



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

Tabella 1 e Tabella 2 – Queste tabelle sostituiscono le tabelle allegate al Regolamento didattico del corso di Laurea Magistrale in Artificial Intelligence Systems emanato con DR 620 di data 04 settembre 2020 e si applicano alla coorte 2023/2024

TABELLA 1 – OBIETTIVI DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Advanced Computer Vision	Il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze necessarie per affrontare problemi complessi nell'ambito della visione artificiale. In particolare, il corso intende fornire agli studenti nozioni teoriche e pratiche relative ai principali metodi e algoritmi di analisi di dati visuali basati su reti neurali e deep learning. L'attività di laboratorio intende complementare la parte teorica del corso e verterà sull'utilizzo delle principali librerie di deep learning e visione artificiale.
Advanced Topics in Machine Learning and Optimization	Il corso mira a presentare aspetti avanzati della ricerca e della tecnologia nell'ambito dell'apprendimento automatico e dell'ottimizzazione, discutendo alcune delle direzioni più promettenti nella ricerca recente. Comprende esercitazioni in laboratorio e seminari su argomenti selezionati.
AI and Innovation	In questo corso verranno fornite le basi per l'applicazione di tecniche di intelligenza artificiale all'innovazione di prodotto e di processo.
AI for finance	Le istituzioni finanziarie utilizzano sempre più i sistemi di intelligenza artificiale e di apprendimento automatico. Il corso presenterà tre modelli finanziari dove si possono applicare tali soluzioni: la selezione del portafoglio, la gestione del rischio di credito e il trading ad alta frequenza. I modelli verranno spiegati utilizzando i concetti base dell'economia e della finanza, evidenziando gli aspetti riguardanti la complessità computazionale. La parte finale del corso sarà dedicata ad alcune applicazioni di tali modelli utilizzando dati economici e finanziari reali.
AI for food quality control	The course presents the fundamentals of techniques for the acquisition of data from food products (biochemical/physical and sensor levels) and for their analysis with the aim of controlling the quality of such products, focusing on the main applications of artificial intelligence in this domain.
Artificial and biological neural systems	Il corso si propone di sviluppare una comprensione dei meccanismi di AI rapportandoli alle reti biologiche neurali. Lo studente svilupperà una comprensione teorica dei modelli AI per l'elaborazione di informazioni nel cervello, usando modelli presi dalle neuroscienze nel contesto di soluzioni di AI. Aree di interesse saranno la visione, la rappresentazione del significato e i modelli comportamentali.
Automated Planning: Theory and Practice	L'obiettivo del corso è quello di fornire competenze e strumenti per la modellazione e la risoluzione di diversi problemi di pianificazione delle attività di un agente in



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE
SYSTEMS

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	base a quelle che sono le sue capacità e l'espressività degli obiettivi da raggiungere.
Automated Reasoning	Il corso fornisce i fondamenti del ragionamento automatico. Vengono presentati i principali formalismi logici e algoritmi di ragionamento automatico nei principali domini di interesse (as esempio SAT, SMT), ed illustrati tramite esempi applicativi. Sono previste esercitazioni di laboratorio, in cui gli studenti useranno sistemi di ragionamento automatico. Il corso è propedeutico al corso "Model Checking".
Autonomous Software Agents	La complessità dei sistemi multi-agente ha portato alla definizione di diverse metodologie di sviluppo, architetture software e linguaggi di programmazione in cui il concetto di agente autonomo assume un ruolo centrale al pari del concetto di oggetto nello sviluppo di sistemi object-oriented. L'obiettivo del corso è quello di esaminare ed esplorare le possibilità offerte dall'approccio agent-oriented. Verranno presentate le tecniche di analisi e progettazione agent-oriented e tecniche di implementazione. In particolare, il corso affronterà tematiche legate al concetto di agente e lo sviluppo di sistemi multi-agente, architetture e algoritmi per la progettazione di un agente software, principi di planning, tecniche di modellazione e analisi goal-oriented, linguaggi di comunicazione e metodologie di sviluppo agent-oriented.
Bio-Inspired Artificial Intelligence	Il corso descrive teorie ed algoritmi per risolvere problemi reali sulla base di principi bio-ispirati, ad esempio Evolutionary Computation e Swarm Intelligence. Inoltre mostra come sistemi artificiali di questo tipo possono essere utilizzati, a loro volta, per comprendere meglio i sistemi biologici. Le lezioni sono accompagnate da esercitazioni di laboratorio per ottenere esperienza pratica di queste tecniche.
Business Development Laboratory	Il corso ha l'obiettivo di dotare gli studenti con strumenti e concetti utili a trasformare un'idea di business in un business model che possa competere con altre idee per una successiva realizzazione pratica nella forma di una impresa o di una start-up. Il corso prevede molte ore di laboratorio ed alcune sezioni di didattica su temi quali concept generation, target clients, suppliers, go to market strategy, competitors, financial basics and risk assessment. Il delivery del corso è un business model
Computer Vision	Il corso si pone l'obiettivo di fornire allo studente una panoramica approfondita sui metodi di analisi d'immagini nel campo della visione artificiale. Partendo dalle basi dell'elaborazione d'immagini e video, il corso si focalizzerà poi sulle problematiche di modellazione e rilevamento del moto, tracciamento, e riconoscimento di oggetti, sia utilizzando sistemi monoculari che multi-view.
Distributed Robot Perception	Il corso mostrerà l'applicazione di tecniche di intelligenza artificiale al problema della percezione sia a livello di singolo agente sia a livello di agenti multipli (percezione distribuita). Lo studente verrà introdotto agli approcci Bayesiani e



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE
SYSTEMS

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	Markoviani al problema della stima distribuita e agli algoritmi di ML per la classificazione, per la localizzazione e per la predizione dei movimenti delle varie entità presenti nello scenario operativo. Le conoscenze verranno consolidate attraverso simulazioni ed esperienze di laboratorio
Foundations of Cognitive Psychology and Neuroscience	<p>This course provides a comprehensive overview of the core topics in cognitive neuroscience, including perception, attention, memory, language, concepts, spatial and social cognition. We will present both classical and recent research findings obtained with a variety of cognitive neuroscience methods (fMRI, EEG, MEG, TMS, behavior, neurological patients).</p> <p>The objective of the course is to provide the students with the following competences:</p> <ul style="list-style-type: none">- Knowledge of the main topics in cognitive neuroscience- Knowledge of the main experimental techniques and methods- Ability to define specific experimental design to answer experimental questions- Ability to critically understand experimental data and results- Knowledge of the main open questions in cognitive neuroscience
Fundamentals of Artificial Intelligence	Intelligenza Artificiale (IA) è un termine generico, che copre un insieme di discipline molto esteso ed eterogeneo. Questo corso mira a fornire una panoramica delle fondamenta dell'IA e delle sue molte discipline (ad es. risoluzione dei problemi, rappresentazione della conoscenza e ragionamento, pianificazione, conoscenza incerta, apprendimento, percezione, ...) in modo organico. Durante il corso verranno forniti esempi ed esercizi da svolgere
Grounded Language Processing	Il corso presenta sistemi di Intelligenza Artificiale (IA) capaci di interpretare il linguaggio naturale rispetto ad un contesto visivo. Fornisce agli studenti una panoramica dello Stato dell'Arte rintracciandone le origini agli albori della ricerca in IA. Collega metodi di linguistica computazionale con quelli di visione computazionale; tratta sia sistemi di comprensione che di generazione separatamente e congiuntamente. A tal fine fornisce conoscenze approfondite di Visual Question Answering (comprensione), Image Captioning (generazione), e Visual Dialogue (comprensione e generazione). Se si avrà tempo, si affronteranno anche lavori sull'applicazione di GLP alla Robotica e sull'analisi dei meccanismi di attenzione dei modelli multimodali dal punto di vista delle neuroscienze.
Human-Machine Dialogue	L'interazione con i computers usando il linguaggio naturale è fondamentale per i sistemi di intelligenza artificiale (AIS) per compiti di command-and-control, ricerca di informazioni o supporto nei sistemi di supporto alle decisioni. In questo corso vengono esaminati i principi di base dell'interazione uomo-macchina, la linguistica delle conversazioni, l'analisi del discorso, modelli di dialogo formale e computazionale, sistemi di dialogo e metodi valutazione. Nella seconda parte del



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE
SYSTEMS**

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	corso forniamo metodologie per la progettazione di agenti conversazionali, addestramento basato sui dati, strumenti di progettazione e attività di laboratorio per affrontare casi d'uso reali.
Innovation and Enterpreneurship Basic	Il corso intende fornire allo studente le nozioni fondamentali di Microeconomia e di organizzazione aziendale con particolare riferimento all'economia dell'informazione, delle reti e dell'innovazione nei settori delle telecomunicazioni, dell'information technology e dei sistemi informativi. Particolare attenzione sarà rivolta ai processi di decision-making a livello manageriale così come ai fattori legati al processo decisionali degli agenti economici nelle imprese, nelle reti e nei mercati. Questi principi sono di primaria importanza sia nella gestione delle imprese sia nel disegno e nell'attuazione di politiche pubbliche e di regolazione dei mercati.
Introduction to Human Language	Lo scopo del corso è quello di fornire i concetti e le metodologie di base per lo studio scientifico del linguaggio umano (in particolare: fonetica, fonologia, morfologia e sintassi). L'approccio seguito sarà prevalentemente quello della linguistica teorica di matrice generativa. Il corso adotta un approccio attivo e partecipativo alla lezione: gli studenti dovranno usare le abilità acquisite per risolvere problemi linguistici reali e fare analisi `sul campo' di vari aspetti delle lingue parlate dai partecipanti al corso. Al termine del corso gli studenti saranno in grado di: (i) esporre le idee fondamentali delle aree su indicate. (ii) effettuare analisi strutturali plausibili di parole e frasi, con rappresentazioni ad albero o a dipendenze. (iii) riconoscere alcuni aspetti di uno spettrogramma sonoro, ed esprimere fonemi usando l'International Phonetic Alphabet (IPA). (iv) Applicare le loro conoscenze per ottenere informazioni linguistiche da parlanti di lingue a loro non note. (v) Spiegare la differenza tra approcci differenti alla linguistica (generativo, tipologico, psicolinguistico, corpus based, ecc.)
Introduction to Robotics	Il corso fornisce una panoramica introduttiva sulla robotica moderna mettendo in luce i vari problemi che affronta. Il corso coprirà i seguenti argomenti: tassonomia dei diversi tipi di robot e modellazione fisica (Cinematica diretta e inversa e dinamica), simulazione di modelli soluzioni sensoristiche e azionamenti per la percezione e l'attuazione, pianificazione del moto. Il corso farà ricorso ad ambienti simulativi e ad attività di laboratorio per consolidare le conoscenze acquisite.
Language and Social Cognition	Il corso verte sulle problematiche relative all'interfaccia tra significato, convincimento, comprensione del linguaggio e processi cognitivi sociali: cosa significate capire? perchè è difficile rappresentare menzogne. Il corso illustrerà gli automatismi dei convincimenti e la loro relazione con gli stereotipi e con le difficoltà nel rivedere nozioni acquisiti, le teorie sulle negazioni e come il linguaggio modifichi il comportamento.



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE
SYSTEMS**

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Law and Ethics in Artificial Intelligence	L'obiettivo del corso è quello di contribuire a formare professionisti consapevoli dell'impatto complessivo della AI e della robotica sulla società. In questa logica, si daranno agli studenti le informazioni di base relative ai profili etici e giuridici della AI. In particolare, si discuteranno i motivi alla base della necessità di adottare una human-centered AI e i principi bioetici che possono contribuire a formarla. Allo stesso tempo, saranno presentati e discussi i principali strumenti di regolamentazione che a diverso livello (internazionale, europeo, nazionale) sono applicabili alla AI. Gli studenti saranno chiamati a partecipare attivamente al corso, attraverso la discussione di casi e la presentazione di papers.
Machine Learning	Il corso mira a fornire i fondamenti dell'apprendimento automatico, presentando le principali tecniche di apprendimento supervisionato e non supervisionato, e gli approcci di deep learning. Sono previsti esempi applicativi e comprese esercitazioni di laboratorio.
Natural Language Understanding	La comprensione del linguaggio naturale è un processo fondamentale per i sistemi di intelligenza artificiale (AIS) che comunicano con l'uomo, direttamente o indirettamente. L'AIS comunica direttamente con gli esseri umani tramite agenti conversazionali. L'AIS può essere in grado di leggere e comprendere grandi quantità di dati del linguaggio umano (parlato, testo o multimedia) e distillarne una sintesi. Nella prima parte del corso forniremo agli studenti le conoscenze di base sulla struttura del linguaggio naturale, i modelli formali per rappresentare il lessico, la frase e il discorso. Nella seconda parte del corso descriveremo i casi d'uso dei sistemi di comprensione del linguaggio naturale. Presenteremo, discuteremo e forniremo competenze per progettare modelli di tagging concettuale usando modelli formali e basati sull'apprendimento automatico.
Optimisation and Learning for Robot Control	This course focuses on control of robotic systems, with special attention to numerical optimal control and reinforcement learning. After reviewing the basic principles of robot modeling and numerical optimization, students will learn different control techniques, from the simplest and most well-known, to the most recent and advanced. Methods will be first studied in theory, and then implemented in simulation (with the Python language) to gain practical experience. Applications will focus on industrial manipulators and legged robots, but the same methods could be also applied to flying robots and wheeled robots. After completing the course, students will be able to: <ul style="list-style-type: none">- understand the working principles of several control algorithms for robotic systems- choose the appropriate approach(es) to control a specific system for a given target application- implement, tune, and test control algorithms with the Python language



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE
SYSTEMS

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
Robot Planning and its application	Il corso presenterà il problema della "deliberazione" in robotica, intendendo la capacità dei robot di ricevere/decidere una missione e di raffinare la scelta con una pianificazione di dettaglio per ottenerne gli obiettivi. Quest'ultima corrisponde spesso a decidere una traiettoria da seguire evitando ostacoli e collaborando con persone e altri robot. Lo studente riceverà un'introduzione alle principali tecniche di pianificazione di movimento e consoliderà le proprie conoscenze tramite esperienze di laboratorio.
Sensing and Radar Technologies	Il corso fornisce conoscenze avanzate e capacità di progettazione nell'ambito di sistemi basati sul telerilevamento satellitare, sensori montati su aerei o droni, dispositivi di misurazione in loco, dati ancillari per il monitoraggio ambientale, protezione civile, sorveglianza remota ed monitoraggio di infrastrutture.
Signal, Image and Video	Il corso fornisce le competenze di base nell'ambito dell'elaborazione numerica dei segnali, con specifico riferimento alle immagini e alle sequenze video. Partendo dai concetti fondamentali riguardanti l'analisi e la manipolazione di segnali monodimensionali, analogici e digitali, nel tempo e in frequenza, si estende poi al caso multi-dimensionale nel dominio spaziale. Si introducono quindi le tecniche di uso più comune per il filtraggio di immagini e l'estrazione di primitive descrittive. I concetti vengono successivamente estesi al caso di immagini in movimento. Infine, si introduce il concetto di compressione dei segnali, focalizzando su alcune tecniche classiche di codifica e sugli standard che da queste sono derivati. L'impostazione è principalmente di tipo pratico, per cui, una volta introdotto il concetto teorico che sta alla base di una tecnica di elaborazione, la si traduce in termini algoritmici.
Software Development for Collaborative Robotics	Collaborative robots are robotic systems that operate in close connection with humans. Therefore, they have to comply with very challenging requirements in terms of safety, performance, and ergonomics. What is more, the interaction with humans for the execution of shared tasks demands high levels of flexibility and adaptability. In this context, it is not surprising that the software component plays a dominant role in the development of the system. To meet the challenging requirements listed above, the quality of the software component has to be of the greatest standards available in today's industrial practice. In this course, the student will come into contact with the most recent technological advances in collaborative robotics. S/he will choose a project in the area with a level of complexity sufficient to justify the adoption of state-of-the-art programming techniques, but still manageable within the time-frame of the course. The specific theme of the project will be chosen in accordance with the interest of the group in one of the three macro areas: health, precision agriculture and manufacturing.



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE
SYSTEMS**

Nome insegnamento	Obiettivi formativi
	The student will learn: 1. advanced use of the C++ programming language, 2. use of the ROS2 programming framework, 3. how to design and develop modular, well-documented and tested code.
Trends and Applications of Computer Vision	Il corso si pone l'obiettivo di fornire agli studenti un'analisi approfondita degli sviluppi più recenti nel settore della Computer Vision. A tale scopo, i docenti e tutor del corso guideranno una discussione collegiale in aula relativamente agli articoli scientifici recenti di maggior rilievo, analizzandone i fondamenti teorici, e senza tralasciare gli aspetti applicativi, attraverso lezioni di laboratorio mirate. La prova d'esame finale consisterà nella presentazione da parte degli studenti di un articolo scientifico concordato con i docenti, dove dovranno essere esposti vantaggi e svantaggi dell'approccio scelto dagli autori, la replicabilità, i dataset selezionati, in modalità analoga ad una peer-review, con l'obiettivo di stimolare non solo lo sviluppo di competenze tecnico-scientifiche, ma anche soft-skills.



**ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE
SYSTEMS**

**TABELLA 2 – ARTICOLAZIONE DEL CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE
SYSTEMS**

Curricula: Methodologies and Applications, AI and Innovation, Systems, Neurocognitive Architectures

Corsi obbligatori: 48 crediti

Nome insegnamento	SSD	CFU	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Fundamentals of Artificial Intelligence	ING-INF/05	12	Car.	---	1
Machine Learning - Module I Machine Learning - Module II	ING-INF/05	12	Car.	---	1
Signal, Image and Video	ING-INF/03	6	Aff.	---	1
Law and Ethics in Artificial Intelligence	IUS/21	6	Aff	---	1
Artificial and biological neural systems	ING-INF/05	6	Car.	---	1
Natural Language Understanding	ING-INF/05	6	Car.	---	1

Corsi Depth (obbligatori per tutti i curricula eccetto Neurocognitive Architectures)

Lo studente seleziona 12 crediti

Nome insegnamento	SSD	CFU	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Automated Reasoning	ING-INF/05	6	Car.	---	1
Introduction to Robotics	ING-INF/04	6	Car.	---	1
Autonomous Software Agents	ING-INF/05	6	Car.	---	1
Bio-Inspired Artificial Intelligence	ING-INF/05	6	Car.	---	2
Automated Planning: Theory and Practice	ING-INF/05	6	Car.	---	2
Human-Machine Dialogue	ING-INF/05	6	Car.	---	2

Curriculum: Methodologies and Applications

Lo studente sceglie uno tra i seguenti Path: Computer Vision, Methodologies, Intelligent Robots

Path Computer Vision

Lo studente seleziona 18 crediti



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE
SYSTEMS

Nome insegnamento	SSD	CFU	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Computer Vision	ING-INF/03	6	Aff.	---	1
Advanced Computer Vision	ING-INF/05	6	Car.	---	2
Trends and Applications of Computer Vision	ING-INF/05	6	Car.	---	2

Path Methodologies

Lo studente seleziona 18 crediti

Nome insegnamento	SSD	CFU	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Advanced Topics in Machine Learning and Optimization	MAT/09	6	Aff.	---	2
2 corsi a scelta tra i Depth, oppure 1 corso a scelta tra i Depth e Advanced Computer Vision	ING-INF/05 ING-INF/04	12	Car.	---	1-2

Path Intelligent Robots

Lo studente seleziona 18 crediti

Nome insegnamento	SSD	CFU	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Distributed Robot Perception	ING-INF/07	6	Aff.	---	2
Optimisation and Learning for Robot Control	ING-INF/04	6	Car.	---	2
Robot Planning and its application	ING-INF/05	6	Car.	---	2

Curriculum: AI and Innovation

Path AI and Innovation

Corso obbligatorio: 6 crediti

Nome insegnamento	SSD	CFU	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
AI and Innovation	ING-INF/05	6	Car.	---	2



ALLEGATI AL REGOLAMENTO DIDATTICO DEL CORSO DI LAUREA IN ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

Lo studente seleziona 12 crediti

Nome insegnamento	SSD	CFU	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Business Development Laboratory	SECS-P/08	6	Aff.	---	1
AI for Finance	SECS-P/11	6	Aff.	---	1
Innovation and Entrepreneurship Basic	SECS-P/10	6	Aff.	---	2

Curriculum: Systems

Path AI Systems for Environment and Sustainability

Lo studente seleziona 18 crediti

Nome insegnamento	SSD	CFU	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Software Development for Collaborative Robotics	ING-INF/05	6	Car.	---	2
Sensing and Radar Technologies	ING-INF/03	6	Aff.	---	2
AI for Food Quality Control	ING-INF/03	6	Aff.	---	2

Track Neurocognitive Architectures

Lo studente seleziona 30 crediti

Nome insegnamento	SSD	CFU	Tipo attività formativa	Propedeuticità	Anno di Corso
Foundations of Cognitive Psychology and Neuroscience	ING-INF/05	9	Car.	---	2
Grounded Language Processing	ING-INF/05	9	Car.	---	2
Introduction to Human Language	L-LIN/01	6	Aff.	---	2
Language and Social Cognition	M PSI/02	6	Aff.	---	2

Tutti i percorsi si concludono con:

- 12 crediti di insegnamenti a scelta libera
- 6 crediti per tirocini formativi e di orientamento
- 24 crediti per la tesi