UNIVERSITÀ DI PISA

ROBOTICS FOR SURGERY AND TARGETED THERAPY

ARIANNA MENCIASSI

Anno accademico	2020/21
CdS	BIONICS ENGINEERING
Codice	697II
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
MINIATURIZED THERAPEUTIC AND REGENERATIVE SYSTEMS	ING-IND/34	LEZIONI	60	LEONARDO RICOTTI
ROBOTICS FOR MINIMALLY INVASIVE 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 bioingegneria a scopo rigenerativo.
In particolare, nel modulo "Robotics for minimally invasive therapy", lo studente acquisirà conoscenze e metodologie relative alla progettazione di robot e strumentazione intelligente per la chirurgia e l'interventistica. 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 del 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 "Micro-Nano Robotics and Biomaterials",lo studente acquisirà inizialmente conoscenze e metodologie di base relative a chimica, microfabbricazione e biologia, dopodiché acquisirà competenze specifiche e metodologiche (anche grazie ad attività di laboratorio) relative a tecniche di sintesi e caratterizzazione di materiali e biomateriali, medicina rigenerativa, ingegnerizzazione di cellule staminali con stimoli chimici e fisici, 3D bioprinting, sviluppo e caratterizzazione di micro e nanovettori per terapie mirate, tenendo conto di opportune leggi di scala, micro- e bio-robot.

Modalità di verifica delle conoscenze

Nel modulo "Robotics for minimally invasive 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 "Micro-Nano Robotics and Biomaterials", verrà richiesto agli studenti di elaborare un projectual work nel quale gli studenti stessi identificano un'ipotesi innovativa nei campi di ricerca inerenti al corso e sviscerano gli esperimenti necessari per validare tale ipotesi. Per l'accertamento delle conoscenze, relativamente a tale projectual work, saranno svolti degli incontri tra il docente e gli studenti che sviluppano il progetto, in modo da indirizzare opportunamente il lavoro. In sede d'esame, la verifica delle conoscenze riguarderà sia l'esposizione del projectual work che la valutazione orale delle conoscenze acquisite durante il corso.

Capacità

Per quanto riguarda il modulo "Robotics for minimally invasive 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;
- 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 "Micro-Nano Robotics and Biomaterials", al termine del corso lo studente:

- Sarà in possesso delle conoscenze principali riguardanti i campi delle terapie mirate basate su micro/nanovettori e della medicina rigenerativa;
- Sarà in grado di orientarsi nella letteratura scientifica riguardante i micro/nanovettori per terapie mirate e medicina rigenerativa;
- Sarà in grado di formulare ipotesi innovative in questo ambito e di prevedere quale sia il set di esperimenti più opportuno per validarla. Sarà inoltre in grado di esporre queste conoscenze in forma di presentazione organizzata;

- Saprà svolgere attività pratiche in ambienti specializzati quali camera bianca, laboratorio di chimica e laboratorio biologico, rispettando le relative norme di sicurezza e di protezione individuale.

Modalità di verifica delle capacità

Nel modulo “Robotics for minimally invasive 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 sessione pratiche in cui agli studenti verrà chiesto di riconoscere i moduli di quello che hanno appresso nelle piattaforme che saranno loro presentate.
Nel modulo “Micro-Nano Robotics and Biomaterials”, gli strumenti utilizzati consisteranno in:

- Attività pratiche di laboratorio chimico (utilizzo di cappa chimica, bilancia di precisione, vortex, piastre riscaldanti e semplici reagenti), di microfabbricazione (utilizzo di spin-coater e attrezzatura per soft lithography) e di laboratorio biologico (utilizzo di cappa biologica, cellule di linea, reagenti e saggi colorimetrici);
- Banca dati “Scholar”, al fine di identificare lo stato dell’arte più vicino all’idea progettuale proposta dallo studente;
- Lo studente dovrà preparare una presentazione organizzata mediante la quale dovrà esporre l’idea e il set di esperimenti previsto nell’ambito del suo projectual work.

Comportamenti

Nel modulo “Robotics for minimally invasive 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, all’operatore e al sistema sanitario. Quando possibile il 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.
Nel modulo “Micro-Nano Robotics and Biomaterials”, i comportamenti che si ritiene lo studente possa acquisire sono:

- Sensibilità nei confronti della formulazione di ipotesi innovative e di idee progettuali nell’ambito delle terapie mirate e della medicina rigenerativa;
- Sensibilità nello svolgere procedure di laboratorio delicate e in ambienti controllati/sterili;
- Competenze e sensibilità riguardanti i campi delle terapie basate su micro/nanovettori e delle tecnologie per medicina rigenerativa.

Modalità di verifica dei comportamenti

Nel modulo “Robotics for minimally invasive 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. Il docente, 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 “Micro-Nano Robotics and Biomaterials”, gli strumenti utilizzati per accertare l’acquisizione dei comportamenti attesi saranno:

- Interazioni con il docente nel corso della preparazione dei projectual work, per valutare la solidità e innovatività delle ipotesi formulate;
- 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, matematica e Sono inoltre utili, anche se non strettamente necessarie, conoscenze relative a meccanica, elettronica, chimica e biologia.

Indicazioni metodologiche

Per quanto riguarda il modulo “Robotics for minimally invasive 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.
- 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 “Micro-Nano Robotics and Biomaterials”, 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) sul sito http://www.bionicsengineering.it/Courses_PrivateArea, 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 sul projectual work;
- Si prevede lo sviluppo di un projectual work da parte di ogni studente;
- 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 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": esempi di limitata efficacia quando la cura non è targeted. Indice terapeutico e due diversi concetti di targeting: targeting meccanico (che sarà oggetto del presente modulo) e targeting chimico (che sarà oggetto del secondo modulo). (3 ore)
- Chirurgia mini-invasiva tradizionale e non robotica: Laparascopia, 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. (27 ore)
- Lezioni pratiche su piattaforme autonome, hand held e teleoperate. (10 ore)
- Dalla chirurgia all'organo artificiale: il pancreas artificiale. (3 ore)
- Chirurgia endoluminale: capsule endoscopiche e strumentazione che naviga nei lumi o che attraversa i lumi naturali. (7 ore)
- Targeting e guida tramite campi magnetici: utilizzo di COMSOL per la guida magnetica e l'ancoraggio di piccola strumentazione. (5 ore).

Per quanto riguarda il modulo "Micro-Nano Robotics and Biomaterials", i contenuti dell'insegnamento sono i seguenti:

- Fondamenti di chimica e laboratorio di chimica (5 ore)
- Fondamenti di microfabbricazione e attività in camera bianca (5 ore)
- Fondamenti di biologia e laboratorio di biologia (5 ore)
- Biomateriali e medicina rigenerativa (9 ore)
- Attività pratiche di imaging SEM e profilometria (6 ore)
- Teoria e applicazioni degli ultrasuoni per targeted therapy e medicina rigenerativa (3 ore)
- Leggi di scala (3 ore)
- Introduzione alle targeted therapies e attività pratiche di soft lithography e drug dilution (8 ore)
- Micro/nanovettori per rilascio controllato di farmaco (8 ore)
- Microrobot e robot bio-ibridi (3 ore)
- Definizione dei projectual work (5 ore)

Bibliografia e materiale didattico

Per quanto riguarda il modulo "Robotics for minimally invasive 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.

Per quanto riguarda il modulo "Micro-Nano Robotics and Biomaterials", la bibliografia di riferimento è la seguente:

- Ricotti, L., & Menciassi, A. (2013). Engineering stem cells for future medicine. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, *60* (3), 727-734.
- Fu, J., Wang, Y. K., Yang, M. T., Desai, R. A., Yu, X., Liu, Z., & Chen, C. S. (2010). Mechanical regulation of cell function with geometrically modulated elastomeric substrates. *Nature methods*, *7*(9), 733-736.
- Hinton, T. J., Jallerat, Q., Palchesko, R. N., Park, J. H., Grodzicki, M. S., Shue, H. J., ... & Feinberg, A. W. (2015). Three-dimensional printing of complex biological structures by freeform reversible embedding of suspended hydrogels. *Science advances*, *1*(9), e1500758.
- Purcell, E. M. (1977). Life at low Reynolds number. *American journal of physics*, *45*(1), 3-11.
- Blanco, E., Shen, H., & Ferrari, M. (2015). Principles of nanoparticle design for overcoming biological barriers to drug delivery. *Nature biotechnology*, *33*(9), 941-951.
- Ricotti, L., Cafarelli, A., Iacovacci, V., Vannozzi, L., & Menciassi, A. (2015). Advanced micro-nano-bio systems for future targeted therapies. *Current Nanoscience*, *11*(2), 144-160.
- Abbott, J. J., Nagy, Z., Beyeler, F., & Nelson, B. J. (2007). Robotics in the small, part I: microbotics. *IEEE Robotics & Automation Magazine*, *14*(2), 92-103.

- Timko, B. P., Dvir, T., & Kohane, D. S. (2010). Remotely triggerable drug delivery systems. *Advanced materials*, *22*(44), 4925-4943.

Per entrambi i moduli, le lezioni in formato digitale, i paper di riferimento e i capitoli di libro sono disponibili sul sito http://www.bionicsengineering.it/Courses_PrivateArea, accessibile dagli studenti.

Indicazioni per non frequentanti

Non ci sono variazioni per studenti non frequentanti.

Modalità d'esame

Per quanto riguarda il modulo “Robotics for minimally invasive 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 “Micro-Nano Robotics and Biomaterials”, 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. La prima parte del colloquio si focalizza sul projectual work: il candidato espone la propria idea progettuale, lo stato dell’arte di riferimento e il set di esperimenti necessario per validare l’idea proposta; il docente e i suoi collaboratori fanno domande sul piano di lavoro proposto. La seconda parte del colloquio è basata su domande allo studente su argomenti toccati durante il corso. La durata media del colloquio è di circa 40 minuti per ogni studente;
- La prova orale è superata se il candidato si dimostra capace di esporre in modo chiaro e conciso il proprio projectual work, se è in grado di rispondere con padronanza e metodo alle osservazioni dei docenti sul projectual work e se risponde in modo corretto 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 14/01/2021 15:57