

DA CONSEGNARE AL COORDINATORE DEL CORSO PER LA PRESENTAZIONE DEL DOTTORANDO AL GIUDIZIO DEL COLLEGIO DEI DOCENTI IN VISTA DELL'ESAME FINALE

SCHEMA INFORMATIVA SULLE ATTIVITA' DEL TRIENNIO

- Cognome e Nome: Borzelli Daniele
- Titolo di studio posseduto: Laurea specialistica in ing. Meccanica, conseguito in data: 14/09/2010 presso l'Università di Roma 'La Sapienza'
- Dottorato di Ricerca in Ingegneria Meccanica
- Ciclo XXX Anni accademici di riferimento 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017
- Dipartimento di Ingegneria Meccanica ed Aerospaziale (DiMEAS)
- Coordinatore: Luigi Garibaldi
- Tutore: Laura Gastaldi
- Titolo della Tesi di Ricerca (in Italiano e/o in Inglese)

Concept of an exoskeleton for industrial applications with modulated impedance based on electromyographic signal recorded from the operator

Studio di un esoscheletro per applicazioni industriali ad impedenza variabile dipendente dal segnale elettromiografico registrato sull'operatore

A. DESCRIZIONE DELL'ARGOMENTO DELLA TESI (massimo 20 righe)

L'introduzione in ambito industriale di un esoscheletro, il cui scopo sia l'aumento della rigidità esercitata dall'operatore, piuttosto che della forza, ridurrebbe l'affaticamento ed il rischio di danni muscolari. Dopo aver definito le principali classificazioni degli esoscheletri presenti in letteratura ed i compiti che un esoscheletro a rigidità variabile deve svolgere, si è sviluppato un modello ad un grado di libertà (g.d.l.) e 2 muscoli, per approssimare il polso o il gomito. Analisi della rigidità di tale giunto al variare dell'attivazione muscolare e dell'angolo sono state condotte. Successivamente è stato sviluppato un modello a 2 g.d.l. e 6 muscoli per approssimare il sistema gomito-spalla. Tale modello ha permesso l'identificazione di una relazione lineare, entro dei valori di attivazione muscolare determinati, tra la componente di attivazione muscolare che non genera forza (spazio nullità) e l'asse maggiore dell'ellisse di rigidità ad esso legato. Successivamente, tramite prove sperimentali, si sono valutate tre logiche di comando per l'identificazione dell'incremento di rigidità che l'esoscheletro deve fornire proporzionalmente al livello di co-contrazione di due muscoli antagonisti del polso. Le logiche Integrali si sono mostrate essere le migliori in termini di errore di tracciamento e consumo energetico. Si è quindi ipotizzata una legge logistica, i cui parametri sono stati ottenuti sperimentalmente, che legghi la co-attivazione e la rigidità generata dall'esoscheletro. Infine si sono confrontate le diverse configurazioni degli attuatori a rigidità variabile, presenti in letteratura, per identificare il più adatto allo scopo. Dovendo integrare tale attuatore in un esoscheletro già esistente, la valutazione si è basata sulla compattezza dell'attuatore e la possibilità di modulare la sola rigidità.

L'attuatore identificato ha un funzionamento basato sulla modulazione del precarico di una singola molla.

B. ATTIVITA' DI RICERCA SVOLTA NEL TRIENNIO

B.1 descrizione complessiva e sintetica dell'attività di ricerca

Definizione di esoscheletro. Classificazione in base al controllo esercitato ed alla sua funzione.

Bibliografia sugli esoscheletri la cui rigidità sia modulabile.

Identificazione dei compiti di un esoscheletro a rigidità modulabile e definizione del suo schema di controllo.

Definizione di un modello di gomito composto da un giunto e due muscoli.

Definizione di un modello di braccio composto da due giunti e sei muscoli.

Confronto sperimentale tra diverse logiche per il controllo di un macchinario robotico che riduca le perturbazioni esterne, sulla base della co-attivazione muscolare dell'operatore.

Definizione della legge di controllo che lega il livello di co-attivazione di un operatore con la rigidità esercitata da un esoscheletro.

Identificazione di un attuatore che permetta la modulazione della rigidità di un esoscheletro.

Stima del centro di pressione e del centro di massa usando un sistema 'body scanner' tridimensionale e sua validazione con una pedana di forza.

Metodo per la misura del dislocamento di un gomito cadaverico a seguito della sezione dei fasci anteriore e posteriore del legamento collaterale .

Studio del posizionamento di marker su calciatori in un compito di squat jump.

Valutazioni per l'applicazione di esoscheletri di arto superiore in ambito manifatturiero

Identificazione della spazializzazione di unità motorie sul muscolo bicipite brachiale durante contrazioni isometriche sub-massimali

B.2 argomenti di ricerca specifici affrontati

Logiche per il controllo di esoscheletri.

Studio dell'affaticamento basato su dati elettromiografici.

Rigidità di operatori umani.

Segmentazione e modellizzazione con solidi geometrici del corpo umano.

Utilizzo di una pedana di forza e analisi dei dati da essa acquisiti per la determinazione del centro di pressione.

Anatomia del legamento collaterale del gomito umano.

Studio cinematico dello squat jump.

Identificazione ed estrazione delle unità motorie.

B.3 risultati più rilevanti ottenuti nel triennio

Definizione di un modello di gomito composto da 1 giunto e 2 muscoli e sua estensione a 2 giunti e 6 muscoli. Utilizzo di quest'ultimo modello per la definizione di una semplice relazione per l'identificazione della rigidità richiesta dall'operatore.

Identificazione della migliore logica per il controllo di un esoscheletro la cui rigidità possa essere modulata sulla base della rigidità richiesta dall'operatore.

Determinazione dell'azione che un esoscheletro deve effettuare su un operatore per aiutarlo a irrigidire uno o più giunti.

B.4 collaborazioni di ricerca avute con Università, Centri di ricerca ed Industrie nazionali ed internazionali (specificare il quadro entro cui sono avvenute: contratti di ricerca, periodi di formazione, ecc.)

Imperial College Londra, Regno Unito, periodo di formazione finalizzato ad un progetto

Università di Hokkaido, Giappone, progetto di ricerca H_Gait

FCA, Italia, contratto di ricerca

Milan calcio, Italia, collaborazione finalizzata ad un progetto di ricerca

Centro traumatologico ortopedico (CTO) Torino, Italia, progetto di ricerca

IRCCS Fondazione Santa Lucia, Roma, Italia, collaborazione finalizzata ad un progetto di ricerca

B.5 ulteriori attività di ricerca (progetti e contratti di ricerca nazionali ed internazionali)

.....

B. 6 brevetti conseguenti l'attività di ricerca

.....

B. 7 altre attività che si ritengono degne di menzione

.....

C. ATTIVITA' DI FORMAZIONE

C.1 partecipazione ad attività interne di supporto alla didattica (specificare su quali corsi, e se eventualmente il dottorando sia stato nominato cultore della materia)

.....

C.2 corsi e seminari più significativi seguiti (interni, esterni, ecc. - indicare solo il tipo ed il numero)

Corsi interni al Politecnico 11

Seminari interni al Politecnico 2

C.3 periodi di formazione esterni al Politecnico (tipo di formazione, luogo e durata)

Mobilità finalizzata allo sviluppo di un progetto all'Imperial College of London, Londra, Regno Unito, 3.5 mesi

D. PUBBLICAZIONI FATTE E IN CORSO (indicare il numero e il tipo: riviste nazionali ed internazionali, congressi, capitoli libri ecc.)

Pubblicazione su rivista internazionale: 1

Pubblicazioni per congressi internazionali: 4

Pubblicazione per congresso nazionale: 1

Data,

(firma del dottorando)