Università degli Studi "Magna Græcia" di Catanzaro

CdLM in Ingegneria Biomedica (LM-21)

Syllabus del Corso Integrato

"Robotica e Strumentazione Biomedica"

A.A. 2026/27

Docenti titolari:

Prof. Alessio Merola, Ing. Donatella Dragone

Settori scientifico-disciplinari del corso: IINF-04/A, IBIO-01/A
Crediti formativi universitari: 12
Numero complessivo ore di didattica assistita (con relative modalità di insegnamento: lezioni frontali, esercitazioni guidate e laboratori):96 ore di lezioni frontali
Impegno orario complessivo richiesto allo studente per lo studio individuale: 180 ore

Docenti del modulo di Robotica	Prof. Alessio Merola	
Docente del modulo di Strumentazione biomedica	Ing. Donatella Dragone	
Settore Scientifico-Disciplinare (SSD) del modulo di Robotica	IINF-04/A	
Settore Scientifico-Disciplinare (SSD) del modulo di Strumentazione biomedica	IBIO-01/A	
Crediti formativi universitari	SSD: IINF-04/A	CFU: 6
	SSD: IBIO-01/A	CFU: 6
Numero ore di didattica assistita (didattica frontale, esercitazioni guidate e laboratori) per il modulo di Robotica	48 ore di Didattica frontale	
Numero ore di didattica assistita (didattica frontale, esercitazioni guidate e laboratori) per il modulo di Strumentazione Biomedica	48 ore di Didattica frontale	
Impegno orario richiesto allo studente per lo studio individuale del modulo di Robotica	90 ore	
Impegno orario richiesto allo studente per lo studio individuale del modulo di Strumentazione Biomedica	90 ore	

Tipologia di insegnamento (di base, caratterizzante, affine o integrativa, a scelta): caratterizzante
Anno di corso e semestre: II anno, I semestre
Eventuali propedeuticità obbligatorie/prerequisiti indicati dal docente: -

Descrizione sintetica del corso:

Il corso si propone di illustrare, in maniera organica e coordinata tra i due moduli, i principali aspetti progettuali, tecnologici e realizzativi inerenti all'implementazione e alla gestione di sistemi robotici, meccatronici e strumentazione nel settore biomedicale.

Il corso permette agli allievi di acquisire le conoscenze, competenze, capacità ed abilità utili alla scelta e al dimensionamento dei vari componenti utilizzati nei sistemi robotici, meccatronici e dispositivi elettromedicali in funzione delle principali applicazioni considerate, relative a diagnosi, terapia ed assistenza e riabilitazione. Con particolare enfasi, il corso tratterà l'implementazione su dispositivi embedded sia di controllori di traiettorie di sistemi robotici e meccatronici, sia di sistemi di acquisizione ed elaborazione di biosegnali.

Obiettivi formativi e risultati di apprendimento attesi (secondo i descrittori di Dublino):

i. Conoscenza e capacità di comprensione (knowledge and understanding)

- Conoscenza e capacità di analisi dei principi di funzionamento e progettazione e degli aspetti di gestione delle principali tecnologie diagnostiche e terapeutiche utilizzate nella pratica clinica, con particolare enfasi sulle tecnologie robotiche, biomeccatroniche e dispositivi elettromedicali e sul ruolo e l'utilizzo di microcontrollori in contesto clinico.
- Conoscenza delle problematiche connesse ad un sistema di rilevamento dati in real-time in ambiente clinico, nonché le strategie per una corretta acquisizione ed elaborazione di segnali in ambiente clinico attraverso un siffatto sistema real-time.
- Conoscenza del principio di funzionamento e capacità di analisi e progettuali relative allo sviluppo degli strumenti sia hardware che software per la verifica e la taratura dei dispositivi medici.

ii. Capacità di applicare conoscenza a comprensione (applying knowledge and understanding)

- capacità di scegliere e dimensionare i componenti robotici, biomeccatronici e dispositivi elettromedicali più adatti in funzione dell'applicazione biomedicale di interesse.
- capacità di misurare e analizzare le prestazioni di sistemi robotici, biomeccatronici e dispositivi elettromedicali.
- Capacità applicative inerenti alla verifica e alla taratura di dispositivi elettromedicali.
- Capacità di sviluppo ed implementazione su sistema embedded basato su microcontrollore di sistemi di acquisizione digitale ed elaborazione di biosegnali.

iii. Autonomia di giudizio (making judgement)

La capacità di formazione di un giudizio autonomo da parte degli allievi viene sviluppata attraverso una trattazione organica e non meramente nozionistica dei contenuti della disciplina, permettendo agli allievi la creazione di una visione allargata delle diverse problematiche della robotica e strumentazione biomedica e dei loro collegamenti, idonea a sviluppare sia le capacità di formazione di un giudizio autonomo, sia le capacità di *problem solving* più utili nelle applicazioni generali dell'ingegneria biomedica. Durante il corso, l'autonomia di giudizio viene maturata esercitando sia le capacità di analisi dei diversi aspetti dei principali problemi relativi alla modellistica e simulazione di dispositivi robotici e biomeccatronici, nonché di strumentazione elettromedicale, sia attraverso lo sviluppo di soluzioni progettuali a partire da casi di studio assegnati.

iv. Abilità comunicative (communication skills)

Gli studenti verranno invitati a predisporre attività di report dei risultati delle esercitazioni e delle prove di laboratorio.

v. Capacità di apprendimento (learning skills)

Durante tutto il corso e in previsione della prova finale, sono previste, oltre alle esercitazioni svolte dal docente, attività di esercitazione guidata e non per fornire agli allievi opportunità di autovalutazione, anche attraverso l'interazione con il docente. Attraverso gli stimoli didattici programmati, lo studente ha la possibilità di accrescere e misurare la sua capacità autonoma di apprendere in occasione di attività di raccolta dati, ricerca bibliografica, concettualizzazione fisica e modellistica matematica relative alla verifica sperimentale di un'ipotesi o alla validazione di un progetto nelle condizioni operative reali o simulate.

Soft Skill

Sarà promosso l'esercizio delle abilità relazionali e comportamentali funzionali all'interazione e alla comunicazione di gruppo, nonché lo sviluppo della capacità di lavorare in team, attraverso la redazione di elaborati progettuali svolti in forma di lavori di gruppo. Per lo sviluppo degli elaborati progettuali, gli allievi saranno stimolati ad adottare un approccio multidisciplinare alla risoluzione di problemi, partendo da casi-studio di progettazione e/o di analisi rappresentativi della pratica professionale.

Contenuti del corso:
o Introduzione alla biorobotica, robotica medica e strumentazione biomedica
o Cinematica diretta e inversa
o Meccanica muscolare e controllo motorio umano
o Pianificazione delle traiettorie
o Dinamica multigiunto
o Impedenza nello spazio dei giunti e nello spazio cartesiano
o Strategie di controllo del moto di manipolatori

o Misure e caratteristiche di un sistema di misura
o stadi di preamplificazione per strumentazione biomedica
o condizionamento di segnali biomedici
o conversione analogico/digitale e digitale analogica
o sistemi acquisizione digitale e controllo embedded, microcontrollori e single board computer
o Esempi pratici di progettazione e implementazione su dispositivi embedded con particolare enfasi alle applicazioni di *body motion capture* e analisi della frequenza cardiaca

- Dispositivo per la misurazione della temperatura
- Elettrocardiografo
- Eletromiografo
- Pulsossimetro
- Dispositivo per il rilevamento ciclo respiratorio
- Monitor per terapia intensiva
- Protesi acustiche
- Galvanic Skin Response
- Ventilazione meccanica
- Gesture per applicazioni biomedicali
- Elettrobisturi

o Principi di funzionamento dell'oscilloscopio e del generatore di funzioni per verifiche e tarature di strumentazione
o Principi di modellazione CAD-3D, stampa 3D, prototipazione elettronica
o Strumentazione biomedica avanzata (interfacciamento di microcontrollori con suite di visualizzazione ed elaborazione immagini mediche, client standalone)

Modalità di erogazione della didattica: Convenzionale

Modalità di frequenza (obbligatoria, facoltativa): secondo il regolamento didattico vigente.

Modalità di accertamento dei risultati di apprendimento:
Le modalità generali sono indicate nel regolamento didattico di Ateneo all'art.22 consultabile al link web.unicz.it/admin/uploads/2023/11/d-r-1521-regolamento-didattico-di-ateneo-parte-generale-adeguato-dm-96-del-6-giugno-2023.pdf
La valutazione dell'apprendimento verrà effettuata attraverso una prova scritta, composta da quesiti numerici e teorici su tutto il programma d'esame, nonché attraverso la discussione di un elaborato progettuale.

Criteri di valutazione dei risultati di apprendimento: Correttezza e completezza nello svolgimento della prova scritta***;*** coerenza logico-formale, correttezza e livello di approfondimento degli argomenti esposti e capacità di problem solving.

Criteri di misurazione dei risultati di apprendimento: voto finale

Criteri di attribuzione del voto finale:
Il voto finale, utile al superamento dell'esame, è ottenuto dalla media aritmetica arrotondata all'intero superiore dei voti in trentesimi assegnati alla prova scritta e alla prova orale, a condizione che gli esiti conseguiti nelle singole prove siano tutti sufficienti.

Il voto della prova orale viene assegnato sulla base della griglia di valutazione di seguito riportata.

	Conoscenza e comprensione argomento	**Capacità di analisi e sintesi**	**Utilizzo di referenze**
Non idoneo	Importanti carenze. Significative inaccuratezze	Irrilevanti. Frequenti generalizzazioni. Incapacità di sintesi	Completamente inappropriato
18-20	A livello soglia. Imperfezioni evidenti	Capacità appena sufficienti	Appena appropriato
21-23	Conoscenza routinaria	E' in grado di analisi e sintesi corrette. Argomenta in modo logico e coerente	Utilizza le referenze standard
24-26	Conoscenza buona	Ha buone capacità di a. e s.; gli argomenti sono esposti con completezza e buona coerenza logico-formale	Utilizza le referenze standard
27-29	Conoscenza più che buona	Ha notevoli capacità di a. e s.	Ha approfondito gli argomenti
30-30L	Conoscenza ottima	Ha notevoli capacità di a. e s.	Importanti approfondimenti

Materiale didattico di riferimento:

i. Testi di riferimento:

- Lorenzo Sciavicco, Bruno Siciliano, Luigi Villani, Giuseppe Oriolo. Robotica: modellistica, pianificazione e controllo di manipolatori. Terza edizione. McGraw-Hill, 2008.
- Peter Corke, Robotics, Vision and Control Fundamental Algorithms In MATLAB® Second, Completely Revised, Extended And Updated Edition, Springer International Publishing AG 2017.
- Etienne Burdet, David W. Franklin, Theodore E. Milner, Human robotics: Neuromechanics and Motor Control, MIT Press, 2013.
- Joseph Bronzino, Donald R. Paterson. The Biomedical Engineering Handbook, quarta edizione, CRC Press, 2015.

ii. Altro materiale didattico (dispense, diapositive online, altri riferimenti di approfondimento, etc.):

- Diapositive del corso
- Appunti delle lezioni
- Data-sheet, riferimenti normative tecniche e componenti/dispositivi elettromedicali

Attività di supporto didattico (tutorato, attività seminariali e di didattica integrativa programmate, visite guidate, eventuali modalità di supporto e-learning, etc.): Consultazione online dei contenuti del corso tramite piattaforma didattica Moodle Elearning Unicz.

Riferimenti dei docenti: merola@unicz.it (Prof. A. Merola); donatella.dragone@unicz.it (Ing. D. Dragone)

Orario di ricevimento: lunedì-venerdì previo appuntamento via email

Calendario accademico: https://medicina.unicz.it/corso_studio/ingegneria_biomedica/calendario_lezioni