



Unione europea  
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO

**Regione del Veneto  
Giunta Regionale  
Direzione Formazione e Istruzione**

**RELAZIONE CONSUNTIVA SULL'ATTIVITA' DI RICERCA  
(Assegni di ricerca)**

DGR n. 1463 del 08/10/2019

**Cod. Ente:** 1695 Rag. Sociale Università degli studi di Verona Asse Occupabilità

**Cod. progetto** 1695-0003-1463-2019 Titolo Integrazione di sensori di contatto low-cost nei manipolatori antropomorfi per il loro uso nella robotica cooperativa

**Cod. Intervento** 1695/10259824-001/231/DEC/20 Titolo dell'intervento SISTEMA DI ACQUISIZIONE DI FORZE E COPPIE DI INTERAZIONE Sede Verona

Il sottoscritto **Riccardo Muradore**

in qualità di Referente/Tutor per la ricerca

con riferimento all' intervento in oggetto,

Il sottoscritto **Serena Roin**

in qualità di Destinatario dell'intervento

in oggetto,

DICHIARANO

che l'intervento in oggetto nel periodo dal **01/06/2020 al 31/05/2021** si è articolato nelle seguenti attività:

**Attività** (Descrivere le diverse attività svolte nel periodo di riferimento)

Montaggio di estensimetri low-cost su end-effector di robot antropomorfi per la sostituzione di sensori di forza nel tracking delle forze di interazione con l'ambiente, con l'utilizzo di un sistema ad hoc di flange ed adattatori appositamente prodotti in stampa 3D per il montaggio su robot in dotazione all'Università degli studi di Verona e all'azienda Sipro S.r.l.

**Metodologie operative** (Esporre le metodologie applicate in funzione delle attività svolte e dei contesti operativi di riferimento)

L'intero sistema di flange ed adattatori è stato creato appositamente per un utilizzo con ventose ad aria compressa, tramite l'impiego di apposite guarnizioni e di un eiettore per il vuoto acquistato in fase di progetto. Per la calibrazione dei dati ricevuti in input dagli estensimetri, è stato utilizzato un sensore di forza esterno per la correlazione di forza e correlazione avuti rispettivamente dal sensore di forza ATI Mini45 e dalla lettura degli estensimetri tramite schede appositamente studiate e prodotte.

**Risultati** (Indicare i risultati conseguiti rapportati agli obiettivi della ricerca)

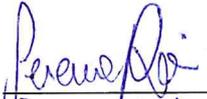
Si è riuscito a verificare la possibilità di utilizzare gli estensimetri per il tracking delle forze di interazione, con risultati che simulano quelli ottenuti dall'utilizzo di sensori di forza ad alta precisione. Con il supporto remoto di Alessio Sozzi di UniFe e Narcis Saylos di UPC, il sistema è stato testato su un task di teleoperazione bilatera, dove le forze ottenute dagli estensimetri sono state usate come ritorno di forza al lato master.

**Sede di svolgimento dell'attività** (Riportare il luogo in cui si è svolta l'attività)

Laboratorio ICE dell'Università degli Studi di Verona/ Laboratorio Altair dell'Università degli Studi di Verona/ Azienda SIPRO S.r.l.

Luogo e data Verona 31/05/21 Firma del Destinatario

Firma del Referente/Tutor per la Ricerca




Unione europea  
Fondo sociale europeo



REGIONE DEL VENETO

**Regione del Veneto  
Giunta Regionale  
Direzione Formazione e Istruzione**

**ABSTRACT DI RICERCA  
(intervento assegni di ricerca)**

DGR n. 1463 del 08/10/2019

**Cod. Ente: 1695 Rag. Sociale Università degli studi di Verona Asse Occupabilità**

**Titolo progetto** Integrazione di sensori di contatto low-cost nei manipolatori antropomorfi per il loro uso nella robotica cooperativa

**cod.** 1695-0003-1463-2019 **COD. CUP:** B35J19001560002

**Cod. Intervento** 1695/10259824-001/231/DEC/20

**Titolo dell'intervento:** SISTEMA DI ACQUISIZIONE DI FORZE E COPPIE DI INTERAZIONE

Relativamente all'intervento in oggetto che si è svolto nel **periodo dal 01/06/2020 al 31/05/2021** viene riportato un breve abstract sull'attività di ricerca svolta

Il progetto si è svolto in collaborazione con l'azienda SIPRO S.r.l. e con Alessio Sozzi dell'Università di Ferrara, con la collaborazione esterna di Narcís Sayols Baixeras di UPC. L'intero progetto è stato finalizzato all'integrazione di estensimetri Low Cost per il tracking di forze di interazione di robot antropomorfi con l'ambiente. Sono dapprima state progettate e realizzate alcune schede elettroniche su cui è poi stato caricato un programma in grado di leggere i valori di tensione ritornati dagli estensimetri. In seguito un apposito end-effector di forma cilindrica è stato disegnato e stampato in 3D, in diversi formati e materiali, per valutare le differenti risposte degli estensimetri a variazioni di dimensione e rigidezza. Il sistema è stato pensato con l'utilizzo di ventose industriali ad alta tenuta, grazie ad un sistema ad aria compressa, da cui si è proceduto all'acquisto di un adeguato circuito pneumatico e di specifiche ventose di piccole dimensioni. Per la calibrazione degli estensimetri, si è utilizzato il sensore di forza ATI Mini45, inizialmente attaccato alla base dell'end-effector; sono stati quindi correlati i dati raccolti da estensimetri e sensore in un sistema di interazione manuale con l'adattatore in uno stato di messa a terra. Per la validazione sperimentale, l'intero sistema è stato montato sui robot Delta dell'azienda SIPRO S.r.l. e sul robot UR5e in dotazione al laboratorio ICE dell'Università di Verona. I test di validazione comprendevano movimento in Free Motion e task di Pick-And-Place. Successivamente sono stati svolti ulteriori test con l'integrazione di librerie create dai colleghi di UPC per lo studio del ritorno di forza in teleoperazione bilaterale con eventuali forze repulsive date da ostacoli virtuali, analizzando in collaborazione con Alessio Sozzi di UniFe i risultati avuti utilizzando queste forze rispetto a quelle fornite dagli estensimetri.\_

Verona, 31/05/21

Firma del Destinatario (assegnista)

Firma del Referente per la ricerca (prof. Riccardo Muradore)

Firma del responsabile di progetto  
(prof. Muradore)