



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

|                                                  |                                                                                                          |
|--------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DIPARTIMENTO                                     | Ingegneria                                                                                               |
| ANNO ACCADEMICO OFFERTA                          | 2020/2021                                                                                                |
| ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE                       | 2021/2022                                                                                                |
| CORSO DILAUREA MAGISTRALE                        | INGEGNERIA BIOMEDICA                                                                                     |
| INSEGNAMENTO                                     | STRUMENTAZIONE DIAGNOSTICA PER IMMAGINI                                                                  |
| TIPO DI ATTIVITA'                                | B                                                                                                        |
| AMBITO                                           | 50351-Ingegneria Biomedica                                                                               |
| CODICE INSEGNAMENTO                              | 20280                                                                                                    |
| SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI                 | ING-INF/06                                                                                               |
| DOCENTE RESPONSABILE                             | PIRRONE ROBERTO      Professore Ordinario      Univ. di PALERMO                                          |
| ALTRI DOCENTI                                    |                                                                                                          |
| CFU                                              | 9                                                                                                        |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE    | 144                                                                                                      |
| NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA | 81                                                                                                       |
| PROPEDEUTICITA'                                  |                                                                                                          |
| MUTUAZIONI                                       |                                                                                                          |
| ANNO DI CORSO                                    | 2                                                                                                        |
| PERIODO DELLE LEZIONI                            | 2° semestre                                                                                              |
| MODALITA' DI FREQUENZA                           | Facoltativa                                                                                              |
| TIPO DI VALUTAZIONE                              | Voto in trentesimi                                                                                       |
| ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI             | <b>PIRRONE ROBERTO</b><br>Mercoledì 11:30 13:00 Studio del docente, Edificio 6, terzo piano, stanza 3025 |

**DOCENTE:** Prof. ROBERTO PIRRONI

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>PREREQUISITI</b>                      | Concetti di teoria dei segnali                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b> | <p>Conoscenza e capacita' di comprensione</p> <p>Lo studente, al termine del corso, avra' acquisito conoscenze e metodologie per affrontare le problematiche relative all'utilizzo delle principali modalita' diagnostiche per immagini ed all'analisi delle immagini che queste ultime producono.</p> <p>Lo studente conoscerà in maniera adeguata i principi fisici che sottintendono la formazione delle immagini digitali e in particolare quelle generate dalle modalita' diagnostiche. Conoscerà il funzionamento dei dispositivi stessi e le diverse modalita' con cui questi consentono di acquisire le immagini e/o i volumi di dati. Infine, lo studente avra' una buona conoscenza sia delle tecniche di elaborazione delle immagini mediche sia di quelle di analisi del loro contenuto.</p> <p>Per il raggiungimento di quest'obiettivo il corso comprende un ciclo di lezioni frontali sugli argomenti della disciplina.</p> <p>Per la verifica di quest'obiettivo l'esame scritto prevede una serie di domande aperte sui temi affrontati nel ciclo di lezioni.</p> <p>Capacita' di applicare conoscenza e comprensione</p> <p>Lo studente avra' acquisito conoscenze e metodologie per analizzare e risolvere problemi tipici legati alla caratterizzazione delle modalita' diagnostiche ed alla determinazione dei parametri di acquisizione delle immagini in ogni modalita.</p> <p>Egli avra' buona conoscenza del linguaggio di programmazione Python e delle principali librerie per l'analisi e la visualizzazione dei dati quali Numpy, SciPy, Scikit-learn, Matplotlib, Pandas nonché dei principali framework per l'analisi di immagini mediche quali OsiriX e Slicer 3D.</p> <p>Per il raggiungimento di quest'obiettivo il corso comprende: esercitazioni teoriche e di gruppo per sviluppo di pipeline di analisi di immagini mediche.</p> <p>Per la verifica di quest'obiettivo l'esame scritto comprende una serie di esercizi scritti ed al calcolatore.</p> <p>Autonomia di giudizio</p> <p>Lo studente sara' in grado di svolgere un'analisi comparativa delle caratteristiche delle differenti modalita' diagnostiche al fine di giudicare quali siano le tipologie di immagini ed i parametri di acquisizione da utilizzare nei diversi contesti applicativi. Inoltre Egli sapra' individuare autonomamente quali analisi dovranno essere applicate alle immagini stesse nei diversi contesti.</p> <p>Per il raggiungimento di quest'obiettivo il corso comprende: la presentazione e discussione in aula di progetti e implementazioni legati alle esercitazioni pratiche di gruppo.</p> <p>Per la verifica di quest'obiettivo l'esame scritto prevede una serie di domande aperte sui temi affrontati nel ciclo di lezioni, in cui si richiede allo studente di svolgere esplicita attivita' di problem solving.</p> <p>Abilita' comunicative</p> <p>Lo studente sara' in grado di comunicare con competenza e proprieta' di linguaggio problematiche complesse legate all'analisi delle immagini medicali ed al funzionamento e configurazione delle diverse modalita' diagnostiche.</p> <p>Per il raggiungimento di quest'obiettivo il corso comprende: esercitazioni di gruppo per sviluppo di un'intera pipeline di analisi di immagini biomediche su un caso di studio proposto dal docente nonché la presentazione e discussione in aula di tali soluzioni.</p> <p>Per la verifica di quest'obiettivo l'esame scritto comprende una serie di esercizi scritti ed al calcolatore.</p> <p>Capacita' d'apprendimento</p> <p>Lo studente sara' in grado di affrontare in autonomia qualsiasi problematica concernente lo sviluppo di pipeline di analisi di immagini medicali ovvero problemi legati al funzionamento e configurazione delle diverse modalita' diagnostiche. Sara' in grado di approfondire tematiche complesse legate all'analisi di prestazioni di framework diversi per l'analisi di immagini medicali cogliendone i punti di forza e di debolezza.</p> <p>Per il raggiungimento di quest'obiettivo il corso comprende: esercitazioni di gruppo per sviluppo di un'intera pipeline di analisi di immagini biomediche su un caso di studio proposto dal docente nonché la presentazione e discussione in aula di tali soluzioni.</p> <p>Per la verifica di quest'obiettivo l'esame scritto comprende una serie di esercizi scritti ed al calcolatore.</p> |
| <b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>    | <p>L'esame finale consta di una prova scritta con domande aperte ed esercizi, da svolgere eventualmente anche al calcolatore, tesa a verificare le conoscenze dei temi esposti nel programma teorico svolto, oltre che le competenze di analisi delle immagini mediche attraverso le piattaforme utilizzate durante il corso.</p> <p>I criteri di valutazione delle prove si baseranno sulla verifica della correttezza sia metodologica sia dei risultati degli esercizi proposti nonché sulla capacita' di esposizione ed approfondimento dei temi affrontati nelle domande aperte.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | <p>La griglia orientativa di valutazione delle prove e' la seguente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>•Voto 18-23: conoscenza appena sufficiente o poco piu' che sufficiente dei temi affrontati nel programma teorico; limitata capacita' di utilizzo delle tecniche di analisi delle immagini mediche.</li> <li>•Voto 24-26: conoscenza discreta dei temi affrontati nel programma teorico; discreta capacita' di utilizzo delle tecniche di analisi delle immagini mediche.</li> <li>•Voto 27-28: buona conoscenza dei temi affrontati nel programma teorico; buona capacita' di utilizzo delle tecniche di analisi delle immagini mediche.</li> <li>•Voto 29-30: ottima conoscenza dei temi affrontati nel programma teorico; ottima capacita' di utilizzo delle tecniche di analisi delle immagini mediche.</li> </ul> <p>A giudizio insindacabile del docente, le situazioni di particolare eccezionalita' dello svolgimento della prova scritta in cui si evidenzino assoluta correttezza delle risposte e delle metodologie applicate insieme ad originalita' e capacita' di approfondimento autonomo dei temi trattati, andranno sottoposte a verifica orale per l'eventuale attribuzione della lode.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>OBIETTIVI FORMATIVI</b>            | <p>Il corso di "Strumentazione Diagnostica per Immagini" fornisce agli studenti una conoscenza approfondita del funzionamento e della configurazione delle principali modalita' diagnostiche per immagini nonche' delle tecniche di elaborazione delle immagini che queste producono e di analisi del loro contenuto a fini diagnostici.</p> <p>Il corso consente di acquisire 9 CFU e consta di una serie di lezioni ed esercitazioni teoriche e la costituzione di gruppi di lavoro per l'analisi di casi di studio proposti dal docente attraverso lo sviluppo di un'intera pipeline di analisi di immagini mediche. Il risultato dell'attivita' dei gruppi di lavoro viene poi discusso coralmemente in aula.</p> <p>Il ciclo di lezioni teoriche presenta dapprima un'introduzione al processo di formazione delle immagini digitali e delle principali tecniche di elaborazione delle stesse. Successivamente si affronta lo studio delle principali modalita' diagnostiche: radiologia convenzionale, TAC, Risonanza Magnetica, Ultrasuoni e Medicina Nucleare. Per ognuna di queste si illustra la fisica che sottintende alla formazione delle immagini, le principali metodiche di acquisizione, il funzionamento degli apparati e le problematiche relative alla sicurezza. Si passa ad affrontare una panoramica delle tecniche di analisi del contenuto di tali immagini a fini diagnostici: principalmente classificazione e fitting di modelli. L'ultima parte del corso e' dedicata alle tecniche di visualizzazione dei dati a fini diagnostici ed alle relative problematiche di interazione uomo-macchina.</p> <p>Le esercitazioni teoriche coprono la configurazione degli ambienti di sviluppo con cui si operera' durante il corso e l'illustrazione dei temi affrontati nel corso teorico attraverso esercizi sia di calcolo sia di programmazione in linguaggio Python.</p> <p>Infine i gruppi di lavoro sono mirati allo sviluppo di pipeline complesse di analisi immagini mediche su dei casi di studio reali.</p> |
| <b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b> | <p>Lezioni frontali;<br/>Esercitazioni teoriche;<br/>Esercitazioni di gruppo per lo sviluppo di pipeline di elaborazione di immagini medicali.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>TESTI CONSIGLIATI</b>              | <p>Paul Suetens, Fundamentals of Medical Imaging - 3rd edition del 11/05/2017, Cambridge University Press, ISBN: 978-1107159785, prezzo orientativo € 85,40</p> <p>Materiale didattico in forma elettronica disponibile sul portale di Ateneo</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

### PROGRAMMA

| ORE | Lezioni                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Introduzione al Corso.                                                                                                                                                                                                                              |
| 5   | Introduzione all'analisi delle immagini digitali: formazione delle immagini digitali, trasformazioni dei livelli di grigio, operazioni su piu' immagini, trasformazioni geometriche, filtri lineari e non lineari, elaborazione multiscala.         |
| 5   | Radiografia: i raggi X e la loro interazione con i tessuti, rilevatori di raggi X, caratteristiche delle immagini radiografiche, dispositivi radiografici, uso clinico ed effetti per la salute.                                                    |
| 8   | TAC: rilevatori di raggi X per TAC, formazione dell'immagine, TAC dinamica e multi-energia, caratteristiche delle immagini TAC, dispositivi TAC, uso clinico ed effetti per la salute.                                                              |
| 8   | Risonanza Magnetica: il campo magnetico e le onde radio, rilevazione del segnale in RM, formazione delle immagini e dei volumi RM, caratteristiche delle immagini RM, dispositivi RM, uso clinico ed effetti per la salute.                         |
| 8   | Medicina Nucleare: decadimento radioattivo e interazione delle particelle con la materia, acquisizione dei dati e formazione dell'immagine, caratteristiche delle immagini di medicina nucleare, dispositivi, uso clinico ed effetti per la salute. |

## PROGRAMMA

| ORE | Lezioni                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5   | Ultrasuoni: fisica delle onde acustiche, generazione e diffusione degli ultrasuoni, formazione dell'immagine spaziale, misurazione del flusso sanguigno e della deformazione tissutale, caratteristiche delle immagini ad ultrasuoni, dispositivi, uso clinico ed effetti per la salute. |
| 6   | Analisi delle immagini biomediche: Analisi automatica e interattiva, strategie di analisi e costruzione di modelli, tecniche di classificazione e regressione, fitting di modelli.                                                                                                       |
| 4   | Visualizzazione delle informazioni: rendering 3D, realta' virtuale e aumentata, interazione uomo-macchina, navigazione intraoperatoria.                                                                                                                                                  |
| ORE | Esercitazioni                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3   | Installazione e configurazione di Python con i framework principali (OsiriX e/o Slicer 3D)                                                                                                                                                                                               |
| 3   | Esercitazione guidata sulle immagini digitali                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3   | Esercitazione guidata sulle immagini radiologiche                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3   | Esercitazione guidata sulle immagini TAC                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3   | Esercitazione guidata sulle immagini di Risonanza Magnetica                                                                                                                                                                                                                              |
| 3   | Esercitazione guidata sulle immagini di Medicina Nucleare                                                                                                                                                                                                                                |
| 3   | Esercitazione guidata sulle immagini a ultrasuoni                                                                                                                                                                                                                                        |
| 6   | Esercitazione guidata sulle tecniche di analisi delle immagini mediche                                                                                                                                                                                                                   |
| ORE | Altro                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6   | Sviluppo di un'intera pipeline di analisi di immagini medicali su un caso di studio proposto dal docente.                                                                                                                                                                                |