

### **Art. 1 Requisiti per l'accesso al corso**

Per frequentare proficuamente il corso di Laurea Magistrale in Informatica è necessario avere acquisito:

- conoscenze a livello universitario di matematica (ssd MAT/01 – MAT/09),
- conoscenze a livello universitario di fisica (ssd FIS/01, FIS/02),
- conoscenze a livello universitario di informatica (ssd INF/01, ING-INF/05).

Per l'accesso al corso di laurea magistrale sono altresì richiesti i seguenti requisiti curriculari:

1. Avere conseguito la Laurea in una delle seguenti classi o possedere altro titolo di studio conseguito all'estero, riconosciuto idoneo:
  - ex D.M. 270: L-31 Scienze e tecnologie informatiche
  - ex. D.M. 509/99: classe 26 - Scienze e tecnologie informatiche
  - Previgente ordinamento quadriennale: Corso di Laurea in Scienze dell'Informazione
2. Avere acquisito almeno 60 cfu in uno o più dei seguenti settori scientifico-disciplinari: ING-INF/05, INF/01, MAT/01—MAT/09 (max 12 cfu), FIS/01 e FIS/02 (max 6 cfu). In mancanza del possesso del titolo di laurea di cui al punto 1 o dei crediti indicati al punto 2, l'ammissione al Corso di laurea magistrale è consentita soltanto a coloro che dimostreranno di possedere le conoscenze e competenze richieste valutate da una apposita Commissione tramite l'analisi del curriculum e lo svolgimento di un colloquio secondo le modalità, i criteri e le procedure fissate dal Consiglio di corso di laurea e rese note tramite pubblicazione sul portale di Ateneo. L'ammissione al corso di laurea magistrale è in ogni caso subordinata, oltre che al possesso dei requisiti curriculari predeterminati, all'accertamento dell'adeguata preparazione personale che verrà effettuata attraverso l'analisi del curriculum al quale potrà seguire un colloquio secondo le modalità, i criteri e le procedure fissate dal Consiglio di corso di laurea e rese note tramite pubblicazione sul portale di Ateneo. Il corso di Laurea Magistrale potrà prevedere per gli studenti internazionali un'apposita sessione e la nomina di una commissione per la verifica dell'adeguatezza della personale preparazione, compatibilmente con le tempistiche previste dal bando per l'assegnazione delle borse di studio (la cui scadenza è prevista indicativamente nel mese di maggio). Gli studenti internazionali, che abbiano ottenuto una valutazione positiva nella verifica di cui al punto precedente, sono esonerati dalla successiva prova di verifica dell'adeguatezza della personale preparazione prevista per la generalità degli studenti.

### **Art. 2 Regole di mobilità fra i curricula del Corso di Studio. Piani di studio individuali.**

Lo studente può effettuare le scelte indicate nel piano didattico, con le modalità indicate nel piano stesso e nei termini determinati annualmente dalla Facoltà e resi noti tramite il Portale di Ateneo. Non sono previsti curricula. Non è prevista la possibilità di presentare di Piani di studio individuali.

### **Art. 3 Modalità di svolgimento di ciascuna attività formativa e tipologia delle forme didattiche**

Ai sensi dell'art. 23 comma 1 Regolamento didattico di ateneo, il piano didattico allegato indica le modalità di svolgimento di ciascuna attività formativa e la relativa suddivisione in ore di didattica frontale, di esercitazioni pratiche o di tirocinio, nonché la tipologia delle forme didattiche. Eventuali ulteriori informazioni ad esse relative saranno rese note annualmente nella Guida dello Studente.

### **Art. 4 Frequenza e propedeuticità**

L'obbligo di frequenza alle attività didattiche è indicato nel piano didattico allegato, così come le eventuali propedeuticità delle singole attività formative. Le modalità e la verifica dell'obbligo di frequenza, ove previsto, sono stabilite annualmente dal Corso di Studio in sede di presentazione della programmazione didattica e rese note agli studenti prima dell'inizio delle lezioni tramite la Guida dello studente.

#### **Art. 5 Prove di verifica delle attività formative**

Il piano didattico allegato prevede i casi in cui le attività formative si concludono con un esame con votazione in trentesimi ovvero con un giudizio di idoneità. Nel rispetto dei principi definiti dall'art. 24 commi 3, 4 e 5 Regolamento didattico di Ateneo, le modalità di svolgimento delle verifiche (forma orale, scritta o pratica ed eventuali loro combinazioni; verifiche individuali ovvero di gruppo) sono stabilite annualmente dal Corso di Studio in sede di presentazione della programmazione didattica e rese note agli studenti prima dell'inizio delle lezioni tramite la Guida dello Studente.

#### **Art. 6 Attività formative autonomamente scelte dallo studente**

Lo studente può indicare come attività formative autonomamente scelte uno o più insegnamenti/attività formative tra quelle individuate dal Corso di Studio e previste nell'allegato Piano Didattico. Tali attività formative sono considerate coerenti con il progetto formativo. Se lo studente intende sostenere un esame relativo ad un insegnamento non previsto tra quelli individuati dal Corso di Studio, deve fare richiesta al Corso di Studio nei termini previsti annualmente e resi noti tramite pubblicazione sul portale di Ateneo. Il Consiglio valuterà la coerenza della scelta con il percorso formativo dello studente.

#### **Art. 7 Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio della stessa classe**

I crediti formativi universitari acquisiti sono riconosciuti fino a concorrenza dei crediti dello stesso settore scientifico disciplinare previsti dal piano didattico allegato. Qualora, effettuati i riconoscimenti in base alle norme del presente regolamento, residuino crediti non utilizzati, il consiglio di Corso di studio può riconoscerli valutando il caso concreto sulla base delle affinità didattiche e culturali.

#### **Art. 8 Criteri di riconoscimento dei crediti acquisiti in Corsi di Studio di diversa classe, presso università telematiche e in Corsi di Studio internazionali**

I crediti formativi universitari acquisiti sono riconosciuti dal Consiglio di Corso di Studio sulla base dei seguenti criteri: - analisi del programma svolto - valutazione della congruità dei settori scientifico disciplinari e dei contenuti delle attività formative in cui lo studente ha maturato i crediti con gli obiettivi formativi specifici del corso di studio e delle singole attività formative da riconoscere, perseguendo comunque la finalità di mobilità degli studenti. Il riconoscimento è effettuato fino a concorrenza dei crediti formativi universitari previsti dal piano didattico allegato. Qualora, effettuati i riconoscimenti in base alle norme del presente regolamento, residuino crediti non utilizzati, il consiglio di Corso di studio può riconoscerli valutando il caso concreto sulla base delle affinità didattiche e culturali.

#### **Art. 9 Criteri di riconoscimento delle conoscenze e abilità extrauniversitarie**

Possono essere riconosciute competenze acquisite fuori dall'università nei seguenti casi: 1. quando si tratti di conoscenze e abilità professionali certificate ai sensi della normativa vigente in materia; 2. quando si tratti di conoscenze e abilità maturate in attività formative di livello post secondario alla cui realizzazione e progettazione abbia concorso l'università. La richiesta di riconoscimento sarà valutata dal Consiglio di Corso di studio tenendo conto delle indicazioni date dagli Organi Accademici e del numero massimo di crediti riconoscibili fissato nell'ordinamento didattico del corso di studio. Il riconoscimento potrà avvenire qualora l'attività sia coerente con gli obiettivi formativi specifici del corso di studio e delle attività formative che si riconoscono, visti anche il contenuto e la durata in ore dell'attività svolta.

#### **Art. 10 Modalità di svolgimento della prova finale**

La prova finale consiste nella verifica della capacità del laureando di lavorare in modo autonomo e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto originale di ricerca, di natura sperimentale o teorica, su un tema specifico. Il Corso di Studio, su richiesta dello studente, può consentire, con le procedure stabilite dal Regolamento generale di Ateneo per lo svolgimento dei tirocini o dai programmi internazionali di mobilità per tirocinio, e in conformità alle norme comunitarie, lo svolgimento di un tirocinio finalizzato alla preparazione della tesi di laurea o comunque collegato ad un progetto formativo mirato ad affinare il suo processo di apprendimento e formazione. Tali esperienze formative che non dovranno superare la durata di 6 mesi e dovranno concludersi entro la data del conseguimento del titolo di studio, potranno essere svolte prevedendo l'attribuzione di crediti formativi: - nell'ambito di quelli attribuiti alla prova finale; - per attività di tirocinio previsto dal piano didattico; - per attività a scelta dello studente configurabili anche come tirocinio; - per attività aggiuntive i cui crediti risultino oltre il numero previsto per il conseguimento del titolo di studio.

**Art. 11 Coerenza fra i crediti assegnati alle singole attività formative e gli specifici obiettivi formativi programmati**

La Commissione Didattica Paritetica in data 27/11/2020 ha espresso parere favorevole ai sensi dell'articolo 12 comma 3 del DM 270/04.

**Art. 12 Norme transitorie**

Il Consiglio di Corso di Studio, in relazione alle modifiche del piano didattico, delibera le eventuali regole per l'applicazione del Regolamento di Corso di Studi agli studenti iscritti negli anni accademici precedenti che saranno pubblicate nel manifesto degli studi. La Commissione Paritetica docenti-studenti in data 29/11/2022 ha espresso parere favorevole ai sensi dell'articolo 12 comma 3 del DM 270/04.

**Anno Accademico** 2023/2024  
**Scuola** Scienze  
**Classe** LM-18-INFORMATICA

**Corso** 5898-INFORMATICA

**CURRICULUM B: INFORMATICA PER IL MANAGEMENT (991)**

---

**5898 000 000 93474 - 0 - COMPLEMENTI DI BASI DI DATI - INTELLIGENZA ARTIFICIALE (C.I.)**

**Modulo integrato: 28796 - COMPLEMENTI DI BASI DI DATI**

**Obiettivi:**

Al termine del corso lo studente: - conosce i modelli dei dati semi strutturato e non strutturati in relazione a quelli strutturati ed i principali costrutti dei linguaggi SQL/XML ed XQuery; - conosce le principali tecniche di information retrieval e di analisi dei dati; - è in grado di progettare e realizzare un datawarehouse; - è capace di elaborare un progetto utilizzando le principali tecniche di data mining.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course the student: - knows the semi structured and unstructured data models in relationship with the central constructors of SQL/XML and XQuery; - knows the basic techniques of information retrieval and text analysis; - is capable of designing and developing a datawarehouse; - is capable of conducting a project using the basic data mining techniques

**Modulo integrato: 81940 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE**

**Obiettivi:**

Al termine del corso, lo studente conosce i principali linguaggi, tecniche di modellizzazione e metodi di ragionamento che stanno alla base della risoluzione di problemi di intelligenza artificiale. In particolare, è in grado di realizzare sistemi 'intelligenti' che, nella soluzione di problemi, simulano il comportamento di esperti umani della disciplina in oggetto. Inoltre è in grado di modellizzare e risolvere semplici problemi di ottimizzazione basati su programmazione a vincoli.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course the student will know the principal languages, the modeling techniques and the reasoning methods that are at the base of artificial intelligence. In particular the student will be able to construct systems that exhibit intelligent behaviours, often simulating the behavior of human experts of a specific discipline. Moreover she will be able to model and solve simple constraint and optimization problems by using constraint programming.

---

**5898 000 000 72671 - 1 - COMPLEMENTI DI LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE**

**Obiettivi:**

Al giorno d'oggi lo sviluppo di software richiede strumenti veloci e sofisticati per la trasformazione e l'analisi. Ad esempio, il codice Java viene verificato dalla Virtual Machine prima di eseguirlo per controllare alcune proprietà di base sull'uso della memoria e dei lock. Facebook, prima del rilascio, verifica le proprie app attraverso un analizzatore statico che esclude l'assenza di bug senza alcuna esecuzione del codice. Le stesse applicazioni performance-critical e per l'asset-management sarebbero impossibili da costruire e far evolvere senza compilatori in grado di ottenere codice macchina ottimizzato e corretto a partire da codice di alto livello.

L'obiettivo del corso è di presentare le moderne tecniche di trasformazione e analisi del codice e di mostrarne la loro realizzazione. Per questo motivo il corso farà riferimento a un framework, ANTLR, ampiamente utilizzato sia nel mondo accademico che in quello industriale per implementare linguaggi, strumenti e framework di ogni sorta. Ad esempio, Twitter search usa ANTLR per il parsing delle query, processando oltre 2 miliardi di query al giorno.

Al termine dell'attività formativa lo studente conosce i fondamenti della trasformazione e analisi statica del codice. Sarà in grado di applicare la teoria estendendo un linguaggio piccolo, ma espressivo, per mezzo del framework ANTLR.

Obiettivi Inglese:

Nowadays the software development requires fast and sophisticated code transformation and analysis tools. For example, Java code is verified by the Virtual Machine before execution to check basic correctness properties about the memory and the locks that are used. Facebook, before releasing its mobile apps, always submits them to a tool that finds bugs without running the code. The applications of performance-critical systems and asset-management systems would be impossible to build and evolve without compilers that derive correct and optimized machine code from high-level source code. The objective of this course is to discuss modern code transformation and analysis techniques and illustrate their implementation. For this reason, the course will refer to a framework, ANTLR, now widely used in academia and industry to build all sorts of languages, tools, and frameworks. For example, Twitter search uses ANTLR for query parsing, with over 2 billion queries a day. At the end of the course, the student knows the fundamentals of code transformation and static analysis. He is able to apply the theory by extending a small, yet expressive and powerful language, by means of the ANTLR framework.

---

**CILT 000 000 26337 - 6 - IDONEITA' LINGUA INGLESE B - 2**

Obiettivi:

Al termine del corso lo studente acquisisce conoscenze di base per la comunicazione di dati scientifici in inglese (comunicazione orale e scrittura).

Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student acquires basic knowledge for communicating scientific data in english (oral communication and writing).

---

**5898 000 000 90720 - 0 - USABILITY & USER EXPERIENCE DESIGN**

Obiettivi:

Al termine del corso lo studente è in grado di progettare, implementare e valutare sistemi software interattivi relativamente alle caratteristiche di praticità, esperienza, affettività, significato e valore che essi possono avere sull'utenza a cui sono destinati. Aspetti come facilità d'uso, utilità ed efficienza sono determinanti per una caratterizzazione positiva della esperienza d'uso di un artefatto. Lo studente saprà focalizzare l'analisi funzionale del software sulle caratteristiche e le esigenze del target di utenza, saprà dirigere il processo di sviluppo in modo da garantire un costante collegamento tra le esigenze tecniche ed implementative e le aspettative dell'utenza, e saprà verificare quanto e rispetto a quali metriche un software soddisfi o meno queste aspettative.

Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student is able to design, implement and evaluate software systems with respect to the dimensions of practicality, experience, affection, meaning and value that they may have on the target audience. Characteristics such as ease of use, usefulness and efficiency are fundamental for the positive evaluation of the user experience of the system. The student will be able to focus the functional analysis of the software on the characteristics and needs of the target audience, will be able to drive the development process so as to guarantee a constant connection between the technical and implementation features and the expectation of the audience, and will be able to evaluate whether and according to which metrics a software satisfies these expectations.

---

**5898 000 000 87469 - 0 - DECISION MAKING WITH CONSTRAINT PROGRAMMING**

Obiettivi:

Il corso tratta i metodi fondamentali dell'intelligenza artificiale per modellare e risolvere problemi che richiedono di prendere decisioni (ottime) in presenza di vincoli numerosi e complessi. Tali problemi si presentano spesso in diverse aree scientifiche, aziendali e industriali. La difficoltà intrinseca nel risolvere problemi così cruciali nella pratica ha portato allo sviluppo di una tecnologia che consente di costruire sistemi intelligenti di supporto alle decisioni, che va sotto il nome di programmazione a vincoli (Constraint Programming, CP). Un numero sempre maggiore di aziende e centri di ricerca nel mondo si avvale e contribuisce al miglioramento di questa tecnologia. Competenze acquisite in questo settore sono quindi molto bene spendibili nel mercato del lavoro. Il corso combina fondamenti teorici con una parte pratica di modellazione e risoluzione di problemi ispirati al mondo reale. Al termine del corso, lo studente conoscerà tecniche avanzate di modellazione e metodi risolutivi efficienti, e sarà in grado di modellare problemi usando un linguaggio a vincoli, e di risolverli tramite un risolutore di vincoli.

Obiettivi Inglese:

This course covers the fundamental methods in artificial intelligence to model and solve combinatorial problems requiring to take (optimal) decisions in the presence of many complex constraints. Such problems appear often in diverse domains of science, business and industry. The inherent difficulty in solving such practically crucial problems has led to the development of Constraint Programming (CP), an intelligent decision-support technology. A growing number of companies and research institutions worldwide successfully apply CP technology and contribute to its advancement. Skills in this area are therefore in high demand in the job market. The course combines theoretical foundations with practical modelling and solving of realistic problems. At the end of the course, the student has an understanding of the advanced modelling techniques and efficient solution methods, and possesses the necessary skills for modelling in a CP language and solving with a CP solver.

---

**5898 000 000 90749 - 0 - DIDATTICA DELL'INFORMATICA****Obiettivi:**

Il corso si propone di fornire conoscenze teoriche, tecniche e strumenti utili per l'insegnamento dell'informatica. Al termine dell'attività formativa lo studente conosce i principali approcci pedagogici e didattici per l'insegnamento dell'informatica nei diversi livelli scolastici. È in grado di organizzare e tenere corsi di informatica, confrontare e scegliere diverse metodologie per generare materiale didattico e per valutare l'apprendimento.

**Obiettivi Inglese:**

The course aims to provide theoretical knowledge, techniques and tools helpful in teaching computer science. At the end of the course, the student is familiar with the main pedagogical and didactical approaches for teaching computer science at different school levels. Students can organise and teach computer science courses, compare and choose different methodologies to generate teaching materials, and evaluate learning.

---

**5898 000 000 81676 - 0 - DIGITAL FORENSICS****Obiettivi:**

Al termine del corso lo studente conosce le principali problematiche della digital forensics e si è confrontato con l'utilizzo di base di alcuni tool per gestire gli scenari più comuni: singolo device (computer, tablet, smartphone) e diversi tipi di file, rete (wireless e wired), e-mail e social media. Lo studente conosce l'importanza della catena di custodia e le principali metodologie di acquisizione, conservazione e analisi dei dati. Lo studente conosce l'importanza della relazione finale e dispone di strumenti concettuali per la sua corretta stesura.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course the students will know the main topics of digital forensics. Moreover, they have used several basic tools to manage some common scenarios: single device (computer, tablet, smartphone) and several kinds of file, networking (wireless and wired), e-mail and social media. The students will know the importance of the chain of custody and also the main procedures to acquire, conserve and analyze the data. The students will know both the importance of the final report and the conceptual instruments for its appropriate drafting

---

**5898 000 000 77803 - 0 - INGEGNERIA DEL SOFTWARE ORIENTATA AI SERVIZI****Obiettivi:**

Al termine dell'attività formativa lo studente conosce degli aspetti principali dell'analisi, della progettazione e della realizzazione di sistemi software complessi attraverso un approccio basato sulle astrazioni di processo e servizio. È in grado di progettare, modellare e realizzare architetture virtualizzate moderne basate su servizi sia di tipo SOA enterprise che microservizi e sa modellare e supportare l'esecuzione dei processi di business integrando opportunamente i servizi che li compongono.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course, the student knows the design and implementation of complex software systems using an approach based on the abstractions of service and process. The student is able to design, model and implement modern virtualized software architectures based on enterprise SOA and/or microservices; the student is also able to model and support the enactment of business processes integrating the services that compose them.

---

**5898 000 000 66870 - 0 - MODELLI E SISTEMI CONCORRENTI****Obiettivi:**

Al termine del corso, lo studente conosce i paradigmi di base della concorrenza, i loro modelli ed i sistemi di verifica di proprietà di tali modelli. È in grado di analizzare semplici programmi concorrenti con strumenti automatici o semi-automatici.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course, the student will learn the basic ingredients of concurrency theory, their models and verification systems on such models. (S)He will be able to analyze simple concurrent programs with automatic or semi-automatic tools.

---

**5898 000 000 37760 - 0 - SIMULAZIONE DI SISTEMI****Obiettivi:**

Al termine del corso, lo studente conosce le metodologie e gli strumenti per progettare, realizzare e convalidare modelli di simulazione per l'analisi e la valutazione di sistemi di elaborazione e comunicazione, e per l'analisi di sistemi sociali. È in grado di progettare, realizzare e convalidare modelli di simulazione per l'analisi e la valutazione di sistemi complessi.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course students will have acquired methods and tools to design, implement and validate simulation models for the performance analysis and assessment of computer and communication systems and for the analysis of social systems. Students will be able to design, implement and validate simulation models for the analysis and assessment of complex systems.

---

---

**5898 000 000 84401 - 0 - SISTEMI CONTEXT-AWARE**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente è in grado di progettare, sviluppare e valutare sistemi ubiqui ed applicazioni operanti su dispositivi mobili in grado di adattarsi alle caratteristiche del contesto ed alla posizione/mobilità dell'utente. Al termine del corso, lo studente: - conosce le basi del context-aware computing e le principali tecniche per la localizzazione di utenti/dispositivi e per il riconoscimento dell'attività; - conosce i principali modelli per la rappresentazione e manipolazione di dati di contesto; - conosce i principali middleware ed architetture software per lo sviluppo di applicazioni e servizi adattivi ed ubiqui.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, the student is able to design, deploy and evaluate ubiquitous systems and mobile applications able to adapt their behaviors to the context characteristics and to the current location/activity of the user. At the end of the course, the student: - knows the fundamental concepts of context-aware computing, and the main techniques for the localization of users/devices and the human activity recognition; - knows the fundamental models of context-data representation and managing; - knows the main middleware and software architectures in order to deploy adaptive and ubiquitous applications and services

---

**5898 000 000 70090 - 0 - COMPUTER GRAPHICS**

## Obiettivi:

Al termine del corso, gli studenti conoscono i fondamenti della grafica 3D al computer, tra cui i concetti di modellazione poligonale e resa in tempo reale. In particolare, sono in grado di modellare e rendere scene 3D mediante opportuni software e librerie open source.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, students know fundamentals of 3D computer graphics (polygonal modeling and real-time rendering). In particular, they are able to model and render scenes making use of suitable open source softwares and libraries.

---

**5898 000 000 23762 - 0 - FISICA DEI SISTEMI COMPLESSI**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente possiede le conoscenze di base sui sistemi complessi fisici, biologici e sociali e sui mezzi di analisi, predicibilità e controllo. In particolare, lo studente è in grado di:

- risolvere problemi di caos deterministico e predicibilità;
- risolvere problemi di auto-organizzazione emergente;
- sviluppare un progetto con architettura ad oggetti e grafica evoluta, usando modelli ad agenti e la teoria delle reti.

## Obiettivi Inglese:

Basic knowledge of physical and mathematical methods to develop dynamic and statistical model for the study of complex systems. Basic knowledge of graphical methods 2D and 3D used to illustrate the results.

---

**5898 000 000 30214 - 0 - FONDAMENTI LOGICI DELL'INFORMATICA**

## Obiettivi:

Al termine del corso lo studente ha acquisito le basi logico formali di aree dell'informatica teorica quali il lambda-calcolo, i sistemi di riscrittura, la complessità computazionale, la teoria delle basi di dati e i metodi formali. E' in grado di codificare in lambda-calcolo vari costrutti di programmazione, di descrivere in forma logica semplici algoritmi, di esprimere interrogazioni a basi di dati in forma predicativa e di specificare proprietà di sistemi reattivi come formule della logica temporale.

## Obiettivi Inglese:

At the end of this course, students have acquired the logical foundations of areas of theoretical computer science such as lambda-calculus, rewriting systems, computational complexity, database theory and formal methods. He is able to encode programming constructs in lambda-calculus, to describe simple algorithms in logical form, to express queries to databases in predicative form and to specify properties of reactive systems as formulas of temporal logic.

---

**5898 000 000 12569 - 0 - MATEMATICA COMPUTAZIONALE**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente conosce diverse tecniche e strumenti alla base della soluzione computazionale di problemi del calcolo scientifico. È in grado di risolvere problemi applicativi, di aree di studio o didattica interdisciplinari, in un ambiente software integrato, simbolico e numerico.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, the student knows varied techniques and tools at the basis of the computational solution of problems from scientific calculus. She/He is able to solve applicative problems, from interdisciplinary study or didactic areas, in an integrated, symbolic and numeric, software environment.

---

**5898 000 000 30216 - 0 - MODELLI PROBABILISTICI**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente conosce alcuni elementi di teorie avanzate di probabilità con applicazioni all'informatica, quali catene di Markov in tempo discreto e continuo. È in grado di analizzare semplici sistemi stocastici collegati con le applicazioni.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student knows elements of some advanced probability theories with applications to computer science, such as Markov chains with discrete and continuous time. She / he is able to analyze some simple stochastic systems related to applications.

---

**5898 000 000 82287 - 0 - TIROCINIO**

## Obiettivi:

Al termine dell'attività, lo studente possiede una conoscenza sperimentale di uno degli argomenti del corso di studi tramite un progetto software svolto internamente alle strutture universitarie con un docente di riferimento o in un'azienda esterna all'Università. È in grado di documentare un programma tramite un manuale di riferimento.

---

**5898 000 000 90748 - 0 - BLOCKCHAIN AND CRYPTOCURRENCIES**

## Obiettivi:

Al termine dell'attività formativa, lo studente conosce le principali tematiche collegate alle nuove tecnologie blockchain, criptovalute, smart contract and nuove applicazioni costruite sopra la blockchain. È capace di definire e realizzare semplici smart contracts che possano essere inseriti in una blockchain.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, the student knows the relevant themes related to blockchain technologies, cryptocurrencies, smart contracts and novel applications that can be built over the blockchain. The student is able to develop simple smart contracts that can be deployed on a blockchain.

---

**5898 000 000 90733 - 0 - DATA ANALYTICS**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente: (i) conosce le principali tipologie di data-analytics (diagnostic, predictive, prescription, etc) e le tecniche abilitanti; (ii) è in grado di implementare un processo di data pipeline, dall'acquisizione all'analisi degli stessi; (iii) conosce le principali applicazioni della Data Analytics in ambito aziendale e business.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, the student: (i) is aware of different types of data-analytics (diagnostic, predictive, prescription, etc) and of the main enabling techniques; (ii) is able to design and implement a full data-pipeline process, from the data acquisition until the data analysis and valorization; (ii) knows the main applications of data analytics, with a special emphasis on industrial and business applications.

---

**5898 000 000 90747 - 0 - RESPONSABILITA' SOCIALE ED ETICA D'IMPRESA**

## Obiettivi:

Il corso si propone di esporre le teorie principali relative al ruolo dell'impresa nella società, alle finalità assegnate alla creazione di valore e alla produzione di utile, al rapporto con i portatori di interesse e ai principi etici che sottendono l'attività economica. Nello specifico, il corso si pone come obiettivo didattico il raggiungimento da parte degli studenti di un livello di conoscenza adeguata ad interpretare le grandi trasformazioni in essere nel rapporto tra aziende e società emerse come conseguenza dell'evoluzione della scienza e della tecnologia dell'informazione. Ad una prima parte teorica generale, segue una seconda parte caratterizzata dall'approfondimento dell'evoluzione del ruolo economico e socio-politico di grandi aziende come Google, Facebook e Amazon

## Obiettivi Inglese:

The aim of the course is to present the fundamental theories that deal with (i) the role of companies in society and the meaning to be assigned to profits and to share value, (ii) with the relationships with stakeholders and (iii) with the business ethics. Specifically, the objective of the course is to achieve a level of knowledge that allows students to interpret the transformations taking place in the relationship between business and society as the consequence of the evolution of information technology. The course is articulated in two sections. A first section introduces the theoretical background while, in a second section, the economic and socio-political role played by companies such as Google, Facebook e Amazon will be analysed.

---

**5898 000 000 90730 - 0 - SOCIAL NETWORK ANALYSIS**

## Obiettivi:

L'obiettivo del corso è quello di esaminare i modelli, metodi e temi essenziali dell'analisi delle reti sociali, comprendendo anche le information networks, dove più in generale nodi e links rappresentano rispettivamente dati e relazioni fra dati. La prima parte è dedicata ai metodi d'analisi basati sul confronto fra reti reali e random graphs, con enfasi su configuration model e modularity clustering. La seconda parte è dedicata ai metodi objective function-based e ai modelli fuzzy per module/community detection, con focus sul cluster score dei sottoinsiemi di vertici quantificato da funzioni pseudo-Booleane.

---

## Obiettivi Inglese:

The course is meant to examine the essential models, methods and topics of social network analysis, while also comprehending information networks, where more generally nodes and links represent respectively data and relations between data. The first half is devoted to those analytical methods based on the comparison between real-world networks and random graphs, with emphasis on the configuration model and modularity clustering. The second half is devoted to objective function-based methods and to fuzzy models for community/module detection, with focus on the cluster score of vertex subsets quantified by pseudo-Boolean functions.

## Gruppo A

---

### 5898 000 000 35199 - 0 - PROVA FINALE

#### Obiettivi:

Al termine della prova finale, lo studente è in grado di lavorare in ampia autonomia e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto originale di ricerca, di natura sperimentale o teorica, su un tema specifico. È in grado di elaborare e presentare risultati anche complessi in maniera articolata.

## Gruppo B

---

### 5898 000 000 81355 - 0 - PREPARAZIONE PROVA FINALE ALL'ESTERO

#### Obiettivi:

Al termine della preparazione della prova finale all'estero, lo studente aggiunge alle abilità relative alla prova finale in generale la conoscenza diretta di possibili ambiti professionali e di ricerca mediante la partecipazione alle attività di strutture estere, che operano in modo coerente con gli obiettivi formativi del corso di studio sull'argomento scelto per la prova finale. In particolare, lo studente è in grado di interagire con diverse realtà professionali operando anche in team di progettazione compositi, ed è in grado di sviluppare - anche in lingua straniera - le proprie abilità comunicative sia interpersonali sia in termini di documentazione tecnica.

---

### 5898 000 000 90425 - 0 - PROVA FINALE

#### Obiettivi:

Al termine della prova finale, lo studente è in grado di lavorare in ampia autonomia e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto originale di ricerca, di natura sperimentale o teorica, su un tema specifico. È in grado di elaborare e presentare risultati anche complessi in maniera articolata.

## Gruppo C

---

### 5898 000 000 87471 - 0 - TIROCINIO IN PREPARAZIONE DELLA PROVA FINALE

#### Obiettivi:

Al termine dell'attività, lo studente possiede una conoscenza sperimentale di uno degli argomenti del corso di studi tramite un progetto software svolto internamente alle strutture universitarie con un docente di riferimento o in un'azienda esterna all'Università. È in grado di documentare un programma tramite un manuale di riferimento.

---

### 5898 000 000 90425 - 0 - PROVA FINALE

#### Obiettivi:

Al termine della prova finale, lo studente è in grado di lavorare in ampia autonomia e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto originale di ricerca, di natura sperimentale o teorica, su un tema specifico. È in grado di elaborare e presentare risultati anche complessi in maniera articolata.

**Anno Accademico** 2023/2024  
**Scuola** Scienze  
**Classe** LM-18-INFORMATICA

**Corso** 5898-INFORMATICA

## **CURRICULUM A: TECNICHE DEL SOFTWARE (A58)**

---

### **5898 000 000 93474 - 0 - COMPLEMENTI DI BASI DI DATI - INTELLIGENZA ARTIFICIALE (C.I.)**

#### **Modulo integrato: 28796 - COMPLEMENTI DI BASI DI DATI**

##### Obiettivi:

Al termine del corso lo studente: - conosce i modelli dei dati semi strutturato e non strutturati in relazione a quelli strutturati ed i principali costrutti dei linguaggi SQL/XML ed XQuery; - conosce le principali tecniche di information retrieval e di analisi dei dati; - è in grado di progettare e realizzare un datawarehouse; - è capace di elaborare un progetto utilizzando le principali tecniche di data mining.

##### Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student: - knows the semi structured and unstructured data models in relationship with the central constructors of SQL/XML and XQuery; - knows the basic techniques of information retrieval and text analysis; - is capable of designing and developing a datawarehouse; - is capable of conducting a project using the basic data mining techniques

#### **Modulo integrato: 81940 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE**

##### Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente conosce i principali linguaggi, tecniche di modellizzazione e metodi di ragionamento che stanno alla base della risoluzione di problemi di intelligenza artificiale. In particolare, è in grado di realizzare sistemi 'intelligenti' che, nella soluzione di problemi, simulano il comportamento di esperti umani della disciplina in oggetto. Inoltre è in grado di modellizzare e risolvere semplici problemi di ottimizzazione basati su programmazione a vincoli.

##### Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student will know the principal languages, the modeling techniques and the reasoning methods that are at the base of artificial intelligence. In particular the student will be able to construct systems that exhibit intelligent behaviours, often simulating the behavior of human experts of a specific discipline. Moreover she will be able to model and solve simple constraint and optimization problems by using constraint programming.

---

### **5898 000 000 72671 - 1 - COMPLEMENTI DI LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE**

##### Obiettivi:

Al giorno d'oggi lo sviluppo di software richiede strumenti veloci e sofisticati per la trasformazione e l'analisi. Ad esempio, il codice Java viene verificato dalla Virtual Machine prima di eseguirlo per controllare alcune proprietà di base sull'uso della memoria e dei lock. Facebook, prima del rilascio, verifica le proprie app attraverso un analizzatore statico che esclude l'assenza di bug senza alcuna esecuzione del codice. Le stesse applicazioni performance-critical e per l'asset-management sarebbero impossibili da costruire e far evolvere senza compilatori in grado di ottenere codice macchina ottimizzato e corretto a partire da codice di alto livello.

L'obiettivo del corso è di presentare le moderne tecniche di trasformazione e analisi del codice e di mostrarne la loro realizzazione. Per questo motivo il corso farà riferimento a un framework, ANTLR, ampiamente utilizzato sia nel mondo accademico che in quello industriale per implementare linguaggi, strumenti e framework di ogni sorta. Ad esempio, Twitter search usa ANTLR per il parsing delle query, processando oltre 2 miliardi di query al giorno.

Al termine dell'attività formativa lo studente conosce i fondamenti della trasformazione e analisi statica del codice. Sarà in grado di applicare la teoria estendendo un linguaggio piccolo, ma espressivo, per mezzo del framework ANTLR.

Obiettivi Inglese:

Nowadays the software development requires fast and sophisticated code transformation and analysis tools. For example, Java code is verified by the Virtual Machine before execution to check basic correctness properties about the memory and the locks that are used. Facebook, before releasing its mobile apps, always submits them to a tool that finds bugs without running the code. The applications of performance-critical systems and asset-management systems would be impossible to build and evolve without compilers that derive correct and optimized machine code from high-level source code. The objective of this course is to discuss modern code transformation and analysis techniques and illustrate their implementation. For this reason, the course will refer to a framework, ANTLR, now widely used in academia and industry to build all sorts of languages, tools, and frameworks. For example, Twitter search uses ANTLR for query parsing, with over 2 billion queries a day. At the end of the course, the student knows the fundamentals of code transformation and static analysis. He is able to apply the theory by extending a small, yet expressive and powerful language, by means of the ANTLR framework.

---

**CILT 000 000 26337 - 6 - IDONEITA' LINGUA INGLESE B - 2**

Obiettivi:

Al termine del corso lo studente acquisisce conoscenze di base per la comunicazione di dati scientifici in inglese (comunicazione orale e scrittura).

Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student acquires basic knowledge for communicating scientific data in english (oral communication and writing).

---

**5898 000 000 90720 - 0 - USABILITY & USER EXPERIENCE DESIGN**

Obiettivi:

Al termine del corso lo studente è in grado di progettare, implementare e valutare sistemi software interattivi relativamente alle caratteristiche di praticità, esperienza, affettività, significato e valore che essi possono avere sull'utenza a cui sono destinati. Aspetti come facilità d'uso, utilità ed efficienza sono determinanti per una caratterizzazione positiva della esperienza d'uso di un artefatto. Lo studente saprà focalizzare l'analisi funzionale del software sulle caratteristiche e le esigenze del target di utenza, saprà dirigere il processo di sviluppo in modo da garantire un costante collegamento tra le esigenze tecniche ed implementative e le aspettative dell'utenza, e saprà verificare quanto e rispetto a quali metriche un software soddisfi o meno queste aspettative.

Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student is able to design, implement and evaluate software systems with respect to the dimensions of practicality, experience, affection, meaning and value that they may have on the target audience. Characteristics such as ease of use, usefulness and efficiency are fundamental for the positive evaluation of the user experience of the system. The student will be able to focus the functional analysis of the software on the characteristics and needs of the target audience, will be able to drive the development process so as to guarantee a constant connection between the technical and implementation features and the expectation of the audience, and will be able to evaluate whether and according to which metrics a software satisfies these expectations.

---

**5898 000 000 87469 - 0 - DECISION MAKING WITH CONSTRAINT PROGRAMMING**

Obiettivi:

Il corso tratta i metodi fondamentali dell'intelligenza artificiale per modellare e risolvere problemi che richiedono di prendere decisioni (ottime) in presenza di vincoli numerosi e complessi. Tali problemi si presentano spesso in diverse aree scientifiche, aziendali e industriali. La difficoltà intrinseca nel risolvere problemi così cruciali nella pratica ha portato allo sviluppo di una tecnologia che consente di costruire sistemi intelligenti di supporto alle decisioni, che va sotto il nome di programmazione a vincoli (Constraint Programming, CP). Un numero sempre maggiore di aziende e centri di ricerca nel mondo si avvale e contribuisce al miglioramento di questa tecnologia. Competenze acquisite in questo settore sono quindi molto bene spendibili nel mercato del lavoro. Il corso combina fondamenti teorici con una parte pratica di modellazione e risoluzione di problemi ispirati al mondo reale. Al termine del corso, lo studente conoscerà tecniche avanzate di modellazione e metodi risolutivi efficienti, e sarà in grado di modellare problemi usando un linguaggio a vincoli, e di risolverli tramite un risolutore di vincoli.

Obiettivi Inglese:

This course covers the fundamental methods in artificial intelligence to model and solve combinatorial problems requiring to take (optimal) decisions in the presence of many complex constraints. Such problems appear often in diverse domains of science, business and industry. The inherent difficulty in solving such practically crucial problems has led to the development of Constraint Programming (CP), an intelligent decision-support technology. A growing number of companies and research institutions worldwide successfully apply CP technology and contribute to its advancement. Skills in this area are therefore in high demand in the job market. The course combines theoretical foundations with practical modelling and solving of realistic problems. At the end of the course, the student has an understanding of the advanced modelling techniques and efficient solution methods, and possesses the necessary skills for modelling in a CP language and solving with a CP solver.

---

**5898 000 000 90749 - 0 - DIDATTICA DELL'INFORMATICA****Obiettivi:**

Il corso si propone di fornire conoscenze teoriche, tecniche e strumenti utili per l'insegnamento dell'informatica. Al termine dell'attività formativa lo studente conosce i principali approcci pedagogici e didattici per l'insegnamento dell'informatica nei diversi livelli scolastici. È in grado di organizzare e tenere corsi di informatica, confrontare e scegliere diverse metodologie per generare materiale didattico e per valutare l'apprendimento.

**Obiettivi Inglese:**

The course aims to provide theoretical knowledge, techniques and tools helpful in teaching computer science. At the end of the course, the student is familiar with the main pedagogical and didactical approaches for teaching computer science at different school levels. Students can organise and teach computer science courses, compare and choose different methodologies to generate teaching materials, and evaluate learning.

---

**5898 000 000 81676 - 0 - DIGITAL FORENSICS****Obiettivi:**

Al termine del corso lo studente conosce le principali problematiche della digital forensics e si è confrontato con l'utilizzo di base di alcuni tool per gestire gli scenari più comuni: singolo device (computer, tablet, smartphone) e diversi tipi di file, rete (wireless e wired), e-mail e social media. Lo studente conosce l'importanza della catena di custodia e le principali metodologie di acquisizione, conservazione e analisi dei dati. Lo studente conosce l'importanza della relazione finale e dispone di strumenti concettuali per la sua corretta stesura.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course the students will know the main topics of digital forensics. Moreover, they have used several basic tools to manage some common scenarios: single device (computer, tablet, smartphone) and several kinds of file, networking (wireless and wired), e-mail and social media. The students will know the importance of the chain of custody and also the main procedures to acquire, conserve and analyze the data. The students will know both the importance of the final report and the conceptual instruments for its appropriate drafting

---

**5898 000 000 77803 - 0 - INGEGNERIA DEL SOFTWARE ORIENTATA AI SERVIZI****Obiettivi:**

Al termine dell'attività formativa lo studente conosce degli aspetti principali dell'analisi, della progettazione e della realizzazione di sistemi software complessi attraverso un approccio basato sulle astrazioni di processo e servizio. È in grado di progettare, modellare e realizzare architetture virtualizzate moderne basate su servizi sia di tipo SOA enterprise che microservizi e sa modellare e supportare l'esecuzione dei processi di business integrando opportunamente i servizi che li compongono.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course, the student knows the design and implementation of complex software systems using an approach based on the abstractions of service and process. The student is able to design, model and implement modern virtualized software architectures based on enterprise SOA and/or microservices; the student is also able to model and support the enactment of business processes integrating the services that compose them.

---

**5898 000 000 66870 - 0 - MODELLI E SISTEMI CONCORRENTI****Obiettivi:**

Al termine del corso, lo studente conosce i paradigmi di base della concorrenza, i loro modelli ed i sistemi di verifica di proprietà di tali modelli. È in grado di analizzare semplici programmi concorrenti con strumenti automatici o semi-automatici.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course, the student will learn the basic ingredients of concurrency theory, their models and verification systems on such models. (S)He will be able to analyze simple concurrent programs with automatic or semi-automatic tools.

---

**5898 000 000 37760 - 0 - SIMULAZIONE DI SISTEMI****Obiettivi:**

Al termine del corso, lo studente conosce le metodologie e gli strumenti per progettare, realizzare e convalidare modelli di simulazione per l'analisi e la valutazione di sistemi di elaborazione e comunicazione, e per l'analisi di sistemi sociali. È in grado di progettare, realizzare e convalidare modelli di simulazione per l'analisi e la valutazione di sistemi complessi.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course students will have acquired methods and tools to design, implement and validate simulation models for the performance analysis and assessment of computer and communication systems and for the analysis of social systems. Students will be able to design, implement and validate simulation models for the analysis and assessment of complex systems.

---

---

**5898 000 000 84401 - 0 - SISTEMI CONTEXT-AWARE**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente è in grado di progettare, sviluppare e valutare sistemi ubiqui ed applicazioni operanti su dispositivi mobili in grado di adattarsi alle caratteristiche del contesto ed alla posizione/mobilità dell'utente. Al termine del corso, lo studente: - conosce le basi del context-aware computing e le principali tecniche per la localizzazione di utenti/dispositivi e per il riconoscimento dell'attività; -conosce i principali modelli per la rappresentazione e manipolazione di dati di contesto; -conosce i principali middleware ed architetture software per lo sviluppo di applicazioni e servizi adattivi ed ubiqui.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, the student is able to design, deploy and evaluate ubiquitous systems and mobile applications able to adapt their behaviors to the context characteristics and to the current location/activity of the user. At the end of the course, the student: -knows the fundamental concepts of context-aware computing, and the main techniques for the localization of users/devices and the human activity recognition; -knows the fundamental models of context-data representation and managing; - knows the main middleware and software architectures in order to deploy adaptive and ubiquitous applications and services

---

**5898 000 000 70090 - 0 - COMPUTER GRAPHICS**

## Obiettivi:

Al termine del corso, gli studenti conoscono i fondamenti della grafica 3D al computer, tra cui i concetti di modellazione poligonale e resa in tempo reale. In particolare, sono in grado di modellare e rendere scene 3D mediante opportuni software e librerie open source.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, students know fundamentals of 3D computer graphics (polygonal modeling and real-time rendering). In particular, they are able to model and render scenes making use of suitable open source softwares and libraries.

---

**5898 000 000 23762 - 0 - FISICA DEI SISTEMI COMPLESSI**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente possiede le conoscenze di base sui sistemi complessi fisici, biologici e sociali e sui mezzi di analisi, predicibilità e controllo. In particolare, lo studente è in grado di:

- risolvere problemi di caos deterministico e predicibilità;
- risolvere problemi di auto-organizzazione emergente;
- sviluppare un progetto con architettura ad oggetti e grafica evoluta, usando modelli ad agenti e la teoria delle reti.

## Obiettivi Inglese:

Basic knowledge of physical and mathematical methods to develop dynamic and statistical model for the study of complex systems. Basic knowledge of graphical methods 2D and 3D used to illustrate the results.

---

**5898 000 000 30214 - 0 - FONDAMENTI LOGICI DELL'INFORMATICA**

## Obiettivi:

Al termine del corso lo studente ha acquisito le basi logico formali di aree dell'informatica teorica quali il lambda-calcolo, i sistemi di riscrittura, la complessità computazionale, la teoria delle basi di dati e i metodi formali. E' in grado di codificare in lambda-calcolo vari costrutti di programmazione, di descrivere in forma logica semplici algoritmi, di esprimere interrogazioni a basi di dati in forma predicativa e di specificare proprietà di sistemi reattivi come formule della logica temporale.

## Obiettivi Inglese:

At the end of this course, students have acquired the logical foundations of areas of theoretical computer science such as lambda-calculus, rewriting systems, computational complexity, database theory and formal methods. He is able to encode programming constructs in lambda-calculus, to describe simple algorithms in logical form, to express queries to databases in predicative form and to specify properties of reactive systems as formulas of temporal logic.

---

**5898 000 000 12569 - 0 - MATEMATICA COMPUTAZIONALE**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente conosce diverse tecniche e strumenti alla base della soluzione computazionale di problemi del calcolo scientifico. È in grado di risolvere problemi applicativi, di aree di studio o didattica interdisciplinari, in un ambiente software integrato, simbolico e numerico.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, the student knows varied techniques and tools at the basis of the computational solution of problems from scientific calculus. She/He is able to solve applicative problems, from interdisciplinary study or didactic areas, in an integrated, symbolic and numeric, software environment.

---

**5898 000 000 30216 - 0 - MODELLI PROBABILISTICI**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente conosce alcuni elementi di teorie avanzate di probabilità con applicazioni all'informatica, quali catene di Markov in tempo discreto e continuo. È in grado di analizzare semplici sistemi stocastici collegati con le applicazioni.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student knows elements of some advanced probability theories with applications to computer science, such as Markov chains with discrete and continuous time. She / he is able to analyze some simple stochastic systems related to applications.

---

**5898 000 000 82287 - 0 - TIROCINIO**

## Obiettivi:

Al termine dell'attività, lo studente possiede una conoscenza sperimentale di uno degli argomenti del corso di studi tramite un progetto software svolto internamente alle strutture universitarie con un docente di riferimento o in un'azienda esterna all'Università. È in grado di documentare un programma tramite un manuale di riferimento.

---

**5898 000 000 93467 - 0 - CRYPTOGRAPHY**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente conosce i fondamenti della crittografia computazionale e le tecniche per l'analisi della sicurezza dei protocolli di comunicazione. È in grado di verificare l'assenza di crepe nel flusso dell'informazione o l'assenza di attacchi crittografici per semplici protocolli.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, the student knows the basics of modern cryptography and some techniques for the analysis of security protocols. He or she can verify the absence of security bugs on simple protocols

---

**5898 000 000 91250 - 0 - DEEP LEARNING**

## Obiettivi:

L'insegnamento è incentrato su tecniche avanzate di Machine Learning, con particolare attenzione all'area del Deep Learning. Al termine dell'attività formativa, lo studente comprende le idee fondamentali, gli sviluppi recenti e le applicazioni potenziali dei sistemi neurali (artificiali) profondi. Lo studente apprende tecniche supervisionate e non supervisionate, architetture neurali di base, metodi per visualizzare e interpretare il comportamento dei modelli, tecniche antagoniste e generative, apprendimento per rinforzo e reti ricorrenti. Lo studente è capace di utilizzare tali tecnologie per la risoluzione di problemi di classificazione e interpretazione dei dati in domini applicativi concreti, tra cui computer vision e elaborazione del linguaggio naturale

## Obiettivi Inglese:

The course is centered on advanced Machine Learning techniques, with particular emphasis on Deep Learning.

At the end of the course, the student understands the foundational ideas, the most recent advances and the potential applications of deep neural systems. The student learns supervised and unsupervised techniques, basic neural topologies, methods for visualizing and understanding the behavior on neural nets, adversarial and generative techniques, reinforcement learning, and recurrent networks. The student is able to apply such technologies to address classification, interpretation and data mining problems in concrete applicative domains, comprising computer vision and natural languages processing.

---

**5898 000 000 81672 - 0 - EMERGING PROGRAMMING PARADIGMS**

## Obiettivi:

Negli ultimi anni, anche a seguito dell'avvento dei processori multicore e della necessità di trovare linguaggi di programmazione che ne semplifichino lo sfruttamento, si osserva un rinnovato fermento riguardo allo sviluppo di nuovi linguaggi di programmazione. Go, Scala, Erlang, Clojure, Rust sono alcuni esempi di linguaggi che stanno attirando l'interesse della comunità industriale e che attingono sia da nuovi paradigmi di programmazione, sia da paradigmi più tradizionali, ma precedentemente di nicchia, che stanno aumentando la loro visibilità. Al termine del corso lo studente sarà a conoscenza dei principali paradigmi emergenti, sapendone valutare criticamente vantaggi e svantaggi, e avrà acquisito nuove competenze di programmazione.

## Obiettivi Inglese:

In recent years there is a renaissance of the development of programming language, motivated by the introduction of multicore processors and the need of finding simpler way to exploit them. Go, Scala, Erlang, Clojure, Rust are examples of languages that are interesting to the industrial world and that are rooted into both new and old programming paradigms. At the end of the course the student will know the main emerging programming paradigms, how to critically weight their weak and strong characteristics and she will have acquired new programming skills.

---

**5898 000 000 81942 - 0 - SCALABLE AND CLOUD PROGRAMMING****Obiettivi:**

Servizi Web quali Facebook, Google, Amazon, ecc. vengono eseguiti su molteplici data center geograficamente distribuiti. In particolare, sono necessarie migliaia di calcolatori, organizzati in modo tale da realizzare sistemi tolleranti ai guasti e capaci di supportare migliaia di richieste concorrenti. Inoltre, piattaforme di questo tipo (come ad esempio Google e Amazon) offrono servizi di hosting per applicazioni di terze parti creando così i cosiddetti servizi di "cloud computing". In questo corso si tratteranno aspetti legati alla programmazione di tali sistemi considerando sia le problematiche derivanti dalla distribuzione dei dati e dei processi, sia le principali attualmente adottate quali ad esempio il modello di programmazione MapReduce.

**Obiettivi Inglese:**

Web Services like Facebook, Google, Amazon, etc. are executed on multiple geographically distributed data centers. In particular, many computers must be organized in such a way that the realized systems are fault tolerant and able to respond to thousands of concurrent requests. Moreover, platforms of this kind (like Google and Amazon) offer hosting services for third-party applications realizing the so-called "cloud computing" services. In this course we will present solutions concerning the distribution of both data and processes and corresponding programming techniques like MapReduce.

**Gruppo A**

---

**5898 000 000 35199 - 0 - PROVA FINALE****Obiettivi:**

Al termine della prova finale, lo studente è in grado di lavorare in ampia autonomia e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto originale di ricerca, di natura sperimentale o teorica, su un tema specifico. È in grado di elaborare e presentare risultati anche complessi in maniera articolata.

**Gruppo B**

---

**5898 000 000 81355 - 0 - PREPARAZIONE PROVA FINALE ALL'ESTERO****Obiettivi:**

Al termine della preparazione della prova finale all'estero, lo studente aggiunge alle abilità relative alla prova finale in generale la conoscenza diretta di possibili ambiti professionali e di ricerca mediante la partecipazione alle attività di strutture estere, che operano in modo coerente con gli obiettivi formativi del corso di studio sull'argomento scelto per la prova finale. In particolare, lo studente è in grado di interagire con diverse realtà professionali operando anche in team di progettazione compositi, ed è in grado di sviluppare - anche in lingua straniera - le proprie abilità comunicative sia interpersonali sia in termini di documentazione tecnica.

**5898 000 000 90425 - 0 - PROVA FINALE****Obiettivi:**

Al termine della prova finale, lo studente è in grado di lavorare in ampia autonomia e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto originale di ricerca, di natura sperimentale o teorica, su un tema specifico. È in grado di elaborare e presentare risultati anche complessi in maniera articolata.

**Gruppo C**

---

**5898 000 000 87471 - 0 - TIROCINIO IN PREPARAZIONE DELLA PROVA FINALE****Obiettivi:**

Al termine dell'attività, lo studente possiede una conoscenza sperimentale di uno degli argomenti del corso di studi tramite un progetto software svolto internamente alle strutture universitarie con un docente di riferimento o in un'azienda esterna all'Università. È in grado di documentare un programma tramite un manuale di riferimento.

**5898 000 000 90425 - 0 - PROVA FINALE**

Obiettivi:

Al termine della prova finale, lo studente è in grado di lavorare in ampia autonomia e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto originale di ricerca, di natura sperimentale o teorica, su un tema specifico. È in grado di elaborare e presentare risultati anche complessi in maniera articolata.

**Anno Accademico** 2023/2024  
**Scuola** Scienze  
**Classe** LM-18-INFORMATICA

**Corso** 5898-INFORMATICA

## **CURRICULUM C: SISTEMI E RETI (992)**

---

### **5898 000 000 93474 - 0 - COMPLEMENTI DI BASI DI DATI - INTELLIGENZA ARTIFICIALE (C.I.)**

#### **Modulo integrato: 81940 - INTELLIGENZA ARTIFICIALE**

##### Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente conosce i principali linguaggi, tecniche di modellizzazione e metodi di ragionamento che stanno alla base della risoluzione di problemi di intelligenza artificiale. In particolare, è in grado di realizzare sistemi 'intelligenti' che, nella soluzione di problemi, simulano il comportamento di esperti umani della disciplina in oggetto. Inoltre è in grado di modellizzare e risolvere semplici problemi di ottimizzazione basati su programmazione a vincoli.

##### Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student will know the principal languages, the modeling techniques and the reasoning methods that are at the base of artificial intelligence. In particular the student will be able to construct systems that exhibit intelligent behaviours, often simulating the behavior of human experts of a specific discipline. Moreover she will be able to model and solve simple constraint and optimization problems by using constraint programming.

#### **Modulo integrato: 28796 - COMPLEMENTI DI BASI DI DATI**

##### Obiettivi:

Al termine del corso lo studente: - conosce i modelli dei dati semi strutturato e non strutturati in relazione a quelli strutturati ed i principali costrutti dei linguaggi SQL/XML ed XQuery; - conosce le principali tecniche di information retrieval e di analisi dei dati; - è in grado di progettare e realizzare un datawarehouse; - è capace di elaborare un progetto utilizzando le principali tecniche di data mining.

##### Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student: - knows the semi structured and unstructured data models in relationship with the central constructors of SQL/XML and XQuery; - knows the basic techniques of information retrieval and text analysis; - is capable of designing and developing a datawarehouse; - is capable of conducting a project using the basic data mining techniques

---

### **5898 000 000 72671 - 1 - COMPLEMENTI DI LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE**

##### Obiettivi:

Al giorno d'oggi lo sviluppo di software richiede strumenti veloci e sofisticati per la trasformazione e l'analisi. Ad esempio, il codice Java viene verificato dalla Virtual Machine prima di eseguirlo per controllare alcune proprietà di base sull'uso della memoria e dei lock. Facebook, prima del rilascio, verifica le proprie app attraverso un analizzatore statico che esclude l'assenza di bug senza alcuna esecuzione del codice. Le stesse applicazioni performance-critical e per l'asset-management sarebbero impossibili da costruire e far evolvere senza compilatori in grado di ottenere codice macchina ottimizzato e corretto a partire da codice di alto livello.

L'obiettivo del corso è di presentare le moderne tecniche di trasformazione e analisi del codice e di mostrarne la loro realizzazione. Per questo motivo il corso farà riferimento a un framework, ANTLR, ampiamente utilizzato sia nel mondo accademico che in quello industriale per implementare linguaggi, strumenti e framework di ogni sorta. Ad esempio, Twitter search usa ANTLR per il parsing delle query, processando oltre 2 miliardi di query al giorno.

Al termine dell'attività formativa lo studente conosce i fondamenti della trasformazione e analisi statica del codice. Sarà in grado di applicare la teoria estendendo un linguaggio piccolo, ma espressivo, per mezzo del framework ANTLR.

Obiettivi Inglese:

Nowadays the software development requires fast and sophisticated code transformation and analysis tools. For example, Java code is verified by the Virtual Machine before execution to check basic correctness properties about the memory and the locks that are used. Facebook, before releasing its mobile apps, always submits them to a tool that finds bugs without running the code. The applications of performance-critical systems and asset-management systems would be impossible to build and evolve without compilers that derive correct and optimized machine code from high-level source code. The objective of this course is to discuss modern code transformation and analysis techniques and illustrate their implementation. For this reason, the course will refer to a framework, ANTLR, now widely used in academia and industry to build all sorts of languages, tools, and frameworks. For example, Twitter search uses ANTLR for query parsing, with over 2 billion queries a day. At the end of the course, the student knows the fundamentals of code transformation and static analysis. He is able to apply the theory by extending a small, yet expressive and powerful language, by means of the ANTLR framework.

---

**CILT 000 000 26337 - 6 - IDONEITA' LINGUA INGLESE B - 2**

Obiettivi:

Al termine del corso lo studente acquisisce conoscenze di base per la comunicazione di dati scientifici in inglese (comunicazione orale e scrittura).

Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student acquires basic knowledge for communicating scientific data in english (oral communication and writing).

---

**5898 000 000 90720 - 0 - USABILITY & USER EXPERIENCE DESIGN**

Obiettivi:

Al termine del corso lo studente è in grado di progettare, implementare e valutare sistemi software interattivi relativamente alle caratteristiche di praticità, esperienza, affettività, significato e valore che essi possono avere sull'utenza a cui sono destinati. Aspetti come facilità d'uso, utilità ed efficienza sono determinanti per una caratterizzazione positiva della esperienza d'uso di un artefatto. Lo studente saprà focalizzare l'analisi funzionale del software sulle caratteristiche e le esigenze del target di utenza, saprà dirigere il processo di sviluppo in modo da garantire un costante collegamento tra le esigenze tecniche ed implementative e le aspettative dell'utenza, e saprà verificare quanto e rispetto a quali metriche un software soddisfi o meno queste aspettative.

Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student is able to design, implement and evaluate software systems with respect to the dimensions of practicality, experience, affection, meaning and value that they may have on the target audience. Characteristics such as ease of use, usefulness and efficiency are fundamental for the positive evaluation of the user experience of the system. The student will be able to focus the functional analysis of the software on the characteristics and needs of the target audience, will be able to drive the development process so as to guarantee a constant connection between the technical and implementation features and the expectation of the audience, and will be able to evaluate whether and according to which metrics a software satisfies these expectations.

---

**5898 000 000 87469 - 0 - DECISION MAKING WITH CONSTRAINT PROGRAMMING**

Obiettivi:

Il corso tratta i metodi fondamentali dell'intelligenza artificiale per modellare e risolvere problemi che richiedono di prendere decisioni (ottime) in presenza di vincoli numerosi e complessi. Tali problemi si presentano spesso in diverse aree scientifiche, aziendali e industriali. La difficoltà intrinseca nel risolvere problemi così cruciali nella pratica ha portato allo sviluppo di una tecnologia che consente di costruire sistemi intelligenti di supporto alle decisioni, che va sotto il nome di programmazione a vincoli (Constraint Programming, CP). Un numero sempre maggiore di aziende e centri di ricerca nel mondo si avvale e contribuisce al miglioramento di questa tecnologia. Competenze acquisite in questo settore sono quindi molto bene spendibili nel mercato del lavoro. Il corso combina fondamenti teorici con una parte pratica di modellazione e risoluzione di problemi ispirati al mondo reale. Al termine del corso, lo studente conoscerà tecniche avanzate di modellazione e metodi risolutivi efficienti, e sarà in grado di modellare problemi usando un linguaggio a vincoli, e di risolverli tramite un risolutore di vincoli.

Obiettivi Inglese:

This course covers the fundamental methods in artificial intelligence to model and solve combinatorial problems requiring to take (optimal) decisions in the presence of many complex constraints. Such problems appear often in diverse domains of science, business and industry. The inherent difficulty in solving such practically crucial problems has led to the development of Constraint Programming (CP), an intelligent decision-support technology. A growing number of companies and research institutions worldwide successfully apply CP technology and contribute to its advancement. Skills in this area are therefore in high demand in the job market. The course combines theoretical foundations with practical modelling and solving of realistic problems. At the end of the course, the student has an understanding of the advanced modelling techniques and efficient solution methods, and possesses the necessary skills for modelling in a CP language and solving with a CP solver.

---

**5898 000 000 90749 - 0 - DIDATTICA DELL'INFORMATICA****Obiettivi:**

Il corso si propone di fornire conoscenze teoriche, tecniche e strumenti utili per l'insegnamento dell'informatica. Al termine dell'attività formativa lo studente conosce i principali approcci pedagogici e didattici per l'insegnamento dell'informatica nei diversi livelli scolastici. È in grado di organizzare e tenere corsi di informatica, confrontare e scegliere diverse metodologie per generare materiale didattico e per valutare l'apprendimento.

**Obiettivi Inglese:**

The course aims to provide theoretical knowledge, techniques and tools helpful in teaching computer science. At the end of the course, the student is familiar with the main pedagogical and didactical approaches for teaching computer science at different school levels. Students can organise and teach computer science courses, compare and choose different methodologies to generate teaching materials, and evaluate learning.

---

**5898 000 000 81676 - 0 - DIGITAL FORENSICS****Obiettivi:**

Al termine del corso lo studente conosce le principali problematiche della digital forensics e si è confrontato con l'utilizzo di base di alcuni tool per gestire gli scenari più comuni: singolo device (computer, tablet, smartphone) e diversi tipi di file, rete (wireless e wired), e-mail e social media. Lo studente conosce l'importanza della catena di custodia e le principali metodologie di acquisizione, conservazione e analisi dei dati. Lo studente conosce l'importanza della relazione finale e dispone di strumenti concettuali per la sua corretta stesura.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course the students will know the main topics of digital forensics. Moreover, they have used several basic tools to manage some common scenarios: single device (computer, tablet, smartphone) and several kinds of file, networking (wireless and wired), e-mail and social media. The students will know the importance of the chain of custody and also the main procedures to acquire, conserve and analyze the data. The students will know both the importance of the final report and the conceptual instruments for its appropriate drafting

---

**5898 000 000 77803 - 0 - INGEGNERIA DEL SOFTWARE ORIENTATA AI SERVIZI****Obiettivi:**

Al termine dell'attività formativa lo studente conosce degli aspetti principali dell'analisi, della progettazione e della realizzazione di sistemi software complessi attraverso un approccio basato sulle astrazioni di processo e servizio. È in grado di progettare, modellare e realizzare architetture virtualizzate moderne basate su servizi sia di tipo SOA enterprise che microservizi e sa modellare e supportare l'esecuzione dei processi di business integrando opportunamente i servizi che li compongono.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course, the student knows the design and implementation of complex software systems using an approach based on the abstractions of service and process. The student is able to design, model and implement modern virtualized software architectures based on enterprise SOA and/or microservices; the student is also able to model and support the enactment of business processes integrating the services that compose them.

---

**5898 000 000 66870 - 0 - MODELLI E SISTEMI CONCORRENTI****Obiettivi:**

Al termine del corso, lo studente conosce i paradigmi di base della concorrenza, i loro modelli ed i sistemi di verifica di proprietà di tali modelli. È in grado di analizzare semplici programmi concorrenti con strumenti automatici o semi-automatici.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course, the student will learn the basic ingredients of concurrency theory, their models and verification systems on such models. (S)He will be able to analyze simple concurrent programs with automatic or semi-automatic tools.

---

**5898 000 000 37760 - 0 - SIMULAZIONE DI SISTEMI****Obiettivi:**

Al termine del corso, lo studente conosce le metodologie e gli strumenti per progettare, realizzare e convalidare modelli di simulazione per l'analisi e la valutazione di sistemi di elaborazione e comunicazione, e per l'analisi di sistemi sociali. È in grado di progettare, realizzare e convalidare modelli di simulazione per l'analisi e la valutazione di sistemi complessi.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course students will have acquired methods and tools to design, implement and validate simulation models for the performance analysis and assessment of computer and communication systems and for the analysis of social systems. Students will be able to design, implement and validate simulation models for the analysis and assessment of complex systems.

---

---

**5898 000 000 84401 - 0 - SISTEMI CONTEXT-AWARE**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente è in grado di progettare, sviluppare e valutare sistemi ubiqui ed applicazioni operanti su dispositivi mobili in grado di adattarsi alle caratteristiche del contesto ed alla posizione/mobilità dell'utente. Al termine del corso, lo studente: - conosce le basi del context-aware computing e le principali tecniche per la localizzazione di utenti/dispositivi e per il riconoscimento dell'attività; -conosce i principali modelli per la rappresentazione e manipolazione di dati di contesto; -conosce i principali middleware ed architetture software per lo sviluppo di applicazioni e servizi adattivi ed ubiqui.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, the student is able to design, deploy and evaluate ubiquitous systems and mobile applications able to adapt their behaviors to the context characteristics and to the current location/activity of the user. At the end of the course, the student: -knows the fundamental concepts of context-aware computing, and the main techniques for the localization of users/devices and the human activity recognition; -knows the fundamental models of context-data representation and managing; - knows the main middleware and software architectures in order to deploy adaptive and ubiquitous applications and services

---

**5898 000 000 70090 - 0 - COMPUTER GRAPHICS**

## Obiettivi:

Al termine del corso, gli studenti conoscono i fondamenti della grafica 3D al computer, tra cui i concetti di modellazione poligonale e resa in tempo reale. In particolare, sono in grado di modellare e rendere scene 3D mediante opportuni software e librerie open source.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, students know fundamentals of 3D computer graphics (polygonal modeling and real-time rendering). In particular, they are able to model and render scenes making use of suitable open source softwares and libraries.

---

**5898 000 000 23762 - 0 - FISICA DEI SISTEMI COMPLESSI**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente possiede le conoscenze di base sui sistemi complessi fisici, biologici e sociali e sui mezzi di analisi, predicibilità e controllo. In particolare, lo studente è in grado di:

- risolvere problemi di caos deterministico e predicibilità;
- risolvere problemi di auto-organizzazione emergente;
- sviluppare un progetto con architettura ad oggetti e grafica evoluta, usando modelli ad agenti e la teoria delle reti.

## Obiettivi Inglese:

Basic knowledge of physical and mathematical methods to develop dynamic and statistical model for the study of complex systems. Basic knowledge of graphical methods 2D and 3D used to illustrate the results.

---

**5898 000 000 30214 - 0 - FONDAMENTI LOGICI DELL'INFORMATICA**

## Obiettivi:

Al termine del corso lo studente ha acquisito le basi logico formali di aree dell'informatica teorica quali il lambda-calcolo, i sistemi di riscrittura, la complessità computazionale, la teoria delle basi di dati e i metodi formali. E' in grado di codificare in lambda-calcolo vari costrutti di programmazione, di descrivere in forma logica semplici algoritmi, di esprimere interrogazioni a basi di dati in forma predicativa e di specificare proprietà di sistemi reattivi come formule della logica temporale.

## Obiettivi Inglese:

At the end of this course, students have acquired the logical foundations of areas of theoretical computer science such as lambda-calculus, rewriting systems, computational complexity, database theory and formal methods. He is able to encode programming constructs in lambda-calculus, to describe simple algorithms in logical form, to express queries to databases in predicative form and to specify properties of reactive systems as formulas of temporal logic.

---

**5898 000 000 12569 - 0 - MATEMATICA COMPUTAZIONALE**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente conosce diverse tecniche e strumenti alla base della soluzione computazionale di problemi del calcolo scientifico. È in grado di risolvere problemi applicativi, di aree di studio o didattica interdisciplinari, in un ambiente software integrato, simbolico e numerico.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course, the student knows varied techniques and tools at the basis of the computational solution of problems from scientific calculus. She/He is able to solve applicative problems, from interdisciplinary study or didactic areas, in an integrated, symbolic and numeric, software environment.

---

**5898 000 000 30216 - 0 - MODELLI PROBABILISTICI**

## Obiettivi:

Al termine del corso, lo studente conosce alcuni elementi di teorie avanzate di probabilità con applicazioni all'informatica, quali catene di Markov in tempo discreto e continuo. È in grado di analizzare semplici sistemi stocastici collegati con le applicazioni.

## Obiettivi Inglese:

At the end of the course the student knows elements of some advanced probability theories with applications to computer science, such as Markov chains with discrete and continuous time. She / he is able to analyze some simple stochastic systems related to applications.

---

**5898 000 000 82287 - 0 - TIROCINIO**

## Obiettivi:

Al termine dell'attività, lo studente possiede una conoscenza sperimentale di uno degli argomenti del corso di studi tramite un progetto software svolto internamente alle strutture universitarie con un docente di riferimento o in un'azienda esterna all'Università. È in grado di documentare un programma tramite un manuale di riferimento.

---

**5898 000 000 93470 - 0 - CYBERSECURITY**

## Obiettivi:

In un modo digitale, tutte le attività e servizi risultano essere vulnerabili ad attacchi informatici. Alla fine del corso gli studenti saranno capaci di riconoscere e valutare le minacce informatiche più pericolose per la società e per specifiche organizzazioni ed imprese. Inoltre, saranno in grado di progettare e realizzare sistemi sicuri adottando le strategie e tecnologie difensive più moderne che saranno discusse in aula e sperimentate tramite attività di laboratorio.

## Obiettivi Inglese:

The student will learn: historical perspective and motivations for cyber-security, principles of data security, principles of software security, component and connection security, network security.

---

**5898 000 000 93468 - 0 - DISTRIBUTED SOFTWARE SYSTEMS**

## Obiettivi:

Il corso presenta le principali tecnologie attualmente usate per sviluppare sistemi software distribuiti. Inizialmente si introducono i principi fondamentali dei sistemi distribuiti e successivamente si discutono le tecnologia middleware che mettono a disposizione piattaforme per la programmazione distribuita. Questo materiale introduttivo è seguito dalla descrizione delle principali architetture per la realizzazione di sistemi distribuiti, incluse quelle per implementare applicazioni basate su servizi in ambiente cloud. Alla fine del corso lo studente saprà selezionare la piattaforma middleware appropriata per un dato problema, e sarà in grado di applicare le tecnologie presentate per risolvere casi di studio pratici. L'esame consisterà di 1) una presentazione preliminare di un articolo di ricerca scelto dallo studente e di 2) un progetto finale assegnato dal docente.

## Obiettivi Inglese:

The course presents some current technologies to develop distributed systems. The concept of distributed system is introduced first, then the concept of middleware technology as a distributed programming platform. The fundamental principles of distributed systems will be explained. This introductory material is followed by a description of the main architectures of distributed systems, including those for implementing and deploying service-based applications in the cloud. At the end of the course the students will be able to select the appropriate middleware platform for a given problem and to apply the main technologies presented to solve practical case studies. The exam will consist of 1) a midterm presentation on a research paper chosen by the student and 2) a final project assigned by the instructor.

---

**5898 000 000 93469 - 0 - HUMAN DATA SCIENCE**

## Obiettivi:

Il Corso propone prospettive umano-centriche come approccio innovativo per analizzare, valutare e comprendere modelli decisionali basati sul machine learning (ML). Al termine del corso, obiettivo didattico da perseguire è mettere il discente nella condizione di comprendere che interpretazioni puramente computazionali di modelli di ML potrebbero rivelarsi insufficienti e/o non accettate dalle persone. Viceversa, una riflessione sul ruolo e la qualità delle informazioni e una valorizzazione della relazione persone-dati-algoritmi possono portare alla realizzazione di modelli di ML più efficaci, più comprensibili e più accettabili sul piano umano. Sarà evidenziato, in particolare, come la prospettiva di una disciplina del Data Science, attenta alle esigenze delle persone, possa essere perseguita evitando di porre scarsa attenzione sulla qualità dei dati, sul significato profondo del loro uso, e sul coinvolgimento della componente di competenze umane.

## Obiettivi Inglese:

This course aims to demonstrate ways in which human-centric perspectives lead to new approaches to analyzing, evaluating and understanding machine learning (ML) models. For instance, a conventional focus on traditional computational criteria may be insufficient to identify suitable ML-based systems. Instead, reflecting on the training data and their role and quality, as well as relying on tight action-feedback loops that engage humans, may bring to modified model behaviors that are beneficial to users, helping them to understand those models as more than simple black boxes. Misuses of big data, lack of specific attention to their quality and absence of humans in the loop are discussed with the aim to understand what makes Data Science different.

---

---

**5898 000 000 81683 - 0 - INTERNET OF THINGS****Obiettivi:**

Al termine del corso, lo studente conosce le principali architetture e metodologie alla base dell'Internet of Things (IoT), con particolare riferimento alle tecnologie wireless, ai protocolli di rete dell'IoT, all'integrazione con dispositivi mobili e pervasivi secondo il paradigma Machine-to-Machine (M2M), ed alle tecniche ed alla piattaforma per la gestione ed analisi dei dati di sensori. Inoltre, lo studente è in grado di progettare e implementare sistemi IoT complessi ed eterogenei, composti da dispositivi edge in grado di fare sensing dell'ambiente, da piattaforme cloud/fog per la gestione scalabile dei dati dell'IoT e da software avanzati per l'analisi dei dati mediante tecniche statistiche e di apprendimento automatico. Saranno illustrate piattaforme middleware per sistemi IoT basati su paradigma M2M, e modelli emergenti di computazione (edge/distributed/cloud/...) legati all'analisi dei dati dell'IoT. Saranno infine progettati e studiati servizi utente avanzati secondo il paradigma dell'IoT.

**Obiettivi Inglese:**

At the end of the course, students will learn the architectures and methodologies at the basis of the Internet of Things (IoT), and will develop advanced competences about the wireless technologies, the network protocols, the integration of mobile and pervasive end-devices in a Machine-to-Machine (M2M) paradigm, and the techniques and tools for sensor data management and analytics. They will be able to design and implement complex and heterogeneous IoT systems composed of networked edge sensing devices, fog/cloud platforms for scalable data management and advanced software for sensor data analytics via machine-learning and statistical techniques. Middleware platforms for M2M-based IoT systems will be illustrated as well as edge/distributed/cloud computing principles. New services, service platforms and application scenarios will be illustrated, designed and experimented, with high emphasis on advanced and visionary services.

**Gruppo A**

---

**5898 000 000 35199 - 0 - PROVA FINALE****Obiettivi:**

Al termine della prova finale, lo studente è in grado di lavorare in ampia autonomia e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto originale di ricerca, di natura sperimentale o teorica, su un tema specifico. È in grado di elaborare e presentare risultati anche complessi in maniera articolata.

**Gruppo B**

---

**5898 000 000 81355 - 0 - PREPARAZIONE PROVA FINALE ALL'ESTERO****Obiettivi:**

Al termine della preparazione della prova finale all'estero, lo studente aggiunge alle abilità relative alla prova finale in generale la conoscenza diretta di possibili ambiti professionali e di ricerca mediante la partecipazione alle attività di strutture estere, che operano in modo coerente con gli obiettivi formativi del corso di studio sull'argomento scelto per la prova finale. In particolare, lo studente è in grado di interagire con diverse realtà professionali operando anche in team di progettazione compositi, ed è in grado di sviluppare - anche in lingua straniera - le proprie abilità comunicative sia interpersonali sia in termini di documentazione tecnica.

---

**5898 000 000 90425 - 0 - PROVA FINALE****Obiettivi:**

Al termine della prova finale, lo studente è in grado di lavorare in ampia autonomia e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto originale di ricerca, di natura sperimentale o teorica, su un tema specifico. È in grado di elaborare e presentare risultati anche complessi in maniera articolata.

**Gruppo C**

---

**5898 000 000 87471 - 0 - TIROCINIO IN PREPARAZIONE DELLA PROVA FINALE****Obiettivi:**

Al termine dell'attività, lo studente possiede una conoscenza sperimentale di uno degli argomenti del corso di studi tramite un progetto software svolto internamente alle strutture universitarie con un docente di riferimento o in un'azienda esterna all'Università. È in grado di documentare un programma tramite un manuale di riferimento.

**5898 000 000 90425 - 0 - PROVA FINALE**

Obiettivi:

Al termine della prova finale, lo studente è in grado di lavorare in ampia autonomia e di esporre e di discutere con chiarezza e piena padronanza i risultati di un progetto originale di ricerca, di natura sperimentale o teorica, su un tema specifico. È in grado di elaborare e presentare risultati anche complessi in maniera articolata.