



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Ingegneria
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2021/2022
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2021/2022
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	ELECTRONICS ENGINEERING
INSEGNAMENTO	STATISTICAL ANALYSIS OF BIOMEDICAL SIGNALS
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	20925-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	21234
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	ING-INF/06
DOCENTE RESPONSABILE	FAES LUCA Professore Ordinario 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	STATISTICAL ANALYSIS OF BIOMEDICAL SIGNALS - Corso: INGEGNERIA BIOMEDICA STATISTICAL ANALYSIS OF BIOMEDICAL SIGNALS - Corso: BIOMEDICAL ENGINEERING
ANNO DI CORSO	1
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	FAES LUCA Mercoledì 10:30 11:30 Viale delle Scienze, Edificio 9 - DEIM, Il piano (stanza 219)

PREREQUISITI	Conoscenze di base su calcolo vettoriale e matriciale, probabilità e statistica, analisi e visualizzazione di dati. Conoscenze anche rudimentali di linguaggi di programmazione ad alto livello (principalmente Matlab). Conoscenze relative ai moduli di Analisi Matematica e Geometria.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	<p>Conoscenza e capacità di comprensione Lo studente al termine del corso avrà padronanza delle tecniche di rappresentazione ed analisi statistica di dati e segnali, in generale e con specifico riferimento ai segnali biomedici e di derivazione fisiologica. Anche partendo da limitate conoscenze pregresse di probabilità e analisi del segnale, imparerà a realizzare modelli statistici di dati e serie temporali nel contesto dei processi aleatori e ad estrarre indici quantitativi che caratterizzano la complessità di un segnale e l'accoppiamento tra segnali diversi.</p> <p>Capacità di applicare conoscenza e comprensione Lo studente sarà in grado di applicare le conoscenze maturate per caratterizzare il contenuto oscillatorio dei principali segnali biomedici (e.g., cardiaci, vascolari, respiratori, cerebrali), per quantificare le dinamiche di regolazione interne ad un sistema fisiologico (e.g., connettività cerebrale) e le interazioni tra sistemi fisiologici distinti (e.g., interazioni cardiovascolari). Sarà inoltre in grado di estrarre, a partire da registrazioni sincrone di segnali o serie temporali multiple, indici quantitativi utili alla descrizione di diversi stati fisiologici ed in ambito medico per la caratterizzazione di patologie.</p> <p>Autonomia di giudizio Lo studente sarà in grado di scegliere le tecniche di analisi più appropriate al contesto in esame, in dipendenza dal tipo di segnali a disposizione e delle loro specifiche (dimensione, durata, qualità). Saprà inoltre individuare i parametri critici per le metodologie progettate e ottimizzarli per massimizzare la performance delle tecniche di analisi. Sarà infine in grado di interpretare gli indicatori ottenuti nel contesto delle più comuni valutazioni medico/biologiche entro gli ambiti applicativi affrontati.</p> <p>Abilità comunicative Lo studente acquisirà la capacità di comunicare ed esprimere problematiche inerenti l'oggetto del corso. Sarà in grado di sostenere conversazioni su tematiche riguardanti la rappresentazione statistica dei dati e l'analisi dei segnali, evidenziando le limitazioni, individuando le criticità ed offrendo soluzioni per gli scenari applicativi prospettati. Il raggiungimento di questo obiettivo sarà verificato tramite la prova orale.</p> <p>Capacità d'apprendimento L'insieme delle conoscenze maturate durante il corso doterà lo studente degli strumenti essenziali per l'analisi statistica di dati e segnali in contesti anche diversi da quello prettamente biomedicale, permettendogli di affrontare argomenti specialistici a livello di alta formazione e/o ricerca, e problematiche che possono costituire casi di studio nel mondo del lavoro.</p>
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	<p>La prova d'esame consiste in un esame orale che verte sugli argomenti del programma del corso.</p> <p>L'esame è strutturato per verificare le conoscenze acquisite (circa 50% del voto attribuito) e per verificare la capacità di elaborare ed interpretare i concetti (circa 30% del voto attribuito); si verificano inoltre l'abilità espositiva e le proprietà di linguaggio dello studente (circa 20% del voto attribuito).</p> <p>La valutazione si basa sui seguenti criteri:</p> <p>a) eccellente (30 - 30 e lode): ottima conoscenza degli argomenti, ottima proprietà di linguaggio, buona capacità analitica, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti;</p> <p>b) molto buono (27 - 29): buona padronanza degli argomenti, piena proprietà di linguaggio, lo studente e' in grado di applicare le conoscenze per risolvere i problemi proposti;</p> <p>c) buono (24 - 26): conoscenza di base dei principali argomenti, discreta proprietà di linguaggio, con limitata capacità di applicare autonomamente le conoscenze alla soluzione dei problemi proposti;</p> <p>d) soddisfacente (21 - 23): non ha piena padronanza degli argomenti principali dell'insegnamento ma ne possiede le conoscenze, soddisfacente proprietà di linguaggio, scarsa capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite;</p> <p>e) sufficiente (18 - 20): minima conoscenza di base degli argomenti principali dell'insegnamento e del linguaggio tecnico, scarsissima capacità di applicare autonomamente le conoscenze acquisite</p> <p>f) insufficiente: non possiede una conoscenza minima accettabile dei contenuti degli argomenti trattati nell'insegnamento.</p>
OBIETTIVI FORMATIVI	L'obiettivo del corso è quello di fornire ai futuri ingegneri le conoscenze abilitanti che riguardano le moderne tecniche di analisi statistica multivariata e di elaborazione numerica dei segnali, con riferimento particolare ai segnali biomedici ed alle serie temporali di derivazione fisiologica.

	Il corso riprende conoscenze di base di probabilità e statistica, e offre una panoramica delle tecniche di analisi multivariata dei segnali nel dominio del tempo (modelli predittivi) e della frequenza (analisi cross-spettrale) nonché basate su misure di teoria dell'informazione (entropia). Il corso procede per concetti, fornendo una trattazione ragionevolmente approfondita e formalizzata, incoraggiando lo studente ad impostare razionalmente i problemi dell'analisi statistica multivariata di dati e segnali.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Prova orale; valutazione in trentesimi. Le modalità di prova e la relativa valutazione saranno le medesime per gli studenti non frequentanti.
TESTI CONSIGLIATI	Slides, dispense e materiale didattico fornito dal docente. Testi consigliati per consultazione e approfondimento: <ul style="list-style-type: none"> •H. Pishro-Nik, "Introduction to probability, statistics, and random processes", available at https://www.probabilitycourse.com, Kappa Research LLC, 2014. •T.M. Cover, J.A. Thomas, Elements of Information Theory, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2ND Edition, 2006. ISBN: 978-0-471-24195-9 •P. Stoica, R. Moses, Spectral analysis of signals, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, 1st Edition, 2005. ISBN-13: 978-0131139565 •H Lutkepohl, New introduction to multiple time series analysis, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2005. ISBN: 3-540-40172-5

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
9	Introduzione: modelli di sistema e modelli di dati; introduzione ai fenomeni aleatori come strumento generale per descrivere i segnali biomedici; classificazione delle tecniche di analisi dei segnali biomedici che verranno trattate nel corso: modelli predittivi, analisi spettrale, analisi di entropia; analisi univariata, bivariata, multivariata; misure di complessità, accoppiamento, causalità. Descrizione dei sistemi fisiologici e dei segnali e serie temporali più comuni che vengono considerati nel corso come casi di studio.
9	Richiami di teoria degli insiemi; esperimenti casuali e probabilità; variabili aleatorie discrete e loro descrizione statistica; vettori aleatori; Misure di informazione per variabili aleatorie discrete: entropia, entropia, mutua informazione, misure condizionali.
9	Variabili aleatorie continue e loro descrizione statistica; stima della probabilità basata su quantizzazione o modelli parametrici. Modelli di regressione lineare tra variabili aleatorie. Misure di informazione per variabili aleatorie continue. Legame tra misure di informazione e regressione lineare.
9	Processi aleatori: definizione, descrizione statistica, proprietà. Modelli statistici di processi aleatori: modelli parametrici lineari e loro identificazione. Predizione nei processi aleatori e misure di complessità, accoppiamento e causalità.
9	Misure di informazione per processi aleatori: informazione predittiva, informazione immagazzinata e trasferita in reti di processi aleatori. Stimatori delle misure di informazione: modelli lineari e approcci non parametrici (cenni).
9	Analisi spettrale dei processi aleatori. Richiami: trasformata Z e trasformata di Fourier, stima spettrale classica. Stima spettrale parametrica e suo utilizzo per la caratterizzazione in frequenza di attività dinamica, accoppiamento e causalità nei processi aleatori.