

## **Percezione e manipolazione robotica di oggetti deformabili basata su metodologie di apprendimento**

Una sfida chiave nella robotica intelligente è creare robot in grado di interagire direttamente con il mondo che li circonda per raggiungere i propri obiettivi. D'altra parte, la manipolazione del robot è fondamentale per raggiungere la promessa della robotica, poiché la definizione di robot richiede che abbia attuatori che può utilizzare per cambiare il mondo.

Negli ultimi decenni è stata osservata una crescita sostanziale nella ricerca sul problema della manipolazione dei robot, che mira a sfruttare la crescente disponibilità di braccia robotiche e pinze a prezzi accessibili per creare macchine in grado di interagire direttamente e autonomamente con il mondo per implementare applicazioni utili. L'apprendimento sarà fondamentale per tali sistemi autonomi, poiché il mondo reale contiene troppe variazioni perché un robot possa avere un modello accurato delle richieste e del comportamento umano, dell'ambiente circostante, degli oggetti in esso contenuti o delle abilità richieste per manipolarli.

Pertanto, la prossima generazione di sistemi di manipolazione robotica assisterà all'aumento delle competenze grazie a nuovi paradigmi di intelligenza artificiale, consentendo di svolgere compiti autonomi con supervisione limitata, indipendentemente da materiali, dimensioni, forme e altre proprietà dell'oggetto, nonché all'aumento dell'apprendimento capacità dovute all'interazione con gli esseri umani e l'ambiente, fornendo loro nuove conoscenze che apriranno l'applicazione dei robot a compiti imprevisi. Ciò porterà nuove opportunità in diversi scenari, che vanno dalla produzione industriale, alla logistica, alla robotica di servizio e ai dispositivi indossabili come esoscheletri e protesi.

Affinché i sistemi di manipolazione autonoma siano di interesse pratico per le applicazioni del mondo reale, il processo di apprendimento non può essere avviato da zero per ogni nuovo problema e sistema, deve essere il più breve possibile per renderlo accessibile e sicuro, facendo leva sulla conoscenza a priori e modelli sull'ambiente e le attività. In questo scenario, la possibilità di trasferire abilità da un'applicazione all'altra e da un sistema robotico all'altro è cruciale. Inoltre, la sicurezza del sistema deve essere garantita in qualsiasi momento, quindi un requisito fondamentale per consentire l'utilizzo di robot autonomi è rilevare condizioni in cui non sono in grado di risolvere il problema rispettando i requisiti di sicurezza. Per raggiungere questo obiettivo,

### **Programma di ricerca**

L'obiettivo principale di questo progetto di ricerca si concentra sulla questione di "Come un robot può imparare in modo efficiente a manipolare in modo mirato e altamente performante". Questa ricerca spazierà dall'apprendimento delle capacità di manipolazione individuale dalla dimostrazione umana, all'apprendimento di descrizioni astratte di un compito di manipolazione adatto a una pianificazione di alto livello, alla scoperta della funzionalità di un oggetto interagendo con esso, per garantire prestazioni e sicurezza. Questa ricerca mira a sviluppare un nuovo sistema di manipolazione alimentato dall'intelligenza artificiale con capacità di apprendimento persistente, in grado di percepire le principali caratteristiche e caratteristiche dell'ambiente circostante per mezzo di un insieme eterogeneo di sensori, in grado di decidere come eseguire un compito in modo autonomo e in grado di rilevare fallimenti nell'esecuzione del compito al fine di richiedere nuove conoscenze attraverso l'interazione con gli esseri umani e l'ambiente. Questa ricerca indaga ulteriormente su come tali sistemi di manipolazione alimentati dall'intelligenza artificiale vengono percepiti dagli utenti e quali fattori migliorano l'accettabilità umana.

A tale scopo, verranno sviluppati approcci basati su modelli fisici, metodi di machine learning e imitazione dell'uomo.

### **Modelli fisici nei sistemi di manipolazione robotica**

I modelli fisici sono fondamentali nello sviluppo dei sistemi di manipolazione robotica. Questi modelli descrivono le proprietà fisiche dell'ambiente circostante e degli oggetti che il robot deve manipolare.

Attraverso l'utilizzo di modelli fisici accurati, i robot possono simulare e prevedere il comportamento di oggetti e ambienti, consentendo loro di pianificare e compiere azioni con precisione. L'implementazione di modelli fisici realistici è una sfida complessa, poiché richiede la considerazione di fattori come la dinamica degli oggetti, le forze e le interazioni fisiche.

### **Metodi di machine learning nella manipolazione robotica**

I metodi di machine learning hanno rivoluzionato la robotica, consentendo ai robot di apprendere autonomamente dai dati e migliorare le proprie capacità manipolative. L'apprendimento automatico può essere utilizzato per addestrare i robot a riconoscere oggetti, comprendere l'ambiente circostante e acquisire abilità motorie. Alcuni dei metodi di machine learning comunemente impiegati includono reti neurali, algoritmi di apprendimento supervisionato e non supervisionato, e algoritmi di apprendimento per rinforzo. Questi algoritmi consentono ai robot di imparare dai dati sensoriali e di adattarsi a nuove situazioni e compiti.

### **Imitazione dell'uomo come approccio all'apprendimento robotico**

L'imitazione dell'uomo è un approccio promettente nello sviluppo di sistemi di manipolazione robotica. Questo approccio prevede che un essere umano esegua un'azione manipolativa mentre il robot registra i dati associati, come posizioni, forze e traiettorie. Successivamente, il robot utilizza questi dati per imparare a imitare e riprodurre l'azione umana. L'imitazione dell'uomo consente ai robot di apprendere in modo rapido ed efficiente, beneficiando dell'esperienza e dell'abilità umana.

### **Applicazioni e benefici dei sistemi di manipolazione robotica basati su modelli fisici, metodi di machine learning e imitazione dell'uomo**

L'implementazione di sistemi di manipolazione robotica avanzati basati su modelli fisici, metodi di machine learning e imitazione dell'uomo offre numerose applicazioni e benefici. Questi sistemi possono essere utilizzati nell'automazione industriale, nella logistica, nella salute, nell'assistenza agli anziani e in molti altri settori. Consentono una maggiore efficienza e precisione nelle operazioni di manipolazione, riducendo gli errori umani e migliorando la sicurezza. Inoltre, possono contribuire a liberare gli esseri umani da compiti ripetitivi e pericolosi, consentendo loro di concentrarsi su compiti di maggior valore.

### **Conclusioni**

Lo sviluppo di sistemi di manipolazione robotica basati su modelli fisici, metodi di machine learning e imitazione dell'uomo rappresenta un'area di ricerca e sviluppo in rapida crescita. Questi approcci consentono ai robot di apprendere e adattarsi autonomamente alle situazioni manipolative complesse, migliorando la loro flessibilità e capacità di interazione con l'ambiente circostante. L'implementazione di tali sistemi apre le porte a un futuro in cui i robot saranno in grado di svolgere una vasta gamma di compiti manipolativi in modo efficiente, preciso e sicuro, contribuendo alla trasformazione dei settori industriali e dei servizi.