UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA	INGEGNERIA ELETTRONICA
INSEGNAMENTO	BIOMEDICAL DATA AND SIGNAL PROCESSING
TIPO DI ATTIVITA'	D
AMBITO	10432-A scelta dello studente
CODICE INSEGNAMENTO	21979
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/06
DOCENTE RESPONSABILE	PERNICE RICCARDO Ricercatore a tempo determinato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	96
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	54
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	ELABORAZIONE DI DATI E SEGNALI BIOMEDICI - Corso: BIOMEDICAL ENGINEERING ELABORAZIONE DI DATI E SEGNALI BIOMEDICI - Corso: INGEGNERIA BIOMEDICA
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	**PERNICE RICCARDO** Mercoledì 08:00 10:00 Stanza 3001, terzo piano Ed. 9, oppure su Microsoft Teams, in entrambi i casi previa prenotazione tramite Portale Studenti Giovedì 15:00 16:00 Stanza 3001, terzo piano Ed. 9, oppure su Microsoft Teams, in entrambi i casi previa prenotazione tramite Portale Studenti

DOCENTE: Prof. RICCARDO PERNICE

PREREQUISITI	Conoscenze relative ai moduli di Analisi matematica, Geometria e Fisica II. Conoscenze di base del calcolo differenziale ed integrale. Conoscenza del calcolo vettoriale e fasoriale.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione: Lo studente riceverà nozioni sufficientemente approfondite della rappresentazione di segnali deterministici e della loro analisi in frequenza, della risposta impulsiva e della funzione di trasferimento di sistemi lineari a tempo discreto, della progettazione di filtri numerici, nonché dell'analisi statistica temporale e spettrale dei processi aleatori. Inoltre conoscerà alcuni aspetti di base dell'analisi statistica dei dati, in particolare riguardanti la statistica descrittiva inferenziale, i test statistici e di ipotesi e la teoria della decisione. Gli argomenti trattati saranno volti alla rappresentazione di dati e segnali biomedici. Il corso prevede una cospicua parte di esercitazioni di laboratorio in ambiente MATLAB, che permetteranno allo studente di comprendere appieno le tecniche di analisi di dati e segnali, valutarne le peculiarità in esercizi numerici, e sfruttarne le potenzialità per l'estrazione di informazione di interesse biologico, fisiologico e clinico a partire da dati e segnali di origine biomedica. Capacità di applicare conoscenza e comprensione: Lo studente saprà impiegare gli strumenti appresi per l'analisi e la sintesi di semplici sistemi di elaborazione dei segnali a tempo continuo e a tempo discreto, e sarà in grado di rappresentare un segnale biomedico nel dominio del tempo e della frequenza, ricavandone indici caratterizzanti di interesse medico e fisiologico. Sarà inoltre in grado di progettare filtri numerici per il condizionamento del segnale, per il miglioramento del rapporto segnale/rumore o per l'enfatizzazione delle oscillazioni di interesse. Sarà infine in grado di applicare gli strumenti statistici di base per la caratterizzazione di dati biomedici e di segnali fisiologici, nonché i principali test di significatività per la valutazione di alterazioni fisiologiche e per la decisione clinica. Le esercitazioni di laboratorio stimoleranno le capacità dello studente di applicare nella pratica biomedica i concetti appresi, e stimoleranno la capacità di comprensione autonoma degli strumenti analitici studiati. Autonomia di giudizio: Lo studente sarà in grado di individuare i limiti di funzionamento, e di conseguenza saprà valutarne la validità, dei sistemi di elaborazione dell'informazione oggetto del corso. Saprà inoltre valutare quantitativamente, oltre che qualitativamente, le prestazioni degli algoritmi e dei software di elaborazione al fine di individuare la soluzione più adatta secondo le caratteristiche peculiari dello scenario applicativo. Il raggiungimento di questo obiettivo sarà verificato tramite la prova scritta. Abilità comunicative: Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere in progetti di gruppo problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sarà in grado di sostenere conversazioni su tematiche riguardanti la bioinformatica, evidenziando i problemi relativi ai limiti del funzionamento dell'algoritmo e/o del software considerato, in modo da offrire soluzioni adeguate. Infine, lo studente sarà in grado di sostenere conversazioni riguardanti l'elaborazione dei segnali biomedici e la strumentazione informatica utilizzabile in tale campo. Il raggiungimento di questo obiettivo sarà verificato tramite la prova orale. Capacità d'apprendimento: Lo studente avrà appreso come trattare in forma digitale i segnali biomedici resi disponibili dai sensori e dalla strumentazione biomedica, e sarà capace di fornire un'adeguata rappresentazione di tali segnali nel dominio del tempo ed in quello della frequenza, nonché di estrarre da essi parametri di interesse clinico e fisiologico. Saprà inoltre rappresentare e interpretare dal punto di vista statistico dati biomedici di diversa natura nelle applicazioni più comuni. Ciò gli consentirà di proseguire gli studi ingegneristici nel settore dell'Ingegneria biomedica con maggiore autonomia e discernimento. Il raggiungimento di questo obiettivo sarà verificato tramite la prova scritta e la prova orale.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	Prova Scritta, Prova Orale La valutazione dell'apprendimento verrà effettuata mediante una prova finale scritta, ed una prova orale, che verteranno sugli argomenti del corso. Il voto minimo per la sufficienza sarà 18/30, sia per la prova scritta che per la prova orale. La prova scritta finale si compone di domande a risposta aperta ed esercizi sugli argomenti del corso. Per ciascuna domanda ed esercizio, verrà valutato il livello di conoscenza degli argomenti (90% del voto finale attribuito) ed il livello raggiunto nella capacità di espressione nel corretto linguaggio tecnico (10% del voto finale attribuito). La prova finale orale consiste nella richiesta agli studenti di trattare alcuni

	argomenti svolti a lezione dal docente del corso. Per ognuno di tali argomenti, lo studente dovrà, anzitutto, inquadrare l'argomento nell'ambito del corso, illustrarne il significato e l'importanza, ad esempio mediante definizioni formali e ambiti applicativi, definire le metodologie di studio e gli eventuali limiti di validità. Infine, dovrà esporre l'argomento con proprietà di linguaggio e fluidità di trattazione analitica. L'obiettivo della verifica finale consisterà nel valutare se lo studente abbia una buona conoscenza delle più comuni tecniche di analisi statistica di dati campionari e di elaborazione numerica dei segnali e del loro impiego in ambito biomedico. Al termine della prova orale, la Commissione di esame comunicherà allo studente se l'esame è stato superato. In caso di superamento dell'esame, la Commissione attribuirà allo studente un voto sulla base dei seguenti criteri di valutazione: a) livello di conoscenza degli argomenti oggetto della prova orale, e autonomia nella capacità di interconnessione di tali argomenti con gli altri trattati durante il corso (90% del voto finale attribuito; b) livello raggiunto nella capacità di espressione nel corretto linguaggio tecnico (10% del voto finale attribuito).
OBIETTIVI FORMATIVI	L'obiettivo del corso è quello di fornire ai futuri ingegneri le conoscenze abilitanti nel mondo del lavoro che riguardano il trattamento in forma numerica dei dati acquisiti dalla strumentazione e dai sistemi di misura biomedicali. Il corso fornisce conoscenze riguardo: alla rappresentazione delle serie numeriche ottenute campionando segnali a tempo continuo ed alla loro analisi spettrale; al progetto ed all'utilizzo di filtri numerici per l'elaborazione dei segnali a tempo discreto; alla descrizione statistica dei segnali tramite il concetto di processo aleatorio, ed alla relativa descrizione in frequenza tramite l'analisi spettrale eseguita sia con metodi classici basati su trasformata di Fourier che con metodi moderni basati su modelli parametrici; alla rappresentazione di dati campionari tramite stimatori statistici, ed all'impiego dei più comuni test per la verifica di ipotesi statistiche. Obiettivo specifico del corso è rendere lo studente capace di utilizzare ed elaborare le conoscenze acquisite tramite l'utilizzo e lo sviluppo di codici in ambiente MATLAB. Alla fine del corso, lo studente saprà descrivere un segnale nel dominio del tempo ed in quello della frequenza facendo uso di approcci deterministici o statistici, progettare un filtro numerico ed usarlo per elaborare il segnale, ed estrarre parametri di interesse dalle diverse rappresentazioni del segnale. Grazie alle conoscenze software acquisite, sarà infine in grado di trattare i più comuni segnali biomedici al fine di ricavare da essi informazione di interesse medico.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali, Esercitazioni in aula, Esercitazioni in laboratorio
TESTI CONSIGLIATI	- Luigi Landini: Fondamenti di analisi di segnali biomedici. Pisa University Press, 2013 - Suresh R. Devasahayam: Signals and systems in biomedical engineering – Signal processing and physiological systems modeling. Springer, 2nd edition, 2013 - Rangaraj M. Rangayyan: Biomedical signal analysis – a case-study approach. IEEE Press Series on Biomedical Engineering – John Wiley & Sons, 2002

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	Introduzione ai segnali biomedici: definizioni, classificazione ed esempi.
2	Segnali a tempo continuo e a tempo discreto: caratteristiche e rappresentazione. Energia e potenza di un segnale.
6	Analisi spettrale dei segnali: serie di Fourier, trasformata di Fourier a tempo discreto e continuo (FT, DFT, DTFT, FFT). Conversione analogico-digitale e teorema del campionamento.
4	Elaborazione numerica dei segnali biomedici: convoluzione, trasformata z, funzione di trasferimento.
5	Filtri digitali: definizioni, specifiche, metodi di progetto. Filtri FIR e IIR.
6	Analisi statistica di dati biomedici: probabilità, variabili aleatorie, indipendenza statistica; misure di concordanza di un test diagnostico, tabelle di contingenza e curve ROC
5	Stima statistica: media, varianza, correlazione, intervalli di confidenza. Test statistici e test d'ipotesi
2	Analisi di serie temporali. Applicazione pratica: analisi di Heart Rate Variability; introduzione e misure nel dominio del tempo e della frequenza.

ORE	Esercitazioni
3	Introduzione a MATLAB: interfaccia grafica e sessione di lavoro. Array e matrici. Operazioni con gli array. File e script.
2	Esercizi su FFT e convoluzione.
2	Visualizzazione poli-zeri di una funzione di trasferimento.
4	Progetto di filtri ed applicazione a segnali biomedici (elettrocardiogramma, fotopletismogramma).
2	Esercizi sul calcolo della probabilità e misure di concordanza di un test diagnostico.
4	Analisi statistica di dati biomedici: stima statistica e test statistici - applicazione a dati fisiologici e clinici.

ORE	Laboratori
4	Acquisizione in laboratorio di segnali biomedici e relativa elaborazione mediante MATLAB