UNIVERSITÀ DI PISA

ROBOTICS FOR ASSISTED LIVING

MARIA-CHIARA CARROZZA

Anno accademico	2020/21
CdS	BIONICS ENGINEERING
Codice	696II
CFU	12

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
CLOUD ROBOTICS	ING-IND/34	LEZIONI	60	GASTONE CIUTI EGIDIO FALOTICO
ROBOT COMPANIONS FOR ASSISTED LIVING	ING-IND/34	LEZIONI	60	MARIA-CHIARA CARROZZA ANDREA MANNINI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il modulo **"Robot companions for assisted living"** introdurrà all'area tecnico/scientifica della relazione e dell'integrazione uomo-(ro)bot, per applicazioni in ingegneria riabilitativa, bionica, assistenza personale e interazione sociale per supporto e potenziamento funzionale e cognitivo. Il modulo tratterà le definizioni e le interpretazioni di Robot Companion, la sua origine e le principali implicazioni tecniche, scientifiche, industriali, economiche e sociali. Sarà fondato su basi ingegneristiche ma sarà affrontato mediante metodologie multidisciplinari. Il corso sarà interattivo e coinvolgerà gli studenti in project work al fine di apprendere nuove tecniche, analizzare casi di studio e proporre progetti creativi in base al contenuto del corso. Verranno inclusi elementi di machine learning per capire il ruolo dell'intelligenza artificiale nell'assistenza e nella riabilitazione del prossimo futuro.
Il modulo "**Cloud Robotics**" "fornirà agli studenti competenze teoriche e pratiche nel campo della Cloud robotics, piattaforme IoT e fornirà informazioni sulla progettazione software di robot e sistemi autonomi con approccio pratico. Attività specifiche saranno svolte con ROS (Robotic Operating System) e YARP (Yet another robot platform) che saranno implementati in ambiente simulato in attività hands-on e utilizzando schede di sviluppo SOM (System on Module) dedicate.

Modalità di verifica delle conoscenze

I criteri di valutazione della conoscenza del modulo **"Robot companions for assisted living"** si basano sia sulla prova orale, sia sulla discussione di lavori progettuali e sessioni "*hands-on*". Per quanto riguarda la prova orale, allo studente è richiesto di dimostrare una conoscenza approfondita degli argomenti presentati e discussi durante il modulo e delle competenze tecniche acquisite. Per quanto riguarda i lavori progettuali, lo studente deve dimostrare di essere in grado di progettare soluzioni, modelli e prototipi per la robotica di servizio, riabilitazione e assistita.
Per quanto riguarda il modulo "**Cloud Robotics**", i criteri di valutazione delle conoscenze consisteranno in una prova orale sui fondamenti teorici degli argomenti del corso e sulle competenze tecniche acquisite nelle attività pratiche.

Capacità

Al termine del modulo **"Robot companions for assisted living"** lo studente:

- avrà conoscenze circa i principali dispositivi robotici disponibili nel campo della robotica sociale, della medicina riabilitativa e dell'assistenza personale;
- conoscenze circa la ricerca traslazionale e sperimentale di base per valutare prototipi robotici in contesti clinici;
- conoscenze circa la terapia digitale e la sua integrazione con la robotica;
- saprà implementare, validare e utilizzare algoritmi di machine learning e impiegare gli strumenti diagnostici per valutarne le caratteristiche in applicazioni nel campo della bioingegneria e della riabilitazione.

Al termine del modulo **"Cloud Robotics"** lo studente:

- avrà conoscenza del concetto teorico di Cloud Robotics e sistemi IoT;
- saprà progettare un ambiente basato sull'IoT e programmare il firmware embedded;
- saprà progettare e implementare un controller per robot basato su middleware (ROS e YARP).

Modalità di verifica delle capacità

Durante le lezioni e durante l'esame finale del modulo **"Robot companions for assisted living"** verranno proposte agli studenti domande, esercizi e project work che richiedono l'utilizzo delle competenze acquisite durante il modulo.

Durante il modulo **"Cloud Robotics"** le competenze saranno valutate progressivamente attraverso la discussione e la valutazione degli esercizi di implementazione durante le attività pratiche.

Comportamenti

Modulo "**Robot companions for assisted living**"
Lo studente sarà in grado di:

- progettare concept di robotica assisitiva e riabilitativain base alle esigenze cliniche;
- comprendere le principali sfide tecniche e scientifiche a breve e medio termine per lo sviluppo di robot companions innovativi per assistere le persone durante le attività della vita quotidiana;
- progettare e validare soluzioni di machine learning per applicazioni cliniche in riabilitazione e assistenza;
- progettare sperimentazioni cliniche per valutare robot e soluzioni basate sull'intelligenza artificiale per applicazioni cliniche in riabilitazione e assistenza;

Modulo "**Cloud Robotics**"
Lo studente sarà in grado di:

- implementare un controller basato su middleware robotico;
- implementare soluzioni IoT e cloud per la robotica.

Modalità di verifica dei comportamenti

I criteri di valutazione dei comportamenti del modulo **"Robot companions for assisted living"** si basano sulla discussione durante la prova orale e sugli esiti di un progetto

Durante il modulo "**Cloud Robotics**", la verifica dei comportamenti avverrà tramite l'interazione con i docenti che servirà per ispirare gli studenti e tradurre argomenti teorici in ricerca.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Modulo **"Robot companions for assisted living"**
Conoscenza di matematica, fisica, basi di elettronica, basi di programmazione e basi di robotica.

Modulo "**Cloud Robotics**"
I prerequisiti sono conoscenze di base in design, elettronica e programmazione (linguaggi: C).

Indicazioni metodologiche

Module **"Robot companions for assisted living"**

- Lezioni e seminari
- Attività hands-on
- Orario di ricevimento su appuntamento

Modulo "**Cloud Robotics**"
Il modulo "Cloud Robotics" sarà organizzato in lezioni, seminari e attività pratiche. Il confronto durante le lezioni e incontri con i docenti completeranno le metodologie didattiche. I materiali saranno accessibili tramite cartelle condivise con gli studenti.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Modulo **"Robot companions for assisted living"**
1) Scenario (5 h)

- Scenario
- IV rivoluzione industriale: tecnologie abilitanti
- Trasformazione digitale nell'assistenza sanitaria
- Tecnologie e infrastrutture abilitanti
- Obiettivi e missioni sostenibili per la ricerca
- Piattaforma economica
- Geopolitica della sanità digitale
- Economia dell'innovazione nell'assistenza sanitaria
- Evoluzione della robotica
- Definizione e applicazione della Biorobotica

2) Robotica sociale e terapie digitali (6 H)

- Terapie digitali

- Robotica in generale
- Robotica collaborativa
- La transizione verso la Consumer Robotics
- Medicina riabilitativa
- Il processo riabilitativo e il ruolo dei terapisti
- E-health e organizzazione della riabilitazione

3) Ricerca traslazionale (6 H) -

- L'importanza dei dati in biomedicina
- Ricerca traslazionale
- Sperimentazioni cliniche: cos'è un protocollo e una sperimentazione
- Il ruolo del Comitato Etico
- Terapie cognitive e robotica
- Terapie riabilitative e robotica
- Il processo di innovazione nell'ingegneria biomedica
- Valutazione dei risultati del processo di riabilitazione e dei biomarcatori

4) Riabilitazione e robotica sociale (6 H)

- Robotica sociale
- Esempi di robot per la riabilitazione e robot sociali
- Assistenza personale e robotica
- Disabilità e robotica
- Telerebilitazione e telemedicina
- Introduzione alla riabilomica
- Introduzione alla medicina personalizzata

5) Case Studies

- Rivoluzioni industriali
- La quarta rivoluzione industriale
- Industria 4.0
- Tecnologie abilitanti: AI, dati, materiali e infrastrutture
- La trasformazione digitale: opportunità di cambiamento
- Salute 4.0
- La socializzazione della robotica
- Integrazione uomo-robot
- Esempi e casi di studio

6) Biostatistica e framework teorico di machine learning (18h)

- Nozioni di biostatistica
- ML: Osservazioni introduttive e definizioni
- Regressione lineare e regressione logistica
- Regolarizzazione
- Divisione di un set di dati, framework di validazione, metriche di errore per la classificazione
- Strumenti diagnostici: bias e varianza, curve di apprendimento e validazione, analisi degli errori, bias evitabili
- Il classificatore SVM
- Dimensione di Vapnik - Chervonenkis
- Apprendimento senza supervisione e selezione delle caratteristiche

7) Applicazioni pratiche del machine learning (12 h)

- Scegliere un classificatore: considerazioni pratiche
- ML per protesi mioelettriche
- ML e dispositivi indossabili per la valutazione del movimento
- ML per la previsione dei risultati clinici

Module **"Cloud Robotics"**

- **1) Cloud Robotics**
  Principali concetti di Cloud Robotics
  2) Introduzione a C++
    - Classi e Interfacce
    - Pointers
    - Template
  3) Introduzione a Python
    - Data structure and comandi di base
    - Classi
  4) Interfacce di comunicazione e IoT platforms
    - Introduzione alle interfacce di comunicazione nell'elettronica digitale, ad es. SPI e I2C

- Introduzione ai sistemi IoT: definizioni, applicazioni, tecnologie abilitanti
- Strumenti per la programmazione del firmware e OTA dei SoM
- OTA: over-the-air; SOM: sistema su modulo.
- Funzioni chiave e protocolli per la programmazione cloud di SoM
- Esempi ed esercizi (lezioni pratiche)

5) Introduction to Robot Programming

- ROS framework
- ROS protocolli di comunicazione
- ROS robot control
- Esercizi con ROS per protocolli di communicazione e controllo robotico
- Introduzione a YARP
- YARP protocolli, strategie di comunicazione e controllo robotico
- Exercise con YARP per protocolli di communicazione e controllo robotico

6) Robot control (15 H)

- Introduction to kinematic control
- Introduction to dynamic control
-
- Exercise on robot control

Bibliografia e materiale didattico

Modulo **“Robot companions for assisted living”**

- Selezione di articoli scientifici forniti dal docente;
- Robot and us, An ‘interdisciplinary’ Perspective on the Scientific and Social Impacts of Robotics, Ed. Springer
- Robotics - Modelling, Planning and Control. Authors: Siciliano, B., Sciavicco, L., Villani, L., Oriolo, G. Ed. Springer.
- Biostatistics: the bare essentials, Geoffrey R. Norman, David L. Streiner, ed. PMPH
- Pattern Recognition and Machine Learning, C. Bishop, Ed. Springer

Modulo **“Cloud Robotics”**

- Selezione di articoli scientifici forniti dal docente, link a documentazione di ROS, YARP e PARTICLE, uso di slides fornite dal docente.

Indicazioni per non frequentanti

Modulo **“Robot companions for assisted living”**

- Fare riferimento alle sezioni "Programma" e "Bibliografia/materiale didattico";
- contattare i docenti di riferimento.

Modulo **“Cloud Robotics”**

- Fare riferimento alle sezioni "Programma" e "Bibliografia/materiale didattico";
- contattare i docenti di riferimento.

Modalità d'esame

Modulo **“Robot companions for assisted living”**

- Esame orale focalizzato sulla valutazione della conoscenza teorica degli argomenti trattati;
- lavoro di gruppo

Modulo **“Cloud Robotics”**

- Esame orale focalizzato sulla valutazione degli argomenti trattati;
- discussione focalizzata sul progetto *hands-on*.

Altri riferimenti web

http://www.bionicsengineering.it/courses_and_staff

Ultimo aggiornamento 15/03/2021 19:02