



UNIVERSITÀ DI PISA

ROBOTICA PER CHIRURGIA E PER RIABILITAZIONE

MARCO CONTROZZI

Anno accademico

2016/17

CdS

INGEGNERIA BIOMEDICA

Codice

718II

CFU

12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE	ING-INF/06	LEZIONI	60	MARCO CONTROZZI
ROBOTICA MEDICA	ING-INF/06	LEZIONI	60	GASTONE CIUTI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Al termine del corso di ROBOTICA PER CHIRURGIA E PER RIABILITAZIONE l'allievo avrà acquisito ampie conoscenze relative alla robotica medica nel campo della chirurgia e della riabilitazione. Il corso si compone di due moduli: BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE (docente: Marco Controzzi) e ROBOTICA MEDICA (docente: Gastone Ciuti).

BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE (Marco Controzzi)

- Conoscere i requisiti e le specifiche delle principali protesi di arto, macchine per la riabilitazione motoria e ausili per la mobilità.
- Condurre e discutere una verifica e un progetto di ausili, protesi e macchine per la riabilitazione.
- Saper impostare un progetto di macchina nell'ambito dell'ingegneria della riabilitazione.
- Saper impostare correttamente l'analisi di un semplice dispositivo meccanico o di una struttura, tramite la descrizione, l'analisi del moto, delle forze esterne ed interne, delle deformazioni, delle tensioni, delle pressioni di contatto.
- Saper eseguirne la verifica a fronte delle più comuni esigenze sia di funzionalità sia di resistenza alla rottura od al deterioramento.
- Saper scegliere razionalmente i principali materiali, organi di collegamento e componenti meccanici e sapere proporzionare questi ultimi in base a condizioni operative specificate.
- Conoscere e saper applicare le normative di riferimento e le linee guida per la progettazione di un dispositivo medico.

ROBOTICA MEDICA (Gastone Ciuti)

- Conoscere in maniera critica l'evoluzione che la robotica medica ha subito negli ultimi anni con una forte contestualizzazione alle innovazioni e alla tecnologie abilitanti che hanno caratterizzato e contribuito ad ogni significativo salto tecnologico.
- Conoscere i requisiti funzionali e le specifiche dei principali dispositivi e delle principali macchine operanti nel settore della robotica medica con particolare attenzione alle piattaforme robotiche per chirurgia.
- Conoscere e saper discutere relativamente alle differenti macchine di robotica medica, classificandole e conoscendone le principali caratteristiche funzionali, con particolare attenzione rivolta ai sistemi di chirurgia assistita al calcolatore (Computer-Assisted Surgery – CAS).
- Conoscere e saper applicare concetti fondamentali di robotica e calcolo cinematico, con relative formulazioni, applicate e contestualizzate alle macchine operanti nel campo della robotica medica.
- Conoscere e saper applicare concetti di calibrazione robotica mediante formulazioni e processi di ottimizzazione, fondamentali nel contesto della robotica chirurgica assistita al calcolatore.
- Conoscere e saper applicare concetti di *imaging* medicale, a partire dalle macchine utilizzate per diagnostica medica fino alle tecniche di elaborazione dell'informazione, segmentazione e registrazione.
- Conoscere in maniera critica e contestualizzata le nuove frontiere della robotica medica, a partire dalla robotica collaborativa, organi artificiali e sistemi bionici, fino a dispositivi e tecniche di chirurgia focalizzata in scala micro/nano-metrica.

Modalità di verifica delle conoscenze

BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE (Marco Controzzi)

L'esame si articola in una prova pratica scritta e in una prova orale. La prova pratica scritta consisterà nello studio di un semplice gruppo meccanico di un dispositivo e nella verifica di alcune sue parti. La prova orale riguarderà la padronanza degli argomenti del programma ufficiale del corso ai fini di una loro pratica applicazione in comuni problemi di progettazione nell'ambito dell'ingegneria della riabilitazione.

ROBOTICA MEDICA (Gastone Ciuti)

L'esame si articola in una prova scritta e in una prova orale. La prova scritta consisterà nel risolvere alcuni quesiti e rispondere a domande a risposta aperta e multipla relativamente agli argomenti trattati nel corso, e.g. classificazione e funzionalità di robot per applicazioni mediche, elaborazioni di immagini e tecniche di calibrazione e registrazione. La prova orale riguarderà la valutazione della padronanza degli argomenti del programma ufficiale del corso ai fini di una loro pratica applicazione in comuni problemi di progettazione nell'ambito della robotica medica.



UNIVERSITÀ DI PISA

Durante l'orale, il candidato presenterà un progettino relativo ad una nuova idea di dispositivo medicale (hardware e/o software), trattando aspetti sia tecnici che economici verso un possibile sfruttamento commerciale.

Capacità

BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE (Marco Controzzi)

L'obiettivo del corso è di fornire un quadro sintetico del processo di progettazione, dall'analisi delle esigenze fino alla progettazione concettuale, concreta e di dettaglio nell'ambito dell'ingegneria della riabilitazione. Fornire un panorama aggiornato della componentistica meccanica e dei relativi approcci di scelta e dimensionamento. Fornire un quadro completo ed aggiornato circa il comportamento meccanico dei materiali, i fenomeni che ne determinano il deterioramento o la rottura, i principali modelli per l'analisi e per la verifica della resistenza. Fare acquisire la capacità di:

- Comprendere un disegno tecnico di un dispositivo per la riabilitazione, protesi o di un componente.
- Passare dalla realtà concreta a schemi idonei per il calcolo di dimensionamento o di verifica di parti strutturali, di collegamenti e di componenti meccanici con particolare attenzione alle macchine per la riabilitazione, ausili e protesi.
- Scegliere i componenti meccanici più comuni in rapporto al tipo di applicazione nell'ambito della bioingegneria.
- Applicare correttamente la normativa tecnica, almeno per ciò che riguarda le principali norme valide in questo settore.

ROBOTICA MEDICA (Gastone Ciuti)

Il corso si propone di illustrare le problematiche fondamentali che si incontrano nella progettazione, nella fabbricazione e nell'utilizzo di sistemi robotici e mecatronici nel campo della robotica medica, con particolare enfasi sulla chirurgia robotica. Lo scopo principale del corso consiste nel descrivere le principali macchine per chirurgia robotica e fornire tutte le conoscenze per la progettazione di sistemi per la chirurgia minimamente invasiva, per la chirurgia assistita da calcolatore e per altre applicazioni mediche. Alcuni degli argomenti trattati sono: architetture e strategie di controllo di piattaforme robotiche computer-assistite con enfasi sull'acquisizione ed elaborazione delle immagini mediche e dei segnali biomedici (aspetti teorici, programmazione National Instrument LabVIEW ed applicazioni specifiche in chirurgia robotica). Il corso si propone di fare acquisire allo studente la capacità di progettare in maniera critica e completa piattaforme robotiche nel campo della medicina partendo dalla conoscenza delle piattaforme e dai dispositivi robotici commerciali e di ricerca.

Modalità di verifica delle capacità

BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE (Marco Controzzi)

Al termine del modulo attraverso la prova pratica, la quale consisterà nello studio di un semplice gruppo meccanico di un dispositivo e nella verifica di alcune sue parti.

ROBOTICA MEDICA (Gastone Ciuti)

Al termine del modulo attraverso le due prove, scritto ed orale, le quali garantiranno al docente di comprendere se lo studente ha appreso tutti i concetti relativi al corso di studio e il relativo metodo di progettazione di una piattaforma robotica per applicazioni di chirurgia.

Comportamenti

BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE (Marco Controzzi)

- Saranno acquisite opportuna accuratezza e precisione nello svolgere attività di definizione e analisi di un problema tecnico.
- Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità verso la schematizzazione della realtà in modelli idonei per il calcolo di dimensionamento.

ROBOTICA MEDICA (Gastone Ciuti)

Lo studente acquisirà un metodo scientifico e rigoroso per progettare in maniera critica e completa piattaforme robotiche nel campo della medicina partendo dalla conoscenza delle piattaforme commerciali e di ricerca e dai principi di base e dalle tecnologie che caratterizzano tali sistemi.

Modalità di verifica dei comportamenti

All'interno del corso, gli strumenti utilizzati per accertare l'acquisizione dei comportamenti attesi saranno:

- Interazioni con il docente nel corso della preparazione dell'esame e del projectual work nel caso del modulo "Robotica Medica" per valutare la solidità e innovatività delle ipotesi formulate;
- Analisi/sviluppi effettuate nel corso delle sessioni sperimentali, allo scopo di valutare il grado di accuratezza delle attività svolte;
- Domande rivolte agli studenti nel corso delle lezioni frontali, per verificare l'acquisizione e il consolidamento di certi concetti.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Dai corsi di matematica e fisica: conoscere i metodi matematici ed algebrici fondamentali. Non avere difficoltà nello svolgere studi delle condizioni di equilibrio sia statico sia dinamico di un punto. Sapere usare correttamente e conoscere i sistemi di unità di misura.

Da Scienza dei materiali: conoscere le proprietà meccaniche dei comuni materiali metallici da costruzioni.

Da meccanica e elementi costruttivi: non avere esitazioni nel risolvere problemi di statica del corpo rigido, anche nello spazio. Saper risolvere semplici problemi di statica e, ove applicabili, di dinamica di sistemi di corpi vincolati. Saper analizzare correttamente semplici strutture (es.: telaio di travi) o dispositivi meccanici (es.: riduttore ad ingranaggi)

Inoltre si richiede la conoscenza dell'analisi dei segnali biomedici e della cinematica (diretta ed inversa) di manipolatori robotici.

Corequisiti

Non ci sono insegnamenti paralleli consigliati.



UNIVERSITÀ DI PISA

Prerequisiti per studi successivi

Questo insegnamento non costituisce un requisito obbligatorio né consigliato per corsi successivi.

Indicazioni metodologiche

Per quanto riguarda il corso, le indicazioni metodologiche sono le seguenti:

- Le lezioni si svolgeranno in forma alternata alla lavagna e utilizzando slide proiettate, con l'ausilio anche di animazioni e video;
- Le esercitazioni in laboratorio si svolgeranno facendo svolgere ad ogni studente specifiche operazioni ed esercizi;
- Le lezioni saranno disponibili in formato elettronico (file pdf), accessibile agli studenti;
- L'interazione tra studente e docente avverrà mediante scambi e-mail o fissando degli appuntamenti su richiesta, per ricevimenti e richieste di chiarimenti sull'esame;
- La lingua utilizzata nel corso delle lezioni e delle attività di laboratorio sarà sempre l'italiano.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE (Marco Controzzi)

Numero totale di ore in cui si sviluppano nuovi argomenti (L): 46 Numero totale di ore in cui si svolgono esemplificazioni ed esercitazioni (E): 14.

Numero totale di ore: 60.

Introduzione al corso. Definizione di ingegneria della riabilitazione. Obiettivi del corso. Contenuti del corso. Metodo. Libri di riferimento e materiale didattico. Esame.

(L: 1, E: 0)

Comprendere i progetti di macchina. Il disegno tecnico. Norme di rappresentazione. Errori nella fabbricazione dei componenti. Analisi delle tolleranze. Rappresentazione di: tolleranze, filettature, cuscinetti, ruote dentate, collegamenti albero mozzo, bronzine.

(L: 10, E: 3)

Fondamenti di costruzione di macchine biomediche. La specifica tecnica. Approccio alla progettazione. Coefficiente di sicurezza e affidabilità. Risoluzione dei problemi di costruzione di macchine. Richiami di tecnica delle costruzioni. La fatica nei componenti delle macchine, concentrazione delle tensioni, danneggiamento superficiale. Dimensionamento e verifica dei principali elementi di macchina in relazione alla ingegneria della riabilitazione.

(L: 25, E: 8)

Progettare per l'uomo e per il disabile. Disabilità, Handicap e menomazioni. Il processo riabilitativo. Cenni di ergonomia e di progettazione universale. Modello HAAT. Quadro normativo di riferimento. Protesi di arto. Ausili. Macchine per la riabilitazione. Esempi di progetto e verifica di ausili, protesi e macchine per la riabilitazione (simulazione d'esame).

(L: 10, E: 3)

ROBOTICA MEDICA (Gastone Ciuti)

Numero totale di ore in cui si sviluppano nuovi argomenti (L): 44 Numero totale di ore in cui si svolgono esemplificazioni ed esercitazioni (E): 16.

Numero totale di ore: 60. Alcuni argomenti del corso sono:

- Introduzione al corso: robotica medica e storia della chirurgia (L: 3, E: 0)
- Chirurgia minimamente invasiva (MIS, tecniche SILS e NOTES (L: 2, E: 0)
- Chirurgia assistita al calcolatore (CAS): classificazione ed esempi principali di piattaforme robotiche CAS in applicazioni medicali (L: 5, E: 0)
- Sistemi robotici, cinematica, controllo e metodi di calibrazione (L: 9, E: 6)
- Robot medicali teleoperati - da Vinci e altre piattaforme robotiche teleoperate (L: 2, E: 0)
- Imaging medicale: acquisizione, elaborazione, segmentazione e ricostruzione 3D (L: 5, E: 0)
- Localizzatori e tecniche di registrazione in procedure robotiche con *imaging* medicale (L: 3, E: 0)
- Robotica collaborativa: nuova frontiera verso la cooperazione uomo-macchina (L: 2, E: 0)
- Navigatori e robot medicali hand-held (L: 2, E: 0)
- Robot medicali autonomi – e.g., RoboDOC e CyberKnife (L: 3, E: 0)
- Esercitazioni in National Instrument LabVIEW su controllo, data sensing, toolbox robotico e di elaborazione di immagini (L: 0, E: 10)
- Organi artificiali e sistemi bionici (L: 2, E: 0)
- Tecnologie mediche per la terapia focalizzata con dispositivi in scala micro e nanometrica (L: 3, E: 0)
- Incontro con industriali e definizione del processo "dal prototipo al prodotto" (L: 3, E: 0)

Bibliografia e materiale didattico

BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE (Marco Controzzi)

- Dispense e materiale fornito dal docente.
 1. *Comprendere i progetti di macchina.* Consultare all'occorrenza un libro di disegno di macchine disponibile presso la biblioteca di Facoltà oppure fare riferimento a Baldassini Luigi "Vademecum Disegnatori e tecnici" oppure norme citate a lezione.
 2. *Fondamenti di costruzione di macchine biomediche.* Juvinall e Marshek "Fondamenti della progettazione dei componenti delle macchine" Ed. ETS, Pisa, qualsiasi edizione. In alternativa: Shigley, Joseph Edward, et al. *Progetto e costruzione di macchine.* McGraw-Hill, qualsiasi versione; In alternativa: Antonio De Paulis - Enrico Manfredi, "Costruzione di macchine: Criteri di base e applicazioni principali", Ed. Pearson Italia, Milano.



UNIVERSITÀ DI PISA

3. *Progettare per l'uomo e per il disabile*. Cooper "Rehabilitation Engineering Applied to mobility and Manipulation".

ROBOTICA MEDICA (Gastone Ciuti)

Dispense, capitoli selezionati di libri, slide fornite dai docenti. Il materiale necessario allo studio del corso sarà disponibile sul sito web dedicato al corso di Robotica medica. I libri indicati e consigliati per l'apprendimento del corso ed approfondimento sono:

- Bruno Siciliano and Oussama Khatib. **Springer Handbook of Robotics**. Seconda Edizione. Springer, 2016.
- Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. **Elaborazione delle immagini digitali**. Terza Edizione. Pearson Prentice Hall, 2008.
- Lorenzo Sciacivco, Bruno Siciliano, Luigi Villani and Giuseppe Oriolo. **Robotica: modellistica, pianificazione e controllo di manipolatori**. Terza Edizione. McGraw-Hill, 2008.
- Joseph Bronzino and Donald R. Paterson. **The Biomedical Engineering Handbook**. Quarta Edizione. CRC Press, 2015.

Indicazioni per non frequentanti

Non ci sono variazioni per studenti non frequentanti.

Modalità d'esame

BIOINGEGNERIA DELLA RIABILITAZIONE (Marco Controzzi)

L'esame è composto da una prova pratica scritta e una prova orale.

- La prova scritta consiste nello studio di un semplice gruppo meccanico di un dispositivo e nella verifica di alcune sue parti. Si articola in 6 domande per una durata complessiva di circa 4 ore. Ogni domanda ha un punteggio proprio sulla base della complessità del problema, la somma dei punteggi è sempre 20.
- La prova scritta è superata/non superata se lo studente totalizza almeno 10 su 20. Il punteggio viene attribuito secondo i tre criteri seguenti: i) correttezza nell'impostazione, ii) correttezza del risultato, iii) completezza del risultato.
- La prova orale riguarderà la padronanza degli argomenti del programma ufficiale del corso ai fini di una loro pratica applicazione in comuni problemi di progettazione nell'ambito dell'ingegneria della riabilitazione. Durante la prova orale potrà essere richiesto al candidato di risolvere anche problemi/esercizi scritti, davanti al docente. Il colloquio ha una durata di circa 40 min.
- La prova orale è superata se il candidato risponde correttamente a circa i 2/3 delle domande poste. La valutazione dell'orale viene attribuita secondo i due criteri seguenti: i) correttezza delle risposte e ii) padronanza del linguaggio.

ROBOTICA MEDICA (Gastone Ciuti)

L'esame si articola in una prova scritta e in una prova orale. La prova scritta consisterà nel risolvere alcuni quesiti e rispondere a domande a risposta aperta e multipla relativamente agli argomenti trattati nel corso, e.g. classificazione e funzionalità di robot per applicazioni mediche, elaborazioni di immagini e tecniche di calibrazione e registrazione. La prova scritta si articola in circa 10/12 domande per un punteggio totale di 15 punti e la durata dell'esame di circa 2 ore (prova superata se si raggiunge il punteggio di 9). La prova orale riguarderà la valutazione della padronanza degli argomenti del programma ufficiale del corso ai fini di una loro pratica applicazione in comuni problemi di progettazione nell'ambito della robotica medica. Durante l'orale, il candidato presenterà un progetto relativo ad una nuova idea di dispositivo medicale (hardware e/o software), trattando aspetti tecnici e finanziari verso un possibile sfruttamento commerciale. Il colloquio ha una durata di circa 30-45 minuti e un punteggio attribuibile di 18 punti (prova superata se si raggiunge il punteggio di 9). Il voto finale risulterà uguale alla somma del voto raggiunto durante la prova scritta e quello ottenuto dalla prova orale.

Stage e tirocini

Non sono previsti stage/tirocini o collaborazioni con terzi durante lo svolgimento del corso.

Pagina web del corso

http://unimap.unipi.it/cercapersone/dettaglio.php?ri=121461&template=dett_didattica.tpl

Altri riferimenti web

Lo studente ha a disposizione il materiale aggiornato nelle cartelle condivise rese disponibili durante i due moduli.

Note

Nessuna nota aggiuntiva

Ultimo aggiornamento 19/07/2017 20:04