



Scienze matematiche per l'intelligenza artificiale (2024)

Il corso

Codice corso: 31778

Classe di laurea: L-35

Durata: 3 anni

Lingua: ITA

Modalità di erogazione:

Dipartimento: MATEMATICA

Presentazione

Il corso di Laurea in Scienze Matematiche per l'Intelligenza Artificiale consiste di un unico curriculum, che è organizzato in attività formative caratterizzate da rigore logico ed elevato livello di astrazione, caratteristiche di un corso di laurea in matematica, affiancate da insegnamenti di informatica, sia teorici che più prettamente algoritmici e di programmazione. Gli strumenti teorici vengono successivamente utilizzati per introdurre i concetti fondamentali dell'intelligenza artificiale e del machine learning. Accanto a questi insegnamenti fondamentali, il curriculum prevede insegnamenti in cui gli strumenti acquisiti vengono applicati a diverse discipline, dalla fisica alla biologia, che fornisce, con le neuroscienze e la bio-informatica, un paradigma sullo sviluppo e sulla natura dell'intelligenza. Nei primi due anni, viene fornita buona parte della matematica di base e degli elementi di informatica e programmazione necessari per lo sviluppo degli argomenti successivi. In particolare, nel primo anno per matematica sono previsti insegnamenti di analisi, algebra, geometria e probabilità e statistica, mentre per informatica gli insegnamenti si concentrano soprattutto sull'acquisizione di tecniche di programmazione, con una forte presenza di attività in laboratorio. A partire dal secondo semestre, gli strumenti acquisiti vengono applicati allo studio della fisica e delle neuroscienze. Nel secondo anno si intensifica la contaminazione fra matematica, informatica e applicazioni con lo studio degli algoritmi e della loro complessità, dell'analisi numerica e dell'ottimizzazione, delle tecniche di machine learning e dell'intelligenza artificiale applicate all'analisi di grandi moli di dati, e con gli aspetti matematici della fisica e della costruzione di modelli. Il terzo anno è dedicato al consolidamento e al completamento degli insegnamenti del corso di studi, tramite insegnamenti sui processi stocastici e applicazioni alla bio-informatica. Inoltre, il terzo anno del corso di studi è dedicato anche allo sviluppo delle inclinazioni personali dello studente, permettendo il raccordo con le diverse lauree magistrali alle quali gli studenti di Scienze per l'Intelligenza Artificiale possono avere accesso. A questo sono dedicati i numerosi corsi opzionali, che permettono di scegliere un percorso più vicino agli aspetti matematici o a quelli informatici dell'intelligenza artificiale, oppure ancora scegliere un percorso più vicino alle applicazioni. Infine, il cammino proposto include insegnamenti utili per il mondo del lavoro, come lo studio dell'inglese, gli aspetti etici dell'intelligenza artificiale, e le tecniche di comunicazione scientifica. Il corso di studi si conclude in una prova finale che consiste nella discussione pubblica di un elaborato (tesi) svolto in autonomia dallo studente, assistito da un docente, su un tema oggetto del percorso di studi.

Percorso formativo

Curriculum unico

1° anno

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10616928 ALGEBRA LINEARE E STRUTTURE ALGEBRICHE	1°	12	ITA
ALGEBRA LINEARE	1°	3	ITA
STRUTTURE ALGEBRICHE	1°	9	ITA
10599697 ANALISI I	1°	9	ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi formativi.

Il corso si propone di fornire in maniera rigorosa e al tempo stesso concreta le basi dell'analisi matematica. Lo studente dovrà familiarizzarsi con gli elementi del calcolo, sia dal punto di vista degli esercizi pratici che da quello delle definizioni astratte e dei teoremi. Le dimostrazioni dei teoremi principali mettono in luce alcuni aspetti profondi dell'analisi matematica, ed offrono allo studente l'opportunità di sviluppare uno spirito critico nei confronti degli strumenti del calcolo, che sarà fondamentale durante l'intero percorso di laurea.

Obiettivi specifici:

Il corso tratta i fondamenti dell'analisi matematici. In particolare:

Il sistema dei numeri interi, razionali e reali
I concetti di funzione e limite di una funzione
Successioni
Serie
Continuità
Derivate
I teoremi fondamentali del calcolo differenziale
Studi di funzione
Polinomi e serie di Taylor
Integrali

Conoscenza e comprensione:

Lo studente acquisirà la padronanza dei concetti fondamentali del calcolo differenziale ed integrale.

Applicazione di conoscenza e comprensione:

Lo studente sarà in grado di comprendere il comportamento di funzioni anche non semplici, analizzandole con i metodi del calcolo differenziale ed integrale; sarà in grado di valutare la convergenza di serie numeriche e di Taylor; sarà in grado di calcolare integrali di funzione.

Autonomia di giudizio:

Lo studente saprà valutare le difficoltà insite nella definizione rigorosa dei fondamenti dell'analisi matematica.

Abilità comunicative:

Lo studente sarà in grado di comunicare in maniera concisa, efficace e formalmente corretta gli enunciati di teoremi di analisi matematica, le loro dimostrazioni, nonché la soluzione di esercizi.

Capacità di apprendimento:

Lo studente svilupperà la capacità di comprendere enunciati teorici formulati in maniera rigorosa, e di verificarne l'applicazione in problemi concreti.

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10603314 FONDAMENTI DI PROGRAMMAZIONE CON LABORATORIO	1°	9	ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali

Introduzione alla programmazione tramite il linguaggio Python.

Obiettivi specifici

Introduzione alla programmazione tramite il linguaggio Python.

Tipi di dati, variabili, assegnamenti, strutture di controllo, funzioni, classi, moduli e Input/Output.

Strutture dati: vettori, stringhe, liste, tuple e dizionari.

Progettazione e sviluppo di programmi tramite programmazione procedurale e orientata agli oggetti.

Algoritmi ricorsivi ed iterativi.

Librerie di Python per la grafica, per la gestione dei file, per l'elaborazione di testi/html e per l'accesso ad Internet.

Debugging e testing di programmi.

Conoscenza e comprensione

Lo studente arriverà a essere in grado di comprendere e definire i requisiti di un problema, decidere come rappresentare le informazioni in input e quali strutture dati usare per le elaborazioni intermedie e per l'output, definire l'algoritmo di soluzione, codificare l'algoritmo sotto forma di programma Python, modularizzare il programma in piccole funzioni/metodi separate e verificare tramite test che il programma segua i requisiti.

Applicazione di conoscenza e comprensione

Lo studente dovrà realizzare dei compiti di programmazione, indicati durante il corso, per mettere in pratica e dimostrare le conoscenze apprese.

Alla fine del corso la prova d'esame sarà basata su una prova in laboratorio in cui lo studente dovrà risolvere e programmare alcuni esercizi.

Autonomia di giudizio

Lo studente alla fine del corso deve essere in grado di scegliere autonomamente come risolvere un problema di programmazione (analisi, implementazione e test).

Abilità comunicative

Nella fase di analisi del problema e definizione dei requisiti è importante avere una buona capacità di comprensione del linguaggio.

Capacità di apprendimento successivo

Le basi dell'analisi di un problema per comprendere le specifiche e progettare sia le strutture dati necessarie che l'algoritmo più adatto è applicabile ad altri linguaggi di programmazione e potrà aiutare nei successivi corsi di programmazione.

1011790 | FISICA

2°

9

ITA

Obiettivi formativi**OBIETTIVI GENERALI**

- Apprendimento dei concetti principali della Fisica riguardanti meccanica, termodinamica, elettromagnetismo e ottica con attenzione a fenomeni della vita quotidiana e alle applicazioni a situazioni del mondo reale.
- Sviluppare abilità di problem-solving utilizzando un approccio che descriva i fenomeni fisici, combinando metodi analitici, numerici e informatici, con attenzione a controllo dimensionale e degli ordini di grandezza dei risultati.
- Sviluppare il senso critico riguardante le inevitabili incertezze delle quali bisogna tener conto quando nella soluzione di problemi si usano informazioni derivanti dal mondo reale.

OBIETTIVI SPECIFICI**A – Conoscenza e capacità di comprensione**

- Dimostrare di possedere conoscenze e capacità di comprensione, a livello post secondario, dei concetti di base impartiti nel corso e delle basi della logica dell'incerto nel trattare dati sperimentali.
- Dimostrare di saper cogliere e usare, nel processo di problem-solving, le analogie fra i diversi fenomeni fisici.

B – Capacità applicative

- Formalizzare un problema di fisica utilizzando gli strumenti dell'algebra, della geometria e dell'analisi.
- Risolvere un problema facendo uso di metodi analitici, numerici o computazionali, facendo anche uso di linguaggi di programmazione di 'alto livello'.

C – Autonomia di giudizio

Sviluppare la capacità di impostare, analizzare e risolvere problemi di fisica in forma autonoma.

D – Abilità nella comunicazione

- Comunicare informazioni, idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non.

E - Capacità di apprendere

Sviluppare le competenze necessarie per intraprendere studi successivi con un alto grado di autonomia.

10603331 | TECNICHE DI
PROGRAMMAZIONE
CON LABORATORIO

2°

9

ITA

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

Obiettivi generali:

Introdurre gli aspetti fondamentali del pensiero computazionale e della soluzione di problemi attraverso la programmazione in Python.

Offrire agli studenti le competenze necessarie per utilizzare con profitto il metodo computazionale per la soluzione dei problemi quali ad esempio la programmazione ad oggetti, la ricorsione, le strutture dati di base, e la programmazione dinamica.

Gli strumenti verranno presentati sia con una rigorosa trattazione matematica volta a valutare la correttezza e l'efficienza delle soluzioni proposte che attraverso la programmazione e numerosi esempi di problem solving computazionale.

Il corso ha una forte connotazione progettuale e prevede quindi esercitazioni settimanali in laboratorio.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione:

Fornire un'ampia panoramica sull'analisi e la progettazione di programmi in Python che richiedano una conoscenza approfondita del pensiero computazionale.

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 programmazione, mediante l'applicazione delle tecniche studiate.

Lo svolgimento di esercitazioni in laboratorio consente agli studenti di applicare le conoscenze acquisite.

Capacità critiche e di giudizio:

Essere in grado di valutare la correttezza di un programma e la sua adeguatezza rispetto ai requisiti.

Capacità comunicative:

Essere in grado di descrivere le scelte effettuate nelle soluzioni adottate e spiegare il meccanismo di esecuzione dei programmi secondo il modello adottato.

Capacità di apprendimento:

Approfondimento autonomo di alcuni argomenti presentati nel corso tramite lo svolgimento a casa di esercitazioni proposte in laboratorio.

1031978 | PROBABILITA'
E STATISTICA

2°

9

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi formativi

Il corso si pone l'obiettivo di introdurre i concetti di base della probabilità e della statistica, in particolare in relazione alla possibilità di modellizzare con metodi probabilistici alcuni problemi concreti. Nel corso verranno poi presentati vari metodi di calcolo di probabilità di eventi anche complessi, la definizione e le proprietà elementari delle variabili aleatorie discrete e continue dettagliando alcuni esempi notevoli e discutendo alcuni teoremi limite. Al termine del corso lo studente coscienzioso dovrebbe essere in grado di affrontare un problema concreto con elementi stocastici, costruire una modellizzazione probabilistica soddisfacente, identificare se e' in grado di trovare una soluzione esplicita nell'ambito della teoria svolta ed introdurre i rilevanti stimatori statistici.

10603329 |
FONDAMENTI DI
NEUROSCIENZE

2°

6

ITA

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

Obiettivi principali

L'insegnamento di Fondamenti di Neuroscienze si suddivide in due moduli che portano progressivamente lo studente ad acquisire nozioni di base sul sistema nervoso, partendo dalla sua unità funzionale (il neurone) fino ai circuiti complessi.

Questo modulo ha lo scopo di condurre lo studente a una conoscenza approfondita delle caratteristiche morfo-funzionali dei neuroni mediante la progressiva analisi delle caratteristiche biofisiche delle membrane neuronali e delle loro proprietà elettriche passive ed attive, della generazione di segnali nervosi e della loro conduzione, e della trasmissione di tale segnale lungo i circuiti nervosi costituiti dall'integrazione di più unità funzionali. Questa parte del corso richiede un'introduzione di biologia cellulare che ne ricapitoli le principali nozioni di base (struttura e funzione di organuli cellulari, acidi nucleici, membrane cellulari; sintesi proteica; caratteristiche chimico-fisiche degli ambienti intra- ed extra-cellulari).

FONDAMENTI DI
NEUROSCIENZE 2

2°

3

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi principali

L'insegnamento di Fondamenti di Neuroscienze si suddivide in due moduli che portano progressivamente lo studente ad acquisire nozioni di base sul sistema nervoso, partendo dalla sua unità funzionale (il neurone) fino ai circuiti complessi.

In questo modulo verranno affrontate nozioni fondamentali sull'anatomia ed il funzionamento dei circuiti cerebrali. Questo modulo ha lo scopo di far acquisire allo studente conoscenze utili a comprendere il rapporto struttura funzione nel sistema nervoso, con particolare riferimento alla regolazione del comportamento e dei processi mentali.

FONDAMENTI DI
NEUROSCIENZE 1

2°

3

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi principali

L'insegnamento di Fondamenti di Neuroscienze si suddivide in due moduli che portano progressivamente lo studente ad acquisire nozioni di base sul sistema nervoso, partendo dalla sua unità funzionale (il neurone) fino ai circuiti complessi.

Questo modulo ha lo scopo di condurre lo studente a una conoscenza approfondita delle caratteristiche morfo-funzionali dei neuroni mediante la progressiva analisi delle caratteristiche biofisiche delle membrane neuronali e delle loro proprietà elettriche passive ed attive, della generazione di segnali nervosi e della loro conduzione, e della trasmissione di tale segnale lungo i circuiti nervosi costituiti dall'integrazione di più unità funzionali. Questa parte del corso richiede un'introduzione di biologia cellulare che ne ricapitoli le principali nozioni di base (struttura e funzione di organuli cellulari, acidi nucleici, membrane cellulari; sintesi proteica; caratteristiche chimico-fisiche degli ambienti intra- ed extra-cellulari).

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

10603315 | ALGORITMI
E COMPLESSITA'

1°

6

ITA

Obiettivi formativi

Gli obiettivi formativi del corso sono principalmente due. Il primo è fornire una introduzione alla progettazione e analisi degli algoritmi su solide basi concettuali e matematiche. Il secondo è fornire un'introduzione al fondamentale fenomeno della complessità computazionale dei problemi algoritmici. Per quanto riguarda il primo obiettivo si fornirà in particolare una introduzione alle principali tecniche di progettazione algoritmica attraverso una serie di problemi algoritmici notevoli. Per il secondo invece, ci si concentrerà sulle nozioni di indecidibilità e di NP-completezza.

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
10604473 MODELLI MATEMATICI PER LA FISICA	1°	12	ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: Acquisire conoscenze di base in meccanica classica e nella teoria dei sistemi dinamici

Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di formulare modelli matematici di problemi di natura meccanica ed impiegare nella loro trattazione i metodi analitici e qualitativi delle equazioni differenziali ordinarie, secondo quanto esposto nel corso.

Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di: i) condurre l'analisi qualitativa nel piano delle fasi per sistemi unidimensionali conservativi ed effettuare stime quantitative; ii) studiare problemi di stabilità dell'equilibrio con i metodi (elementari) della teoria di Liapunov; iii) calcolare frequenze di modi normali relativamente a posizioni di equilibrio stabile; iv) operare una scelta appropriata di coordinate lagrangiane nel caso di particolari varietà configurazionali, riconoscere la natura variazionale delle equazioni di Lagrange e sfruttare le conseguenze che da essa discendono; v) utilizzare criteri particolari nella ricerca di integrali primi delle equazioni di Lagrange ed operare la conseguente riduzione ad un numero inferiore di gradi di libertà; vi) simulare numericamente semplici equazioni differenziali ordinarie

Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno le basi per analizzare le analogie tra gli argomenti trattati e le conoscenze già acquisite di analisi e geometria; acquisiranno inoltre importanti strumenti e idee che hanno storicamente portato alla soluzione di problemi fondamentali della meccanica classica.

Capacità comunicative: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno maturato la capacità di comunicare concetti, idee e metodologie della meccanica analitica.

Capacità di apprendimento: Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti che abbiano superato l'esame di affrontare lo studio, a livello individuale o in un corso di laurea magistrale, di aspetti specialistici della meccanica classica e, più in generale, della teoria dei sistemi dinamici.

MODELLI MATEMATICI PER LA FISICA II	1°	6	ITA
--	----	---	-----

Obiettivi formativi

Obiettivi generali: Acquisire conoscenze di base di teoria della probabilità e di meccanica statistica classica.

Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di formulare modelli matematici di sistemi a molti gradi di libertà nel caso di sistemi non interagenti e in alcuni esempi di sistemi interagenti con applicazioni a problemi scelti.

Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di: i) condurre l'analisi quantitativa di sistemi non interagenti a molti gradi di libertà utilizzando diverse regole di calcolo [ensembles microcanonico, canonico e gran canonico]; ii) padroneggiare l'equivalenza delle differenti regole di calcolo; iii) riconoscere le basi di un approccio di meccanica statistica per la trattazione di sistemi interagenti tipicamente coinvolti in problemi di fisica ma anche inferenza e machine learning.

Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame svilupperanno la capacità di pensare in termini probabilistici e statistici usando i concetti della meccanica statistica come strumento di "problem solving" sia nell'applicazione a sistemi fisici che, eventualmente, in campi diversi e più ampi (inferenza, machine learning, AI in genere, sistemi economico-sociali, biologici, medici, ...).

Capacità comunicative: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno maturato la capacità di comunicare concetti, idee e metodologie della meccanica statistica classica e la sua applicazione a sistemi con un gran numero di gradi di libertà.

Capacità di apprendimento: Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti che abbiano superato l'esame di affrontare lo studio, a livello individuale o in un corso di laurea magistrale, di aspetti specialistici della meccanica statistica classica e, più in generale, della teoria dei sistemi complessi.

MODELLI MATEMATICI PER LA FISICA I	1°	6	ITA
---------------------------------------	----	---	-----

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

Obiettivi generali: Acquisire conoscenze di base in meccanica classica e nella teoria dei sistemi dinamici

Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di formulare modelli matematici di problemi di natura meccanica ed impiegare nella loro trattazione i metodi analitici e qualitativi delle equazioni differenziali ordinarie, secondo quanto esposto nel corso.

Applicare conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame saranno in grado di: i) condurre l'analisi qualitativa nel piano delle fasi per sistemi unidimensionali conservativi ed effettuare stime quantitative; ii) studiare problemi di stabilità dell'equilibrio con i metodi (elementari) della teoria di Liapunov; iii) calcolare frequenze di modi normali relativamente a posizioni di equilibrio stabile; iv) operare una scelta appropriata di coordinate lagrangiane nel caso di particolari varietà configurazionali, riconoscere la natura variazionale delle equazioni di Lagrange e sfruttare le conseguenze che da essa discendono; v) utilizzare criteri particolari nella ricerca di integrali primi delle equazioni di Lagrange ed operare la conseguente riduzione ad un numero inferiore di gradi di libertà; vi) simulare numericamente semplici equazioni differenziali ordinarie

Capacità critiche e di giudizio: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno le basi per analizzare le analogie tra gli argomenti trattati e le conoscenze già acquisite di analisi e geometria; acquisiranno inoltre importanti strumenti e idee che hanno storicamente portato alla soluzione di problemi fondamentali della meccanica classica.

Capacità comunicative: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno maturato la capacità di comunicare concetti, idee e metodologie della meccanica analitica.

Capacità di apprendimento: Le conoscenze acquisite consentiranno agli studenti che abbiano superato l'esame di affrontare lo studio, a livello individuale o in un corso di laurea magistrale, di aspetti specialistici della meccanica classica e, più in generale, della teoria dei sistemi dinamici.

10599698 | ANALISI II

1°

9

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

Acquisire alcune conoscenze di livello avanzato dell'Analisi Matematica, in spazi di di più variabili.

Obiettivi specifici:

Conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente avrà acquisito nozioni e risultati di base relativi alla geometria e alle proprietà metriche di alcuni spazi di Hilbert ed di alcuni operatori che agiscono su di essi.

Applicare conoscenza e comprensione:

al termine del corso lo studente sarà in grado di risolvere semplici problemi che richiedano l'uso del principio delle contrazioni, le proprietà di continuità e differenziabilità di funzioni vettoriali, studiare la convergenza di successioni e serie di funzioni, risolvere equazioni

differenziali lineari a coefficienti costanti del primo e del secondo ordine, calcolare integrali di funzioni in più variabili su volumi o superfici o curve e relazionare opportuni integrali di dominio con integrali di bordo (teoremi della divergenza e del rotore).

Capacità critiche e di giudizio:

nel corso lo studente verrà in contatto con importanti elementi della moderna Analisi Matematica, ottenendo le conoscenze/competenze necessarie a riconoscere le strutture astratte che permettono di affrontare e risolvere moltissimi problemi di matematica pura o applicata.

Capacità comunicative:

lo studente sarà in grado di esporre i contenuti teorici appresi nel corso e di organizzare e comunicare i ragionamenti necessari a risolvere quesiti proposti nello svolgimento del corso.

Capacità di apprendimento:

le conoscenze acquisite saranno necessarie per affrontare i successivi corsi di Programmazione Matematica e di Machine Learning.

1031979 | METODI
NUMERICI

2°

9

ITA

Insegnamento

Semestre

CFU

Lingua

Obiettivi formativi

Obiettivi

Scopo del corso è insegnare le principali tecniche numeriche per implementare algoritmi di soluzione di problemi matematici al calcolatore.

Inoltre, lo studente saprà implementare questi algoritmi al calcolatore, verificarne la qualità, l'affidabilità e l'efficienza.

Obiettivi specifici

Alla fine del corso, lo studente conoscerà gli algoritmi classici per risolvere sistemi lineari, con metodi diretti e metodi iterativi e conoscerà semplici metodi di approssimazione e quadratura

Conoscenza e comprensione:

Comprensione degli strumenti per approssimare la soluzione di un problema matematico con un algoritmo e conoscenza di alcuni algoritmi e delle relative tecniche di analisi

Applicazione di conoscenza e comprensione

Le conoscenze apprese verranno applicate nella scrittura di programmi che implementino gli algoritmi studiati, e nella costruzione di problemi test per valutare la qualità delle soluzioni proposte.

Autonomia di giudizio

Lo studente impara ad osservare i risultati dei codici per diagnosticare problematiche negli algoritmi e nei programmi ottenuti.

Abilità comunicative

Lo studente impara a comunicare in modo tecnico e non ambiguo attraverso la scrittura di codici e nella documentazione del suo lavoro.

10603316 |
FONDAMENTI DI
INTELLIGENZA
ARTIFICIALE E
GESTIONE DEI DATI

2°

12

ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi Generali:

Presentare i metodi fondamentali dell'intelligenza artificiale che si basano su rappresentazioni simboliche di alto livello. Introdurre le principali tecniche di ricerca, i principali linguaggi per la rappresentazione della conoscenza ed i meccanismi di ragionamento associati.

Studio degli aspetti fondamentali dei sistemi di gestione dei dati e delle metodologie di progettazione di basi di dati. Più precisamente, l'obiettivo è fornire allo studente nozioni relative alle tecniche ed ai metodi per affrontare problemi di progettazione di basi di dati, con enfasi sui linguaggi di modellazione e le loro proprietà formali.

Obiettivi specifici:

Affrontare problemi di ricerca, utilizzare linguaggi per la rappresentazione della conoscenza, applicare le principali tecniche di ragionamento simbolico.

Condurre progetti per la realizzazione di basi di dati utilizzando le opportune metodologie e gli opportuni linguaggi per la modellazione e la manipolazione dei dati

Conoscenza e comprensione:

Apprendere la nozione di agente intelligente, le tecniche di ricerca automatica nello spazio delle soluzioni, meccanismi di rappresentazione della conoscenza, forme di ragionamento e programmazione logica.

Comprendere i modelli per la rappresentazione dei dati, l'uso dei sistemi di gestione di basi di dati, dei linguaggi per interagire con basi di dati, e delle metodologie di progettazione di basi di dati relazionali.

Applicare conoscenza e comprensione:

Essere in grado di effettuare ricerche nello spazio delle soluzioni, definire basi di conoscenza ed eseguire ragionamento automatico su esse.

Essere in grado di progettare basi di dati relazionali mediante opportune metodologie che garantiscono correttezza ed efficienza di quanto realizzato. Saper interrogare e manipolare le basi di dati tramite il linguaggio SQL.

Capacità critiche e di giudizio:

Saper valutare la qualità della rappresentazione simbolica, in termini di espressività e complessità computazionale.

Essere in grado di valutare la correttezza di uno schema di basi di dati e l'efficienza di una base di dati a fronte delle informazioni sul carico applicativo che graverà sui dati.

Capacità comunicative:

Essere in grado di descrivere le scelte effettuate e le metodologie di progettazione e sviluppo adottate nell'ambito di un progetto di una base di conoscenza o base di dati.

Capacità di apprendimento:

Le attività progettuali svolte durante il corso, stimoleranno lo studente all'approfondimento autonomo di alcuni argomenti presentati nel corso.

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

Obiettivi generali

Acquisire familiarità con tecniche fondamentali di machine learning supervisionato e non supervisionato; acquisire competenze di modellazione di problemi complessi attraverso tecniche di machine learning, e saperle applicare a contesti applicativi diversi.

Obiettivi specifici

Gli argomenti includono: algoritmi di clustering; metodi di ensemble, alberi e foreste decisionali; reti neurali profonde, il loro addestramento e l'interpretazione dei risultati; reti convoluzionali e architetture prominenti; teoria del deep learning con particolare riferimento a questioni di convergenza; utilizzo di framework esistenti per l'implementazione di tecniche fondamentali di machine learning; principal component analysis e autoencoders; attacchi avversari.

Conoscenza e comprensione:

Conoscenza sul funzionamento dei principali modelli di learning e loro interpretazione matematica (teoria dell'approssimazione universale). Comprensione dei limiti e delle potenzialità di modelli fondamentali di machine learning.

Applicazione di conoscenza e comprensione

Progettazione, implementazione, messa in esercizio e analisi di foreste decisionali, algoritmi di clustering, PCA e architetture di deep learning per risolvere problemi complessi in disparati ambiti applicativi.

Autonomia di giudizio

Essere in grado di valutare le prestazioni di diversi modelli, e di valutare la capacità di generalizzazione degli stessi.

Abilità comunicative

Essere in grado di comunicare con chiarezza la formulazione di un problema di apprendimento avanzato e la sua implementazione, la sua applicabilità in contesti realistici, nonché di motivare le scelte modellistico-architettoniche e di regolarizzazione.

Capacità di apprendimento successivo:

Essere in grado di apprendere tecniche alternative e più complesse quali i modelli di deep learning su grafi, i modelli generativi, le trasformate di scattering e lo studio del probilo energetico delle reti neurali. Essere in grado di implementare tecniche esistenti in maniera efficiente, robusta e affidabile.

1017662 |
OTTIMIZZAZIONE

2°

6

ITA

Obiettivi formativi

Dotare lo studente di basi metodologiche e di strumenti algoritmici per la formulazione, l'analisi e la soluzione di vari problemi di ottimizzazione, con particolare riferimento a quelli che emergono nell'ambito dell'intelligenza artificiale.

I contenuti metodologici di programmazione matematica e quelli algoritmici di ottimizzazione che caratterizzano il corso consentiranno allo studente di acquisire una rigorosa e approfondita conoscenza di modelli matematici e di metodi di ottimizzazione peculiari dell'intelligenza artificiale, e lo renderanno in grado di sviluppare algoritmi per problemi complessi di ottimizzazione e, in particolare, per l'apprendimento automatico.

3° anno**Insegnamento****Semestre****CFU****Lingua**

10603328 | BIOLOGIA
COMPUTAZIONALE

1°

6

ITA

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

Il corso mira ad illustrare i principali approcci computazionali utilizzati in Biologia per l'analisi di complessi circuiti regolativi e l'elaborazione di modelli di simulazione degli stessi circuiti.

Questa parte del corso fornirà agli studenti lo stato dell'arte sulle conoscenze dei principali sistemi regolativi a livello molecolare dell'omeostasi cellulare e sulle tecniche high-throughput che vengono utilizzate per le analisi a livello genomico, epigenomico, trascrittomico, proteomico e metabolomico.

BIOLOGIA
COMPUTAZIONALE

1°

3

ITA

Obiettivi formativi

Il corso mira ad illustrare i principali approcci computazionali utilizzati in Biologia per l'analisi di complessi circuiti regolativi e l'elaborazione di modelli di simulazione degli stessi circuiti.

Questa parte del corso presenterà gli approcci bioinformatici e computazionali che possono venire impiegati per il data-mining, l'elaborazione dei dati e la formulazione di modelli. Obiettivo finale è quello di fornire allo studente un quadro preliminare delle possibili applicazioni dei metodi computazionali in Biologia e Biomedicina.

ELEMENTI DI BIOLOGIA
MOLECOLARE

1°

3

ITA

Obiettivi formativi

Il corso mira ad illustrare i principali approcci computazionali utilizzati in Biologia per l'analisi di complessi circuiti regolativi e l'elaborazione di modelli di simulazione degli stessi circuiti.

Questa parte del corso fornirà agli studenti lo stato dell'arte sulle conoscenze dei principali sistemi regolativi a livello molecolare dell'omeostasi cellulare e sulle tecniche high-throughput che vengono utilizzate per le analisi a livello genomico, epigenomico, trascrittomico, proteomico e metabolomico.

1031451 | PROCESSI
STOCASTICI

1°

6

ITA

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

Obiettivi generali:

L'obiettivo del corso di Processi Stocastici è di dare agli studenti una panoramica dei principali processi stocastici quali le catene di Markov e il moto Browniano, spiegandone le proprietà fondamentali dinamico-probabilistiche e diverse applicazioni rilevanti quali il metodo Monte Carlo e la rappresentazione probabilistica delle soluzioni di equazioni differenziali. Verranno inoltre

introdotti concetti entropici di teoria dell'informazione per le catene di Markov.

Obiettivi specifici:

Il corso tratta prevalentemente i seguenti argomenti: catene di Markov a tempo discreto e continuo (stazionarietà, reversibilità, convergenza all'equilibrio, teorema ergodico);

metodo Monte Carlo; entropia relativa per catene di Markov (entropia di una variabile aleatoria, entropia condizionata, entropia relativa per una successione di variabili aleatorie); moto Browniano ed equazione del calore; approssimazione del moto Browniano tramite passeggiate aleatorie.

Conoscenza e comprensione:

Lo studente acquisirà conoscenze sui processi stocastici e su alcune loro applicazioni in teoria dell'informazione e matematica applicata.

Applicazione di conoscenza e comprensione:

Lo studente sarà in grado di modellizzare evoluzioni aleatorie tramite processi stocastici, studiarne il comportamento qualitativo e quantitativo. Acquisirà inoltre familiarità con i fondamenti probabilistici di importanti tecniche di simulazioni e approssimazione basate sui processi stocastici.

Autonomia di giudizio:

Lo studente sarà in grado di comprendere le problematiche relative alle dinamiche aleatorie.

Abilità comunicative:

Lo studente deve acquisire un linguaggio scientifico appropriato per esporre in modo chiaro e lineare i concetti alla base dei processi stocastici.

Capacità di apprendimento:

Il corso consente di comprendere appieno l'utilizzo dei processi stocastici in varie applicazioni, anche informatiche.

A SCELTA DELLO
STUDENTE

1°

6

ITA

AAF2227 | INGLESE

1°

4

ITA

Obiettivi formativi

Il corso si propone di migliorare la padronanza della lingua inglese, a partire dalle conoscenze che gli studenti hanno già acquisito nella scuola secondaria, con particolare attenzione all'inglese tecnico - scientifico

A SCELTA DELLO
STUDENTE

2°

6

ITA

AAF1006 | PROVA
FINALE

2°

8

ITA

Insegnamento	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi			
<p>Gli obiettivi della prova finale sono molteplici</p> <ul style="list-style-type: none"> - Preparazione di un elaborato in cui lo studente affronta un problema o un argomento vicino a quelli che sono stati trattati durante il corso di laurea, sotto la supervisione di un docente - Preparazione di una presentazione per la prova orale finale, di fronte ad una commissione di docenti. - Attraverso la preparazione dell'elaborato e della presentazione, lo studente impara a lavorare in autonomia e ad applicare le conoscenze e gli strumenti acquisiti per affrontare un problema o un argomento che non sono già stati trattati negli insegnamenti previsti - Lo studente inoltre deve presentare il risultato del suo lavoro di fronte ad una commissione, sviluppando per questo le sue capacità di comunicazione tecnica. 			
AAF2229 ETICA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE	2°	3	ITA
Obiettivi formativi			
<p>Il corso ha l'obiettivo di fornire una panoramica delle numerose questioni etiche e sociali sollevate dall'Intelligenza Artificiale e dal suo impatto sulla società e sugli individui.</p> <p>Gli studenti impareranno a conoscere le principali sfide sociali ed etiche poste dall'IA, il loro sviluppo e la loro applicazione nella vita quotidiana. L'analisi concettuale sarà supportata dalla discussione di casi di studio pratici che consentiranno affrontarle in modo critico i nodi etici dell'IA.</p>			
AAF2228 COMUNICAZIONE SCIENTIFICA	2°	3	ITA
Obiettivi formativi			
<p>Obiettivi</p> <p>Il primo obiettivo formativo del corso è preparare i giovani al dibattito scientifico sui media con un focus sulle tematiche dell'intelligenza artificiale. Lo studente avrà modo di conoscere gli strumenti e le competenze richieste per la corretta comunicazione. L'identificazione delle utenze e delle fonti. La scrittura per diversi generi testuali, la realizzazione di interviste. L'uso del web e della comunicazione "social". Il secondo obiettivo del corso è l'ottimizzazione della capacità di presentare il proprio curriculum scientifico ad un pubblico di esperti con il fine ultimo di migliorare la performance di job placement degli studenti. Il corso sarà integrato da esercitazioni pratiche.</p> <p>Conoscenze e comprensione I linguaggi della comunicazione</p> <p>Capacità di applicare conoscenze e comprensione Comunicazione di dati scientifici</p> <p>Capacità critiche e di giudizio Valutazione delle questioni critiche della comunicazione scientifica relative alla correttezza delle fonti e all'identificazione del linguaggio appropriato per le diverse utenze.</p> <p>Capacità di comunicare quanto appreso Discussione di gruppo dei temi del corso, simulazione di riunioni di redazione, simulazione di colloqui professionali.</p> <p>Capacità di proseguire lo studio in modo autonomo nel corso della vita Maturazione di capacità critica oltre che della comprensione della forza culturale della comunicazione.</p> <p>Gruppo opzionale A Gruppo opzionale B</p>			

Gruppi opzionali

— Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami —

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10603321 FISICA DEI TERREMOTI E MACHINE LEARNING	3°	1°	6	ENG

Obiettivi formativi

Questo corso affronterà aspetti della fisica dei terremoti in connessione con il data science e i metodi di intelligenza artificiale per prevedere terremoti di laboratorio utilizzando il machine learning (ML) e il deep learning (DL). Svilupperemo la teoria delle leggi costitutive dell'attrito per le faglie e mostreremo come le emissioni acustiche delle zone di faglia (laboratory foreshocks) possono essere utilizzate per prevedere i terremoti di laboratorio. La fisica dello scorrimento per attrito e la vasta gamma di modalità di scorrimento delle faglie saranno collegati a metodi di apprendimento automatico utilizzati per riconoscere l'occorrenza dei terremoti di laboratorio nei dati di onde elastiche (sismiche, acustiche). La fisica dei cambiamenti precursori nelle proprietà elastiche della zona di faglia sarà sviluppata nel contesto dei metodi ML e DL per prevedere lo stato di stress della zona di faglia, la tempistica e la magnitudo dei terremoti di laboratorio. Gli argomenti includeranno le leggi sull'elasticità, la teoria del fagliamento, le leggi di attrito rate & state, lo stato di stress nella crosta terrestre, le relazioni di magnitudo-frequenza e le leggi di scala dei terremoti, il ciclo sismico e la previsione dei terremoti.

10605218 ARCHITETTURE DEGLI ELABORATORI PER L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE	3°	1°	6	ITA
--	----	----	---	-----

Obiettivi formativi

Obiettivi generali:

L'obiettivo dell'insegnamento di Architetture per AI è di dare una panoramica delle soluzioni hardware disponibili per esecuzione dei principali algoritmi per AI. Il corso parte dalla descrizione di un architettura di calcolo general purpose, evidenziandone le caratteristiche principali e i limiti prestazionali. In seguito vengono presentate diverse soluzioni hardware per AI utili a superare i limiti delle architetture general purpose. Verranno inoltre introdotti i paradigmi di programmazione relativi alle differenti architetture per AI.

Obiettivi specifici:

Il corso tratta le principali architetture hardware utilizzate per AI. In particolare verranno presentate le seguenti architetture:

- Processori Multicore e paradigma di programmazione parallela tramite OpenMP.
- GPU e paradigma di programmazione massivamente parallelo tramite CUDA.
- TPU e programmazione con TensorFlow
- FPGA e programmazione con OpenCL/HLS

Conoscenza e comprensione:

Lo studente acquisirà conoscenza sull'organizzazione delle varie architetture hardware utilizzate per AI. Inoltre, lo studente acquisirà conoscenza su come programmare tali architetture per eseguire algoritmi per AI.

Applicazione di conoscenza e comprensione:

Lo studente sarà in grado di sviluppare algoritmi per AI su diverse architetture per AI e di valutare le prestazioni ottenibili sulle diverse architetture.

Autonomia di giudizio:

Lo studente sarà in grado di comprendere le problematiche relative alla programmazione ed alle prestazioni ottenibili dai principali algoritmi per AI su diverse architetture hardware.

Abilità comunicative:

Il corso non si propone espliciti obiettivi sulle capacità comunicative, eccetto di formare all'esposizione rigorosa degli argomenti tecnici.

Capacità di apprendimento:

Il corso consente di comprendere le differenze tra le varie architetture per AI e offre fornisce gli strumenti per poter scegliere l'architettura più adatta a seconda dello scenario applicativo.

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10603320 LOGICA E METODI PROBABILISTICI PER L'INFORMATICA	3°	2°	6	ITA

Obiettivi formativi

Obiettivi Generali

Fornire allo studente le nozioni formali fondamentali di due aspetti basilari della preparazione di uno scienziato dell'intelligenza artificiale, la logica matematica e i metodi probabilistici in informatica. A questi due aspetti sono dedicate le due sezioni del corso. La prima parte del corso ha l'obiettivo di introdurre la logica matematica come potente strumento per modellare e ragionare formalmente su diversi aspetti dell'intelligenza artificiale, in particolare la gestione dei dati, la rappresentazione della conoscenza, l'interrogazione e la revisione di dati e conoscenza. La seconda parte del corso intende illustrare alcuni aspetti fondamentali dei metodi probabilistici in Informatica quali il progetto e l'analisi degli algoritmi probabilistici, i metodi di campionamento e di allocazione probabilistica, i processi stocastici e alcune loro applicazioni all'analisi dei dati e dell'apprendimento automatico.

Obiettivi specifici

Conoscenza e comprensione

Rispetto alla prima parte del corso, lo studente impara le nozioni fondamentali della logica matematica, i principi secondo i quali si giudica la validità degli argomenti, si analizzano le relazioni tra argomenti e si valutano i rapporti inferenziali, come la deduzione, l'induzione e l'abduzione, tra essi. Rispetto alla seconda parte del corso, lo studente impara le nozioni basilari della progettazione degli algoritmi probabilistici e della loro analisi ed acquisisce le basi per applicare tali nozioni al progetto di algoritmi fondamentali in Intelligenza Artificiale, inclusi algoritmi di ricerca e ordinamento, algoritmi su reti e grafi, algoritmi di classificazione, clustering e apprendimento automatico.

Applicare conoscenza e comprensione

Lo studente acquisisce una comprensione profonda del ruolo della logica in vari aspetti dell'intelligenza artificiale e si appropria di conoscenze di base per formalizzare un problema in logica, analizzare teorie logiche e ragionare sulle relative inferenze, costruire teorie logiche per la modellazione di basi di conoscenza di media complessità, specificare in logica interrogazioni di basi di dati e di conoscenza e tradurre in programmi logici la specifica di semplici computazioni. Lo studente acquisisce una comprensione profonda del ruolo della probabilità nel progetto di algoritmi e nell'analisi dei dati e si appropria di conoscenze di base per svolgere analisi di algoritmi probabilistici, definire algoritmi probabilistici per problemi di media complessità, applicare metodi fondamentali quali il metodo di Monte Carlo, le catene di Markov, la programmazione dinamica ed i modelli bayesiani a diversi contesti, come le sequenze, i grafi, le reti, l'apprendimento automatico, la classificazione ed il clustering.

Capacità critiche e di giudizio

Lo studente è in grado di valutare la validità di affermazioni e di argomentazioni, la coerenza di un insieme di assiomi in una base di conoscenza, l'adeguatezza della formulazione di una computazione che estrae dati da una base di dati e di conoscenza, la correttezza di un programma logico rispetto alla specifica di determinate proprietà. Lo studente è in grado di analizzare algoritmi probabilistici, di valutare l'efficacia di metodi probabilistici e di ottimizzazione dinamica a problemi algoritmici e di Intelligenza Artificiale e di giudicare la qualità dell'applicazione di algoritmi di apprendimento automatico, di classificazione e di clustering.

Capacità comunicative

Le attività pratiche e le esercitazioni del corso consentono allo studente di acquisire strumenti cruciali per comunicare e condividere la valutazione critica di strumenti e linguaggi logici e il loro ruolo nell'intelligenza artificiale e dei metodi algoritmici e il loro ruolo in diversi importanti contesti dell'Intelligenza Artificiale.

Capacità di apprendimento

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

10603357 CALCOLO SCIENTIFICO	3°	2°	6	ITA
--------------------------------------	----	----	---	-----

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
Obiettivi generali: acquisire le competenze di base per il trattamento numerico delle equazioni differenziali ordinarie ed alle derivate parziali legate allo studio di modelli matematici per alcune applicazioni quali traffico, trattamento delle immagini e visione.				
Obiettivi specifici				
Conoscenza e comprensione: Gli studenti che abbiano superato l'esame avranno una buona conoscenza di base dei metodi numerici trattati sia dal punto di vista teorico che della loro implementazione e saranno capaci di capire come strutturare gli algoritmi di base per la simulazione dei modelli matematici differenziali.				
Applicare conoscenza e comprensione: al termine del corso lo studente sarà in grado di fare delle simulazioni su problemi differenziali stazionari ed evolutivi ottenendo risultati quantitativi per i problemi trattati. Sarà anche capace di progettare e implementare codici che interagiscano in modo appropriato con un potenziale utente attraverso la grafica.				
Capacità critiche e di giudizio: lo studente avrà le basi teoriche per analizzare gli algoritmi matematici trattati dal punto di vista della efficienza computazionale, la stabilità e la accuratezza. Da una parte, sarà in grado di applicare le competenze acquisite nei corsi di Algebra lineare, Analisi Matematica per analizzare metodi numerici elementari e da l'altra potrà risolvere numericamente problemi proposti in vari ambiti applicativi.				
Capacità comunicative: capacità di esporre e motivare la risoluzione proposta per alcuni problemi scelti in classe, in sessioni di esercitazioni in aula/laboratorio ed nella prova orale prevista alla fine del corso.				
Capacità di apprendimento: le conoscenze acquisite permetteranno uno studio, individuale o guidato, in un corso avanzato di analisi numerica per problemi differenziali, relativo ad aspetti più specialistici che richiedono ulteriori conoscenze matematiche. Inoltre lo studente avrà familiarità con diversi elementi informatici come il linguaggio di programmazione, le librerie, i compilatori, i diversi software disponibili in rete che offrono un ambiente di sviluppo integrato sotto diversi sistemi operativi. Queste abilità gli permetteranno sicuramente di imparare con più facilità l'utilizzo di altri software di interesse per il calcolo scientifico e il mondo del lavoro.				

Lo studente deve acquisire 6 CFU fra i seguenti esami

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
10603323 APPLICAZIONI INFORMATICHE DEL MACHINE LEARNING	3°	1°	6	ITA
Obiettivi formativi				
Il corso si prefigge di fornire allo studente le competenze riguardanti le applicazioni più comuni dell'apprendimento automatico (meglio conosciuto come machine learning). Lo studente sarà in grado di riconoscere, dato un problema, il tipo di soluzione più corretta.				
Si forniranno le basi teoriche e pratiche che consentiranno di misurare le prestazioni di un sistema basato su apprendimento automatico.				
Le principali aree applicative saranno:				
i) processamento del linguaggio naturale;				
ii) visione artificiale;				
iii) sistemi di raccomandazione.				
10603322 MATEMATICA PER IL MACHINE LEARNING	3°	2°	6	ITA

Insegnamento	Anno	Semestre	CFU	Lingua
Obiettivi formativi				
<p>Il corso si propone di fornire un'introduzione alla teoria matematica del machine learning, inclusi algoritmi di apprendimento e analisi di dati ad alta dimensionalità. L'obiettivo principale è fornire allo studente il linguaggio e gli strumenti di base del machine learning, da una prospettiva di teoria dell'apprendimento statistico.</p> <p>Al termine del corso la/o studentessa/e avrà familiarità con gli algoritmi più conosciuti e, in particolare, sarà in grado di:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Formulare un problema di machine learning come problema stocastico inverso e padroneggiare le nozioni matematiche di base e gli strumenti ad esso collegati - Individuare il modello e/o algoritmo più adatto tra quelli discussi durante il corso per un dato problema di machine learning - Implementare algoritmi semplici e applicarli a dati sintetici e/o reali - Analizzare le prestazioni di vari algoritmi dal punto di vista della complessità computazionale e dell'accuratezza statistica 				
10616786 METODI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER LA FISICA	3°	2°	6	ITA

Obiettivi formativi

Il corso di laurea in Scienze per l'Intelligenza Artificiale si propone di formare laureati in grado di comprendere e utilizzare metodi matematici e computazionali nell'ambito delle tecniche dell'intelligenza artificiale, come reti neurali, apprendimento automatico o soluzione di problemi ottimizzazione. Inoltre, il laureato acquisirà sensibilità e competenza nello sviluppo e nell'analisi di modelli matematici a cui applicare le tecniche apprese. Il corso unisce una rigorosa preparazione matematica, in particolare ma non solo, di matematica applicata, a una solida formazione informatica, sia teorica che applicata. Al fine di acquisire competenze di programmazione e approfondire la comprensione dei concetti teorici attraverso le loro applicazioni, la formazione teorica è affiancata da un'intensa attività laboratoriale. Alle materie di base, si affianca lo studio della fisica, della neurobiologia, della bioinformatica che forniranno i modelli a cui applicare le metodologie dell'intelligenza artificiale. In questo modo, lo studente acquisirà una formazione marcatamente interdisciplinare, con un forte impianto metodologico, teso non solo ad applicare, ma anche a comprendere e sviluppare algoritmi di intelligenza artificiale. Lo studente laureato potrà sia trovare impiego in imprese a contenuto tecnologico elevato, sia proseguire gli studi in una laurea magistrale di ambito matematico, informatico, o relativa alle applicazioni dell'intelligenza artificiale alle scienze della vita. Il piano di studi proposto permette infatti di acquisire una formazione multi potente, che potrà proseguire in direzioni diverse, a seconda degli interessi dello studente, grazie al ventaglio di scelte garantito dai corsi opzionali, progettati in modo da accompagnare lo studente nel suo sviluppo intellettuale insieme alla formazione del suo bagaglio culturale. Gli obiettivi formativi che contraddistinguono il Corso possono essere riassunti nei seguenti punti, che sono integrati nel percorso formativo proposto: - Formazione di solide basi matematiche, attraverso i corsi fondanti di analisi, probabilità, algebra e geometria, e informatiche (primo e secondo anno). - Capacità di programmazione e analisi degli algoritmi nei laboratori informatici di programmazione e calcolo, e nello studio di metodi numerici e basi di dati (primo e secondo anno). - Analisi e sviluppo di modelli matematici, dalla fisica alla biologia, nei corsi di fisica, di modelli matematici della fisica, e neurobiologia (seconda parte del primo anno, secondo anno). - Comprensione dei metodi e delle problematiche dell'intelligenza artificiale, attraverso i corsi di ottimizzazione, lo studio degli algoritmi di machine learning e reti neurali, l'analisi della complessità (secondo e terzo anno). - Approfondimento delle conoscenze, nei corsi di bioinformatica e processi stocastici (terzo anno). - Specializzazione e orientamento verso il percorso futuro, sia verso la eventuale laurea magistrale che verso il mercato del lavoro, attraverso le scelte permesse dai corsi opzionali, dai corsi a scelta e dalla possibilità di frequentare tirocini professionalizzanti nelle aziende interessate al progetto (terzo anno). - Sviluppo di competenze nelle "soft skills", attraverso il consolidamento della lingua inglese, l'attenzione verso la comunicazione scientifica e l'etica dell'intelligenza artificiale nelle attività integrative, nella preparazione della prova finale e nei tirocini (tutti gli anni, ma in particolare terzo anno). Il regolamento didattico del corso di laurea definisce, nel rispetto dei limiti normativi, la quota dell'impegno orario complessivo a disposizione dello studente per lo studio personale o per altre attività formative di tipo individuale.

Profilo professionale

Profilo

Profilo junior - esperto in metodi matematici e dell'intelligenza artificiale

Funzioni

Il laureato lavorerà soprattutto in gruppo, eventualmente a supporto dell'attività di un senior manager. Il laureato svolgerà attività di: - acquisizione, organizzazione ed elaborazione di grandi moli di dati, costruendo analisi statistiche ed elaborazioni di modelli; - scelta ed utilizzo dei metodi matematici, computazionali e di modellizzazione per l'analisi progredita dei dati; - utilizzo dei metodi dell'intelligenza artificiale (ad esempio l'apprendimento automatico e l'uso di reti neurali artificiali). Tali attività possono avere come ambito applicativo di riferimento la fisica, le scienze naturali, oltre alle scienze sociali.

Competenze

I laureati avranno competenze di astrazione, di collegamento logico tra processi, e di risoluzione di problemi formalizzati nel linguaggio della matematica e del calcolo. Avranno competenze computazionali e informatiche e una buona dimestichezza con la gestione e l'analisi di sistemi complessi nonché del trattamento di dati numerici. Inoltre sapranno analizzare e fornire modelli matematici di problemi concreti che provengano dalla fisica, dalla biologia ma anche dal settore produttivo o terziario. Hanno le conoscenze necessarie, o possono facilmente completare le eventuali conoscenze mancanti, per svolgere le professioni inerenti agli ambiti matematico e statistico

Sbocchi lavorativi

- Prosecuzione degli studi nelle Lauree Magistrali di ambito matematico, informatico o relativo alle applicazioni dell'intelligenza artificiale alle scienze della vita sia in Italia che all'estero. Grazie alla sua preparazione metodologica e intradisciplinare, il laureato potrà anche accedere a studi di secondo livello in ambiti differenti, in cui la capacità di programmazione e calcolo hanno un ruolo importante. - Principali sbocchi professionali: aziende, istituzioni, gruppi di ricerca sia nazionali che internazionali, soprattutto di grandi e medie dimensioni, con diversi settori di attività, sia in ambito pubblico che privato.

Frequentare

Laurearsi

L'esame finale per il conseguimento della Laurea consiste nella preparazione e nella discussione, davanti ad un'apposita commissione, di un elaborato scritto individuale, redatto dallo studente sotto la supervisione di un docente/ricercatore di strutture universitarie italiane o estere, scelto dallo studente, che assumerà il ruolo di relatore della tesi. La tesi sarà principalmente di tipo espositivo o compilativo, ma dovrà comunque contenere elementi di originalità nell'esposizione degli argomenti o nei contenuti. In questo modo, la tesi certifica e verifica l'autonomia acquisita dallo studente nell'elaborazione dei contenuti appresi nel corso di studio.

Organizzazione

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

Gabriella Puppo

Tutor del corso

EUGENIO MONTEFUSCO
LUCA MASSIMO ANDREA MARTINAZZI
ALESSANDRO PANCONESI
STEFANO LEONARDI

Manager didattico

Loredana De Ieso

Rappresentanti degli studenti

Michele Magrini
Alessandro Orlando
Basilio Alessandrino
Michele Fazio

Docenti di riferimento

FABRIZIO SILVESTRI
CHRIS JAMES MARONE
GABRIELLA ANNA PUPPO
EMANUELE CAGLIOTI
DAVIDE TORLO
FEDERICA BACCINI
CLAUDIA MALVENUTO
LUCA MASSIMO ANDREA MARTINAZZI
Giovanni Trappolini

Regolamento del corso

Dipartimento di MATEMATICA Scienze matematiche per l'intelligenza artificiale (L-35) A.A. 2024/2025 Scheda SUA-Cds Descrizione del Percorso di Formazione: Il corso di Laurea in Scienze Matematiche per l'Intelligenza Artificiale consiste di un unico curriculum, che è organizzato in attività formative caratterizzate da rigore logico ed elevato livello di astrazione, caratteristiche di un corso di laurea in matematica, affiancate da insegnamenti di informatica, sia teorici che più prettamente algoritmici e di programmazione. Gli strumenti teorici vengono successivamente utilizzati per introdurre i concetti fondamentali dell'intelligenza artificiale e del machine learning. Accanto a questi insegnamenti fondamentali, il curriculum prevede insegnamenti in cui gli strumenti acquisiti vengono applicati a diverse discipline, dalla fisica alla biologia, che fornisce, con le neuroscienze e la bio-informatica, un paradigma sullo sviluppo e sulla natura dell'intelligenza. Nei primi due anni, viene fornita buona parte della matematica di base e degli elementi di informatica e programmazione necessari per lo sviluppo degli argomenti successivi. In particolare, nel primo anno per matematica sono previsti insegnamenti di analisi, algebra, geometria e probabilità e statistica, mentre per informatica gli insegnamenti si concentrano soprattutto sull'acquisizione di tecniche di programmazione, con una forte presenza di attività in laboratorio. A partire dal secondo semestre, gli strumenti acquisiti vengono applicati allo studio della fisica e delle neuroscienze. Nel secondo anno si intensifica la contaminazione fra matematica, informatica e applicazioni con lo studio degli algoritmi e della loro complessità, dell'analisi numerica e dell'ottimizzazione, delle tecniche di machine learning e dell'intelligenza artificiale applicate all'analisi di grandi moli di dati, e con gli aspetti matematici della fisica e della costruzione di modelli. Il terzo anno è dedicato al consolidamento e al completamento degli insegnamenti del corso di studi, tramite insegnamenti sui processi stocastici e applicazioni alla bio-informatica. Inoltre, il terzo anno

del corso di studi è dedicato anche allo sviluppo delle inclinazioni personali dello studente, permettendo il raccordo con le diverse lauree magistrali alle quali gli studenti di Scienze per l'Intelligenza Artificiale possono avere accesso. A questo sono dedicati i numerosi corsi opzionali, che permettono di scegliere un percorso più vicino agli aspetti matematici o a quelli informatici dell'intelligenza artificiale, oppure ancora scegliere un percorso più vicino alle applicazioni. Infine, il cammino proposto include insegnamenti utili per il mondo del lavoro, come lo studio dell'inglese, gli aspetti etici dell'intelligenza artificiale, e le tecniche di comunicazione scientifica. Il corso di studi si conclude in una prova finale che consiste nella discussione pubblica di un elaborato (tesi) svolto in autonomia dallo studente, assistito da un docente, su un tema oggetto del percorso di studi. La valutazione del profitto individuale dello studente, per ciascun insegnamento, viene espressa mediante l'attribuzione di un voto in trentesimi, nel qual caso il voto minimo per il superamento dell'esame è 18/30, oppure di una idoneità. Alla valutazione finale di ogni insegnamento possono concorrere i seguenti elementi: - un esame scritto (da cui spesso si può essere esonerati svolgendo più prove scritte durante ed alla fine del corso); - una prova orale.

Primo anno Insegnamenti obbligatori Codice Denominazione Caratteristiche Attestato 10603327 ALGEBRA LINEARE E STRUTTURE ALGEBRICHE AP STRUTTURE ALGEBRICHE 6 cfu in B - Formazione Teorica MAT/02 ALGEBRA LINEARE 6 cfu in A - Formazione Matematica di base MAT/03 10599697 ANALISI I 9 cfu in A - Formazione Matematica di base MAT/05 AP 10603314 FONDAMENTI DI PROGRAMMAZIONE CON LABORATORIO 9 cfu in A - Formazione informatica INF/01 AP 1011790 FISICA 9 cfu in A - Formazione Fisica FIS/01 AP 10603331 TECNICHE DI PROGRAMMAZIONE CON LABORATORIO 9 cfu in A - Formazione informatica ING-INF/05 AP 1031978 PROBABILITA' E STATISTICA 9 cfu in A - Formazione Matematica di base MAT/06 AP 10603329 FONDAMENTI DI NEUROSCIENZE AP FONDAMENTI DI NEUROSCIENZE 2 3 cfu in C - Attività formative affini o integrative M-PSI/02 FONDAMENTI DI NEUROSCIENZE 1 3 cfu in C - Attività formative affini o integrative BIO/09 Secondo anno Insegnamenti obbligatori Codice Denominazione Caratteristiche Attestato 10603315 ALGORITMI E COMPLESSITA' 6 cfu in C - Attività formative affini o integrative INF/01 AP 10604473 MODELLI MATEMATICI PER LA FISICA AP MODELLI MATEMATICI PER LA FISICA II 6 cfu in A - Formazione Fisica FIS/02 MODELLI MATEMATICI PER LA FISICA I 6 cfu in A - Formazione Matematica di base MAT/07 10599698 ANALISI II 9 cfu in B - Formazione Teorica MAT/05 AP 1031979 METODI NUMERICI 9 cfu in B - Formazione Modellistico-Applicativa MAT/08 AP 10603316 FONDAMENTI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE E GESTIONE DEI DATI 12 cfu in B - Formazione Modellistico-Applicativa ING- INF/05 AP 10603317 MACHINE LEARNING 9 cfu in B - Formazione Modellistico-Applicativa INF/01 AP 1017662 OTTIMIZZAZIONE 6 cfu in B - Formazione Modellistico-Applicativa MAT/09 AP Terzo anno Insegnamenti obbligatori Codice Denominazione Caratteristiche Attestato 10603328 BIOLOGIA COMPUTAZIONALE AP BIOLOGIA COMPUTAZIONALE 3 cfu in C - Attività formative affini o integrative BIO/10 ELEMENTI DI BIOLOGIA MOLECOLARE 3 cfu in C - Attività formative affini o integrative BIO/11 1031451 PROCESSI STOCASTICI 6 cfu in B - Formazione Modellistico-Applicativa MAT/06 AP - A SCELTA DELLO STUDENTE 6 cfu in D - A scelta dello studente AP AAF2227 INGLESE 1 cfu in E - Per la conoscenza di almeno una lingua straniera , 3 cfu in F - Ulteriori conoscenze linguistiche I AAF1006 PROVA FINALE 8 cfu in E - Per la prova finale I AAF2229 ETICA DELL'INTELLIGENZA ARTIFICIALE 3 cfu in F - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro I AAF2228 COMUNICAZIONE SCIENTIFICA 3 cfu in F - Altre conoscenze utili per l'inserimento nel mondo del lavoro I

Insegnamenti opzionali Gruppo opzionale A Codice Denominazione Caratteristiche Attestato 10603320 10603321 10603357 10605218 LOGICA E METODI PROBABILISTICI PER L'INFORMATICA FISICA DEI TERREMOTI E MACHINE LEARNING CALCOLO SCIENTIFICO ARCHITETTURE DEGLI ELABORATORI PER L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE 6 cfu in C - Attività formative affini o integrative ING- INF/05 6 cfu in C - Attività formative affini o integrative GEO/10 6 cfu in C - Attività formative affini o integrative MAT/08 6 cfu in C - Attività formative affini o integrative INF/01 AP AP AP AP Gruppo opzionale B Codice Denominazione Caratteristiche Attestato 10603322 10603323 10603330 MATEMATICA PER IL MACHINE LEARNING APPLICAZIONI INFORMATICHE DEL MACHINE LEARNING METODI DI INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER LA FISICA 6 cfu in C - Attività formative affini o integrative MAT/07 6 cfu in C - Attività formative affini o integrative ING- INF/05 6 cfu in C - Attività formative affini o integrative FIS/01 AP AP AP

Assicurazione qualità

Consultazioni iniziali con le parti interessate

L'incontro con le Parti Interessate (PI) si è svolto telematicamente il giorno 5/10/2021. La riunione è stata indetta dal Comitato Ordinatore (CO) del nuovo corso di studio. Si è deciso di consultare diversi organismi potenzialmente interessati al nuovo progetto di laurea. In particolare, sono stati invitati - i presidenti dei corsi di studio delle lauree magistrali di Sapienza a cui potrebbero afferire i laureati in Scienze per l'intelligenza artificiale; - rappresentanti di aziende ad alto contenuto tecnologico; - organizzazioni territoriali pubbliche e private; - rappresentanti di enti di ricerca. Inoltre, sono stati consultati articoli apparsi recentemente sulla stampa che testimoniano della difficoltà per le aziende di trovare specialisti esperti in intelligenza artificiale e delle possibilità di carriera offerte da questa specializzazione. Alla riunione sono intervenuti: i presidenti dei CdS delle LM potenzialmente interessati (LM in Matematica e in Matematica Applicata, in Informatica e Computer Science); responsabili risorse umane TIM, Unicredit, ISTAT; dirigenti gruppi di ricerca in Facebook, ISTAT, Unicredit, TIM, P-Campus, E-GEOS; dirigenti CNR; rappresentanti Lazio Innova e Assintel, rappresentanti dell'ambito Sistemi Informativi del Ministero dell'istruzione. A tutti gli invitati era stato inviato un documento dettagliato sul nuovo progetto di laurea, contenente la descrizione del nuovo corso di laurea, gli obiettivi formativi e la struttura che avrebbe avuto il manifesto degli studi. Tutti gli intervenuti alla riunione hanno espresso un vero entusiasmo per il progetto. Le lauree in Intelligenza artificiale in Italia sono molto poche, e sono pochissime quelle nella classe L-35. La completezza e la profondità della formazione prevista per questo corso anche nelle materie di base sembra raccogliere una forte approvazione sia a livello industriale che da parte dei coordinatori di diverse lauree magistrali. La maggior parte dei partecipanti ritiene che questi laureati dovrebbero completare la loro preparazione in una laurea magistrale, perché questi temi richiedono una preparazione che non è possibile ottenere in soli tre anni. Ma alcuni ritengono che già dopo il triennio questi laureati potrebbero trovare lavoro, vista la scarsità di offerta di queste competenze che sono invece richiestissime. Del resto, la Laurea Magistrale in Matematica Applicata, la Laurea Magistrale in Artificial Intelligence and Robotics potrebbero raccogliere questi laureati, magari avvicinandoli ulteriormente al ramo di specializzazione scelto con un utilizzo accorto degli esami a scelta e dei corsi opzionali. Alcuni partecipanti hanno proposto di inserire insegnamenti in Etica dell'IA, in Statistica legata al machine learning, in business ed economia. Le modalità di consultazione successive saranno a cadenza annuale e potranno svolgersi anche da remoto e tramite questionari. Il verbale dell'incontro è consultabile al seguente link https://web.uniroma1.it/fac_smfn/parti-interessate

Consultazioni successive con le parti interessate

Il CdS procederà ad una ulteriore consultazione con le organizzazioni rappresentative verso fine autunno 2024, quando la prima coorte di studenti avrà scelto il piano di studi, e dunque si avranno le prime indicazioni sulle scelte dei percorsi degli studenti. Inoltre, visto il tumultuoso sviluppo delle applicazioni e degli algoritmi di machine learning nella pratica aziendale degli ultimi due anni, si potranno avere informazioni utili per indirizzare il percorso di studi e l'orientamento in uscita dei primi studenti che si affacceranno alla laurea a luglio 2025.

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.