



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO  
DI INGEGNERIA  
DELL'ENERGIA ELETTRICA  
E DELL'INFORMAZIONE  
"GUGLIELMO MARCONI"

## Manipolazione Robotica basata su Intelligenza Artificiale

### Descrizione del Progetto

#### Panoramica

Questo progetto esplora l'integrazione dei Modelli Linguistici di Grandi Dimensioni (LLM) nei sistemi robotici per migliorare la manipolazione guidata dall'intelligenza artificiale. Sfruttando le capacità dei LLM nel comprendere il linguaggio naturale, i robot possono svolgere compiti fisici complessi con maggiore adattabilità, comprensione contestuale e interazione con gli utenti. L'obiettivo è sviluppare sistemi robotici intelligenti in grado di interpretare istruzioni, ragionare sui compiti e eseguire manipolazioni precise in ambienti dinamici.

#### Obiettivi Chiave

- 1. Comprensione dei Compiti con gli LLM**
  - Utilizzare i LLM per comprendere comandi in linguaggio naturale e tradurli in azioni robotiche.
  - Abilitare il processo decisionale contestuale per ambienti dinamici e non strutturati.
- 2. Migliorare la Manipolazione Robotica**
  - Combinare LLM con sistemi di visione e controllo per una manipolazione precisa degli oggetti.
  - Raggiungere un livello di adattabilità simile a quello umano in compiti come assemblaggio, smistamento e utilizzo di strumenti.
- 3. Robot Interattivi**
  - Favorire un'interazione intuitiva tra esseri umani e robot attraverso la comunicazione basata sul linguaggio.
  - Consentire ai robot di spiegare le proprie azioni, adattarsi ai feedback degli utenti e perfezionare l'esecuzione dei compiti in tempo reale.
- 4. Distribuzione Etica e Affidabile**
  - Affrontare le sfide legate alla distribuzione di robot migliorati dagli LLM in applicazioni critiche per la sicurezza.
  - Sviluppare misure di sicurezza per prevenire l'uso improprio dei robot guidati dagli LLM.

#### DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento, 2 | 40136 Bologna | Italia | tel. + 39 051 2093001  
UOS: via dell'Università, 50 | 47522 Cesena | Italia | tel. +39 0547 339200



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO  
DI INGEGNERIA  
DELL'ENERGIA ELETTRICA  
E DELL'INFORMAZIONE  
"GUGLIELMO MARCONI"

## Attività del Progetto

### Fase 1: Ricerca e Studio di Fattibilità

- Esplorare le capacità degli LLM all'avanguardia (ad es. GPT, PaLM) nei compiti robotici.
- Condurre un'analisi di fattibilità sull'integrazione degli LLM con piattaforme robotiche (ad es. ROS).
- Definire parametri di riferimento per la complessità dei compiti, l'adattabilità e l'interazione con l'utente.

### Fase 2: Progettazione e Sviluppo del Sistema

#### 1. Integrazione degli LLM nella Robotica

- Integrare gli LLM con sistemi robotici per elaborare comandi in linguaggio naturale e generare piani specifici per i compiti.
- Sviluppare pipeline che combinino gli output degli LLM con sistemi di controllo robotici per la manipolazione fisica.

#### 2. Manipolazione Robotica

- Implementare percezione multimodale combinando LLM, visione (riconoscimento degli oggetti) e feedback tattile per una gestione precisa.
- Addestrare i robot ad adattarsi dinamicamente a cambiamenti nella posizione, nella forma degli oggetti o nei vincoli ambientali.

#### 3. Interazione Uomo-Robot

- Progettare interfacce conversazionali che consentano ai robot di comprendere l'intento dell'utente, fare domande di chiarimento e spiegare i progressi dei compiti.
- Testare la capacità dei robot di seguire istruzioni ambigue o incomplete e di perfezionarle collaborando con l'utente.

### Fase 3: Test e Validazione

- Valutare il sistema in vari ambienti: strutturati (linee di produzione) e non strutturati (case, assistenza sanitaria).
- Testare le prestazioni dei robot su complessità dei compiti, precisione, adattabilità e sicurezza.
- Condurre studi con gli utenti per valutare la qualità dell'interazione e l'interpretazione dei comandi intuitivi.

#### DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento, 2 | 40136 Bologna | Italia | tel. +39 051 2093001  
UOS: via dell'Università, 50 | 47522 Cesena | Italia | tel. +39 0547 339200



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO  
DI INGEGNERIA  
DELL'ENERGIA ELETTRICA  
E DELL'INFORMAZIONE  
"GUGLIELMO MARCONI"

#### Fase 4: Distribuzione e Misure di Sicurezza

- Distribuire i robot migliorati dagli LLM in scenari reali come manifattura, logistica o assistenza agli anziani.
- Sviluppare sistemi di monitoraggio per garantire operazioni sicure ed etiche.
- Creare strumenti per prevenire l'uso improprio, come l'esecuzione impropria dei compiti o l'accesso non autorizzato.

#### Fase 5: Documentazione e Condivisione della Conoscenza

- Pubblicare risultati sulla manipolazione robotica guidata dagli LLM, concentrandosi su innovazione, sfide e considerazioni etiche.
- Organizzare workshop per ricercatori e professionisti per discutere pratiche di implementazione scalabili e sicure.

---

## Applicazioni

1. **Automazione Industriale**
  - Robot in grado di assemblare prodotti complessi basandosi su istruzioni in linguaggio naturale.
2. **Sanità e Assistenza**
  - Robot assistenti che comprendono e rispondono ai comandi verbali dei pazienti per supportare le attività quotidiane.
3. **Logistica e Magazzinaggio**
  - Robot adattivi per lo smistamento e l'imballaggio dinamico degli inventari.
4. **Educazione e Intrattenimento**
  - Robot interattivi per scopi formativi e ricreativi, in grado di insegnare attraverso dimostrazioni.

## Considerazioni Etiche

- **Bias nei Comandi:** Affrontare i bias nelle interpretazioni degli LLM che potrebbero influenzare l'accuratezza o l'equità dei compiti.

## DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

Viale del Risorgimento, 2 | 40136 Bologna | Italia | tel. +39 051 2093001  
UOS: via dell'Università, 50 | 47522 Cesena | Italia | tel. +39 0547 339200



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO  
DI INGEGNERIA  
DELL'ENERGIA ELETTRICA  
E DELL'INFORMAZIONE  
"GUGLIELMO MARCONI"

- **Protocolli di Sicurezza:** Implementare protocolli rigorosi per garantire un funzionamento sicuro in ambienti occupati da esseri umani.
- **Trasparenza:** Garantire che i robot potenziati dagli LLM possano spiegare il loro ragionamento e le loro azioni.

Questo progetto immagina un futuro in cui i robot, potenziati dagli LLM, diventano partner intuitivi, versatili e affidabili nella risoluzione di problemi del mondo reale.

#### **DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE**

Viale del Risorgimento, 2 | 40136 Bologna | Italia | tel. + 39 051 2093001

UOS: via dell'Università, 50 | 47522 Cesena | Italia | tel. +39 0547 339200