



# Code7Crusaders

Software Development Team

Analisi dei Modelli di linguaggio

## **Membri del Team:**

Enrico Cotti Cottini, Gabriele Di Pietro, Tommaso Diviesti  
Francesco Lapenna, Matthew Pan, Eddy Pinarello, Filippo Rizzolo

**Data:** 18 dicembre 2024

# Indice

<b>1</b>	<b>Obiettivo</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Caratteristiche dei Modelli</b>	<b>3</b>
2.1	BigScience Workshop (Huggingface) . . . . .	3
2.1.1	Prestazioni . . . . .	4
2.2	Considerazioni sull'hardware . . . . .	4
2.2.1	Tabella dei Modelli . . . . .	4
2.3	OpenAI . . . . .	5
2.3.1	Prestazioni . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Costi e Limiti</b>	<b>6</b>
3.1	Huggingface . . . . .	6
3.1.1	Costi . . . . .	6
3.2	OpenAI . . . . .	7
3.2.1	Costi . . . . .	7
<b>4</b>	<b>Utilizzo tramite LangChain</b>	<b>9</b>
4.1	BigScience Workshop (Huggingface) . . . . .	9
4.2	OpenAI . . . . .	9
<b>5</b>	<b>Testing con OpenAI GPT-4omini e LangChain</b>	<b>10</b>
5.1	Setup del Test . . . . .	10
5.2	Esecuzione del Test . . . . .	10
5.3	Conclusioni del Test . . . . .	10
<b>6</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>11</b>

## Elenco delle figure

1	Benchmark delle prestazioni di varie versioni di BLOOM . . . . .	4
2	Benchmark delle prestazioni del modello gpt4o confrontato con altri modelli . . . . .	5
3	Benchmark delle prestazioni del modello gpt4omini confrontato con altri modelli . . . . .	6
4	Costi degli endpoint API di Huggingface per modelli di grandi dimensioni . . . . .	7
5	Costi delle API di OpenAI per il modello gpt4o . . . . .	8
6	Costi delle API di OpenAI per il modello gpt4omini . . . . .	9
7	Scenario riassuntivo dei costi delle varie query su LangSmith . . . . .	10

# 1 Obiettivo

Questo documento si pone l'obiettivo di confrontare i modelli di Huggingface, in particolare quelli sviluppati nell'ambito del BigScience Workshop (come BLOOM e le sue varianti), e i modelli di OpenAI (ad esempio GPT-4o e GPT-4omini). Entrambi i tipi di modelli possono essere integrati tramite l'interfaccia LangChain per lo sviluppo di applicazioni avanzate basate su modelli linguistici. Il confronto considera caratteristiche, vantaggi, svantaggi, costi e altri aspetti tecnici rilevanti.

## 2 Caratteristiche dei Modelli

### 2.1 BigScience Workshop (Huggingface)

I modelli di BigScience sono il risultato di un'iniziativa collaborativa open source che mira a democratizzare l'accesso alle tecnologie avanzate di NLP. Tra i modelli più noti figurano BLOOM e le sue versioni ottimizzate come BLOOMz.

#### Caratteristiche principali

- **Open Source:** Il codice sorgente è completamente accessibile, permettendo agli sviluppatori di personalizzare e adattare i modelli alle proprie esigenze.
- **Supporto Multilingue:** I modelli sono progettati per funzionare su una vasta gamma di lingue, incluse molte lingue meno comuni.
- **Dimensioni Variabili:** Sono disponibili modelli di diverse dimensioni, da versioni leggere (adatte a risorse hardware limitate) a modelli complessi che richiedono infrastrutture avanzate.
- **Hosting su Huggingface:** I modelli possono essere utilizzati tramite la piattaforma Huggingface, sia attraverso endpoint API che tramite infrastrutture cloud personalizzate.

#### Vantaggi

- **Accessibilità:** Non ci sono vincoli di licenza proprietaria, il che garantisce un utilizzo flessibile.
- **Trasparenza:** Maggiore chiarezza sui dati di addestramento e sull'architettura del modello.
- **Personalizzazione:** Possibilità di ottimizzare il modello per specifici casi d'uso.

#### Svantaggi

- **Prestazioni Inferiori:** Risultati meno ottimali rispetto ai modelli proprietari in applicazioni altamente specifiche.
- **Requisiti Hardware Elevati:** I modelli più grandi richiedono notevoli risorse computazionali per l'addestramento e l'inferenza.
- **Costo per Grandi Modelli:** L'utilizzo tramite endpoint API è limitato a modelli con dimensioni inferiori a 10GB; per modelli più grandi è necessaria una licenza a pagamento con costi variabili.

### 2.1.1 Prestazioni

Benchmark e valutazione dei modelli di BigScience Workshop dimostrano prestazioni notevoli.



Figure 4: Zero-shot multilingual task generalization with English prompts. BLOOM models have 176 billion parameters. Scores are the language average for each task. Appendix §B breaks down performance by language.

Figura 1: Benchmark delle prestazioni di varie versioni di BLOOM

## 2.2 Considerazioni sull'hardware

Nel caso si volessere utilizzare modelli di grandi dimensioni, come BLOOM, è necessario considerare l'hardware richiesto per l'inferenza. Questi modelli richiedono risorse significative, come GPU ad alte prestazioni e memoria RAM dedicata, per garantire prestazioni ottimali. Nel nostro caso utilizziamo API endpoint che ci permettono di fare affidamento a risorse cloud per l'inferenza, riducendo la necessità di hardware locale, nel caso dei modelli di Huggingface però, gli API endpoint sono gratuiti solo fino a modelli inferiori ai 10GB, per modelli più grandi è necessario sottoscrivere un piano a pagamento.

### 2.2.1 Tabella dei Modelli

Di seguito è riportata una tabella che elenca i modelli di Huggingface e OpenAI con le loro caratteristiche principali:

Modello	Parametri	Dimensione (GB)	Hardware Necessario
BLOOM-176B	176 miliardi	350 GB (FP32)	8x NVIDIA A100 80GB o equivalenti
BLOOM-7.1B	7,1 miliardi	14 GB (FP32)	1x NVIDIA A100 40GB o equivalenti
BLOOM-3B	3 miliardi	6 GB (FP32)	1x NVIDIA RTX 3090 (24GB) o equivalenti
BLOOM-1.1B	1,1 miliardi	2,2 GB (FP32)	1x NVIDIA RTX 2080 Ti (11GB) o equivalenti
BLOOM-560M	560 milioni	1,1 GB (FP32)	1x NVIDIA GTX 1660 (6GB) o equivalenti
BLOOM-350M	350 milioni	0,7 GB (FP32)	1x GPU integrata con almeno 4GB di memoria
BLOOMZ-176B	176 miliardi	350 GB (FP32)	8x NVIDIA A100 80GB o equivalenti
GPT-4o	70-100 miliardi	140-200 GB (FP32)	4-8x NVIDIA A100 80GB o equivalenti
GPT-4omini	3-10 miliardi	6-20 GB (FP32)	1x NVIDIA RTX 3090 (24GB) o equivalenti

Tabella 1: Caratteristiche dei modelli di Huggingface e OpenAI

Bisogna anche considerare il fatto che la dimensione dei modelli non è l'unico fattore determinante per le risorse necessarie, ma anche gli eventuali modelli di embedding e i dataset utilizzati influiscono. È quindi necessario prevedere un margine maggiore per l'hardware utilizzato. I modelli piccoli come BLOOM-3B o inferiori sono poco efficaci.

## 2.3 OpenAI

I modelli di OpenAI includono varianti all'avanguardia come GPT-4 e GPT-4omini, sviluppate per fornire elevate prestazioni in una vasta gamma di applicazioni NLP.

### Caratteristiche principali

- **Proprietari:** I modelli sono accessibili esclusivamente tramite API commerciali.
- **Prestazioni Elevate:** OpenAI è leader nei benchmark NLP, garantendo risultati ottimali per applicazioni generative e analitiche.
- **Ottimizzazione per Prodotti Commerciali:** I modelli sono ottimizzati per applicazioni pratiche come chatbot, generazione di codice, automazione aziendale e analisi dei dati.

### Vantaggi

- **Inferenza Scalabile:** Le API cloud di OpenAI permettono una scalabilità elevata senza la necessità di gestione locale delle risorse.
- **Supporto Tecnico:** Documentazione esaustiva e supporto continuo per l'integrazione.
- **Aggiornamenti Regolari:** Miglioramenti costanti ai modelli e alle API.

### Svantaggi

- **Costi Basati sui Token:** I costi dipendono dal numero di token elaborati, il che può risultare oneroso in alcuni scenari ad alto volume.
- **Mancanza di Trasparenza:** Non è possibile accedere ai dati di addestramento o all'architettura interna del modello.
- **Dipendenza dall'Infrastruttura Cloud:** Non è possibile eseguire i modelli localmente, il che può rappresentare un problema per progetti con restrizioni di privacy.

### 2.3.1 Prestazioni

Benchmark e valutazione dei modelli di OpenAI: GPT-4o e GPT-4omini, dimostrano prestazioni superiori rispetto ad altri modelli di riferimento.



Figura 2: Benchmark delle prestazioni del modello gpt4o confrontato con altri modelli



Figura 3: Benchmark delle prestazioni del modello gpt4omini confrontato con altri modelli

### 3 Costi e Limiti

Una differenza chiave tra le due piattaforme riguarda i costi e le limitazioni di utilizzo:

#### 3.1 Huggingface

- Gli endpoint API di Huggingface supportano modelli fino a 10GB gratuitamente.
- Per modelli più grandi è necessario sottoscrivere un piano a pagamento, con costi variabili in base alla dimensione e **all'utilizzo orario**.
- L'utilizzo locale richiede risorse hardware significative, con costi indiretti per l'acquisto o il noleggio di infrastrutture adeguate.

##### 3.1.1 Costi

Nel nostro caso, data la necessità di utilizzare modelli di grandi dimensioni come BLOOM (*a causa dell'inefficienza di quelli piccoli*), i costi di Huggingface potrebbero risultare proibitivi, quindi di seguito mostriamo una tabella che elenca i costi di un API endpoint:



Figura 4: Costi degli endpoint API di Huggingface per modelli di grandi dimensioni

## 3.2 OpenAI

- I costi sono calcolati in base al numero di token utilizzati durante l'elaborazione, rendendo il modello economicamente flessibile per casi d'uso specifici.
- Non ci sono costi orari fissi, e l'utilizzo è facilmente scalabile in funzione delle esigenze del progetto.

Questa differenza rende OpenAI una scelta più conveniente per progetti con utilizzo intermittente o moderato, mentre Huggingface è più adatto a sviluppatori con infrastrutture locali preesistenti o budget elevati per l'acquisto di risorse.

### 3.2.1 Costi

Di seguito i costi di OpenAI per l'utilizzo delle API per gpt4o e gpt4omini, che a differenza di Huggingface non richiedono costi fissi orari ma sono basati sul numero di token utilizzati:



Model	Pricing	Pricing with Batch API*
gpt-4o	\$2.50 / 1M input tokens	\$1.25 / 1M input tokens
	\$1.25 / 1M cached** input tokens	
	\$10.00 / 1M output tokens	\$5.00 / 1M output tokens
gpt-4o-2024-11-20	\$2.50 / 1M input tokens	\$1.25 / 1M input tokens
	\$1.25 / 1M cached** input tokens	
	\$10.00 / 1M output tokens	\$5.00 / 1M output tokens
gpt-4o-2024-08-06	\$2.50 / 1M input tokens	\$1.25 / 1M input tokens
	\$1.25 / 1M cached** input tokens	
	\$10.00 / 1M output tokens	\$5.00 / 1M output tokens
gpt-4o-audio-preview	Text	
	\$2.50 / 1M input tokens	
	\$10.00 / 1M output tokens	
	Audio***	
	\$100.00 / 1M input tokens	
gpt-4o-audio-preview-2024-10-01	\$200.00 / 1M output tokens	
	Text	
	\$2.50 / 1M input tokens	
	\$10.00 / 1M output tokens	
	Audio***	
gpt-4o-2024-05-13	\$100.00 / 1M input tokens	
	\$200.00 / 1M output tokens	
gpt-4o-2024-05-13	\$5.00 / 1M input tokens	\$2.50 / 1M input tokens
	\$15.00 / 1M output tokens	\$7.50 / 1M output tokens

Figura 5: Costi delle API di OpenAI per il modello gpt4o

Model	Pricing	Pricing with Batch API*
gpt-4o-mini	\$0.150 / 1M input tokens	\$0.075 / 1M input tokens
	\$0.075 / 1M cached** input tokens	
	\$0.600 / 1M output tokens	
gpt-4o-mini-2024-07-18	\$0.150 / 1M input tokens	\$0.075 / 1M input tokens
	\$0.075 / 1M cached** input tokens	
	\$0.600 / 1M output tokens	

Figura 6: Costi delle API di OpenAI per il modello gpt4omini

## 4 Utilizzo tramite LangChain

LangChain è una libreria versatile che consente di combinare modelli linguistici avanzati con strumenti di ricerca, database e altre tecnologie. Entrambe le piattaforme possono essere integrate facilmente tramite LangChain.

### 4.1 BigScience Workshop (Huggingface)

LangChain supporta l'integrazione con i modelli Huggingface tramite connettori diretti, permettendo un elevato grado di personalizzazione.

#### Punti di forza

- Possibilità di controllare in dettaglio le modalità di esecuzione del modello.
- Personalizzazione avanzata per applicazioni specifiche.

#### Limiti

- Requisiti tecnici e computazionali elevati per ottimizzare le prestazioni.
- Gestione complessa per l'utilizzo di modelli di grandi dimensioni.

### 4.2 OpenAI

LangChain offre un'integrazione nativa con le API di OpenAI, semplificando l'implementazione e l'uso dei modelli.

#### Punti di forza

- Configurazione immediata e intuitiva.
- Alta scalabilità e tempi di risposta rapidi grazie all'infrastruttura cloud.

#### Limiti

- Dipendenza dalle API proprietarie.
- Costi ricorrenti legati al consumo di token.

## 5 Testing con OpenAI GPT-4omini e LangChain

Per valutare l'efficacia dell'integrazione di OpenAI GPT-4omini tramite LangChain, abbiamo condotto una serie di test. Abbiamo utilizzato LangSmith per monitorare le prestazioni e raccogliere dati dettagliati sull'elaborazione.

### 5.1 Setup del Test

Abbiamo configurato un ambiente di test utilizzando LangChain per interfacciarsi con le API di OpenAI. Il setup includeva:

- Un'istanza di LangChain configurata per utilizzare GPT-4omini.
- Monitoraggio delle richieste e delle risposte tramite LangSmith.
- Un istanza RAG (Retrieval-Augmented Generation), realizzata tramite un database vettoriale FAISS e come embedding model BERT(di Huggingface) runnato in locale(2GB VRAM circa compresi dati file esterni vettorializzati) che ci ha permesso di testare llm su contesti ricevuti da file esterni.

### 5.2 Esecuzione del Test

Abbiamo eseguito diversi scenari di test per valutare soprattutto il costo in token dell'utilizzo di GPT-4omini:

Name	Input	Output	Error	Start Time	Latency	Dataset	Annotation Queue	Tokens	Cost	First Token (ms)	Tag
LangGraph	ai: ### Qualità del Pr...	ai: ### Qualità de...		10/12/2024, 19:49:33	3.87s			882	\$0.0002873	N/A	
LangGraph	ai: Dalla descrizione f...	ai: Dalla descritto...		10/12/2024, 19:49:13	2.44s			747	\$0.0007725	N/A	
LangGraph	ai: Un processo di qu...	ai: Un processo d...		10/12/2024, 19:26:25	8.54s			1,131	\$0.00030465	N/A	
LangGraph	ai: Ciao! Come posso	ai: Ciao! Come po...		9/12/2024, 22:17:41	1.33s			84	\$0.0000027	N/A	
LangGraph	ai: Sembra che tu abb...	ai: Sembra che tu...		9/12/2024, 22:01:45	1.61s			97	\$0.00003525	N/A	
LangGraph	human: ao	Keyvcardinterp...		9/12/2024, 21:56:10	10.41s			111	\$0.00009665	N/A	
LangGraph	ai: Sembra che tu abb...	ai: Sembra che tu...		9/12/2024, 21:55:59	2.22s			142	\$0.00004335	N/A	
LangGraph	ai: Ciao! Come posso	ai: Ciao! Come po...		9/12/2024, 21:53:46	1.33s			82	\$0.00000258	N/A	
LangGraph	ai: Le Leggi di Hamm...	ai: Le Leggi di Ha...		9/12/2024, 20:38:04	4.48s			684	\$0.0002376	N/A	
LangGraph	ai: Il Deuteronomio è L...	ai: Il Deuteronomi...		9/12/2024, 20:37:45	4.68s			670	\$0.0002355	N/A	
LangGraph	ai: Il "Messale Roman...	ai: Il "Messale Ro...		9/12/2024, 19:58:07	4.58s			375	\$0.00079125	N/A	
LangGraph	ai: Il brano che hai for...	ai: Il brano che ha...		9/12/2024, 19:54:58	7.40s			872	\$0.0003558	N/A	
LangGraph	ai: Il testo che hai form...	ai: Il testo che ha...		9/12/2024, 19:54:42	8.78s			833	\$0.00034995	N/A	
LangGraph	ai: Il testo che hai form...	ai: Il testo che ha...		9/12/2024, 19:52:39	7.21s			1,449	\$0.00044235	N/A	
LangGraph	ai: Il brano che hai cit...	ai: Il brano che ha...		9/12/2024, 19:52:30	6.73s			874	\$0.0003561	N/A	
LangGraph	ai: La figura dell'om...	ai: La figura dell'u...		9/12/2024, 19:52:17	5.93s			1,184	\$0.0004026	N/A	
LangGraph	ai: Sembra che tu stia...	ai: Sembra che tu...		9/12/2024, 19:51:02	8.49s			576	\$0.0003914	N/A	
LangGraph	ai: Sembra che tu stia...	ai: Sembra che tu...		9/12/2024, 19:50:40	8.22s			581	\$0.0003728	N/A	
trim_messages	human: Yes, I'm seen...	human: Yes, I'm s...		9/12/2024, 19:46:32	0.42s			0	N/A	N/A	

Figura 7: Scenario riassuntivo dei costi delle varie query su LangSmith

### 5.3 Conclusioni del Test

I test hanno dimostrato che l'integrazione di GPT-4omini tramite LangChain è efficace e offre prestazioni soddisfacenti per le nostre esigenze. Il monitoraggio tramite LangSmith ha fornito dati utili per ottimizzare l'uso del modello e gestire i costi associati all'utilizzo dei token.

In conclusione, l'uso di OpenAI GPT-4omini con LangChain rappresenta una soluzione valida per il nostro progetto, garantendo un equilibrio tra prestazioni elevate e costi gestibili.

## 6 Conclusioni

La scelta tra Huggingface e OpenAI dipende dalle esigenze specifiche del progetto e dalle risorse disponibili.

Huggingface è ideale per sviluppatori che richiedono trasparenza, controllo e la possibilità di eseguire modelli su infrastrutture locali. Tuttavia, i costi associati a modelli di grandi dimensioni e le elevate richieste hardware possono rappresentare uno svantaggio.

OpenAI è la soluzione preferibile per applicazioni commerciali o progetti che richiedono elevate prestazioni con un'infrastruttura cloud scalabile e tempi di implementazione rapidi. I costi basati sui token offrono maggiore flessibilità economica rispetto ai costi fissi di Huggingface.

Grazie a LangChain, entrambe le opzioni possono essere integrate efficacemente, permettendo di sfruttare appieno le potenzialità dei modelli linguistici per applicazioni avanzate.

Tuttavia, per il nostro progetto **Capitolato 7 Ergon**, l'opzione con OpenAI sembra essere la più adatta all'implementazione pratica, considerati i nostri mezzi e possibilità.

Data: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_