



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## ANALISI E MODELLI DI SEGNALI BIOMEDICI

**NICOLA VANELLO**

Academic year	2023/24
Course	INGEGNERIA BIOMEDICA
Code	247II
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
ANALISI E MODELLI DI SEGNALI BIOMEDICI 1	ING-INF/06	LEZIONI	60	NICOLA VANELLO
ANALISI E MODELLI DI SEGNALI BIOMEDICI 2	ING-INF/06	LEZIONI	60	ALBERTO GRECO NICOLA VANELLO

### Obiettivi di apprendimento

#### *Conoscenze*

Gli studenti apprenderanno i concetti di modellizzazione ed elaborazione dei segnali ed immagini biomediche, e sugli approcci statistici all'analisi dei dati.

A partire dai fondamenti della teoria della probabilità applicata ai segnali, verranno introdotti i processi aleatori e la loro caratterizzazione nel tempo e in frequenza. Verranno analizzati indici statistici per l'analisi dei segnali, sia di tipo univariato che multivariato.

Saranno analizzati i metodi per l'analisi non parametrica e parametrica di serie temporali

Oggetto dello studio saranno sia i modelli confirmatori per l'analisi di dati che i modelli esplorativi quali quelli basati su tecniche multivariate, come SVD e PCA.

Verranno analizzati metodi per la riduzione del rumore basati su approcci statistici.

Inoltre verranno introdotti elementi di statistical learning e modelli di regressione e classificazione basati su approcci Bayesiani. Saranno approfonditi i concetti di overfitting, cross-validation e model selection.

Tali approcci verranno applicati all'analisi dei segnali biomedici sottolineando limiti e opportunità. Verranno in particolare evidenziati i fattori di variabilità intra e inter soggetto e i possibili fattori confondenti.

Gli studenti avranno la possibilità di applicare gli approcci proposti durante sessioni di laboratorio dedicate, usando sia dati simulati che reali.

#### *Modalità di verifica delle conoscenze*

Lo studente dovrà dimostrare la capacità di realizzare praticamente, con giudizio critico, le metodologie illustrate o svolte sotto la guida del docente durante il corso.

Oltre che durante il test finale, queste capacità saranno verificate anche all'interno dei laboratori svolti durante l'anno.

#### *Capacità*

Alla fine del corso gli studenti saranno in grado di:

caratterizzare dal punto di vista temporale e frequenziale un segnale biomedico

stimare indici statistici che permettano di descrivere il comportamento di segnali biomedici, univariati e multivariati

analizzare e caratterizzare la variabilità dei segnali biomedici, sia a livello di singolo soggetto che a livello di gruppo

Eseguire l'analisi non parametrica e stimare modelli parametrici di serie temporali di segnali biomedici

Utilizzare i metodi per la riduzione di rumore ed estrazione di caratteristiche delle bioimmagini

Applicare approcci di machine learning per la classificazione di dati biomedici.

#### *Modalità di verifica delle capacità*

Durante le sessioni in laboratorio agli studenti verrà richiesto di sviluppare la sequenza di elaborazione dei dati, così come i codici corrispondenti. La strategia adottata e i risultati saranno discussi con il docente.

#### *Comportamenti*

Gli studenti sapranno sviluppare e progettare paradigmi sperimentali tenendo conto dei passi di elaborazione necessari.

Svilupperanno le consapevolezza relativamente alla necessità di acquisire i dati in maniera accurata e di minimizzare i fattori confondenti.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

### Modalità di verifica dei comportamenti

Durante le sessioni di laboratorio verranno discusse a livello di gruppo le problematiche legate ai paradigmi sperimentali utilizzati per l'acquisizione dei dati a disposizione e gli approcci di modellistica ed elaborazione.

Durante le sessioni di laboratorio saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte

### Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Analisi di Fourier di segnali a tempo continuo e discreto

Sistemi lineari tempo invarianti a tempo continuo e discreto

### Indicazioni metodologiche

Il corso si svolge con lezioni frontali e laboratori informatici

i metodi di insegnamento si basano su:

- lezioni
- seminari
- sessioni di laboratorio
- apprendimento basato sul compito/problematica/indagine

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

Introduzione alla teoria della probabilità

Introduzione ai processi stocastici: analisi statistica del primo e del secondo ordine.

Introduzione al concetto di stima e di stimatore: stimatori a massima verosimiglianza, stimatore BLUE e stima ai minimi quadrati.

Stimatori non parametrici per lo studio della densità spettrale di potenza: metodo del periodogramma, metodo Blackman-Tukey, metodo wosa.

Stimatori parametrici: modelli AR, MA e ARMA

Cenno ai processi tempo-varianti e metodi per la loro caratterizzazione: STFT e spettrogramma.

Filtri deterministici e filtri stocastici per l'elaborazione delle bioimmagini.

Metodi di analisi multivariata: analisi componenti principali, SVD e analisi delle componenti indipendenti

Regressione singola e regressione multipla, regressione non lineare e regressione logistica

introduzione al machine learning. Classificatori bayesiani, classificatori SVM, LDA e QDA

### Bibliografia e materiale didattico

Materiale fornito dai docenti

Analisi e modelli di segnali biomedici. Luigi Landini e Nicola Vanello. Pisa University Press, 2016 (Manuali)

### Modalità d'esame

Prova orale

Ultimo aggiornamento 04/08/2023 20:13