FISICA (LM38)

(Lecce - Università degli Studi)

Insegnamento TECNICHE DI IMAGING E INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER LA MEDICINA E LA

GenCod A007011

Docente titolare Giorgio DE NUNZIO

Insegnamento TECNICHE DI IMAGING E INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER LA

Insegnamento in inglese

Settore disciplinare FIS/07

Corso di studi di riferimento FISICA

Tipo corso di studi Laurea Magistrale

Crediti 7.0

Ripartizione oraria Ore Attività frontale: 49.0

Per immatricolati nel 2022/2023

Erogato nel 2023/2024

Anno di corso 2

Lingua ITALIANO

Percorso NANOTECNOLOGIE E FISICA DELLA MATERIA, FISICA APPLICATA

Sede Lecce

Periodo Primo Semestre

Tipo esame Orale

Valutazione Voto Finale

Orario dell'insegnamento https://easyroom.unisalento.it/Orario

BREVE DESCRIZIONE DEL CORSO

Il Corso tratta di alcune delle principali tecniche fisiche di diagnostica medica per immagini (CT, MRI, Ecografia, cenni su PET) e di imaging per la biologia (microscopia ottica). Esso descrive poi il linguaggio e ambiente di programmazione Matlab, utile per applicazioni scientifiche: ne insegna gli elementi di base e si sofferma sulle applicazioni nel trattamento di immagini, dapprima in generale e poi nel campo delle immagini diagnostiche. Sono introdotti i sistemi di Intelligenza Artificiale e CAD (Computer-Assisted Detection) per la lettura automatica e l'individuazione automatica di patologie nelle immagini, e la Radiomica. Sono estesamente trattati, con approccio essenzialmente pragmatico, i sistemi di Intelligenza Artificiale basati su Machine Learning (per la classificazione) e - in particolare - le reti neurali artificiali, per le applicazioni in diagnostica per immagini. Sono introdotti i sistemi di Deep Learning. Tutte le lezioni del Corso sono accompagnate da esercitazioni pratiche al computer sui vari argomenti trattati, in Matlab e, ove possibile in base ai tempi e agli interessi degli studenti, in python.

PREREQUISITI

Fisica: Fisica di base, Interazione radiazione-materia, raggi X, fondamenti di Meccanica Quantistica (per la comprensione del fenomeno di risonanza magnetica nucleare e dell'imaging in risonanza magnetica, MRI).
Informatica: nessuno, salvo la manualità nell'uso del computer.

OBIETTIVI FORMATIVI

Risultati di apprendimento previsti:
Conoscenze: Fisica della CT (Computed Tomography), MRI (Magnetic Resonance Imaging), ecografia, PET. Matlab: nozioni di base, nozioni avanzate, trattamento di immagini di diagnostica radiologica; sistemi CAD, classificatori a reti neurali.
Abilità: Uso di Matlab per la realizzazione di software per la Ricerca Scientifica, con particolare riguardo ai sistemi di Machine Learning e CAD per la biologia e la medicina. Rudimenti nell'uso di python.

METODI DIDATTICI	Tranne alcune lezioni introduttive o puramente teoriche (in particolare quelle sulla fisica e l'ingegneria delle apparecchiature di imaging), l'intero Corso è svolto in Laboratorio Informatico, con esercitazioni sulla maggior parte del materiale studiato.
MODALITA' D'ESAME	Esame teorico (iscritto o orale) sulle tecniche fisiche di Imaging per la diagnostica, sulle basi della programmazione in Matlab, sulle tecniche di Machine Learning; prova pratica (realizzazione di semplici software legati agli argomenti del Corso).
APPELLI D'ESAME	Da definirsi in base alle esigenze degli studenti.
PROGRAMMA ESTESO	Introduzione al corso, argomenti e finalità. Tecniche di imaging diagnostico. Ecografia: basi fisiche e implementazione ingegneristica; artefatti. Fenomeno della risonanza magnetica degli spin, tempi di rilassamento T1 e T2, sequenze, codifica spaziale. Raggi X e radiografia. TC. Generazioni di dispositivi per TC. Numeri di Hounsfield. Proiezioni: MPR, MIP... Matlab. Introduzione a Matlab. Vettori e matrici, operazioni aritmetico-logiche, standard input-output. Strutture di controllo. Plot-subplot. M-files. Istruzioni: find, tic/toc, pause, numeri casuali, etc. Applicazioni: uso del coefficiente di correlazione, Adattamento di una distribuzione gaussiana a dati sperimentali; artificial life (simulazione di automi cellulari), simulazione dell'assorbimento di fotoni da parte di un materiale di dato spessore e caratteristiche fisiche (modello semplificato). Fit lineari e polinomiali (polyfit/polival). Fit con esponenziali. Grafici lineari e logaritmici. Python: Installazione dell'ambiente di programmazione; esempi; applicazioni per il Machine Learning. Immagini analogiche e digitali. Immagini di diagnostica medica. Acquisizione/elaborazione di immagini diagnostiche. Discretizzazione spaziale: dimensioni ("risoluzione") di un'immagine digitale, pixel (voxel) (numeri binari). Il "colore" (b/w, grigi, etc). Memorizzazione di un'immagine, profondità di colore, bit per pixel. Immagini 2D e 3D. Numeri di Hounsfield. Finestra dei grigi. DICOM. Operazioni sulle immagini. Istogramma di intensità. Stretching dell'istogramma con le istruzioni di Matlab (imadjust). Operazioni di thresholding: teoria e applicazioni. Operazioni morfologiche su immagini. Formato DICOM e uso di un visualizzatore di immagini (per la visualizzazione e lo studio di un'immagine CT polmonare); centro e larghezza della finestra dei grigi. Proiezioni assiali/coronali/sagittali. Segmentazione di immagini di interesse medico e biologico; applicazioni. Individuazione di "oggetti" nelle immagini. Machine Learning e Reti neurali artificiali. Introduzione. Finalità. Spazio delle feature. Backpropagation. Reti con e senza strati nascosti. Soluzione di problemi linearmente separabili e non. Sistemi CAD. Caratteristiche di un test diagnostico: Concetto di (vero o falso) positivo, (vero o falso) negativo. Sensibilità e specificità. Spazio ROC. Area sotto la curva ROC; istruzione roc e plotroc; istruzione trapz; aggiunta di rumore ai dati e verifica della dipendenza dell'area sotto la curva (AUC) dalla percentuale di rumore.

TESTI DI RIFERIMENTO

Testi di riferimento:

Dispense fornite dal docente. Per approfondimenti:

- R. C. Gonzalez, R. E. Woods, "Elaborazione delle Immagini Digitali", III ed., Pearson, Prentice Hall Italia, (Ottobre 2008), ISBN: 9788871925066
- P. E. Hart, D. G. Stork, R. O. Duda, "Pattern Classification", II ed., Wiley-Interscience (Ottobre 2000), ISBN: 978-0471056690
- A. Castellano, G. De Nunzio, M. Donativi, **Fisica e tecnica delle apparecchiature biomediche.** Deltaedit, Arnesano (LE) (2009), ISBN: 8890267933