

Relazione finale assegno di ricerca

Assegnista (Nome e cognome)	Giuseppe Terruso
Titolo del progetto	Sviluppo e integrazione di sistemi multi-attuativi basati su servo per interfacce robotiche ad alte prestazioni
Acronimo del progetto EU - Grant n.	SCN ADAPT SIN 00132 PARLOMA
Durata/Periodo di riferimento per assegni pluriennali (da - a, per gg/mm/aaaa)	Dal 1 Giugno 2017 al 31 Maggio 2018
Tutor/s (Nome e cognome del/dei docente/i)	Professoressa Marina Indri (Politecnico di Torino), Professoressa Anna Cardinaletti (Università Ca' Foscari di Venezia)
Tipologia di assegno (Indicare se d'area o su progetto specifico)	Assegno su progetto
Settore/i Scientifico Disciplinare (SSD) di riferimento	ING-INF/04 – Automatica
Anno di attivazione/eventuale numero annualità di rinnovi	2017

Abstract e parole chiave in Italiano

(Non più di 700 caratteri spazi esclusi; scegliere max 4 parole chiave)

L'attività di ricerca ha trattato lo studio preliminare, lo sviluppo e la realizzazione dei sistemi meccatronici di attuazione e relativo controllo per un arto superiore robotico bio-mimetico ad alte prestazioni che garantisca elevate destrezza e agilità. Tra le specifiche di progetto seguite in corso di progettazione troviamo un costo di realizzazione contenuto rispetto alle soluzioni adottate allo stato dell'arte ed un'elevata mobilità e controllo necessari alla riproduzione dei gesti dell'alfabeto dei segni tattile (LISt). Attraverso una fase di valutazione iniziale in base alle specifiche, sono stati selezionati i componenti commerciali e le tecniche di prototipazione più compatibili. A seguito e durante le fasi di sviluppo e realizzazione dei prototipi, sono stati effettuati test sia fisici che simulati, validando le soluzioni impiegate o mettendo in evidenza criticità successivamente corrette. Parallelamente ai sistemi di azionamento interni al braccio, è stato sviluppato e realizzato un modulo necessario ad ospitare la parte esterna del circuito di potenza e le schede elettroniche di controllo. Le fasi finali di collaudo, che hanno riguardato simulazioni e adeguate prove in laboratorio, hanno rimarcato problematiche irrisolte sulla base delle quali sono state sviluppate una serie di soluzioni potenziali previste per gli sviluppi futuri.

MANO ROBOTICA BIOMIMETICA ECONOMICA

Abstract e parole chiave in Inglese

(Non più di 700 caratteri spazi esclusi; scegliere max 4 parole chiave)

The research work has been mainly focused on preliminary studies, development and realization of mechatronic system to actuate a biomimetic robotic upper limb and hand. The most characteristic project specifications are the relatively low prototype realization budget and the high mobility and control necessary to the robot to reproduce gestures of the tactile sign languages. Through an initial valuation phase, based on specifications, the commercial components has been selected and additive prototyping technique has been chosen for the purpose. Throughout and after the development and realization of the prototypes, physical and simulated tests have been conducted validating the technological solutions or pointing out functional issues that, in many cases, have been addressed and solved. Along side the development of the internal actuation systems, an outer module has been designed and built with the purpose of storing the outer part of the power circuit and the electronic control boards. The final validation phases highlighted the still unsolved problems that led to the development of potential solutions planned for future work.

ROBOTIC HAND BIOMIMETIC LOWCOST

Obiettivi del progetto

(Specificare gli obiettivi della ricerca - Eventuali WP di riferimento)

I principali obiettivi di questo lavoro, svoltosi all'interno del WP2 "New low-cost haptic interface", sono:

- Studio preliminare dello stato dell'arte delle architetture di mani robotiche di tipo bio-mimetico e le relative soluzioni di attuazione integrate, e conseguente selezione dei componenti commerciali e le tecniche di prototipazione in linea con le specifiche di progetto.
- Analisi preliminare dei modelli tridimensionali e della tipologia di controllo basata su simulazioni cinematiche animate.
- Sviluppo realizzazione e validazione funzionale dei moduli di attuazione integrati nell'avambraccio, incluso il circuito di gestione e distribuzione dell'alimentazione e dei segnali di controllo interno.
- Realizzazione e validazione dei prototipi completi.
- Sviluppo e realizzazione dei moduli di controllo e alimentazione esterni.
- Sviluppo delle soluzioni potenziali impiegabili negli sviluppi futuri, sulla base delle problematiche riscontrate durante le fasi finali di collaudo.

Attività di ricerca svolta e risultati raggiunti

(Illustrare dettagliatamente l'attività svolta rispetto a quanto richiesto dal bando e indicato nel progetto. In caso di richiesta di rinnovo, specificare anche le prospettive future che motiverebbero il prosieguo della ricerca)

La prima fase del lavoro di ricerca riguarda lo studio dello stato dell'arte relativo allo sviluppo di arti superiori robotici identificando le architetture coerenti con le specifiche di progetto. Le principali specifiche definite includono la capacità della mano robotica di riprodurre in modo accurato la maggior parte delle pose del linguaggio dei segni tattile (LIS) e un costo contenuto dei prototipi.

In seguito è stata individuata come tecnica di prototipazione principale la stampa 3D per la caratteristica flessibilità progettuale e perché coerente con la specifica relativa ai costi di realizzazione.

Come architettura di base si è deciso quindi di utilizzare i modelli ricavati dal progetto Open Source InMoov opportunamente modificati per incrementarne la mobilità da un punto di vista robotico.

In seguito, attraverso l'utilizzo di simulatori grafici sviluppati appositamente, sono state verificate le capacità cinematiche del modello di mano e polso e quindi testati i primi algoritmi di controllo basati su cinematica diretta e inversa. Una volta validata l'architettura in simulazione e progettati i meccanismi di trasmissione di derivazione bio-mimetica, ovvero la trasmissione per mezzo di tendini artificiali e attuatori dislocati all'interno dell'avambraccio, si è proceduto con la realizzazione del primo prototipo di mano con l'obiettivo di validare le modifiche alla geometria e al sistema di trasmissione. Le iterazioni successive, nel corso del periodo di lavoro, oltre a migliorare progressivamente le prestazioni, hanno evidenziato problematiche intrinseche al genere di soluzioni utilizzate. I primi test sulla mano hanno consentito anche di validare la capacità degli attuatori selezionati, servo analogici standard nelle prime versioni, di erogare la coppia necessaria.

In seguito anche l'architettura dell'avambraccio è stata rielaborata per ospitare i motori aggiuntivi coerentemente con la mobilità aumentata della mano. Sono state prodotte anche alcune iterazioni del circuito di alimentazione e controllo integrato nell'avambraccio che hanno portato ad una soluzione robusta e stabile ma allo stesso tempo reversibile. Alcune parti dell'avambraccio sono state compatibilmente riprogettate per consentire una connessione elettrica veloce e stabile verso l'esterno.

Le prime soluzioni di motorizzazione in seguito sono state aggiornate a corrispettivi digitali risolvendo le prime criticità legate ad una scarsa efficienza energetica ed un limitato rapporto peso/potenza.

Parallelamente allo sviluppo del robot, è stato prototipato tramite tecniche additive il modulo di alimentazione e controllo esterno nel quale, insieme all'alimentatore di rete sono stati integrate le schede di controllo a basso livello (micro-controllore Arduino Mega) ed alto livello (Raspberry Pi).

La fase finale del lavoro si è concentrata, attraverso una serie di test funzionali, alla validazione delle soluzioni tecnologiche finali implementate e identificandone e descrivendone le problematiche valutando parallelamente potenziali soluzioni specifiche.

È stata infine esplorata la possibilità di utilizzare un tipo di motorizzazione più avanzata che garantirebbe, oltre ad una gestione ottimizzata delle connessioni, la possibilità di integrare nel sistema di controllo informazioni in tempo reale in merito alla posizione e alla coppia erogata, feedback essenziali per un controllo robusto e preciso.

Prodotti della ricerca / Standard minimo di risultato *

(Indicare i prodotti della ricerca, anche nel rispetto dello standard minimo di risultato indicato nel bando).

*Se **contributo su rivista**, specificare:*

- *tipo di rivista, se di fascia A, B o altro,*
- *lingua,*
- *eventuale peer o blind review,*
- *eventuale comitato scientifico,*
- *eventuale Scopus o altra banca dati.*


*Se **pubblicazione in volume o monografia**, specificare:*

- *casa editrice e/o collana,*
- *lingua,*
- *eventuale peer o blind review,*
- *eventuale comitato scientifico nazionale/internazionale,*
- *eventuali recensioni.*

Fornire alla Segreteria i prodotti della ricerca in pdf navigabile, via e-mail o su supporto digitale.

Partecipazione a convegni, conferenze, seminari e giornate di studio, nazionali e internazionali

(Indicare la partecipazione a incontri scientifici e specificare se in qualità di relatore/trice, discussant o uditor/trice)

Esperienze di mobilità <i>(Indicare periodi di studio/ricerca svolti all'estero: durata e sede ospitante)</i>
Partecipazione a progetti nazionali o internazionali e inserimento in gruppi di ricerca <i>(Indicare eventuali progetti e/o gruppi di ricerca nei quali si è coinvolti)</i>
Relazioni esterne attivate nell'ambito della ricerca <i>(Indicare le relazioni esterne attivate con altri dipartimenti/enti/istituzioni pubbliche o private; la partecipazione a comitati scientifici o editoriali di riviste o collane)</i>
Attività svolte al di fuori dell'ambito di ricerca del progetto <i>(Indicare altre attività scientifiche/didattiche svolte)</i>
<p>Durante il periodo di ricerca ho prestato piccole consulenze a titolo gratuito ad un gruppo di studenti che, all'interno del politecnico di Torino, hanno l'obiettivo di dare ausilio a persone affette da disabilità mediante soluzioni tecnologiche.</p>
Data
31/05/2018
Firma dell'assegnista


*NB: Per la valutazione dell'esito dell'assegno di ricerca si considereranno validi solo i contributi già pubblicati al termine del progetto o in fase avanzata di pubblicazione.

Se in fase di pubblicazione, l'assegnista dovrà presentare il testo completo in bozza e un'attestazione di invio e accettazione dello stesso da parte della casa editrice/curatore/board. Non saranno considerati validi ai fini della valutazione dei semplici abstract.

In caso di coautoraggio si chiede di certificare quali parti della pubblicazione menzionate sono imputabili all'assegnista, (p.es. Articolo X, contributi di Nome Assegnista da p. a p., da p. ... a p.).