UNIVERSITÀ DI PISA

ADVANCED INTERVENTIONAL AND THERAPEUTIC TECHNOLOGIES

ARIANNA MENCIASSI

Academic year	2022/23
Course	BIONICS ENGINEERING
Code	1103I
Credits	12

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
BIONIC ORGANS AND TISSUES	ING-IND/34	LEZIONI	60	LEONARDO RICOTTI
ROBOTICS FOR MINIMALLY INVASIVE AND TARGETED THERAPY	ING-IND/34	LEZIONI	60	ARIANNA MENCIASSI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

L'insegnamento ha l'obiettivo di far acquisire agli studenti le conoscenze e gli strumenti metodologici caratteristici della robotica in ambito chirurgico/diagnostico, delle terapie mirate basate su micro/nano-materiali intelligenti e della progettazione di organi e tessuti artificiali e bioartificiali.
In particolare, nel modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", lo studente acquisirà conoscenze e metodologie relative alla progettazione di robot e strumentazione intelligente per la chirurgia e l'interventistica a varie scale. Lo studente riuscirà a distinguere i tratti salienti dei sistemi robotici più indicati per le diverse patologie, da utilizzare in distretti anatomici differenti e con diverse esigenze di accesso, di trattamento e di intervento. Grazie all'analisi di sistemi per chirurgia robot-assisted disponibili presso l'istituto della docente, gli studenti riusciranno a collegare le conoscenze teoriche acquisite con dei casi pratici. Saranno anche forniti i principi base di COMSOL Multiphysics per un primo approccio alla simulazione di sistemi complessi.
Nel modulo "Bionic organs and tissues", lo studente acquisirà inizialmente conoscenze e metodologie di base relative alla biologia cellulare e molecolare (anche grazie ad attività di laboratorio), dopodiché acquisirà competenze specifiche e metodologiche relative alla progettazione di organi e tessuti artificiali e bioartificiali. In particolare verranno approfonditi alcuni organi (pancreas e cuore), apparati (il sistema urinario) e tessuti (muscolo scheletrico e cartilagine), analizzando approcci e tecnologie utilizzate per una loro sostituzione o rigenerazione.

Modalità di verifica delle conoscenze

Nel modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", il docente inviterà gli studenti a interagire proponendo soluzioni a piccoli quesiti che saranno presentati durante il corso normale delle lezioni. Molte lezioni constano di una parte hands on in cui agli studenti verranno presentati dei sistemi per chirurgia robotica o image – guided. Durante tali presentazioni, anche svolte insieme a dottorandi e post-doc, il docente porrà dei quesiti per valutare se i concetti teorici propedeutici sono stati appresi e se gli studenti riescono a calare tali concetti nelle esperienze pratiche a loro proposte.
Nel modulo "Bionic organs and tissues", le conoscenze verranno verificate mediante un colloquio orale, nel corso del quale verranno posti quesiti riguardanti i temi affrontati nel corso.

Capacità

Per quanto riguarda il modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", al termine del corso lo studente:

- sarà in grado di individuare gli elementi principali di un sistema robotico per chirurgia robot assistita;
- sarà in grado di progettare a grandi blocchi un sistema di chirurgia robotico sulla base di specifiche cliniche e di differenti regioni di intervento;
- sarà in grado di svolgere una ricerca su un tema di chirurgia robotica proposto individuando la tipologia di appartenenza (es. robot teleoperato, autonomo, hand – held).

Per quanto riguarda il modulo "Bionic organs and tissues", al termine del corso lo studente:

- sarà in possesso di conoscenze di base riguardanti anatomia e fisiologia degli organi e tessuti trattati nel corso;
- sarà in grado di orientarsi nella letteratura scientifica riguardante le tecnologie per la sostituzione di organi e la medicina rigenerativa;
- saprà svolgere attività pratiche in ambienti specializzati quali laboratorio biologico, rispettando le relative norme di sicurezza e di protezione individuale.

Modalità di verifica delle capacità

Nel modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", il maggiore strumento per la verifica dell'apprendimento sarà la prova

d'esame finale. Durante il corso il docente esporrà gli studenti a semplici quesiti per accertare la capacità degli stessi di estrarre i contenuti teorici e applicarli in casi pratici. Questa verifica sarà condotta in particolare durante le sessioni pratiche in cui agli studenti verrà chiesto di riconoscere i moduli di quello che hanno appresso nelle piattaforme che saranno loro presentate.
Nel modulo "Bionic organs and tissues", gli strumenti utilizzati consisteranno in:

- Attività pratiche di laboratorio biologico (utilizzo di cappa biologica, cellule di linea, microscopia in fluorescenza, reagenti e saggi colorimetrici);
- Durante il corso il docente esporrà gli studenti a quesiti per accertare la capacità degli stessi di estrarre i contenuti teorici e applicarli in casi pratici;
- Prova d'esame finale.

Comportamenti

Nel modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", lo studente imparerà a comprendere gli elementi più rilevanti in un approccio interventistico-chirurgico, distinguendo tra gli aspetti tecnici e quelli legati al paziente, alla regione di intervento, all'operatore e al sistema sanitario. Quando possibile la docente cercherà di sottolineare i rapporti costi/beneficio caratteristici delle diverse soluzioni proposte, in modo da far acquisire agli studenti consapevolezza dei problemi legati alla tecnologia per la chirurgia avanzata.
Nel modulo "Bionic organs and tissues", i comportamenti che si ritiene lo studente possa acquisire sono:

- Sensibilità nei confronti della formulazione di ipotesi innovative e di idee nell'ambito della progettazione e realizzazione di organi e tessuti artificiali e bioartificiali;
- Sensibilità nello svolgere procedure di laboratorio delicate e in ambienti controllati/sterili.

Modalità di verifica dei comportamenti

Nel modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", gli strumenti utilizzati per accertare l'acquisizione dei comportamenti di cui sopra saranno essenzialmente le domande o le considerazioni che gli studenti faranno durante le lezioni. Ladocente, ad esempio, chiederà quale approccio interventistico è più idoneo per un certo problema e dalla risposta cercherà di capire se lo studente ha acquisito consapevolezza dei problemi di costo/beneficio delle diverse tecnologie presentate.
Nel modulo "Bionic organs and tissues", gli strumenti utilizzati per accertare l'acquisizione dei comportamenti attesi saranno:

- Misure effettuate nel corso delle sessioni di laboratorio, allo scopo di valutare il grado di accuratezza delle attività svolte;
- Domande rivolte agli studenti nel corso delle lezioni frontali, per verificare l'acquisizione e il consolidamento di certi concetti.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Per seguire il corso in modo proficuo, non sono richieste conoscenze specialistiche da parte degli studenti. Tuttavia, sono necessarie conoscenze consolidate di base di fisica e di matematica, e sono inoltre utili conoscenze di base relative a meccanica, elettronica, chimica e biologia.

Indicazioni metodologiche

Per quanto riguarda il modulo "Robotics for minimally invasive and targeted therapy", le informazioni metodologiche sono le seguenti:

- Le lezioni si svolgono utilizzando slide in inglese, la lavagna per semplici schemi o passaggi matematici, video e animazioni per capire meglio come si svolgano alcuni interventi e quali siano le anatomie di interesse.
- Le sessioni hands-on consistono in visioni e utilizzo di piattaforme robotiche aperte per chirurgia (needle insertion con ausilio robotico, terapia a US con guida robotica, Da Vinci robot per teleoperazione, etc.). Gli studenti vedranno i diversi moduli dei sistemi e saranno invitati dal docente e dagli operatori delle piattaforme a fare piccoli task di programmazione o esecuzione.
- Le lezioni saranno disponibili in formato elettronico (file pdf) sul sito http://www.bionicsengineering.it/Courses_PrivateArea, accessibile dagli studenti; oltre alle lezioni saranno caricati anche articoli e capitoli di libro rilevanti. Visto l'uso di Teams per le lezioni blended, il materiale sarà disponibile su richiesta anche sul canale Teams.
- L'interazione con gli studenti avverrà via e-mail e con incontri programmati.
- La lingua per tutte le attività sarà l'inglese.

Per quanto riguarda il modulo "Bionic organs and tissues", le indicazioni metodologiche sono le seguenti:

- Le lezioni si svolgeranno in forma alternata alla lavagna e utilizzando slide proiettate, con l'ausilio anche di animazioni e video;
- Le esercitazioni in laboratorio si svolgeranno fornendo a tutti gli studenti degli opportuni dispositivi di protezione individuale (camici, occhiali e guanti) e facendo svolgere ad ogni studente specifiche operazioni;
- Le lezioni saranno disponibili in formato elettronico (file pdf) su un canale dedicato di Microsoft Teams, accessibile dagli studenti;
- L'interazione tra studente e docente avverrà mediante scambi e-mail o fissando degli appuntamenti su richiesta, per ricevimenti e richieste di chiarimenti;

La lingua utilizzata nel corso delle lezioni e delle attività di laboratorio sarà sempre l'inglese.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Per quanto riguarda il modulo “Robotics for minimally invasive and targeted therapy”, i contenuti dell’insegnamento sono i seguenti:

- Robotica per chirurgia minimamente invasiva: introduzione al problema, diversi scenari di chirurgia e di intervento. Cosa significa “targeted therapy”. Indice terapeutico e soluzioni chirurgiche a problematiche croniche per evidenziare i contatti col secondo modulo del corso. (3 ore)
- Chirurgia mini-invasiva tradizionale e non robotica: Laparoscopia, problemi della laparoscopia, tremore, visione, effetto fulcro. (5 ore)
- Chirurgia minimamente invasiva robotica: chirurgia robotica hand held, teleoperata, autonoma. Robotica e manipolatori. Analisi delle immagini e tracking. (28 ore)
- Lezioni pratiche su piattaforme autonome, hand held e teleoperate. (8 ore)
- Chirurgia endoluminale e interventistica: capsule endoscopiche e strumentazione che naviga nei lumi a diverse scale, fino alla microrobotica medica. (10 ore)
- Targeting e guida tramite campi magnetici: utilizzo di COMSOL per la guida magnetica e l’ancoraggio di piccola strumentazione. (6 ore).

Per quanto riguarda il modulo “Bionic organs and tissues”, i contenuti dell’insegnamento sono i seguenti:

- Criteri e metodologia per la progettazione di organi e tessuti (6 ore)
- Fondamenti di biologia e laboratorio pratico di biologia (12 ore)
- Anatomia e fisiologia del pancreas, approcci e tecnologie per pancreas artificiali e bioartificiali (8 ore)
- Anatomia e fisiologia del muscolo scheletrico, approcci e tecnologie per l’ingegnerizzazione del muscolo, bioprinting e robot bio-ibridi (12 ore)
- Anatomia e fisiologia della cartilagine, approcci e tecnologie per la sostituzione e la rigenerazione della cartilagine (8 ore)
- Anatomia e fisiologia dell’apparato urinario, approcci e tecnologie per la sostituzione e rigenerazione delle sue componenti (8 ore)
- Anatomia e fisiologia del cuore, accenni agli approcci e tecnologie per la sua sostituzione e rigenerazione (6 ore)

Bibliografia e materiale didattico

Per quanto riguarda il modulo “Robotics for minimally invasive and targeted therapy”, la principale bibliografia di riferimento è la seguente:

- H.G. Stassen et al. “Open versus minimally invasive surgery: a man-machine system approach”, Transactions of the Institute of Measurement and Control, Vol 21, no. 4-5, 1999.
- Davies, “Robotic Surgery – A Personal View of the Past, Present and Future“, Int. J. Adv. Rob. Syst., 12:54, 2015.
- Dario et al., “Smart Surgical Tools and Augmenting Devices”, IEEE Trans Rob Automation, 19, 5, 2003.
- Cleary, “Image guided interventions”, Annual Review Biomed. Eng., 12, 2010.
- Vitiello et al.,” Emerging Robotic Platforms for Minimally Invasive Surgery”, IEEE Trans Biomed Eng., 2013.
- Loeve et al., “Scopes Too Flexible ...and Too Stiff”, IEEE Pulse, 2010.
- Sliker et al., “Magnetically driven medical devices: a review”, Expert Rev. Med. Devices, 2015.
- Ciuti et al., “Capsule Endoscopy: From Current Achievements to Open Challenges”, IEEE Reviews Biomed Eng, 2011.
- Taylor et al., “Chapter 52, Medical Robotics and Computer Integrated Surgery”, in the Handbook of Robotics, Springer, 2007.
- Nelson B. et al “Microrobots for Minimally Invasive Medicine”, Annual Review of Biomedical Engineering, 2010.

Per quanto riguarda il modulo “Bionic organs and tissues”, la bibliografia di riferimento è la seguente:

- B. Alberts, K. Hopkin, A.D. Johnson, D. Morgan, M. Raff. Essential Cell Biology, 5th Edition, 2019. Editor: W.W. Norton & Company. ISBN-10:? 0393680398, ISBN-13:? 978-0393680393
- N.S. Hakim. Artificial Organs, 2009. Springer. ISBN: 978-1-84882-283-2
- E. Sanchez. The Artificial Pancreas, 1st Edition, 2019. ISBN: 9780128156551
- M. Yang. Artificial Hearts, 2020. Springer. ISBN: 978-981-15-4378-4
- J. Gilbert-Honick, W. Grayson. Vascularized and innervated skeletal muscle tissue engineering. *Adv. Health. Mater.* 2019. Doi: 10.1002/adhm.201900626
- W. Wei, H. Dai. Articular cartilage and osteochondral tissue engineering techniques: Recent advances and challenges. *Bioactive Mater.* 2021. Doi: 10.1016/j.bioactmat.2021.05.011

Indicazioni per non frequentanti

Non ci sono variazioni per studenti non frequentanti.

Modalità d'esame

Per quanto riguarda il modulo “Robotics for minimally invasive and targeted therapy”, le modalità d’esame sono le seguenti:

- L’esame consiste di una prova orale, che però è accompagnata da un test scritto che permette una maggiore copertura di argomenti anche con l’uso di schemi e di figure dedicate.
- Lo studente deve prima rispondere alle domande su carta, domande che consistono in quesiti a risposta multipla, schemi da completare, strumentazioni da riconoscere, piccoli problemi progettuali da risolvere.
- Al termine della prova, l’elaborato viene discusso con il docente e con eventuali collaboratori alla docenza e gli aspetti poco chiari vengono rivisitati con domande orali dedicate.
- La durata media di un esame è di circa due ore, divise tra domande scritte e discussioni/approfondimenti orali.
- L’esame è superato se lo studente dimostra padronanza degli argomenti trattati, se riesce a collegare gli argomenti trattati con

casi specifici presentati ad hoc dal docente, e se mostra rigore nelle risposte.
Per quanto riguarda il modulo “Bionic organs and tissues”, le modalità d’esame sono le seguenti:

- L’esame è costituito da una prova orale;
- La prova orale consiste in un colloquio tra il candidato e il docente e altri collaboratori del docente titolare. Il colloquio è basato su domande allo studente su argomenti toccati durante il corso. La durata media del colloquio è di circa 30 minuti per ogni studente;
- La prova orale è superata se il candidato risponde in modo corretto, con padronanza dei concetti e una corretta terminologia alla maggior parte delle domande poste dai docenti riguardanti gli argomenti del corso.

Altri riferimenti web
https://www.bionicsengineering.it/edu/courses/

Note
Nessuna nota aggiuntiva

Ultimo aggiornamento 08/09/2022 13:16