possono costruire ecosistemi Al più robusti e adattabili alle esigenze future.

# Il linguaggio naturale: una sfida complessa 🧩



Livello di complessità	Esempi di sfide
Sintattico	Struttura grammaticale, parsing delle frasi
Semantico	Significato delle parole e frasi, ambiguità
Pragmatico	Intenzioni, contesto, conoscenza del mondo
Culturale	Espressioni idiomatiche, riferimenti culturali

# Importanza dell'NLP nel contesto aziendale 📊



#### La rivoluzione dei dati non strutturati 💾 🛂 📝



"L'80% dei dati aziendali è non strutturato!" 📈

Cosa sono i dati non strutturati? Email, documenti, social media, recensioni, trascrizioni di chiamate, note... tutto ciò che non si adatta facilmente a righe e colonne di un database tradizionale.

- Interagiscono con i clienti 👤
- Analizzano enormi volumi di testo 📝
- Ottimizzano processi decisionali 🌣
- Scoprono insights nascosti nei dati

## Applicazioni aziendali dell'NLP

- Analisi di mercato e intelligence competitiva
- Ottimizzazione dei processi di R&D
- Miglioramento dell'esperienza cliente
- Analisi dei feedback e voice of customer

### Case Study: NLP nel customer care

Le aziende utilizzano l'NLP nel customer care per:

- Analizzare migliaia di ticket e messaggi per individuare problemi ricorrenti
- Automatizzare risposte con chatbot e assistenti virtuali, offrendo supporto 24/7
- Prioritizzare le richieste più urgenti grazie all'analisi automatica del contenuto
- Misurare il sentiment dei clienti per migliorare prodotti e servizi

JPMorgan Chase: COIN (Contract Intelligence) analizza accordi di prestito in secondi invece di 360.000 ore/anno di lavoro umano!



Quali di questi problemi può risolvere l'NLP?

- A) Classificazione automatica dei testi
- B) Analisi delle immagini
- C) Estrazione di informazioni da testi
- D) Progettazione di circuiti elettronici
- E) Analisi del sentiment

## Problemi risolti dall'NLP \*\*

L'NLP trasforma testi non strutturati in informazioni strutturate e actionable:

- Classificazione automatica dei testi 💺
- Estrazione di informazioni 🔍
- Analisi del sentiment  $\circ \underline{\cdot} \underline{\cdot}$
- Risposta automatica e chatbot
- Riassunto automatico

### Classificazione automatica dei testi

- Categorizza automaticamente documenti in base al contenuto
- Settore sanitario: classificazione di cartelle cliniche per patologie
- Settore legale: categorizzazione di contratti e sentenze

### Estrazione di informazioni

- Identifica e estrae dati specifici da testi non strutturati
- Settore immobiliare: estrazione di prezzo, metratura, caratteristiche da annunci
- Media: estrazione di entità (persone, luoghi, organizzazioni) da articoli

# Analisi del sentiment 😊 😐 😠

- Determina atteggiamento, opinione o emozioni in un testo
- Marketing: monitoraggio della percezione del brand
- Entertainment: valutazione della reazione del pubblico

## Chatbot e sistemi di risposta automatica 💬



- Simulano conversazioni umane
- E-commerce: assistenza nella ricerca prodotti e acquisto
- Educazione: tutor virtuali personalizzati

### Riassunto automatico



- Condensa testi lunghi mantenendo le informazioni essenziali
- Ricerca accademica: generazione di abstract
- Informazione: creazione di riassunti di notizie da diverse fonti

# Gli inizi: approcci basati su regole (1950-1980) 🔚



- Esperimento Georgetown-IBM (1954): prima traduzione automatica
- Sistemi basati su regole linguistiche codificate manualmente
- ELIZA (1966): primo chatbot basato su pattern matching
- Limiti: ambiguità e complessità del linguaggio naturale

# Gli inizi: approcci basati su regole (1950-1980) 듣



alt text fit

### II "Medioevo" del NLP

#### 1966–1980: Il periodo di stagnazione

- 1966: Il rapporto ALPAC conclude che i progressi nella traduzione automatica sono deludenti.
- Conseguenza: drastico taglio ai finanziamenti per la ricerca NLP negli USA.
- Risultato: rallentamento significativo, pochi avanzamenti tecnologici.

#### Cause della stagnazione

- Ottimismo eccessivo negli anni '50-'60 sulle capacità delle macchine.
- Limiti tecnici: scarsità di dati e potenza computazionale insufficiente.
- Approcci simbolici troppo rigidi per catturare la complessità del linguaggio.

## L'era statistica (1980-2010) 📊

- Rivoluzione: approcci basati su probabilità invece che regole
- Modelli n-gram e Markov nascosti
- Traduzione automatica statistica di IBM
- Apprendimento da grandi corpora di testo

## L'era statistica (1980-2010) 📊

- T9 (predictive text) sui cellulari: usa modelli n-gram per prevedere la parola più probabile mentre scrivi.
- Correttore ortografico (tipo Word): basato su frequenze di parole e contesto per suggerire correzioni.
- Google Search (prima generazione): completamento automatico basato su probabilità di query comuni.
- ✓ Traduzione automatica IBM: modelli statistici per allineare frasi tra lingue diverse.
- Speech recognition primi anni: riconoscimento vocale basato su modelli nascosti di Markov.

## La rivoluzione del deep learning (2010-presente)



- Word embeddings: Word2Vec (2013), GloVe (2014)
- Reti neurali ricorrenti (RNN, LSTM, GRU)
- 2017: Architettura Transformer ("Attention is All You Need")
- Modelli pre-addestrati: BERT, GPT
- Large Language Models (LLMs)

## Timeline dell'evoluzione dell'NLP 17

- 1954: Esperimento Georgetown-IBM Prima traduzione automatica
- 1966: ELIZA Primo chatbot basato su pattern matching
- 1980s: Approcci statistici iniziano a sostituire i sistemi basati su regole
- 2013: Word2Vec Rivoluzione nella rappresentazione delle parole
- 2017: "Attention is All You Need" Introduzione dell'architettura Transformer
- 2018-2023: Era dei modelli pre-addestrati e LLMs (BERT, GPT, ecc.)

# Evuluzione degli LLM X

https://arxiv.org/pdf/2303.18223

## Sfide attuali nell'NLP

#### Anche i giganti hanno i loro talloni d'Achille!

Nonostante i progressi straordinari, l'NLP continua ad affrontare sfide significative che riflettono la complessità intrinseca del linguaggio umano:

- Ambiguità linguistica 
   Quando "la vecchia porta la sbarra" può significare due cose completamente diverse
- Multilingualità e localizzazione
   Perché tradurre "sono al verde" in inglese letteralmente sarebbe un disastro
- Comprensione del contesto e conoscenza del mondo
   Capire che "ho preso un granchio" potrebbe non avere nulla a che fare con i crostacei

### Sfide attuali nell'NLP

- Robustezza e generalizzazione Sistemi che crollano se scrivi "gattto" invece di "gatto"
- Efficienza computazionale e sostenibilità 🍪

  Modelli che consumano energia come una piccola città

# Ambiguità linguistica 🤔

#### Il mal di testa dei sistemi NLP!

- Ambiguità a vari livelli:
  - Lessicale (parole con più significati)
     "Amo la pesca" Il frutto o l'attività sportiva?
  - Sintattico (strutture frasali ambigue)
     "Ho visto la ragazza con il binocolo" Chi aveva il binocolo?
  - Semantico (significati multipli di una frase)
     "Visiting professors can be boring" I professori in visita possono annoiarsi o essere noiosi?
  - Pragmatico (intenzioni comunicative non esplicite)
     "Hai I'ora?" Richiesta di informazione o richiesta di prestare l'orologio?

### Ambiguità linguistica 🤔

- "Ho visto l'uomo con il telescopio"
- Ho usato un telescopio per vedere l'uomo?
- Ho visto un uomo che aveva un telescopio?

Domanda interattiva: Potete pensare ad altri esempi di frasi ambigue nella vostra lingua? Come potrebbe un sistema NLP tentare di disambiguarle? \*

## Multilingualità e localizzazione 🍪

#### Perché l'NLP non parla solo inglese!

- Sviluppare sistemi NLP efficaci in tutte le lingue L'inglese rappresenta solo il 25% di internet, ma riceve il 90% delle risorse di ricerca
- Sfida particolare per lingue con risorse limitate

  Delle 7.000+ lingue parlate nel mondo, solo circa 100 hanno risorse NLP sufficienti

## Multilingualità e localizzazione 🍪

- La localizzazione va oltre la traduzione:
  - Espressioni idiomatiche: "Costare un occhio della testa" ≠ "Cost an eye of the head" ●
  - o Riferimenti culturali: Capire cosa significa "fare il Fantozzi" in Italia
  - Norme comunicative: In giapponese, i livelli di formalità cambiano completamente la struttura della frase

#### Comprensione del contesto e conoscenza del mondo

I modelli NLP spesso mancano di:

- Comprensione del contesto più ampio

  Capire che "è freddo" significa cose diverse in estate o in inverno
- Conoscenza del mondo data per scontata dagli umani
  Sapere che le persone non possono volare, che l'acqua è bagnata, che il sole sorge
  a est...
- Capacità di fare inferenze basate su common sense
   "Ho lasciato il gelato fuori dal freezer" → "probabilmente si è sciolto"

"Non posso accedere al mio account dopo l'aggiornamento di ieri"
Un sistema NLP dovrebbe capire che "l'aggiornamento" si riferisce probabilmente a
un software e potrebbe essere la causa del problema.

### Comprensione del contesto e conoscenza del mondo

Esempio divertente: Se dico "Ho preso un caffè con mia sorella, era davvero amaro", un umano capisce che era amaro il caffè, non mia sorella!

**Domanda tecnica:** Quali approcci potrebbero aiutare i sistemi NLP a sviluppare una migliore comprensione del contesto e della conoscenza del mondo?

### Robustezza e generalizzazione 💪



- I modelli NLP possono degradarsi significativamente con:
  - Input fuori distribuzione
  - Errori ortografici
  - Gergo specialistico
  - Linguaggio non standard
- Vulnerabilità ad attacchi adversarial

### Efficienza computazionale e sostenibilità 🦚



- I modelli NLP più avanzati richiedono risorse enormi:
  - Addestramento di GPT-3: energia equivalente a centinaia di case americane in un anno
- Questioni di:
  - Accessibilità (democratizzazione della tecnologia)
  - Sostenibilità ambientale
  - Implementazione su dispositivi edge

### Applicazioni emergenti dell'NLP 🚀

Il futuro è già qui, solo non è ancora uniformemente distribuito!

Nuove ed entusiasmanti direzioni di sviluppo stanno ridefinendo i confini dell'NLP:

- NLP multimodale (2) (1)
   Sistemi che vedono, ascoltano e parlano: "Descrivi questa immagine e trasforma la descrizione in una canzone"
- Agenti conversazionali avanzati Da semplici chatbot a veri assistenti che ricordano le conversazioni passate e si adattano alle tue preferenze
- NLP per lingue a basse risorse 

  Democratizzare l'NLP per le 7.000+ lingue del mondo, non solo per le 10 più parlate

#### NLP multimodale

- Integra l'elaborazione del linguaggio con altre modalità:
  - Immagini
  - Video
  - Audio
- Retail: analisi combinata di recensioni testuali e immagini dei prodotti
- Sanità: correlazione tra sintomi descritti e pattern visibili nelle immagini mediche

#### Agenti conversazionali avanzati 🔛

- Evoluzione da semplici chatbot a sistemi sofisticati:
  - Conversazioni estese e contestuali
  - Comprensione di intenzioni complesse
  - Memoria delle interazioni precedenti
  - Adattamento al feedback dell'utente
- Educazione: tutor personalizzati
- Salute mentale: supporto iniziale e gestione dello stress

### NLP per lingue a basse risorse 🕵

- Tecniche per lingue con pochi dati di addestramento:
  - Transfer learning multilingue
  - Few-shot learning
  - Generazione di dati sintetici
- Conservazione culturale: preservazione di lingue minoritarie
- Settore umanitario: comunicazione durante crisi in regioni con lingue locali

### NLP interpretabile e spiegabile 🔍

- Modelli capaci di fornire giustificazioni comprensibili per le loro previsioni
- Settore legale: riferimenti specifici a precedenti o normative
- Settore finanziario: spiegabilità per valutazione del rischio e identificazione frodi

### Pensate a questo... 👺

"Il linguaggio è la casa dell'essere."

Martin Heidegger

Se il linguaggio definisce la nostra esperienza umana... cosa significa creare macchine che lo comprendono?

### Conclusione |\*\*

- L'NLP è una frontiera in rapida evoluzione dell'IA
- Trasforma il modo in cui interagiamo con le macchine e le organizzazioni operano
- Sfide significative rimangono, ma nuove applicazioni continuano a emergere
- Comprendere fondamenti, capacità e limiti è essenziale per sfruttarne il potenziale

### Riferimenti e approfondimenti 듣

- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2023). Speech and Language Processing (3rd ed. draft).
   https://web.stanford.edu/~jurafsky/slp3/
- Vaswani, A., et al. (2017). Attention is All You Need. Advances in Neural Information Processing Systems, 30.
- Devlin, J., et al. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding. Proceedings of NAACL-HLT 2019.

# Domande? 🙋 🙋