



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

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

Titolo del progetto di ricerca

Augmented Kinesthetic Teaching per Applicazioni di Robotica Collaborativa Avanzata

<i>Referente scientifico:</i> Prof. Gianluca Palli	<i>Telefono:</i> 051 20 93186	<i>e-mail:</i> gianluca.palli@unibo.it
---	----------------------------------	--

Sintesi del progetto di ricerca

Il progetto è volto ad estendere le potenzialità della robotica collaborativa, sia in ambito industriale dove normalmente viene applicata, ma anche in altri campi dove ancora l'applicabilità della robotica è ancora limitata o assente.

Per ottenere questo risultato, il progetto di ricerca punta ad applicare algoritmi di machine learning alla robotica collaborativa per permettere al robot di apprendere operazioni complesse piuttosto che soltanto semplici movimenti o punti da raggiungere. L'obiettivo è quindi realizzare un sistema di Augmented Kinesthetic Teaching, in cui il robot può apprendere azioni sempre più complesse grazie alla supervisione ed alla interazione continua con la persona.

Il robot assisterà l'operatore nel suo lavoro come in una normale applicazione di robotica collaborativa, ma il comportamento ed i movimenti della persona verranno costantemente monitorati, registrati ed elaborati dal robot, raccogliendo grandi quantità di dati sul modo in cui la persona svolge le sue attività. Questo permetterà al robot, attraverso algoritmi di machine learning, di apprendere come migliorare il modo in cui assistere la persona e apprendere nuove attività in maniera autonoma.

Inoltre, l'operatore potrà correggere il comportamento del robot quando questo commette errori nello svolgimento dei suoi compiti, in modo da fornire al robot una valutazione sulla qualità delle sue operazioni.

I compiti che l'operatore insegna al robot, l'osservazione delle attività della persona e le correzioni delle operazioni del robot andranno a costituire un database incrementale di conoscenza per l'addestramento del robot.

Questa attività di ricerca mira a rispondere a specifiche esigenze delle tipica media industria della nostra regione. La competitività di queste aziende è molto spesso centrata sulla altissima specializzazione ed esperienza di un numero relativamente limitato di operatori. Allo stesso tempo, la scarsità di manodopera e lo spostamento dell'interesse lavorativo dei giovani verso altri settori sta determinando un progressivo invecchiamento di questi operatori specializzati, con conseguente forte difficoltà nel ricambio generazionale. L'unione di questi fattori mette fortemente a rischio il mantenimento della competitività delle nostre aziende.

Un modo per mitigare questi effetti, supportare in maniera più efficiente il lavoro degli operatori esperti e permettere un più facile apprendimento da parte dei giovani può essere realizzato attraverso l'adozione del Augmented Kinesthetic Teaching. Tramite questo approccio, il robot può essere impiegato per svolgere operazioni di supporto e dallo scarso valore aggiunto. In una normale applicazione di robotica collaborativa, l'operatore può istruire il robot affinché questo apprenda movimenti ripetitivi, ma la capacità del robot di adattare l'azione appresa a condizioni di lavoro mutevoli è molto scarsa. Inoltre, quando il robot deve apprendere un nuovo compito, l'operazione di apprendimento riparte dall'inizio, come se il robot non avesse appreso nulla dall'esperienza precedente. L'unica operazioni di base che il robot è in grado di svolgere è quella di movimento fra una configurazione e la successiva impostata dall'operatore.

Con il Augmented Kinesthetic Teaching, il robot verrà dotato di un database di macro azioni che potrà apprendere e immagazzinare in memoria, per poi richiamarle e comporle per svolgere azioni

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

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



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

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

più complesse. Inoltre, l'apprendimento non si baserà solo sulle istruzioni impartite dall'operatore, ma anche dall'osservazione delle azioni dell'operatore stesso, e dall'uso di algoritmi di machine learning per l'analisi dei dati e l'estrapolazione di informazioni sul tipo di azioni da eseguire a supporto della persona e sul modo di svolgerle al meglio.

Un altro punto importante riguarda l'apprendimento progressivo e interattivo. Ogni qual volta il robot commetta un errore nello svolgimento di una operazione, l'operatore potrà correggere il comportamento del robot, come del resto in una normale applicazione di robotica collaborativa, ma in questo caso la correzione verrà immagazzinata e analizzata al fine di modificare non solo l'operazione di movimento appena corretta ma anche tutte le azioni collegate.

Mentre nella robotica collaborativa convenzionale è il movimento del robot che viene memorizzato e ripetuto, l'approccio adottato nella realizzazione di questo progetto si basa sulla rappresentazione semantica delle azioni, come composizione di movimenti elementari che vanno composti ed adattati per realizzare compiti complessi. Quindi il robot, non apprende i movimenti, ma apprende la sequenza di azioni da svolgere, e questa sequenza verrà mappata nell'insieme di operazioni conosciute dal robot. Le operazioni conosciute verranno quindi parametrizzate in funzione del compito attuale, ed eventuali azioni sconosciute, ovvero non realizzabili attraverso una parametrizzazione delle operazioni attualmente conosciute, verranno mappate in nuove azioni che verranno a loro volta immagazzinate per utilizzi futuri.

Finalità generali e i risultati attesi del progetto di ricerca

Creare sistemi robotici in grado di apprendere azioni non solo tramite l'assistenza diretta dell'operatore umano, ma anche in maniera autonoma attraverso l'osservazione dell'uomo.

Basare l'apprendimento del robot non sulla registrazione di movimenti, ma sulla parametrizzazione di azioni sequenzialmente connesse.

Creare rappresentazioni semantiche e parametrizzabili di macro-azioni complesse che il robot può apprendere e comporre al fine di realizzare operazioni di crescente complessità.

Studiare l'applicazione di algoritmi di machine learning a database contenenti operazioni di interesse industriale eseguite da persone (ad esempio filmati) al fine di ricavare rappresentazioni ed analisi semantiche delle azioni.

Fra i risultati attesi, si vuole ottenere l'estendibilità della robotica collaborativa a nuovi ambiti, anche al di fuori dell'industria, dove l'ambiente non è strutturato e controllato e la variabilità delle attività e delle condizioni operative è molto più ampia.

Inoltre, ci si attende di realizzare un database costituito da osservazioni di attività dell'uomo che potrà incrementare la conoscenza del comportamento umano e del modo con cui rappresentarlo ed analizzarlo.

Conoscenze e competenze attese e descrizione della loro declinazione nel sistema economico produttivo

Per lo svolgimento del progetto sono richieste principalmente competenze di robotica e di intelligenza artificiale.

Queste competenze sono fondamentali per il potenziamento delle capacità produttive delle aziende del nostro territorio, che hanno nel contenuto tecnologico, nella flessibilità produttiva e nella forte personalizzazione del prodotto il cardine fondamentale della loro competitività.

Queste caratteristiche si basano sull'esperienza di un numero limitato di operatori dall'altissima specializzazione ed esperienza sul campo. La disponibilità di sistemi robotici avanzati di assistenza a cui poter demandare le operazioni di routine dallo scarso valore aggiunto e a cui poter insegnare attività di base a supporto del processo manifatturiero rappresenta un valido metodo per aumentare

DIREZIONE E AMMINISTRAZIONE

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



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

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

la produttività, sopperire all'invecchiamento degli operatori stessi e alla sempre maggiore scarsità di manodopera.

Un altro importante aspetto legato al progetto è la forte componente di automazione industriale che caratterizza le aziende della nostra regione ed in cui si declinano sia le competenze richieste che i risultati attesi del progetto. Tramite questi studi, è possibile sia fornire supporto alle diverse aziende produttrici di sistemi di automazione presenti sul nostro territorio, nonché fornire loro nuove tecnologie e nuovi approcci metodologici con cui aumentare la loro competitività.

Spendibilità nel sistema economico produttivo delle conoscenze e competenze e analisi dei risultati occupazionali attesi

Oltre a rappresentare un supporto allo svolgimento delle attività produttive in generale, il progetto può potenzialmente incrementare la conoscenza delle attività umane, e quindi generare ricadute di varia natura anche in altri settori. Campi di potenziale applicazione delle competenze acquisite variano dall'ottimizzazione e all'ergonomia dei processi produttivi, all'assistenza alle persone in ambito sanitario oltre che lavorativo, allo studio di modelli comportamentali.

Questo progetto ha quindi la potenzialità di aprire scenari occupazionali completamente nuovi per lo sviluppo di sistemi robotici collaborativi intelligenti e dotati di capacità di apprendimento autonomo.

Inoltre, questo progetto mira allo sviluppo di una tecnologia che è spendibile a se stante, in quanto la sua applicabilità non riveste solo la produzione industriale, ma può potenzialmente cambiare lo scenario dell'impiego dei robot nella vita quotidiana.

Questa tecnologia può potenzialmente generare un nuovo filone commerciale, e quindi generare nuove imprese, spin-off e posti di lavoro dedicati allo sviluppo a lungo termine, commercializzazione e assistenza.

Contestualizzazione del progetto: descrizione delle iniziative di ricerca e innovazione nelle quali si colloca la proposta

Il progetto si inserisce in un filone di attività di trasferimento tecnologico e di sviluppo di applicazioni innovative di robotica collaborativa che il nostro gruppo di ricerca porta avanti da tempo in collaborazioni con varie aziende.

In particolare, le attività in corso di svolgimento sono volte allo studio di sistemi robotici capaci di operare in ambienti sconosciuti, in cui è necessario apprendere compiti complessi attraverso l'osservazione del modus operandi di operatori specializzati, oppure in cui il robot deve apprendere come utilizzare strumenti ed apparecchiature normalmente utilizzate dalle persone.

Piano di attività

Il progetto prevede il seguente piano di attività:

- M1-M2 - Sviluppo dell'architettura generale per il Augmented Kinesthetic Teaching di manipolatori collaborativi;
- M3 – definizione delle macro-azioni principali che costituiranno la base di sperimentazione del sistema di Augmented Kinesthetic Teaching;
- M4 - Implementazione degli algoritmi di adattamento dei parametri delle macro azioni individuate al mese 3 tramite osservazioni delle azioni dell'uomo;
- M5-M6 – Sperimentazione e messa a punto del sistema tramite applicazione sia a casi di interesse industriale che a applicazioni di robotica di servizio e protesica.