



SAPIENZA  
UNIVERSITÀ DI ROMA

# Artificial Intelligence and Robotics - Intelligenza Artificiale e Robotica (2024)

## Il corso

Codice corso: 30431

Classe di laurea: LM-32

Durata: 2 anni

Lingua: ENG

Modalità di erogazione:

Dipartimento: INGEGNERIA INFORMATICA, AUTOMATICA E GESTIONALE "ANTONIO RUBERTI"

## Presentazione

Il corso di Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica ha durata biennale. Il corso ha l'obiettivo di formare Ingegneri Informatici con conoscenze specialistiche sia nei settori dell'Ingegneria Automatica e dell'Ingegneria Informatica che riguardano i sistemi robotici e sistemi automatici avanzati che nei settori dell'Ingegneria Informatica riguardanti i sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione. In particolare, l'obiettivo è di fornire allo studente la capacità di interagire da un lato con specialisti di diversi settori dell'ingegneria (informatica, meccanica, elettronica, automatica) e dall'altro con esperti e utenti delle molteplici aree applicative interessate. Tra queste ultime sono da considerare tutte quelle aree dove hanno rilievo la rappresentazione e l'uso della conoscenza, il ragionamento automatico basato su conoscenza o informazioni sensoriali, l'apprendimento automatico, la pianificazione delle azioni in tempo reale e/o in presenza di incertezza, l'autonomia operativa di dispositivi mecatronici, l'automazione dei processi complessi, la robotica industriale e dei servizi, il riconoscimento ed interpretazione di immagini e video e la ricostruzione e simulazione di scene e ambienti, le interazioni fisiche e cognitive utente-macchina. Il corso prepara alle professioni di: 1) Ingegnere progettista di sistemi robotici e sistemi automatici avanzati, quali i sistemi robotici per applicazioni industriali o di servizio, in particolare da impiegare nella sicurezza, in medicina, in ambienti remoti e/o ostili, nei trasporti, nella difesa, in ambito domestico e di supporto all'attività di persone con diverse abilità fisiche e/o cognitive; 2) Ingegnere progettista di sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione, quali i sistemi di knowledge management e di estrazione di conoscenza da grandi quantità di dati, i sistemi grafici e di animazioni, in particolare per l'industria del cinema e dei videogiochi, i sistemi di videosorveglianza e sistemi video per il monitoraggio e la valutazione della qualità della produzione e dei servizi, e i sistemi per la gestione della complessità. L'articolazione del percorso formativo porterà il laureato magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica ad acquisire, oltre alle competenze caratterizzanti la figura professionale, competenze specifiche ad uno dei settori dell'Ingegneria Informatica e/o Automatica. Il completamento del percorso formativo consente allo studente sia di approfondire le proprie conoscenze nel settore di interesse, sia di perfezionare le proprie capacità comunicative attraverso corsi seminariali. Per fornire un'adeguata esperienza nello sviluppo di una capacità di risoluzione di problemi e di progettazione di sistemi di Intelligenza Artificiale e Robotica il curriculum prevede lo svolgimento di una tesi di laurea che comporta l'acquisizione di 30 crediti. Nel dettaglio, il percorso formativo è articolato come segue: 1) Insegnamenti caratterizzanti obbligatori (54 crediti formativi), che forniscono le competenze di base comuni nei campi dell'Intelligenza Artificiale e della Robotica, con alcuni di essi in scelta alternativa 2) Insegnamenti affini ed integrativi (18 crediti a scelta da un insieme di insegnamenti), che forniscono

competenze da SSD affini od integrativi rispetto a quelli caratterizzanti 3) Insegnamento pratico di costruzione e programmazione robotica (3 crediti) 4) Insegnamento seminariale (3 crediti) 5) Crediti a scelta libera dello studente (12 crediti) 6) Tesi di laurea (30 crediti). Il corso è erogato in lingua inglese, il che consente l'accesso anche a studenti provenienti da altri paesi, in modo da favorire l'integrazione e lo scambio di conoscenze in un contesto internazionale.

# Percorso formativo

Curriculum unico

## 1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10600392   ARTIFICIAL INTELLIGENCE	1°	6	ENG

### Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

Conoscere i principi di base dell'intelligenza artificiale, in particolare la modellazione di sistema intelligente tramite la nozione di agente intelligente.

Conoscere le tecniche di base dell'Intelligenza Artificiale con particolare riferimento alla manipolazione di simboli e, più in generale, a modelli discreti.

Conoscere i principi fondamentali della interazione tra agenti intelligenti ed in particolare tra agente intelligente e uomo, attraverso il linguaggio parlato.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione:

Metodi di ricerca automatica nello spazio degli stati: metodi generali, metodi basati su euristiche, ricerca locale. Rappresentazioni fattorizzate: problemi di soddisfacimento di vincoli, modelli di pianificazione.

Rappresentazione della conoscenza attraverso sistemi formali: logica proposizionale, logica del primo ordine, cenni alle logiche descrittive ad alle forme di ragionamento non monotono. Uso della logica come linguaggio di programmazione: PROLOG.

Cooperazione e coordinamento tra agenti intelligenti, distribuzione di compiti, soddisfacimento distribuito di vincoli, analisi lessicale, sintattica e semantica del linguaggio parlato.

Applicare conoscenza e comprensione:

Modellazione di problemi con i diversi metodi di rappresentazione acquisiti.

Analisi del comportamento degli algoritmi di ragionamento di base.

Progetto e realizzazione di sistemi per l'interazione tra molti agenti.

Capacità critiche e di giudizio:

Essere in grado di valutare la qualità di un modello di rappresentazione di un problema e dei risultati ottenuti applicando su di esso tecniche di ragionamento automatico.

Analisi e valutazione degli elementi salienti della interazione tra molti agenti.

Capacità comunicative:

Le capacità di comunicazione orale dello studente vengono stimolate attraverso l'interazione durante le lezioni tradizionali mentre le capacità espositive nello scritto vengono sviluppate attraverso la discussione di esercizi e delle domande a risposta aperta previste nelle prove di esame.

Le capacità comunicative vengono infine consolidate attraverso la presentazione di un progetto, realizzato anche in gruppo, e del report scritto ad esso associato.

Capacità di apprendimento:

Oltre alle classiche capacità di apprendimento fornite dallo studio teorico del materiale didattico, attraverso gli esercizi relativi all'applicazione dei modelli appresi, il corso contribuisce a sviluppare le capacità di risoluzione di problemi dello studente.

Il progetto e realizzazione di un prototipo di sistema di interazione contribuiscono all'apprendimento della capacità di lavorare in gruppo.

1022858 | MACHINE LEARNING

1°

6

ENG

**Obiettivi formativi**

## Obiettivi generali:

L'obiettivo del corso è presentare un ampio spettro di metodi e algoritmi di apprendimento automatico, discutendone le proprietà e i criteri di applicabilità e di convergenza. Si presentano anche diversi esempi di impiego efficace delle tecniche di apprendimento automatico in diversi scenari applicativi. Gli studenti avranno la capacità di risolvere problemi di apprendimento automatico, partendo da una corretta formulazione del problema, con la scelta di un opportuno algoritmo, e sapendo condurre un'analisi sperimentale per valutare i risultati ottenuti.

## Obiettivi specifici:

## Conoscenza e comprensione:

Fornire un'ampia panoramica sui principali metodi e algoritmi di apprendimento automatico per i problemi di classificazione, regressione, apprendimento, non-supervisionato e apprendimento per rinforzo. I diversi problemi affrontati vengono definiti formalmente e vengono fornite sia le basi teoriche sia informazione tecniche per comprendere le soluzioni adottate.

## Applicare conoscenza e comprensione:

Risolvere problemi specifici di apprendimento automatico a partire da insiemi di dati, mediante l'applicazione delle tecniche studiate. Lo svolgimento di due homework (piccoli progetti da svolgere a casa) consente agli studenti di applicare le conoscenze acquisite.

## Capacità critiche e di giudizio:

Essere in grado di valutare la qualità di un sistema di apprendimento automatico usando opportune metriche e metodologie di valutazione.

## Capacità comunicative:

Produrre un rapporto tecnico che descrive i risultati degli homework, acquisendo quindi la capacità di comunicare i risultati ottenuti dall'applicazione delle conoscenze acquisite nella soluzione di un problema specifico. Assistere ad esempi di comunicazione e condivisione dei risultati raggiunti in applicazioni reali forniti da esperti all'interno di seminari erogati durante il corso.

## Capacità di apprendimento:

Approfondimento autonomo di alcuni argomenti presentati nel corso tramite lo svolgimento di homework, con possibilità anche di lavorare insieme ad altri studenti (lavoro di gruppo) per risolvere problemi specifici.

**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi****Obiettivi generali.**

Il corso fornisce strumenti di base per il controllo dei sistemi robotici: analisi cinematica, pianificazione e programmazione dei movimenti di robot manipolatori in ambienti industriali e di servizio.

**Obiettivi specifici.****Conoscenza e comprensione:**

Lo studente apprenderà il funzionamento dei componenti di attuazione e sensoriali dei robot, i metodi di base per la modellistica, l'analisi e il controllo cinematico di manipolatori robotici, nonché gli algoritmi per la pianificazione delle traiettorie di moto.

**Applicare conoscenza e comprensione:**

Lo studente sarà in grado di analizzare le strutture cinematiche dei robot di tipo industriale e di progettare algoritmi e moduli per la pianificazione e il controllo della movimentazione.

**Capacità critiche e di giudizio:**

Lo studente sarà in grado di individuare le caratteristiche funzionali di un sistema robotico con riferimento al tipo di compito industriale o di servizio, di analizzarne la complessità di realizzazione, le possibili prestazioni e le eventuali debolezze.

**Capacità comunicative:**

Il corso mette in grado lo studente di presentare le principali problematiche applicative e le soluzioni tecniche riguardanti l'impiego dei robot.

**Capacità di apprendimento:**

Il corso mira a creare attitudini di apprendimento autonomo orientate all'analisi e alla soluzione di problemi connessi all'uso dei robot.

AAF2161 | ROBOT  
PROGRAMMING

1°

3

ENG

**Obiettivi formativi****Obiettivi generali**

Il corso fornisce strumenti di base per la programmazione nativa di sistemi robotici e con risorse computazionali limitate. Verranno illustrate le basi del linguaggio C++ e del sistema di middleware robotico ROS.

**Obiettivi specifici**

Lo sarà in grado di comporre un sistema di software per gestire un robot, assemblando componenti esistenti e sviluppandone delle nuove

**Conoscenza e comprensione:**

Lo studente avrà familiarità con diverse applicazioni robotiche complesse, ne comprenderà la struttura e le interfacce degli algoritmi che operano nei singoli moduli.

**Applicare conoscenza e comprensione:**

Lo sarà in grado di decomporre un'applicazione complessa ed affrontare problemi specifici mediante lo sviluppo di software

**Capacità critiche e di giudizio:**

Lo studente sarà in grado di risolvere problemi specifici nello sviluppo di applicazioni e moduli per robot ad esempio path planner, localizzatori e simulatori di sensori, valutando l'efficienza delle soluzioni proposte.

**Capacità comunicative:**

Lo studente sarà in grado di illustrare una applicazione per il software robotico e di presentarne le principali problematiche applicative e le soluzioni tecniche riguardanti l'impiego dei robot.

**Capacità di apprendimento:**

Il corso mira al rendere lo studente agile nell'uso di compilatori e simulatori al fine di stimolarne l'autonomia. A tale scopo, nel corso verranno illustrati numerosi esempi di sviluppo live in aula, per evidenziare e risolvere il prima possibile la presenza di errori di design/algoritmici e di compilazione.

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
1052229   COMPUTER VISION	2°	6	ENG

### Obiettivi formativi

#### OBIETTIVI GENERALI

Il corso vuole introdurre lo studente ai concetti fondamentali della visione artificiale e alla costruzione di sistemi autonomi di interpretazione e ricostruzione di una scena tramite immagini e video. Il corso affronta elementi di base di geometria proiettiva ed epipolare, i metodi per la visione 3d e per la visione basata su più viste, e i metodi per la ricostruzione metrica e le metodologie di interpretazione di immagini e video. Inoltre il corso illustra le tecniche principali per il riconoscimento e la segmentazione di immagini e video basati sull' apprendimento automatico.

#### OBIETTIVI SPECIFICI

##### Conoscenza e Comprensione

Il corso stimola la curiosità degli studenti verso nuove metodologie per l'analisi e la generazioni di immagini e di video. Lo studente apprende nuovi concetti che gli permettono di acquisire una conoscenza di base della visione computazionale.

##### Applicare Conoscenza e Comprensione

Gli studenti approfondiscono e apprendono linguaggi di programmazione per applicare la conoscenza acquisita. In particolare approfondiscono il linguaggio Python ed apprendono Tensorflow. Quest' ultimo offre agli studenti la possibilità di programmare applicazioni di deep learning. Usano questa nuovissima tecnologia per realizzare un progetto di riconoscimento di elementi specifici in immagini e video.

##### Capacità critiche e di Giudizio

Lo studente acquisisce la capacità di distinguere tra ciò che può realizzare con gli strumenti che ha appreso, come ad esempio generare delle immagini o riconoscere degli oggetti usando tecniche di deep learning, e ciò che è effettivamente richiesto per la realizzazione di un sistema automatico di visione. In tal modo è in grado di elaborare un giudizio critico sui sistemi di visione disponibili allo stato dell'arte e di valutare ciò che si può effettivamente realizzare e ciò che richiede ulteriori avanzamenti nella ricerca.

##### Capacità Comunicative

La realizzazione del progetto, come parte del programma di esame, richiede che lo studente lavori e dia un contributo all' interno di un piccolo gruppo di lavoro. Questo insieme alla soluzione di esercizi in classe, e alle discussioni sui temi più interessanti stimola le capacità comunicative dello studente.

##### Capacità di Apprendimento

Oltre alle classiche capacità di apprendimento fornite dallo studio teorico del materiale didattico, le modalità di svolgimento del corso, in particolare le attività progettuali, stimolano lo studente all'approfondimento autonomo di alcuni argomenti presentati nel corso, al lavoro di gruppo, e all'applicazione concreta delle nozioni e delle tecniche apprese durante il corso.

1021883   ROBOTICS II	2°	6	ENG
-----------------------	----	---	-----

**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

## Obiettivi generali.

Il corso fornisce strumenti avanzati per il controllo dei sistemi robotici: uso della ridondanza cinematica, analisi della dinamica dei robot manipolatori, comando in feedback dei movimenti, incluso il caso di asservimento visuale, e controllo dell'interazione con l'ambiente.

## Obiettivi specifici.

## Conoscenza e comprensione:

Lo studente apprenderà i metodi per la modellistica dinamica dei manipolatori, le tecniche di utilizzo della ridondanza cinematica, la progettazione di schemi di controllo del moto e dell'interazione con l'ambiente.

## Applicare conoscenza e comprensione:

Lo studente sarà in grado di analizzare la dinamica dei manipolatori robotici e di progettare algoritmi e moduli per il controllo del moto libero e delle forze di contatto con l'ambiente.

## Capacità critiche e di giudizio:

Lo studente sarà in grado di individuare le caratteristiche dinamiche di un sistema robotico con riferimento al tipo di compito, di analizzarne la complessità di realizzazione, le possibili prestazioni e le eventuali debolezze.

## Capacità comunicative:

Il corso mette in grado lo studente di presentare le problematiche avanzate e le relative soluzioni tecniche riguardanti l'uso dei robot in condizioni dinamiche.

## Capacità di apprendimento:

Il corso mira a creare attitudini di apprendimento autonomo orientate all'analisi e alla soluzione di problemi avanzati connessi all'uso dei robot.

A SCELTA DELLO  
STUDENTE

2°

6

ENG

**Obiettivi formativi**

Fra le altre attività formative sono previsti 12 CFU sono a scelta dello studente.

insegnamenti affini e  
integrativi a scelta

Insegnamento  
caratterizzante a scelta

**2° anno****Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua**

1022775 |  
AUTONOMOUS AND  
MOBILE ROBOTICS

1°

6

ENG

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
<b>Obiettivi formativi</b>			
Obiettivi generali			
Il corso presenta i metodi di base per dotare i sistemi robotici robot di mobilità e autonomia.			
Obiettivi specifici			
Conoscenza e comprensione:			
Lo studente apprenderà (1) i metodi di base per la modellistica, l'analisi e il controllo dei robot mobili su ruote e su gambe, e (2) gli algoritmi per la pianificazione autonoma del moto.			
Applicare conoscenza e comprensione:			
Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare architetture, algoritmi e moduli per la pianificazione, il controllo e la localizzazione di robot mobili autonomi.			
Capacità critiche e di giudizio:			
Lo studente sarà in grado di scegliere l'architettura di controllo funzionale più adeguata per uno specifico sistema robotico e di analizzarne la complessità e le eventuali debolezze.			
Capacità comunicative:			
Le attività del corso metteranno lo studente in grado di comunicare/condividere le principali problematiche concernenti i robot mobili autonomi, nonché le possibili scelte progettuali per il controllo di tali sistemi.			
Capacità di apprendimento:			
Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una forma mentis dello studente orientata allo sviluppo di moduli per la mobilità autonoma dei robot.			
A SCELTA DELLO STUDENTE	1°	6	ENG
<b>Obiettivi formativi</b>			
Fra le altre attività formative sono previsti 12 CFU sono a scelta dello studente.			
AAF1790   SEMINARS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND ROBOTICS	2°	3	ENG
<b>Obiettivi formativi</b>			
Il corso offre allo studente la possibilità di approfondire le proprie conoscenze attraverso una serie di seminari su argomenti di ricerca presentati da ricercatori e studiosi in Intelligenza Artificiale e Robotica.			
Il corso prevede lo studio di articoli scientifici relativi agli sviluppi più recenti nel settore con la presentazione dei contenuti da parte degli studenti in forma seminariale.			
AAF1028   PROVA FINALE	2°	30	ENG
<b>Obiettivi formativi</b>			
La prova finale consiste nella presentazione e discussione di un attività progettuale e di una relazione, supervisionata da un docente, nella quale lo studente dimostra di aver raggiunto una padronanza delle metodologie proprie dell'Ingegneria Informatica e/o della loro applicazione.			
Insegnamento a scelta			

<b>Insegnamento</b> insegnamenti affini e integrativi a scelta	<b>Semestre</b>	<b>CFU</b>	<b>Lingua</b>
--	-----------------	------------	---------------

### Gruppi opzionali

Lo studente deve acquisire 18 CFU fra i seguenti esami

<b>Insegnamento</b>	<b>Anno</b>	<b>Semestre</b>	<b>CFU</b>	<b>Lingua</b>
1027171   NETWORK INFRASTRUCTURE S	1°	1°	6	ENG
<b>Obiettivi formativi</b>				
<p><b>Obiettivi generali:</b> Il corso è una overview generale sulle reti neurali, sia dal punto di vista metodologico che pratico. Gli studenti acquisiranno una forte competenza teorica e pratica su come le reti neurali funzionano e sono implementate, con particolare attenzione sui componenti più usati, e sulle attuali limitazioni.</p> <p><b>Obiettivi specifici:</b> Dal punto di vista teorico, rivedremo il paradigma generale per la costruzione di modelli differenziabili che possono essere ottimizzati end-to-end con la discesa al gradiente. Successivamente, esamineremo i componenti essenziali per progettare architetture in grado di lavorare su immagini (convoluzioni), sequenze (recurrent layer) ed insiemi (transformers). L'ultima parte del corso si concentrerà su una selezione di importanti argomenti di ricerca, tra cui le reti neurali su grafi, l'apprendimento continuo e i modelli generativi.</p> <p><b>Conoscenza e comprensione:</b> Alla fine del corso, lo studente avrà una ottima conoscenza di come le reti neurali funzionano in pratica, con la capacità di implementare nuovi componenti da zero, riutilizzare modelli esistenti o progettare nuove architetture per problemi al di là della panoramica del corso.</p> <p><b>Abilità critiche e di giudizio:</b> Ci si aspetta che lo studente sia in grado di analizzare un nuovo problema che richiede l'apprendimento automatico e progettare la soluzione appropriata basata su una rete neurale, comprendendone sia i punti di forza che i limiti.</p> <p><b>Abilità comunicative:</b> Il corso favorirà le abilità comunicative in termini di capacità di descrivere (in modo tecnico e non tecnico) la matematica alla base dei modelli, nonché di scrivere codice chiaro e comprensibile per la loro implementazione. Abilità di apprendimento: al di là degli argomenti del corso, lo studente sarà in grado di studiare autonomamente nuovi argomenti di ricerca e di navigare la letteratura scientifica, oltre a saper comprendere punti di forza e debolezze delle attuali librerie software.</p>				
10606827   REINFORCEMENT LEARNING	1°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<b>Obiettivi formativi</b>				
<p><b>Obiettivi Generali</b>            Il corso di Reinforcement Learning (RL) ha lo scopo di introdurre gli studenti alle tecniche fondamentali e avanzate del RL, un'area di grande rilevanza nell'ambito dell'intelligenza artificiale e del machine learning. Gli studenti acquisiranno competenze per progettare e implementare algoritmi che permettano ai sistemi di apprendere e migliorare autonomamente attraverso l'esperienza, ottimizzando le loro decisioni in tempo reale.</p> <p><b>Obiettivi Specifici</b>            Gli studenti esploreranno i concetti chiave del RL, come le politiche di decisione, i processi decisionali di Markov, l'apprendimento Q, e l'apprendimento profondo rinforzato. Impareranno a:            Modellare problemi complessi attraverso l'approccio del RL.            Sviluppare e implementare algoritmi come Q-learning e Deep Q-Networks (DQN).            Applicare tecniche di RL in scenari reali come robotica, giochi, etc.</p> <p><b>Conoscenza e Comprensione:</b>            Conoscenza approfondita degli algoritmi base e avanzati di RL.            Comprensione dei modelli di apprendimento basati su ricompensa e delle loro applicazioni pratiche.            Capacità di interpretare i risultati degli algoritmi di RL e di valutarne l'efficacia in diversi contesti.</p> <p><b>Applicazione di Conoscenza e Comprensione:</b>            Utilizzo di framework software come TensorFlow o PyTorch per implementare e testare algoritmi di RL.            Analisi di case studies e progetti di ricerca attuali per capire l'applicazione del RL nel mondo reale.            Sviluppo di prototipi funzionali che utilizzano RL per risolvere problemi specifici.</p> <p><b>Autonomia di Giudizio:</b>            Gli studenti svilupperanno la capacità di valutare criticamente gli algoritmi di RL, considerando la loro applicabilità, efficienza, e potenziali bias. Saranno anche in grado di scegliere l'algoritmo più adatto per un determinato problema.</p> <p><b>Abilità Comunicative:</b>            Gli studenti impareranno a comunicare efficacemente i concetti di RL, le decisioni di design degli algoritmi e i risultati ottenuti, sia a un pubblico tecnico che a non esperti, utilizzando una varietà di mezzi comunicativi.</p> <p><b>Capacità di Apprendimento Successivo:</b>            Questo corso preparerà gli studenti a perseguire studi avanzati e ricerca in RL, fornendo le basi necessarie per affrontare problemi aperti e innovare nel campo. Gli studenti saranno incentivati a contribuire attivamente alla comunità scientifica attraverso pubblicazioni, conferenze e collaborazioni.</p>				
1052218   PROBABILISTIC ROBOTICS	1°	1°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<p><b>Obiettivi formativi</b></p> <p>Obiettivi generali:            Acquisire conoscenza sugli strumenti di base per la stima dello stato in sistemi robotici.            Essere in grado di applicare tali strumenti a casi di studio reali ed implementare soluzioni funzionanti.            Valutare le prestazioni e la qualità di uno stimatore dello stato.            Il corso alterna teoria e pratica. Nelle lezioni pratiche agli studenti è richiesto il completamento di frammenti di codice di un sistema che rappresenta casi pratici.</p> <p>Obiettivi specifici:</p> <p>Conoscenza e comprensione:            - Manipolazione di distribuzioni di probabilità            - Basi sulle tecniche di filtraggio (istogrammi, Gaussian filters, particle filters)            - Modello generale di un sistema non lineare stazionario e dinamico            - Formulazione densa e sparsa di algoritmi di minimizzazione (Gauss-Newton, Levenberg Marquardt)            - Il problema della Data Association, e strumenti tipici per affrontarlo (RANSAC, euristiche)            - Casi di studio tipici per problemi di stima in robotics (Calibrazione, Localizzazione, Mappatura and SLAM)</p> <p>Applicare conoscenza e comprensione:            - Essere in grado di modellare un problema di stima ed adattare gli strumenti proposti al dominio specifico            - Sviluppare uno stimatore dello stato funzionante.</p> <p>Capacità critiche e di giudizio:            - Individuare i pro ed i contro che presentano soluzioni diverse allo stesso problema.            - Individuare gli strumenti utilizzabili per approcciare i sotto-problemi di uno stimatore.            Lo sviluppo di tali capacità è ottenuto mediante lo sviluppo di un progetto sviluppato come parte dell'esame.</p> <p>Capacità comunicative:            - Acquisire un linguaggio comune per descrivere e modellare gli stimatori dello stato e che supporti un'interazione tra sviluppatori definendo un insieme di obiettivi e termini comuni.</p> <p>Capacità di apprendimento:            Lo studente possiederà capacità e conoscerà tecniche per affrontare problemi di stima dello stato generali. Gli esempi nel dominio della navigazione autonoma presentati durante il corso servono come casi di studio. Gli argomenti individuali appresi (Manipolazione di PDF, Filtering Designs, Minimizzazione), sono strumenti preziosi per affrontare problemi che esulano tali casi specifici di studio.</p>				
1022870   NEURAL NETWORKS	1°	2°	6	ENG

**Insegnamento****Anno****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

## Obiettivi generali:

Il corso è una overview generale sulle reti neurali, sia dal punto di vista metodologico che pratico. Gli studenti acquisiranno una forte competenza teorica e pratica su come le reti neurali funzionano e sono implementate, con particolare attenzione sui componenti più usati, e sulle attuali limitazioni.

## Obiettivi specifici:

Dal punto di vista teorico, rivedremo il paradigma generale per la costruzione di modelli differenziabili che possono essere ottimizzati end-to-end con la discesa al gradiente. Successivamente, esamineremo i componenti essenziali per progettare architetture in grado di lavorare su immagini (convoluzioni), sequenze (recurrent layer) ed insiemi (transformers). L'ultima parte del corso si concentrerà su una selezione di importanti argomenti di ricerca, tra cui le reti neurali su grafi, l'apprendimento continuo e i modelli generativi.

## Conoscenza e comprensione:

Alla fine del corso, lo studente avrà una ottima conoscenza di come le reti neurali funzionano in pratica, con la capacità di implementare nuovi componenti da zero, riutilizzare modelli esistenti o progettare nuove architetture per problemi al di là della panoramica del corso.

## Abilità critiche e di giudizio:

Ci si aspetta che lo studente sia in grado di analizzare un nuovo problema che richiede l'apprendimento automatico e progettare la soluzione appropriata basata su una rete neurale, comprendendone sia i punti di forza che i limiti.

## Abilità comunicative:

Il corso favorirà le abilità comunicative in termini di capacità di descrivere (in modo tecnico e non tecnico) la matematica alla base dei modelli, nonché di scrivere codice chiaro e comprensibile per la loro implementazione.

## Abilità di apprendimento:

Al di là degli argomenti del corso, lo studente sarà in grado di studiare autonomamente nuovi argomenti di ricerca e di navigare la letteratura scientifica, oltre a saper comprendere punti di forza e debolezze delle attuali librerie software.

1022863 | MEDICAL  
ROBOTICS

1°

2°

6

ENG

**Obiettivi formativi**

Fornire un'introduzione e una panoramica sull'uso delle tecnologie robotiche nell'ambito medico, con particolare riferimento alla chirurgia assistita.

Lo studente conoscerà i principali sistemi di chirurgia assistita da robot, delle problematiche inerenti alla progettazione di robot medicali e al loro controllo.

Lo studente sarà in grado di:

- leggere criticamente articoli che descrivano le principali tecnologie coinvolte nella robotica medica;
- discutere dettagliatamente lo stato dell'arte delle applicazioni robotiche in medicina;
- stimare i potenziali benefici derivanti dall'introduzione di tecniche robotiche in una procedura medica;
- argomentare sullo sviluppo di una particolare tecnologia non ancora esistente o non ancora sperimentata;
- comunicare e collaborare con persone di diversa formazione tecnica;
- valutare i vincoli clinici, sociali ed economici nella implementazione di una tecnologia robotica in un settore medico;
- progettare schemi di controllo per la teleoperazione di robot medicali e per l'esecuzione di compiti condivisi tra umani e robot.

10592834 |  
NEUROENGINEERI  
NG

1°

2°

6

ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<b>Obiettivi formativi</b>				
* Obiettivi generali Il corso introduce i principi base, le metodologie e le applicazioni delle tecniche ingegneristiche utilizzate per lo studio sistemi neurali e dell'interazione con essi.				
* Obiettivi specifici				
- Conoscenza e comprensione Lo studente apprenderà le nozioni di base sul funzionamento e l'organizzazione a diverse scale del cervello umano, nonché le principali applicazioni dell'ingegneria e della tecnologia dell'informazione alle neuroscienze.				
- Applicare conoscenza e comprensione Lo studente apprenderà l'uso degli strumenti essenziali per acquisire, elaborare e decodificare i segnali neurofisiologici e neuromuscolari, e per il loro interfacciamento con dispositivi artificiali.				
- Capacità critiche e di giudizio Lo studente imparerà a scegliere la metodologia di controllo più appropriata per indirizzare uno specifico problema, e per valutare la complessità della soluzione proposta.				
- Capacità comunicative Lo studente imparerà a comunicare in un contesto multidisciplinare i principali problemi dell'interfacciamento di segnali neurofisiologici con un sistema artificiale, e ad argomentare le possibili scelte progettuali per lo scopo.				
- Capacità di apprendimento Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una forma mentis dello studente orientata all'autoapprendimento di concetti avanzati che non sono stati affrontati nel corso.				
10606869   MULTILINGUAL NATURAL LANGUAGE PROCESSING	1°	2°	6	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<b>Obiettivi formativi</b>				
<p><b>Obiettivi Generali</b>  Lo scopo del corso è quello di fornire una panoramica sulle tecniche più avanzate di elaborazione del linguaggio naturale e le loro applicazioni.</p> <p><b>Obiettivi Specifici</b>  Gli studenti impareranno i principi del trattamento automatico delle lingue, comprendendo come le macchine possono interpretare, generare e rispondere al linguaggio umano. Questo include temi come la rappresentazione delle parole, i word e i sense embedding, le architetture neurali per l'NLP, la traduzione automatica, e più in generale la generazione di testo.</p> <p><b>Conoscenza e Comprensione</b>  -)- Conoscenza delle architetture di reti neurali, come le reti neurali ricorrenti e i Transformer, utilizzate per l'elaborazione del linguaggio naturale.  -)- Conoscenza dei metodi di apprendimento supervisionato e non supervisionato in NLP.  -)- Conoscenza delle tecniche di semantica computazionale lessicale e frasale.  -)- Comprensione dei modelli di linguaggio per interpretare e generare testo.</p> <p><b>Applicazione di Conoscenza e Comprensione</b>  -)- Come sviluppare modelli per la comprensione del linguaggio  -)- Come sviluppare modelli per la generazione del linguaggio  -)- Come utilizzare le architetture neurali per l'NLP</p> <p><b>Autonomia di Giudizio</b>  Gli studenti saranno in grado di valutare l'efficacia delle tecniche di NLP nelle diverse applicazioni.</p> <p><b>Abilità Comunicative</b>  Gli studenti saranno in grado di spiegare i principi e le tecniche di elaborazione del linguaggio naturale.</p> <p><b>Capacità di Apprendimento Successivo</b>  Gli studenti interessati alla ricerca scopriranno quali sono le principali sfide aperte nell'area dell'NLP, ottenendo le basi necessarie per studi più approfonditi in materia.</p>				
1052222   PLANNING AND REASONING	2°	1°	6	ENG
<b>Obiettivi formativi</b>				
<p>Questo corso introduce i concetti relativi alla pianificazione automatica e ai meccanismi di ragionamento logico dell'intelligenza artificiale. Lo scopo del corso e' quello di permettere allo studente di usare i sistemi esistenti di pianificazione automatica e di capire i loro meccanismi interni, in modo da poterli sfruttare nel modo migliore ed eventualmente estendere a fronte di problemi specifici. Inoltre, lo studente verrà messo in condizione di comprendere i fondamenti teorici alla base dei meccanismi di ragionamento logico usati in intelligenza artificiale.</p>				
10607048   RESEARCH TOPICS IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE	2°	2°	6	ENG

**Insegnamento****Anno****Semestre****CFU****Lingua****Obiettivi formativi**

## Obiettivi generali.

L'obiettivo del corso e' fornire una panoramica applicativa a veri temi di ricerca. Gli argomenti sono esposti da ricercatori attivi sui temi di ricerca specifici allo scopo di presentare allo studente problemi di ricerca e temi di applicazione rilevanti e recenti nel campo dell'Intelligenza Artificiale. A tal fine, i corsi comprendono sia la presentazione e la discussione di articoli scientifici, sia un lavoro progettuale avanzato. L'obiettivo di apprendimento del corso e' fornire le conoscenze necessarie ad affrontare un lavoro di ricerca in questi campi usando degli strumenti pratici per la validazione sperimentale.

## Obiettivi specifici.

## Conoscenza e comprensione:

Gli argomenti sono coperti da ricercatori attivi sul campo e con lo scopo di introdurre lo studente a problemi di ricerca e temi di applicazione recenti e rilevanti in Intelligenza Artificiale e Robotica.

## Applicare conoscenza e comprensione:

Il corso fornisce le conoscenze necessarie ad affrontare un lavoro di ricerca in questi campi usando degli strumenti pratici per la validazione sperimentale.

## Capacita' critiche e di giudizio:

Il corso propone metodi avanzati per studiare, comprendere e applicare risultati riportati su articoli scientifici, ed integrare tali risultati per realizzare sistemi innovativi di Intelligenza Artificiale. Lo studente apprende come usare risultati presenti in letteratura come base per nuove ricerche.

## Capacita' comunicative:

Le attivita' di gruppo in classe e la necessita' di fare delle presentazioni alla classe permettono allo studente di maturare la capacita' di comunicare e condividere le conoscenze acquisite e confrontarsi con gli altri sui temi del corso.

## Capacita' di apprendimento:

Oltre alle classiche capacita' di apprendimento fornite dallo studio teorico del materiale didattico, le modalita' di svolgimento del corso, stimolano lo studente all'approfondimento autonomo di alcuni argomenti presentati nel corso, al lavoro di gruppo, e all'applicazione concreta delle nozioni e delle tecniche apprese durante il corso.

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

**Insegnamento****Anno****Semestre****CFU****Lingua**

10600428 | DEEP  
LEARNING

1°

2°

6

ENG

**Obiettivi formativi**

## Obiettivi Generali

Al termine del corso, gli studenti avranno una solida comprensione e capacità pratica nell'ambito del Deep Learning, essenziale per affrontare e risolvere problemi complessi di intelligenza artificiale.

## Obiettivi Specifici

## Conoscenza e Comprensione

Acquisire una comprensione approfondita dei principi di apprendimento supervisionato e non supervisionato.

Apprendere le strutture e i meccanismi delle reti neurali, sia superficiali che profonde.

## Capacità Critiche e di Giudizio

Valutare criticamente le prestazioni dei modelli di deep learning, integrando tecniche di regolarizzazione e compressione.

Analizzare le sfide relative alla robustezza al rumore nei modelli di deep learning e sviluppare soluzioni efficaci.

## Capacità Comunicative

Presentare e discutere i risultati dei progetti di deep learning, dimostrando competenza nell'uso di strumenti avanzati come Pytorch e HuggingFace.

## Capacità di Apprendimento

Sperimentare con tecnologie emergenti nel campo del deep learning, come CNN, Resnets, Transformers, modelli geometrici e equivarianti, nonché approcci di apprendimento autodiretto e meta-apprendimento.

Applicare le conoscenze teoriche in progetti pratici per affrontare problemi reali.

<b>Insegnamento</b>	<b>Anno</b>	<b>Semestre</b>	<b>CFU</b>	<b>Lingua</b>
1044398   INTERACTIVE GRAPHICS	1°	2°	6	ENG

#### **Obiettivi formativi**

Obiettivi generali:

Far acquisire allo studente le basi della programmazione in grafica 3D con particolare enfasi sulle tecniche di animazione e visualizzazione interattiva. In particolare gli argomenti trattati includono: Fondamenti della grafica computerizzata, rendering interattivo e animazione, la pipeline grafica, trasformazioni, visualizzazioni, rasterizzazione, illuminazione e shading, texture-mapping, tecniche di animazione basate su keyframes, simulazioni fisiche, sistemi di particelle ed animazione di personaggi. Verrà inoltre fornita un'introduzione alla computazione su hardware specializzato per la grafica (GPU).

Obiettivi specifici:

Far acquisire allo studente familiarità con le tecniche matematiche alla base della grafica 3D, oltre che la capacità di programmare ambienti complessi ed interattivi in grafica 3D usando la libreria OpenGL o una delle sue varianti

Conoscenza e comprensione:

Approfondimento del funzionamento di un sistema per la grafica 3D nelle sue componenti hardware e software. Conoscenza dello standard HTML5 e del linguaggio Javascript, applicazione della libreria WebGL e di alcune librerie di più alto livello. Comprensione delle problematiche di efficienza e qualità visiva delle applicazioni in grafica 3D

Applicare conoscenza e comprensione:

Sviluppo di applicazioni interattive sul web in grafica 3D.

Capacità critiche e di giudizio:

Capacità di comprendere le complessità tecniche nella realizzazione di applicazioni interattive in grafica 3D. Capacità di analisi critica delle soluzioni presenti sul mercato ed analisi di punti di forza e debolezza.

Lo studente deve acquisire 12 CFU fra i seguenti esami

<b>Insegnamento</b>	<b>Anno</b>	<b>Semestre</b>	<b>CFU</b>	<b>Lingua</b>
1056413   ELECTIVE IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE	2°	1°	12	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<b>Obiettivi formativi</b>				
Obiettivi generali:				
L'obiettivo del corso, che è il più avanzato all'interno della Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica, e' fornire una panoramica applicativa ai seguenti temi di ricerca: metodi di apprendimento nella visione computazionale, riconoscimento di modelli, interazione persona-robot e robot cognitivi.				
Gli argomenti sono esposti da ricercatori attivi nei campi indicati allo scopo di presentare allo studente problemi di ricerca e temi di applicazione rilevanti e recenti nel campo dell'Intelligenza Artificiale e della Robotica. A tal fine, i corsi comprendono sia la presentazione e la discussione di articoli scientifici, sia un lavoro progettuale avanzato.				
L'obiettivo di apprendimento del corso e' fornire le conoscenze necessarie ad affrontare un lavoro di ricerca in questi campi usando degli strumenti pratici per la validazione sperimentale.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione:				
Il corso e' il piu' avanzato in The Master for Artificial Intelligence e Robotica ed offre una panoramica di diversi argomenti di ricerca, quali: metodi di apprendimento nella visione computazionale, riconoscimento di pattern, interazione persona-robot, e ragionamento automatico nei robot.				
Gli argomenti sono coperti da ricercatori attivi sul campo e con lo scopo di introdurre lo studente a problemi di ricerca e temi di applicazione recenti e rilevanti in Intelligenza Artificiale e Robotica.				
Applicare conoscenza e comprensione:				
Il corso fornisce le conoscenze necessarie ad affrontare un lavoro di ricerca in questi campi usando degli strumenti pratici per la validazione sperimentale.				
Capacita' critiche e di giudizio:				
Il corso propone metodi avanzati per studiare, comprendere e applicare risultati riportati su articoli scientifici, ed integrare tali risultati per realizzare sistemi innovativi di Intelligenza Artificiale. Lo studente apprende come usare risultati presenti in letteratura come base per nuove ricerche.				
Capacita' comunicative:				
Le attivita' di gruppo in classe e la necessita' di fare delle presentazioni alla classe permettono allo studente di maturare la capacita' di comunicare e condividere le conoscenze acquisite e confrontarsi con gli altri sui temi del corso.				
Capacita' di apprendimento:				
Oltre alle classiche capacita' di apprendimento fornite dallo studio teorico del materiale didattico, le modalita' di svolgimento del corso, stimolano lo studente all'approfondimento autonomo di alcuni argomenti presentati nel corso, al lavoro di gruppo, e all'applicazione concreta delle nozioni e delle tecniche apprese durante il corso.				
<b>ELECTIVE IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE I</b>	<b>2<sup>o</sup></b>	<b>1<sup>o</sup></b>	<b>6</b>	<b>ENG</b>

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<b>Obiettivi formativi</b>				
Obiettivi generali:				
L'obiettivo del corso, che è il più avanzato all'interno della Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica, e' fornire una panoramica applicativa ai seguenti temi di ricerca: metodi di apprendimento nella visione computazionale, riconoscimento di modelli, interazione persona-robot e robot cognitivi.				
Gli argomenti sono esposti da ricercatori attivi nei campi indicati allo scopo di presentare allo studente problemi di ricerca e temi di applicazione rilevanti e recenti nel campo dell'Intelligenza Artificiale e della Robotica. A tal fine, i corsi comprendono sia la presentazione e la discussione di articoli scientifici, sia un lavoro progettuale avanzato.				
L'obiettivo di apprendimento del corso e' fornire le conoscenze necessarie ad affrontare un lavoro di ricerca in questi campi usando degli strumenti pratici per la validazione sperimentale.				
Obiettivi specifici:				
Conoscenza e comprensione:				
Il corso e' il piu' avanzato in The Master for Artificial Intelligence e Robotica ed offre una panoramica di diversi argomenti di ricerca, quali: metodi di apprendimento nella visione computazionale, riconoscimento di pattern, interazione persona-robot, e ragionamento automatico nei robot.				
Gli argomenti sono coperti da ricercatori attivi sul campo e con lo scopo di introdurre lo studente a problemi di ricerca e temi di applicazione recenti e rilevanti in Intelligenza Artificiale e Robotica.				
Applicare conoscenza e comprensione:				
Il corso fornisce le conoscenze necessarie ad affrontare un lavoro di ricerca in questi campi usando degli strumenti pratici per la validazione sperimentale.				
Capacita' critiche e di giudizio:				
Il corso propone metodi avanzati per studiare, comprendere e applicare risultati riportati su articoli scientifici, ed integrare tali risultati per realizzare sistemi innovativi di Intelligenza Artificiale. Lo studente apprende come usare risultati presenti in letteratura come base per nuove ricerche.				
Capacita' comunicative:				
Le attivita' di gruppo in classe e la necessita' di fare delle presentazioni alla classe permettono allo studente di maturare la capacita' di comunicare e condividere le conoscenze acquisite e confrontarsi con gli altri sui temi del corso.				
Capacita' di apprendimento:				
Oltre alle classiche capacita' di apprendimento fornite dallo studio teorico del materiale didattico, le modalita' di svolgimento del corso, stimolano lo studente all'approfondimento autonomo di alcuni argomenti presentati nel corso, al lavoro di gruppo, e all'applicazione concreta delle nozioni e delle tecniche apprese durante il corso.				
1056414   ELECTIVE IN ROBOTICS	2 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	12	ENG

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
<b>Obiettivi formativi</b>				
<p><b>Obiettivi generali</b>            ?Il corso presenta in forma seminariale argomenti avanzati di Robotica ed è pensato come introduttivo all'attività di ricerca. Attraverso esemplificazioni tratte dalle attività di ricerca dei docenti, lo studente sarà in grado di affrontare completamente un problema di Robotica, dalla sua analisi alla proposta di metodi di soluzioni e alla loro realizzazione.</p> <p><b>Obiettivi specifici</b></p> <p><b>Conoscenza e comprensione:</b>            Lo studente apprenderà alcune tecniche avanzate di controllo utilizzate in settori della robotica nei quali i docenti svolgono attività di ricerca.</p> <p><b>Applicare conoscenza e comprensione:</b>            Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare sistemi di controllo complessi a problematica di controllo avanzato in ambito robotico.</p> <p><b>Capacità critiche e di giudizio:</b>            Lo studente sarà in grado di valutare alcune metodologie utilizzate nei diversi settori robotici applicativi illustrati.</p> <p><b>Capacità comunicative:</b>            Le attività del corso metteranno lo studente in grado di comprendere e condividere possibili soluzioni adottate in ambito della ricerca nei diversi settori applicativi illustrati.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b>            Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una capacità di progettare sistemi di controllo complessi nell'ambito della robotica avanzata.</p>				
ELECTIVE IN ROBOTICS I	2°	1°	6	ENG
<b>Obiettivi formativi</b>				
<p><b>Obiettivi generali</b>            ?Il corso presenta in forma seminariale argomenti avanzati di Robotica ed è pensato come introduttivo all'attività di ricerca. Attraverso esemplificazioni tratte dalle attività di ricerca dei docenti, lo studente sarà in grado di affrontare completamente un problema di Robotica, dalla sua analisi alla proposta di metodi di soluzioni e alla loro realizzazione.</p> <p><b>Obiettivi specifici</b></p> <p><b>Conoscenza e comprensione:</b>            Lo studente apprenderà alcune tecniche avanzate di controllo utilizzate in settori della robotica nei quali i docenti svolgono attività di ricerca.</p> <p><b>Applicare conoscenza e comprensione:</b>            Lo studente sarà in grado di analizzare e progettare sistemi di controllo complessi a problematica di controllo avanzato in ambito robotico.</p> <p><b>Capacità critiche e di giudizio:</b>            Lo studente sarà in grado di valutare alcune metodologie utilizzate nei diversi settori robotici applicativi illustrati.</p> <p><b>Capacità comunicative:</b>            Le attività del corso metteranno lo studente in grado di comprendere e condividere possibili soluzioni adottate in ambito della ricerca nei diversi settori applicativi illustrati.</p> <p><b>Capacità di apprendimento:</b>            Le modalità di svolgimento del corso mirano a creare una capacità di progettare sistemi di controllo complessi nell'ambito della robotica avanzata.</p>				

## Obiettivi formativi

In relazione alla natura multi-disciplinare delle metodologie impiegate in intelligenza artificiale e robotica, nonché alla varietà dei possibili domini di applicazione, il laureato magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica si

troverà infatti ad interagire da un lato con specialisti di diversi settori dell'ingegneria (informatica, meccanica, elettronica, automatica) e dall'altro con esperti e utenti delle molteplici aree applicative interessate. Tra queste ultime sono da considerare tutte quelle aree dove hanno rilievo la rappresentazione e l'uso della conoscenza, il ragionamento automatico basato su conoscenza o informazioni sensoriali, l'apprendimento automatico, la pianificazione delle azioni in tempo reale e/o in presenza di incertezza, l'autonomia operativa di dispositivi meccatronici, l'automazione dei processi complessi, la robotica industriale e dei servizi, il riconoscimento ed interpretazione di immagini e video e la ricostruzione e simulazione di scene e ambienti, le interazioni fisiche e cognitive utente-macchina. Per la formazione di un ingegnere laureato magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica, sono necessarie una solida e ampia cultura di base e delle discipline dell'ingegneria, specifiche conoscenze di Informatica ed Automatica, e un'adeguata attività progettuale. Il percorso formativo della Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica si basa sul presupposto che lo studente abbia acquisito preliminarmente le conoscenze relative alla cultura scientifica di base e alle discipline dell'Ingegneria. A questo scopo sono previsti per la laurea magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica diversi percorsi in relazione alla tipologia di laurea ed al curriculum del candidato. Il percorso formativo prevede l'insegnamento in lingua inglese, che consente l'accesso anche a studenti provenienti da altri paesi e favorisce quindi l'integrazione e lo scambio di conoscenze in un contesto internazionale. L'articolazione del percorso formativo porterà il laureato magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica ad acquisire, oltre alle competenze caratterizzanti la figura professionale, competenze specifiche ad uno dei settori dell'Ingegneria Informatica e/o Automatica. Il completamento del percorso formativo consente allo studente sia di approfondire le proprie conoscenze nel settore di interesse, sia di perfezionare le proprie capacità comunicative attraverso corsi seminariali. Per fornire un'adeguata esperienza nello sviluppo di una capacità di risoluzione di problemi e di progettazione di sistemi di Intelligenza Artificiale e Robotica il curriculum prevede lo svolgimento di una tesi di laurea. Il percorso formativo è articolato come segue:

- Insegnamenti caratterizzanti obbligatori, che forniscono le competenze di base comuni nei campi dell'Intelligenza Artificiale, della Robotica, dell'Informatica Grafica e della Visione
- Insegnamenti caratterizzanti specialistici, che forniscono le competenze specialistiche con la scelta tra 2 ambienti principali, Robotica o Intelligenza Artificiale
- Insegnamenti affini ed integrativi, che forniscono competenze da SSD affini diversi da quelli caratterizzanti
- Insegnamenti seminariali

A scelta dello studente La quota dell'impegno orario complessivo a disposizione dello studente per lo studio personale o per altre attività formative di tipo individuale verrà definita nel Regolamento

## **Profilo professionale**

### **Profilo**

Ingegnere progettista di sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione

### **Funzioni**

Il progettista di sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione analizza, progetta e verifica sistemi di elaborazione dell'informazione caratterizzati dall'uso di metodi e tecniche di intelligenza artificiale. Esempi di tali sistemi sono: sistemi di knowledge management e di estrazione di conoscenza da grandi quantità di dati; sistemi grafici e di animazioni, in particolare per l'industria del cinema e dei videogiochi; sistemi di videosorveglianza e sistemi video per il monitoraggio e la valutazione della qualità della produzione e dei servizi; sistemi per la gestione della complessità.

### **Competenze**

L'ingegnere progettista di sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione: - analizza, progetta, realizza e verifica le prestazioni di sistemi di elaborazione dell'informazione; - è in grado di interagire efficacemente con gli esperti dei diversi settori applicativi, al fine di comprendere le specifiche esigenze di progetto; - è in grado di descrivere in modo chiaro e comprensibile le soluzioni e gli aspetti tecnici del proprio ambito di competenze agli utenti finali e agli organi decisionali; - sa addestrare collaboratori, coordinare e partecipare a gruppi di progetto nell'industria, pianificare e condurre la formazione; - è in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, la lingua inglese con riferimento anche ai lessici disciplinari.

### **Sbocchi lavorativi**

L'Ingegnere progettista di sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione può trovare occupazione presso industrie operanti negli ambiti della produzione hardware e software, industrie per l'automazione e la robotica,

imprese operanti nell'area dei multimedia, imprese di servizi e per la sicurezza, industrie operanti nel settore spaziale, imprese operanti nella salvaguardia dell'ambiente e nel turismo, oppure operare come liberi professionisti.

# **Frequentare**

## **Laurearsi**

La prova finale consiste nella discussione della tesi di laurea che viene svolta dal candidato sotto la supervisione di un docente del Corso di Studio e costituisce un banco di prova per la verifica delle conoscenze acquisite dallo studente e della sua capacità di approfondirle, applicarle in modo autonomo in un contesto specifico e presentarle con capacità di sintesi. Lo svolgimento della tesi di laurea dovrà comportare lo sviluppo di una originale e significativa attività progettuale, orientata ad affrontare problematiche progettuali in contesti applicativi innovativi, o riguardare aspetti di base e /o metodologici con particolare attenzione ai problemi della ricerca nel settore. In entrambi le tipologie di tesi, verrà favorito, l'inserimento nelle attività svolte nell'ambito di progetti di ricerca e la pubblicazione di risultati nella letteratura scientifica del settore. La prova finale deve valutare l'elaborato e la presentazione del lavoro del candidato con riferimento ai risultati di apprendimento attesi.

# Organizzazione

## Presidente del Corso di studio - Presidente del Consiglio di area didattica

Domenico Lembo

## Tutor del corso

ALESSANDRO DE LUCA  
GIORGIO GRISETTI  
LUCA IOCCHI  
DANIELE NARDI

## Manager didattico

Antonella Palombo

## Rappresentanti degli studenti

Michele Leighab

## Docenti di riferimento

GIUSEPPE ORIOLO  
DANILO COMMINIELLO  
ROBERTO NAVIGLI  
CHRISTIAN NAPOLI  
ANTONIO FRANCHI  
MARILENA VENDITTELLI

## Regolamento del corso

Sapienza Università di Roma Regolamento Didattico del Corso di Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica (Master of Science in Artificial Intelligence and Robotics) Classe LM-32 Ingegneria Informatica Ordine degli Studi 2024/2025 Il laureato magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica deve essere dotato di una approfondita preparazione e di una vasta cultura scientifica, per affrontare la natura multi-disciplinare delle metodologie impiegate in intelligenza artificiale e robotica, nonché la varietà dei possibili domini di applicazione. Il laureato magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica si troverà infatti ad interagire da un lato con specialisti di diversi settori dell'ingegneria (informatica, meccanica, elettronica, automatica) e dall'altro con esperti e utenti delle molteplici aree applicative interessate. Tra queste ultime sono da considerare tutte quelle aree dove hanno rilievo la rappresentazione e l'uso della conoscenza, il ragionamento automatico basato su conoscenza o informazioni sensoriali, la pianificazione delle azioni in tempo reale e/o in presenza di incertezza, l'autonomia operativa di dispositivi mecatronici, l'automazione dei processi complessi, la robotica industriale e dei servizi, il riconoscimento ed interpretazione di immagini e video e la ricostruzione e simulazione di scene e ambienti, le interazioni fisiche e cognitive utente-macchina. Per la formazione di un ingegnere laureato magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica, sono necessarie una solida e ampia cultura di base e delle discipline dell'ingegneria, specifiche conoscenze di Informatica ed Automatica, e un'adeguata attività progettuale. Il percorso formativo della Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica si basa sul presupposto che lo studente abbia acquisito preliminarmente le conoscenze relative alla cultura scientifica di base e alle discipline dell'Ingegneria. A questo scopo sono previsti per la laurea magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica diversi percorsi formativi in relazione alla tipologia di laurea ed al curriculum del candidato. Il percorso formativo prevede l'insegnamento in lingua inglese, consentendo l'accesso anche a studenti provenienti da altri paesi. Favorisce quindi l'integrazione e lo scambio di conoscenze in un contesto internazionale e contribuisce alla formazione di ingegneri che possano operare in progetti multidisciplinari. Il completamento del curriculum consente allo studente sia di approfondire le proprie conoscenze in settori specifici sia di perfezionare le proprie capacità comunicative attraverso corsi seminariali. Per fornire un'adeguata esperienza nello sviluppo di progetti complessi e nella risoluzione di problemi avanzati nei settori dell'Intelligenza Artificiale e della Robotica il curriculum prevede

lo svolgimento di una tesi di laurea che comporta l'acquisizione di 30 crediti. Requisiti di ammissione e crediti riconoscibili ===== L'accesso alla Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica è regolamentato dai sotto indicati criteri per la verifica dei requisiti curricolari. Verrà effettuata una valutazione preventiva della carriera pregressa. Gli allievi saranno ammessi se la somma di crediti riconoscibili nelle materie di base e caratterizzanti nei SSD sotto riportati è complessivamente superiore a 96. Sulla base della valutazione della carriera verrà individuato un percorso formativo. ING-IND/03 Meccanica del volo ING-IND/04 Costruzioni e strutture aerospaziali ING-IND/05 Sistemi aerospaziali, ING-IND/07 Propulsione aerospaziale ING-IND/13 Meccanica applicata alle macchine ING-IND/14 Progettazione meccanica e costruzione di macchine ING-IND/31 - Elettrotecnica ING-IND/35 - Ingegneria economica e gestionale ING-INF/01 - Elettronica ING-INF/02 - Campi elettromagnetici ING-INF/03 - Telecomunicazioni ING-INF/04 - Automatica ING-INF/05 - Sistemi di elaborazione delle informazioni ING-INF/06 - Bioingegneria elettronica ed informatica ING-INF/07 - Misure elettriche ed elettroniche INF/01 - Informatica CHIM/07 - Fondamenti chimici delle tecnologie FIS/01 - Fisica sperimentale MAT/02 - Algebra MAT/03 - Geometria MAT/05 - Analisi matematica MAT/06 - Probabilità e statistica matematica MAT/08 - Analisi numerica MAT/09 - Ricerca Operativa M-FIL/02 - Logica e filosofia della scienza SECS-S/02 - Statistica per la ricerca sperimentale e tecnologica Inoltre gli studenti debbono possedere una buona padronanza, in forma scritta e parlata, della lingua inglese, almeno al livello di competenza B2. Una commissione appositamente preposta dal Consiglio d'Area Didattica valuterà la preparazione personale dello studente sulla base dei seguenti elementi: - media voti laurea triennale - pertinenza del curriculum di studio della laurea di primo livello; - altre attività extracurricolari, incluse attività lavorative ed altre attività formative; - colloquio. Descrizione del percorso formativo =====

L'articolazione del percorso formativo porterà il laureato magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica ad acquisire, oltre alle competenze caratterizzanti la figura professionale, competenze specifiche ad uno dei settori dell'Ingegneria Informatica e/o Automatica. Il completamento del percorso formativo consente allo studente sia di approfondire le proprie conoscenze nel settore di interesse, sia di perfezionare le proprie capacità comunicative attraverso corsi seminari. Per fornire un'adeguata esperienza nello sviluppo di una capacità di risoluzione di problemi e di progettazione di sistemi di Intelligenza Artificiale e Robotica il curriculum prevede lo svolgimento di una tesi di laurea che comporta l'acquisizione di 30 crediti. Il percorso formativo è articolato come segue: ? Insegnamenti caratterizzanti obbligatori (42 crediti), che forniscono le competenze di base comuni nei campi dell'Intelligenza Artificiale, della Robotica, dell'Informatica Grafica e della Visione ? Insegnamenti caratterizzanti specialistici (12 crediti a scelta), che forniscono le competenze specialistiche con la scelta tra 2 ambienti principali, Robotica o Intelligenza Artificiale ? Insegnamenti affini ed integrativi (18 crediti a scelta), che forniscono competenze da SSD affini diversi da quelli caratterizzanti ? Insegnamento seminariale (3 crediti) ? Insegnamento di programmazione robotica (3 crediti) ? Insegnamenti a scelta libera dello studente (12 crediti) ? Tesi di laurea (30 crediti) Per ciascun insegnamento possono essere previste lezioni frontali, esercitazioni, laboratori, lavori di gruppo, ed ogni altra attività che il docente ritenga utile alla didattica. La verifica dell'apprendimento relativa a ciascun insegnamento avviene di norma attraverso un esame (E) che può provvedere prove orali e/o scritte secondo modalità definite dal Docente e comunicate insieme al programma. Per alcune attività non è previsto un esame ma un giudizio di idoneità (V) anche in questo caso le modalità di verifica sono definite dal docente. La laurea magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica prevede un percorso di eccellenza che ha lo scopo di valorizzare la formazione degli studenti iscritti, meritevoli ed interessati ad attività di approfondimento e di integrazione culturale. Il percorso di eccellenza consiste in attività formative aggiuntive a quelle del corso di studio al quale è iscritto lo studente. Il complesso di tali attività non dà luogo al riconoscimento di crediti utilizzabili per il conseguimento dei titoli universitari rilasciati dalla Sapienza Università di Roma. L'accesso al percorso di eccellenza avviene al termine del primo anno di corso, su domanda dello studente, che deve essere in possesso dei requisiti minimi illustrati nell'apposito bando. Ad ogni studente verrà assegnato un tutore. Le modalità di accesso e le attività previste per il percorso di eccellenza sono indicate nel sito web del corso. La prova finale consiste nella discussione della tesi di laurea e comporta l'acquisizione di 30 crediti. La tesi di laurea viene svolta dal candidato sotto la supervisione di un docente del Corso di Studio e costituisce un banco di prova per la verifica delle conoscenze acquisite dallo studente e della sua capacità di approfondirle, applicarle in modo autonomo in un contesto specifico e presentarle con capacità di sintesi. Lo svolgimento della tesi di laurea dovrà comportare lo sviluppo di una significativa attività progettuale, orientata ad affrontare problematiche in contesti applicativi innovativi, o riguardare aspetti di ricerca di base e /o metodologici. In entrambi le tipologie di tesi, verrà favorito lo sviluppo di soluzioni originali ed innovative, l'inserimento nelle attività svolte nell'ambito di progetti di ricerca e la pubblicazione di risultati nella letteratura scientifica del settore. La prova finale deve valutare l'elaborato e la presentazione del lavoro del candidato con riferimento ai risultati di apprendimento attesi. Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati ===== La Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica permette di progettare e realizzare sistemi robotici e sistemi per l'elaborazione dell'informazione e loro componenti specifici. Gli ambiti professionali tipici per i laureati magistrali in Intelligenza Artificiale e Robotica sono quelli dell'innovazione e dell'automazione industriale, della robotica di servizio e domestica, della progettazione di sistemi automatici avanzati, di sistemi di video

sorveglianza per la sicurezza pubblica e privata, sistemi video per il controllo della qualità applicati alla produzione, ai servizi e al turismo. I principali profili professionali formati dalla Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica sono: 1. Ingegnere progettista di sistemi robotici e sistemi automatici avanzati 2. Ingegnere progettista di sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione Ingegnere progettista di sistemi robotici e sistemi automatici avanzati Funzione in un contesto di lavoro: Progettista di sistemi robotici per applicazioni industriali o di servizio, in particolare da impiegare nella sicurezza, in medicina, in ambienti remoti e/o ostili, nei trasporti, nella difesa, in ambito domestico e di supporto all'attività di persone con diverse abilità fisiche e/o cognitive. Competenze associate alla funzione: L'Ingegnere progettista di sistemi robotici e sistemi automatici avanzati: - analizza, progetta, realizza e verifica le prestazioni di sistemi robotici e sistemi di controllo automatico; - è in grado di interagire efficacemente con gli esperti dei diversi settori applicativi, al fine di comprendere le specifiche esigenze di progetto; - è in grado di descrivere in modo chiaro e comprensibile le soluzioni e gli aspetti tecnici del proprio ambito di competenze agli utenti finali e agli organi decisionali; - sa addestrare collaboratori, coordinare e partecipare a gruppi di progetto nell'industria, pianificare e condurre la formazione; - è in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, la lingua inglese con riferimento anche ai lessici disciplinari. Sbocchi occupazionali: L'Ingegnere progettista di sistemi robotici e sistemi automatici avanzati può trovare occupazione presso industrie per l'automazione e la robotica, industrie operanti negli ambiti della produzione hardware e software, imprese di servizi e per la sicurezza, industrie operanti nel settore spaziale, imprese operanti nella salvaguardia dell'ambiente e nel turismo, oppure operare come liberi professionisti. Ingegnere progettista di sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione Funzione in un contesto di lavoro: Il progettista di sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione analizza, progetta e verifica sistemi di elaborazione dell'informazione caratterizzati dall'uso di metodi e tecniche di intelligenza artificiale. Esempi di tali sistemi sono: sistemi di knowledge management e di estrazione di conoscenza da grandi quantità di dati; sistemi grafici e di animazioni, in particolare per l'industria del cinema e dei videogiochi; sistemi di videosorveglianza e sistemi video per il monitoraggio e la valutazione della qualità della produzione e dei servizi; sistemi per la gestione della complessità. Competenze associate alla funzione: L'ingegnere progettista di sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione: - analizza, progetta, realizza e verifica le prestazioni di sistemi di elaborazione dell'informazione; - è in grado di interagire efficacemente con gli esperti dei diversi settori applicativi, al fine di comprendere le specifiche esigenze di progetto; - è in grado di descrivere in modo chiaro e comprensibile le soluzioni e gli aspetti tecnici del proprio ambito di competenze agli utenti finali e agli organi decisionali; - sa addestrare collaboratori, coordinare e partecipare a gruppi di progetto nell'industria, pianificare e condurre la formazione; - è in grado di utilizzare fluentemente, in forma scritta e orale, la lingua inglese con riferimento anche ai lessici disciplinari. Sbocchi occupazionali: L'Ingegnere progettista di sistemi intelligenti di elaborazione dell'informazione può trovare occupazione presso industrie operanti negli ambiti della produzione hardware e software, industrie per l'automazione e la robotica, imprese operanti nell'area dei multimedia, imprese di servizi e per la sicurezza, industrie operanti nel settore spaziale, imprese operanti nella salvaguardia dell'ambiente e nel turismo, oppure operare come liberi professionisti. Norme relative alle iscrizioni ad anni successivi per studenti provenienti da altro corso di laurea o altro ateneo

===== Per iscriversi al secondo anno del corso di studi lo studente proveniente da altro corso di laurea o altro ateneo deve aver acquisito almeno 30 dei crediti previsti per il primo anno. Non sono previste propedeuticità. Non sono previsti obblighi di frequenza se non per attività di laboratorio o altre attività pratiche. Lo studente, già iscritto ad un Corso di Laurea Specialistica o Magistrale, può chiedere il passaggio al Corso di Laurea in Intelligenza artificiale e Robotica organizzato secondo le norme del DM 270/04 (Ordinamento 270), presentando domanda presso la Segreteria Amministrativa delle Facoltà di Ingegneria (c/o città universitaria). La domanda deve essere redatta secondo le modalità previste dalla Segreteria Amministrativa e dovrà comunque prevedere l'elenco degli esami superati per i quali si richiede il riconoscimento. Il Consiglio d'Area Didattica delibererà gli esami riconosciuti e i crediti attribuiti. Il Consiglio d'Area Didattica provvederà inoltre, di concerto con lo studente, a definire il completamento del curriculum dello studente nell'ambito dell'Ordinamento 270 in accordo al presente Manifesto. Il passaggio di Ordinamento con il relativo riconoscimento dei crediti già acquisiti e il piano di completamento del curriculum dovranno essere approvati con specifica delibera del Consiglio d'Area e avranno validità dalla data della seduta del Consiglio nella quale sarà presa la delibera. Una volta effettuato il passaggio al nuovo ordinamento non sarà possibile ritornare al precedente ordinamento e potranno essere sostenuti solo esami dell'Ordinamento che segue il DM 270/04. Trasferimenti. Gli studenti che intendono trasferirsi al Corso di Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica, devono presentare domanda presso la Segreteria Amministrativa delle Facoltà di Ingegneria (c/o città universitaria). La domanda deve essere redatta secondo le modalità previste dalla Segreteria Amministrativa e dovrà comunque prevedere l'elenco degli esami superati per i quali si richiede il riconoscimento. Il Consiglio d'Area Didattica delibererà gli esami riconosciuti e i crediti attribuiti, provvederà inoltre, di concerto con lo studente alla definizione del percorso formativo, che, nel rispetto dell'ordinamento didattico e dei contenuti formativi del Corso di Laurea Magistrale in Intelligenza Artificiale e Robotica, potrà tenere conto del percorso già svolto. Periodi di studio all'estero. I corsi seguiti nelle Università

Europee o estere, con le quali la Facoltà di Ingegneria dell'Informazione, Informatica, Statistica ha in vigore accordi, progetti e/o convenzioni, vengono riconosciuti secondo le modalità previste dagli accordi. Gli studenti possono, previo autorizzazione del consiglio del Corso di Laurea, svolgere un periodo di studio all'estero nell'ambito del progetto LLP Erasmus. In conformità con il Regolamento didattico di Ateneo nel caso di studi, esami e titoli accademici conseguiti all'estero, il Corso di Laurea esamina di volta in volta il programma ai fini dell'attribuzione dei crediti nei corrispondenti settori scientifici disciplinari. Informazioni generali

===== Programmi e testi d'esame: Il programma degli insegnamenti e i materiali didattici e informativi sono consultabili sul sito web del corso, accessibile dal catalogo corsi di ateneo:

<https://corsidilaurea.uniroma1.it/> Servizi di tutorato: docenti appositamente delegati svolgono attività di orientamento in ingresso, secondo le modalità e gli orari indicati sul sito del Corso di Laurea. Per quanto riguarda l'orientamento in itinere, il Consiglio di Area Didattica assegna ad ogni studente un tutor, scelto tra i docenti del Corso di Laurea: il tutor ha il compito di aiutare e indirizzare lo studente nel percorso formativo, con particolare riguardo a eventuali situazioni di parziale o totale inattività dello studente. Inoltre il Corso di Laurea si avvale dei servizi di tutorato messi a disposizione dalla Facoltà, compatibilmente alle risorse economiche, utilizzando anche appositi contratti integrativi. Valutazione della qualità: Il Corso di Laurea, in collaborazione con la Facoltà, effettua la rilevazione dell'opinione degli studenti frequentanti per tutti i corsi di insegnamento tenuti. Il sistema di rilevazione è integrato con un percorso qualità la cui responsabilità è affidata alla Commissione per la gestione dell'assicurazione della qualità della didattica, nominata dal Consiglio di Area Didattica e comprendente docenti, studenti e personale dei corsi di studio gestiti dal Consiglio. I risultati delle rilevazioni e delle analisi di tale commissione sono utilizzati per effettuare azioni di miglioramento delle attività formative.

# Assicurazione qualità

## Consultazioni iniziali con le parti interessate

Le aziende sono state consultate, a livello di Facoltà, a partire dal 2006 attraverso il Protocollo di Intesa 'Diamoci Credito', ora Figi. Aree di interesse sono: progettazione e valutazione dei corsi di studio per sviluppare un'offerta adeguata all'esigenze del mondo del lavoro, integrazione delle competenze delle imprese nel processo formativo dei corsi di laurea, orientamento studenti in ingresso e in uscita, attivazione di programmi di ricerca d'interesse tra Dipartimenti e grandi imprese. Il 2/12/08 il comitato di indirizzo e controllo ha approvato l'Off.F. 2009/10. La Tecnip il 05/12/2008 ha espresso parere favorevole all'istituzione del corso. La Finmeccanica relativamente al corso ha confermato che: 'la tematica riscuote un forte interesse industriale. Prevediamo che ci saranno crescenti attività nel campo dell'intelligenza artificiale, della robotica, delle piattaforme non abitate.' Nell'incontro finale della consultazione a livello di Ateneo del 19/01/2009, considerati i risultati della consultazione telematica che lo ha preceduto, le organizzazioni intervenute hanno valutato favorevolmente la razionalizzazione dell'Offerta Formativa della Sapienza, orientata, oltre che ad una riduzione del numero dei corsi, alla loro diversificazione nelle classi che mostrano un'attrattività elevata e per le quali vi è una copertura di docenti più che adeguata. Inoltre, dopo aver valutato nel dettaglio l'Offerta Formativa delle Facoltà, le organizzazioni stesse hanno espresso parere favorevole all'istituzione dei singoli corsi.

## Consultazioni successive con le parti interessate

Attività svolte a livello di facoltà ===== E' stato condotto da Cesop Communication un focus group per indagare gli aspetti di notorietà e qualità dei CdS della Facoltà, ed ha visto la partecipazione di 6 responsabili aziendali in una sessione di due ore. Le aree indagate sono state: - Conoscenza offerta formativa - Comunicazione e rapporti Università – Aziende - Attività aziendale relativa alla selezione e al fabbisogno professionale Le aziende coinvolte sono state Capgemini, Altran, Fater, TIM, Deloitte e Infocert, rappresentative dei principali sbocchi occupazionali previsti dal corso di studio. Nel 2017 le aziende hanno assunto 2000 persone con profilo coerente con quello formato dai CdS della Facoltà: il 73,5% era laureato ed il contratto maggiormente utilizzato è stato a tempo indeterminato (67,4%). L'ingegnere informatico e gli informatici sono le figure professionali che hanno riscosso maggiore successo. Fatte 100 le figure considerate dallo studio, l'ingegnere informatico è presente mediamente nel 19,8% dei casi e per il 22,3% è stato ritenuto potenzialmente interessante per future assunzioni. Conoscenza offerta formativa: La conoscenza dell'offerta formativa dei corsi è risultata in generale limitata e spesso generica, con una maggiore competenza riscontrata tra i responsabili di linea piuttosto che tra i responsabili del reclutamento. Questo elemento si ripercuote negativamente anche sulla comunicazione tra Atenei ed aziende. Per le aziende è difficile riuscire a orientarsi in una pluralità di offerte molto specialistiche e spesso non coerenti con l'offerta del mercato del lavoro. Comunicazione e rapporti Università – Aziende: Secondo i partecipanti al focus group, la comunicazione dell'università con le aziende dovrebbe essere migliorata. Il rapporto diretto con le aziende è stato considerato il migliore mezzo per aumentare la conoscenza dell'offerta formativa. In particolare le collaborazioni e gli incontri tra università e aziende sono stati considerati i mezzi più utili per presentare i corsi. Tuttavia il mezzo che ha veicolato maggiormente queste informazioni è stata la rete. Secondo i partecipanti al focus group, vi è una mancanza di referenti certi e di una struttura dedicata alla gestione dei rapporti con le aziende. Ogni Dipartimento si autogestisce e i tempi di risposta sono troppo lunghi. Attività aziendale relativa alla selezione e al fabbisogno professionale: Nella formazione dei giovani, le aziende premiano per importanza le soft skill, anche se di poco, e non riconoscono i corsi della Sapienza in grado di formare gli studenti su queste particolari attitudini e competenze. Le skill vengono valutate dalle aziende principalmente mediante colloqui individuali. Le aziende affermano che la soft skill sulla quale le università possono incidere maggiormente è la «Capacità di adattamento alle esigenze delle organizzazioni». Anche la «Capacità di collaborare con gli altri in modo costruttivo» dovrebbe essere una soft skill ad appannaggio dei corsi universitari. A valle dei risultati dell'indagine CESOP condotta mediante focus group, i CdS concordano di tenere conto delle seguenti indicazioni: - Introdurre all'interno degli insegnamenti attività formative orientate allo sviluppo delle soft skill; - Migliorare l'awareness dell'offerta formativa dei CdS, esplicitando le competenze sviluppate in relazione alle esigenze del mondo del lavoro; - Migliorare l'awareness e il rapporto università/aziende sviluppando la collaborazione e gli incontri con le aziende; - Sviluppare una attività di "marketing" dei CdS maggiormente strutturata. Attività svolte a livello di corso di laurea

===== Il corso di laurea ha messo in campo diverse azioni in risposta alle indicazioni menzionate in precedenza. In particolare: - Introdurre all'interno degli insegnamenti attività formative orientate allo sviluppo delle soft skill; Le soft skills rivestono un ruolo particolarmente significativo

all'interno dell'insegnamento Robot Programming, che richiede agli studenti di collaborare nell'ambito della proposta e realizzazione di un progetto. L'opportunità di sviluppare soluzioni per problemi applicativi tratti dall'ambiente produttivo contribuisce notevolmente a potenziare l'adattabilità degli studenti alle esigenze delle organizzazioni. Va sottolineato che queste competenze trasversali vengono ulteriormente sviluppate attraverso il lavoro di tesi previsto per la prova finale (30 CFU). - Migliorare l'awareness dell'offerta formativa dei CdS, esplicitando le competenze sviluppate in relazione alle esigenze del mondo del lavoro; Questo è stato principalmente curato attraverso iniziative di orientamento in ingresso, durante le quali le attività e le presentazioni si sono concentrate sull'obiettivo principale di chiarire le competenze che gli studenti acquisiranno durante il corso di laurea. In particolare, si è puntato a collegare queste competenze in modo esplicito alle richieste e alle esigenze del mondo del lavoro, così come alle principali figure professionali. Fra le varie iniziative che hanno coinvolto direttamente il corso di studi ricordiamo: Open DIAG, giornate di orientamento dei corsi di studio del Dipartimento di Ingegneria Informatica, Automatica e Gestionale, tenutesi il 21 ed il 22 Febbraio 2024; Open Day della Facoltà I3S, tenutosi il 23 Febbraio 2024, presso l'aula Magna della Sapienza; Porte Aperte alla Sapienza, tenutosi dal 20 al 23 Marzo 2024, presso la sede principale della Sapienza. - Migliorare l'awareness e il rapporto università/aziende sviluppando la collaborazione e gli incontri con le aziende; Molti docenti del corso di studio coinvolgono esperti del mondo aziendale all'interno delle lezioni dei propri insegnamenti, tramite erogazione di seminari o presentazioni a contenuto tecnico sull'utilizzo in ambito produttivo dei metodi e delle soluzioni trattati a lezione. Il Consiglio di Area Didattica in Ingegneria Informatica ha un comitato di indirizzo delegato alla gestione dei rapporti con le aziende. Il beneficio derivante dall'azione del comitato è duplice: da un lato il corso di studi recepisce costantemente le esigenze delle aziende e del mondo del lavoro, individuando velocemente nuove eventuali competenze richieste, con conseguente possibile revisione dei programmi degli insegnamenti o dell'organizzazione del corso di studi; dall'altro le aziende acquisiscono maggiore consapevolezza riguardo ai contenuti dei corsi di laurea del CAD. - Sviluppare un'attività di "marketing" dei CdS maggiormente strutturata. Il CAD a cui il corso di studio afferisce svolge una serie di iniziative di comunicazione, anche rivolte al grande pubblico. Ad esempio, ha avuto una pagina dedicata all'interno del dossier alta formazione del Messaggero, uscito il 26 Marzo 2024, ed ha intrapreso una campagna di comunicazione all'estero con il supporto della società Study International (con sede nel Regno Unito). La campagna in questione, avviata il 1 marzo 2024, è condotta su 10 paesi stranieri ed ha avuto nel suo primo mese circa 100.000 visualizzazioni sui siti web, social media, e canali di diffusione utilizzati.

## **Organizzazione e responsabilità della AQ del Cds**

Il Sistema di Assicurazione Qualità (AQ) di Sapienza è descritto diffusamente nelle Pagine Web del Team Qualità consultabili all'indirizzo <https://www.uniroma1.it/it/pagina/team-qualita>. Nelle Pagine Web vengono descritti il percorso decennale sviluppato dall'Ateneo per la costruzione dell'Assicurazione Qualità Sapienza, il modello organizzativo adottato, gli attori dell'AQ (Team Qualità, Comitati di Monitoraggio, Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti, Commissioni Qualità dei Corsi di Studio), i Gruppi di Lavoro attivi, le principali attività sviluppate, la documentazione predisposta per la gestione dei processi e delle attività di Assicurazione della Qualità nella Didattica, nella Ricerca e nella Terza Missione. Le Pagine Web rappresentano inoltre la piattaforma di comunicazione e di messa a disposizione dei dati di riferimento per le attività di Riesame, di stesura delle relazioni delle Commissioni Paritetiche Docenti-Studenti e dei Comitati di Monitoraggio e per la compilazione delle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca. Ciascun Corso di Studio e ciascun Dipartimento ha poi facoltà di declinare il Modello di Assicurazione Qualità Sapienza definito nelle Pagine Web del Team Qualità nell'Assicurazione Qualità del CdS/Dipartimento mutuandolo ed adattandolo alle proprie specificità organizzative pur nel rispetto dei modelli e delle procedure definite dall'Anvur e dal Team Qualità. Le Pagine Web di CdS/Dipartimento rappresentano, unitamente alle Schede SUA-Didattica e SUA-Ricerca, gli strumenti di comunicazione delle modalità di attuazione del Sistema di Assicurazione Qualità a livello di CdS/Dipartimento.