



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## TECNOLOGIE BIOMEDICHE

### ARTI DEVI AHLUWALIA

Anno accademico	2019/20
CdS	INGEGNERIA BIOMEDICA
Codice	742II
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
LABORATORIO DI TECNOLOGIE BIOMEDICHE	ING-INF/06	LEZIONI	60	CARMELO DE MARIA GIOVANNI VOZZI
MATERIALI E SISTEMI INTELLIGENTI	ING-INF/06	LEZIONI	60	ARTI DEVI AHLUWALIA CHIARA MAGLIARO

#### Obiettivi di apprendimento

##### *Conoscenze*

###### **Modulo: Micro e nanobioscopia**

Lo scopo del corso è di approfondire aspetti tecnologici, teorici e sperimentali di ottica geometrica, microscopia e fluorescenza applicati allo studio di fenomeni biologici e biomedicali con particolare riguardo a luce visibile, infra rosso e ultra violetto. Verranno quindi fornite:

- Conoscenze di base su ottica geometrica e l'uso di lenti, specchi e prismi in ambiente biomedico, principi di imaging con microscopia.
- Istruzioni sull'utilizzo di software quale ImageJ e Matlab per la gestione e elaborazione di immagini 2 e 3D da microscopia confocale, brightfield o 2-fotoni.

###### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

Il modulo di Laboratorio di Tecnologie Biomediche ha lo scopo di abilitare lo studente nella realizzazione di prototipi elettromeccanici per applicazioni biomediche, tenendo in considerazione i vincoli progettuali dati dalle normative vigenti e dagli standard internazionali di riferimento.

##### *Modalità di verifica delle conoscenze*

###### **Modulo: Micro e nanobioscopia**

- Verifica attraverso domande di natura teorica, esercizi e l'elaborazione di uno o più immagini utilizzando Matlab. A discrezione dello studente, le conoscenze sulla elaborazione delle immagini potranno essere valutate con lo svolgimento di un progetto.

###### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

La verifica delle conoscenze sarà oggetto della valutazione di un progetto preparato dallo studente che attesti la padronanza delle competenze obiettivo dell'esame.

##### *Capacità*

###### **Modulo: Micro e nanobioscopia**

Al termine del corso lo studente sarà in grado di:

- tracciare i raggi parassiali in sistemi di lenti convessi e concavi
- identificare i componenti principali di un microscopio ottico
- identificare rivelatori e sorgenti di luce
- poter calcolare le diottrie di lenti per correggere vizi rifrattivi
- creare una semplice GUI in Matlab per caricare e elaborare (per esempio, per identificare contorni, contare pixel) un'immagine acquisita tramite microscopio ottico

###### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

Al termine del corso lo studente:

- saprà identificare la classe dei dispositivi medici e gli standard internazionali per la loro progettazione, e le procedure di certificazione;
- saprà utilizzare il software Fusion 360 per il design di componenti e assiemi meccanici, e per la gestione del processo di fresatura a controllo numerico;



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- saprà utilizzare il framework Arduino (GUI e scheda) per la prototipazione rapida elettronica;
- sarà in grado di presentare in una relazione scritta i risultati dell'attività progettuale svolta applicando gli strumenti sopraelencati

### *Modalità di verifica delle capacità*

#### **Modulo: Micro e nanobioscopia**

- Durante le sessioni pratiche, saranno svolti delle esercitazioni al fine di comprendere l'utilizzo dei software ImageJ e Matlab, in particolare Image Processing Toolbox;
- Durante le sessioni pratiche, saranno svolte delle attività laboratoriali volte alla acquisizione di immagini tramite tecniche ottiche e tomografiche.
- Nel caso lo studente abbia scelto di svolgere una attività di progetto, dovrà preparare e presentare una relazione scritta che riporti i risultati ottenuti.

#### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

- Durante le sessioni di laboratorio informatico saranno svolti piccoli progetti tesi al comprendere l'utilizzo dei software Fusion 360, Arduino;
- saranno svolte attività pratiche per la ricerca delle fonti attraverso l'utilizzo di database (e.g. Standard ISO), e cataloghi on-line di rivenditori di componenti elettromeccanici;
- lo studente dovrà preparare e presentare una relazione scritta che riporti i risultati dell'attività di progetto.

### *Comportamenti*

#### **Modulo: Micro e nanobioscopia**

- Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità nelle problematiche relative alla acquisizione di un campione biologico, tenendo in considerazione le tecnologie disponibili e la natura e le dimensioni del campione.
- Lo studente acquisirà padronanza nello sviluppo di algoritmi di elaborazione delle immagini per la estrazione di parametri quantitativi descrittivi della complessità e forma di cellule e/o scaffold

#### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

- Lo studente potrà acquisire e/o sviluppare sensibilità alle problematiche di progettazione di dispositivi biomedicale, tenendo in considerazione le tecnologie di fabbricazione impiegate ed la natura del contatto con il corpo umano (paziente, operatore) e con l'ambiente
- Lo studente potrà saper gestire responsabilità di conduzione di un team di progetto

### *Modalità di verifica dei comportamenti*

#### **Modulo: Micro e nanobioscopia**

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

#### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

- Durante le sessioni di laboratorio saranno valutati il grado di accuratezza e precisione delle attività svolte
- Durante il lavoro di gruppo sono verificate le modalità di definizione delle responsabilità, di gestione e organizzazione delle fasi progettuali

### *Prerequisiti (conoscenze iniziali)*

#### **Modulo: Micro e nanobioscopia**

- Conoscenze teoriche: Fondamenti di matematica, statistica, fisica e programmazione
- Abilità informatiche: utilizzo di un foglio di calcolo, e preparazione di un documento di testo e di una presentazione

#### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

- Conoscenze teoriche: Fondamenti di matematica, statistica, fisica, chimica, scienza dei materiali, meccanica, elettronica e programmazione
- Abilità informatiche: utilizzo di un foglio di calcolo, e preparazione di un documento di testo e di una presentazione

### *Indicazioni metodologiche*

#### **Modulo: Micro e nanobioscopia**

Il corso verrà portato avanti secondo le seguenti metodologie:

- Le lezioni frontali verranno svolte con l'ausilio di slide, e proiettando lo schermo del docente durante la spiegazione sull'utilizzo di Matlab e ImageJ. Ove possibile inoltre si utilizzeranno lavagne con gesso
- Le esercitazioni in aula informatica verranno svolti singolarmente o in gruppo a seconda dei numero di computer disponibili
- Il materiale didattico digitale verrà messo a disposizione dal docente tramite i canali web dell'ateneo
- Le comunicazioni generali tra docente e studenti avverranno tramite una opportuna mailing list della classe creata durante i primi giorni di lezione e sulla homepage del docente



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- Il docente è disponibile per ricevimenti (anche collettivi)

### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

Il corso verrà portato avanti secondo le seguenti metodologie:

- Le lezioni frontali verranno svolte con l'ausilio di slide e filmati, e proiettando lo schermo del docente durante la spiegazione sull'utilizzo di software specifici. Ove possibile inoltre si utilizzeranno lavagne con gesso e/o pennarelli
- Le esercitazioni in aula informatica verranno svolte singolarmente o in gruppo a seconda del numero di computer e di schede elettroniche di prototipazione disponibili
- Le ricerche sulle normative vigenti, sugli standard di progettazione e sulle componenti elettromeccaniche dei dispositivi medici verranno eseguiti su database ufficiali della Comunità Europea, della ISO e sui cataloghi online dei vari rivenditori;
- La piattaforma open source UBORA verrà utilizzata come guida nella progettazione dei dispositivi medici
- Se possibile verranno organizzati seminari con professionalità provenienti dal mondo dell'industria
- Il materiale didattico digitale verrà messo a disposizione dal docente tramite i canali web dell'ateneo
- Le comunicazioni generali tra docente e studenti avverranno tramite mail, ed una opportuna mailing list della classe verrà creata durante i primi giorni di lezione
- Il docente è disponibile per ricevimenti (anche collettivi), che sono incentivati per portare avanti al meglio il progetto da presentare durante lo svolgimento dell'esame

### Programma (contenuti dell'insegnamento)

#### **Modulo: Micro e nanobioscopia**

Introduzione di fisica ottica

- concetto di luce, spettro; generazione e rivelazione di luce; proprietà ottiche dei materiali, assorbimento e scattering
- concetto di riflessione, incidenza e rifrazione. Principio di Fermat e legge di Snell;
- Dispersione e prisma. Le lenti ottiche
- Rifrazione su superficie curva e legge di Gauss
- Occhio umano e difetti visivi
- Assorbimento e fluorescenza. Equazione di Lambert-Beer e generazione di luce eccitata

Tecniche di acquisizione di immagini

- Laser e altre tecnologie ottiche avanzate LED. Spettrofotometro e spettrofluorimetro.
- Microscopia brightfield e confocale e risoluzione ottica. Principio di Rayleigh
- Tecniche di chiarificazione tissutale. Ottimizzazione e standardizzazione di protocolli di chiarificazione tissutale.
- Ottica super risoluta: STED, STORM e altre tecniche nuove.
- La microCT

Elaborazione di immagini digitali

- Come si formano le immagini digitali. Importanza di elaborare le immagini in biologia e medicina
- Elementi di image processing: filtraggio spaziale. Miglioramento del contrasto nel dominio spaziale. Filtri di smoothing e sharpening e loro applicazione. Scelta dei kernel per il filtraggio.
- Segmentazione e sogliaatura. Dilatazione, erosione, apertura e chiusura. Altre operazioni morfologiche.
- Elaborazione delle immagini a colori
- Image Processing Toolbox di Matlab; ImageJ

#### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

Introduzione

- prototipo, prototipo e prodotto nel settore biomedicale
- classificazione dei dispositivi medici, standard internazionali di progettazione e procedure di certificazione

Parte 1: fondamenti di disegno tecnico

- il ruolo del disegno in ingegneria: dagli sketch manuali al CAD
- introduzione all'uso di un software CAD (Fusion 360): disegno di una parte e di un assieme
- quotatura e tolleranze
- introduzione di elementi di macchine (cuscinetti, ingranaggi, viti, ...)

Parte 2: fondamenti di tecnologia meccanica

- tecnologie sottrattive: tecnologie convenzionali (fresatura, tornitura, ...) e non convenzionali (taglio laser, taglio ad acqua, ...)
- fabbricazione per formatura: stampaggio
- fabbricazione additiva

Parte 3: prototipazione rapida elettronica

- Schede per la prototipazione rapida in ambito elettronico
- acquisizione di segnali da sensori
- comunicazione tra schede, verso l'utente e verso un computer

Parte 4: prototipazione in ambito elettromeccanico

- Motori e driver
- Controllo di attuatori elettromeccanici



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

- Dimensionamento di motori e batterie

Parte 5: esempi pratici di design di dispositivi medici

### Bibliografia e materiale didattico

#### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

- Materiale didattico fornito dal docente e disponibile sul sito di ateneo
- An introduction to digital image processing with Matlab, Notes for SCM2511 Image Processing I, Alasdair McAndrew

#### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

- Materiale didattico fornito dal docente e disponibile sul sito di ateneo
- Pretotype it, 2a edizione, Alberto Savoia (pretotyping.org)
- Lezioni di disegno di macchine, 3a edizione, Sergio Barsali, Gian Carlo Barsotti, Umberto Rosa, Editrice S. Marco - Lucca
- Tecnologia meccanica e studi di fabbricazione, 2a edizione, Marco Santochi e Francesco Giusti, Casa editrice ambrosiana. ISBN 88-408-1028-5
- WHO compendium 2013 (www.who.int)

### Indicazioni per non frequentanti

#### **Moduli: Micro e nanobioscopia e Laboratorio di tecnologie biomediche**

La frequenza alle lezioni ed alle esercitazioni è fortemente consigliata. Non sono previste variazioni nella modalità d'esame per gli studenti non frequentanti.

### Modalità d'esame

#### **Modulo: Micro e nanobioscopia**

L'esame consiste in una prova scritta riguardante le parti teoriche dell'esame, in particolare principi di fisica ottica e di tecniche ottiche e microtomografiche, e una prova pratica, a cui sarà richiesto allo studente di analizzare una o più immagini tramite Matlab. In alternativa alla prova pratica, lo studente potrà portare avanti un progetto di design di una Interfaccia Grafica e di elaborazione di immagini; in questo caso, lo studente discuterà il progetto precedentemente concordato con il docente. Il docente potrà effettuare domande sulle scelte di implementazione per verificare la preparazione dello studente.

#### **Modulo: Laboratorio di tecnologie biomediche**

L'esame consiste in una prova orale in cui lo studente discuterà il progetto di un dispositivo medico da lui/lei realizzato e precedentemente concordato con il docente. La progettazione riguarderà tutti gli aspetti presi in considerazione nel programma d'esame, che dovranno essere in evidenza durante lo svolgimento dell'esame stesso. Il docente potrà effettuare domande sulle scelte progettuali e sulla loro implementazione per verificare la preparazione dello studente.

### Altri riferimenti web

- <http://www.centropiaggio.unipi.it/course/laboratorio-di-tecnologie-biomediche>
- <http://www.centropiaggio.unipi.it/course/micro-nanobioscopy>

Ultimo aggiornamento 18/03/2020 14:06