



Progetto di Ricerca & Sviluppo “IR - Industrial Robotics”
finalizzato all’analisi del panorama tecnologico e
relativa adozione in ambito industriale, con riferimento
alla robotica avanzata come strumento per favorire
l’automazione nel paradigma della digital transformation
in osservanza alle Linee Guida del Piano Nazionale Industria 4.0

Relazione Tecnica

Napoli, 30/12/2020

D.B.I. S.r.l.
L'Amministratore

Finalità e Descrizione del Progetto

Il progetto di R&S *IR - Industrial Robotics* è realizzato al fine di analizzare il panorama tecnologico e l'adozione delle tecnologie emergenti in ambito industriale, con particolare riferimento alla robotica avanzata come strumento per favorire l'automazione intelligente nel paradigma della digital transformation, in osservanza alle Linee Guida del Piano Nazionale Industria 4.0.

In una prima fase è stato analizzato lo scenario della manipolazione avanzata attraverso un robot tattile-reattivo. La manipolazione dei cavi flessibili è importante per gli ambienti industriali e pertanto si è voluto analizzare una struttura di percezione e controllo per consentire ai robot di svolgere il compito di manipolare un cavo. Si è fatto affidamento ad un sensore tattile basato sulla visione, per stimare la posizione del cavo nell'impugnatura e le forze di attrito durante lo scorrimento del cavo, e si è decomposto il comportamento del cavo manipolato in due controller tattili: cable grip controller e cable pose controller. Tale comportamento è stato abilitato da una pinza reattiva progettata con capacità di controllo della forza e della posizione dotata di sensori tattili ad alta risoluzione.

In una seconda fase è stata analizzata la sensorizzazione di pinze per superfici altamente deformabili. L'obiettivo di raggiungere una "presa universale" attraverso la quale molti oggetti possono essere maneggiati con un input di controllo minimo è al centro di molte ricerche a causa di potenziali applicazioni ad alto impatto che vanno dall'imballaggio al riciclaggio nell'industria. Tuttavia, molte delle pinze sviluppate soffrono di capacità di rilevamento limitate che possono impedire la consegna di oggetti pesanti e voluminosi e anche di oggetti leggeri e delicati che richiedono un controllo preciso durante la presa. Pertanto, l'obiettivo è stato quello di analizzare un nuovo approccio di rilevamento che utilizza camere d'aria in lattice altamente flessibile: misurando i cambiamenti nella pressione dell'aria, si è potuta analizzare la forza normale e la deformazione longitudinale. Questi sensori sono stati integrati in una pinza per fornire un rilevamento sia tattile che propriocettivo.

Contenuti e Principali Attività Svolte

Il presente progetto si concentra in due fasi: nella prima, con il framework proposto, studiamo che un robot può seguire un metro di cavo in una configurazione casuale dall'inizio alla fine e verifichiamo inoltre che il sistema a circuito chiuso si adatta a cavi con materiali e spessori diversi, che si muovono a velocità target diverse; nella seconda, con il framework proposto, definiamo che i sensori mostrano sensibilità e ripetibilità ragionevoli, sono durevoli ed economici e possono essere facilmente integrati nella pinza senza influire sulle prestazioni.

Le principali attività svolte sono:

Startup

- Kick off con il cliente
- Compilazione dei documenti progettuali

Definizione Robotica Avanzata

- Approfondimento robot industriali: tipologie e funzionalità

Analisi Algoritmi Intelligenza Artificiale

- Definizione di algoritmi afferenti al deep learning
- Approfondimento sull'automazione: impatto sull'ottimizzazione dei processi d'industria

Studio Applicazioni e Performance

- Analisi sulle applicatività innovative
- Studio delle performance tecnologiche

Verifica Risultati

- Verifica dei risultati della ricerca

Risultati e Benefici

Il progetto *IR - Industrial Robotics* si occupa della Ricerca finalizzata all'analisi del ruolo dell'innovazione come fattore abilitante per l'ottimizzazione delle performance dei robot industriali. Nel dettaglio, viene analizzato l'innesto dell'intelligenza artificiale nei processi caratteristici dell'industria attraverso l'adozione di specifici algoritmi afferenti al paradigma del cosiddetto deep learning.

Come si può notare dalla ricerca svolta, si introduce un nuovo approccio al rilevamento morbido utilizzando sensori di pressione dell'aria. A differenza di molti altri approcci di rilevamento morbido, questi sensori sono robusti, a basso costo, facili da fabbricare e mostrano una deriva minima. La flessibilità e la facilità di fabbricazione e integrazione consentono di incorporare i sensori in corpi morbidi come le pinze universali a corpo continuo e in particolare la pinza a sfera magica. La conformità e la flessibilità con cui il sensore può essere integrato o adattato in strutture continue del corpo senza influire sulle proprietà meccaniche o sulla funzionalità rende il sensore altamente versatile. In questo lavoro, è stato analizzato come, mediante un'attenta selezione del posizionamento, i sensori sulla pinza a sfera magica, possano essere utilizzati per rilevare sia la forza di contatto che le dimensioni della pinza. Ciò dimostra che modificando l'implementazione, la posizione o l'orientamento in cui è integrato il sensore, la funzionalità del sensore viene modificata; questo progetto dovrebbe essere esplorato ulteriormente per sviluppare regole di progettazione per l'integrazione di sensori per eseguire uno specifico compito di rilevamento. È inoltre necessario esaminare lo sfruttamento della capacità di rilevare gli slittamenti e l'abilitazione di un controller che afferra nuovamente l'oggetto quando viene rilevato lo slittamento sul set. I sensori sono stati convalidati attraverso la loro capacità di classificare gli oggetti e rilevare lo scivolamento. Sebbene la classificazione sia stata analizzata solo su un piccolo sottoinsieme di elementi, è stata dimostrata la capacità di mostrare diverse letture del sensore, il che è promettente per l'espansione a un set di elementi più ampio. In particolare, l'integrazione del feedback del sensore consente la presa di oggetti delicati che altrimenti verrebbero danneggiati se afferrati. Pertanto, introducendo questi sensori è possibile eseguire sia una presa delicata che una presa ad alta forza, estendendo la gamma di oggetti che possono essere afferrati per includere oggetti più delicati e fragili.

Ci sono diversi aspetti del sistema che possono essere migliorati:

- 1) La frequenza del segnale tattile (30Hz) e il loop di controllo della pinza (60Hz) possono essere potenzialmente portati rispettivamente a 90Hz e 200Hz;
- 2) Osserviamo che è difficile tirare indietro il cavo quando cade sul bordo del dito, a causa della superficie convessa del sensore. La forma del sensore del dito potrebbe essere ottimizzata meglio per migliorare le prestazioni;
- 3) Sarebbe interessante esplorare altri modelli e controller. L'apprendimento rafforzativo basato su modello con un approssimatore di funzione più complesso potrebbe essere una buona soluzione per questo compito per gestire con maggiore precisione le dinamiche della pinza del cavo. Le strutture di percezione e controllo qui proposte potrebbero consentire di affrontare compiti robotici più complessi.

Perchè è un progetto di R&S?

La R&S comprende lavori creativi e sistematici, intrapresi per aumentare il patrimonio delle conoscenze, comprese quelle relative all'umanità, alla cultura e alla società, e per concepire nuove applicazioni delle conoscenze disponibili (*Manuale Frascati*).

Affinché un'attività possa essere classificata come attività di ricerca e sviluppo, devono essere soddisfatti congiuntamente cinque criteri fondamentali di seguito elencati:

- 1) Nuova: l'attività di R&S deve puntare alle nuove scoperte;
- 2) Creativa: l'attività di R&S deve basarsi su concetti e ipotesi originali, non ovvi;
- 3) Incerta: l'attività di R&S deve non essere sicura dell'esito finale;
- 4) Sistematica: l'attività di R&S deve essere pianificata e preventivata;
- 5) Trasferibile e/o riproducibile: l'attività di R&S deve portare a risultati che possano essere riprodotti.

Sulla base delle attività svolte e documentate, il presente progetto risulta soddisfare tutti e cinque i criteri. Pertanto, è imputabile alla ricerca e sviluppo.

Collezione Documentale

Fa parte di questa relazione tecnica la seguente collezione documentale del progetto:

- Contratto di Ricerca
- Scheda Progetto
- Analisi Tecniche