CIRI MECCANICA AVANZATA E MATERIALI

Manipolazione robotica cooperativa di oggetti deformabili

La tecnologia presentata in questo report e sviluppata nell'ambito del progetto SIMOD, consente a due manipolatori robotici di afferrare e movimentare congiuntamente oggetti deformabili, coordinando il moto e regolando le forze di contatto. La percezione della scena supporta la localizzazione dell'oggetto e la scelta della presa, mentre il controllo cooperativo mantiene il sostegno del carico e contiene le deformazioni durante il movimento. La soluzione è stata sperimentata su pacchi voluminosi e semideformabili e su cavi flessibili, anche con manipolatori installati su basi mobili, per applicazioni nella logistica, nel packaging e nell'assemblaggio.

"Presa e movimentazione mediante due manipolatori e controllo delle forze"

Laboratorio	CIRI MAM
Area di specializzazione	Meccatronica e Materiali
Referenti	Gianluca Palli
Keyword	Automazione, Robotica collaborativa, Manipolatore, Oggetto deformabile

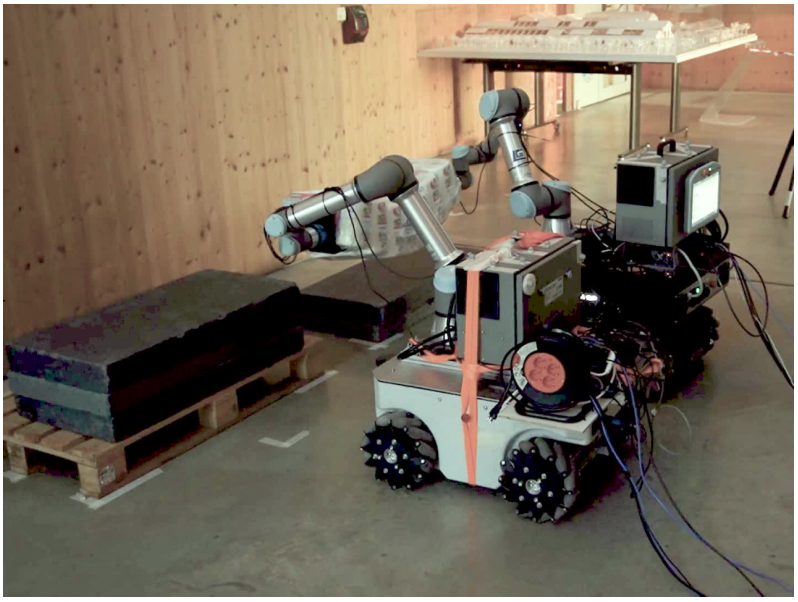


Fig. 1: Robot manipolatori



Fig. 2: Robot collaborativi che manipolano un oggetto flessibile

Descrizione

La soluzione integra percezione, pianificazione della presa e controllo dell'interazione in un sistema a due robot. I manipolatori condividono il carico e coordinano la posizione dei punti di contatto per gestire oggetti la cui forma cambia durante la manipolazione. L'impiego di basi mobili permette di avvicinarsi alla zona di lavoro e di estendere le operazioni al trasferimento e al deposito. Per i pacchi, due palette passive a forma di L combinano sostegno inferiore e compressione laterale controllata. Il controllo regola la forza interna, cioè l'azione reciproca dei robot che mantiene la presa senza determinare il movimento complessivo del carico. Quando entrambi i lati sono accessibili, la presa è simmetrica; con accesso limitato, l'inserimento è sequenziale e comprende il riposizionamento del pacco. Per i cavi, due pinze sostengono l'oggetto in punti distinti e il coordinamento delle prese ne gestisce la configurazione durante il moto.

Aspetti innovativi

L'elemento distintivo è l'adattamento della presa attraverso il coordinamento dei robot e la regolazione delle forze, anziché attraverso un organo di presa complesso dedicato a un solo prodotto. Nel caso dei pacchi, il sostegno verticale è separato dalla compressione laterale: questa combinazione consente di mantenere il contatto e contenere lo spanciamento. Le strategie di presa tengono inoltre conto dell'accessibilità del carico sul pallet. L'integrazione tra bracci e basi mobili amplia lo spazio operativo della manipolazione cooperativa.

Applicazioni

La tecnologia è rivolta a imprese e integratori di automazione per il prelievo e la movimentazione di confezioni cedevoli, la logistica di prodotti voluminosi e la manipolazione di cavi nell'assemblaggio di quadri elettrici. L'estensione ad altri oggetti deformabili richiede la verifica delle caratteristiche del prodotto, dei punti di presa e delle condizioni operative.

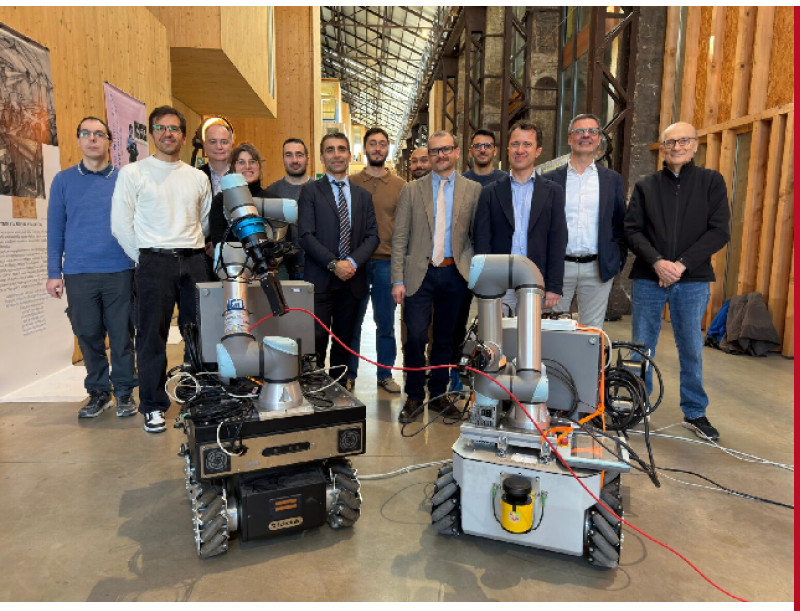


Fig. 3: Robot collaborativi e gruppo di progetto

Esempio di applicazione

Movimentazione di pacchi da pallet
Prelievo e movimentazione cooperativa di pacchi semideformabili da pallet, con verifica della trasferibilità dell'approccio alla manipolazione di cavi flessibili.

La presa è stata sperimentata con due UR10e dotati di palette a L. Dopo il contatto laterale, una combinazione di rotazione e traslazione inserisce il supporto sotto il pacco; i robot lo sollevano e lo trasportano mantenendo la compressione controllata. Le prove comprendono sia l'accesso bilaterale sia l'accesso laterale limitato, nel quale il pacco viene riposizionato prima dell'inserimento della seconda paletta. Le prove mostrano la fattibilità della movimentazione e una riduzione visibile dello spanciamento mediante compressione e inclinazione delle palette. La strategia è stata integrata su basi mobili per avvicinamento, presa, trasferimento e deposito.

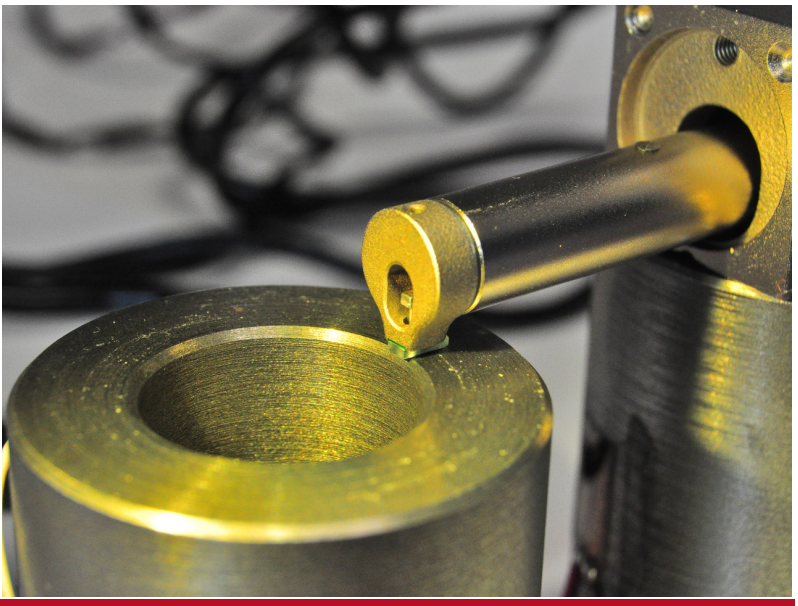
Partner coinvolti	CIRI MAM dell'Università di Bologna, capofila; CIDEA dell'Università di Parma, INTERMECH–MO.RE dell'Università di Modena e Reggio Emilia; IN4 Hub–MechLav dell'Università di Ferrara; Fondazione Democenter-Sipe. IEMA, E80 Group e AIMAG hanno concorso alla definizione di requisiti e scenari applicativi.
Tempi di realizzazione	30 mesi
Livello di maturità tecnologica	TRL 6 - tecnologia dimostrata in ambiente rilevante
Valorizzazione applicazione	La soluzione costituisce una base per attività di ricerca industriale con aziende e integratori interessati ad automatizzare la manipolazione di carichi flessibili. Il trasferimento può comprendere lo studio di fattibilità sul prodotto, la definizione degli organi di presa e l'adattamento delle strategie di controllo, seguiti da prove su dimostratore e integrazione nell'ambiente di destinazione.

CIRI MECCANICA AVANZATA E MATERIALI

CIRI MAM

Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale Meccanica Avanzata e Materiali

Il CIRI-MAM è il Centro Interdipartimentale per la Ricerca Industriale dell'Università di Bologna che opera nei settori della Meccanica Avanzata e dei Materiali. E' una struttura creata dall'Università di Bologna nell'ambito del progetto Tecnopoli, sviluppato dalla Regione Emilia Romagna, Programma Operativo Regionale del Fondo Europeo di Sviluppo Regionale.
Il CIRI-MAM è organizzato su sei unità operative (UO), ognuna caratterizzata da specifiche competenze e dotazioni strumentali: (i) Automazione, robotica e meccatronica, (ii) Materiali avanzati e applicazioni per la nautica, (iii) Materiali avanzati per la progettazione e applicazioni fotoniche, (iv) Materiali strutturati e/o compositi per applicazioni avanzate, (v) Prototipazione virtuale e modellazione sperimentale di sistemi meccanici, (vi) Chimica e tossicologia dei materiali.



Sito web	https://centri.unibo.it/mam/it
Direttore	Massimiliano De Agostinis
Data pubblicazione	03/11/2026