



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

SCUOLA DI SCIENZE

Bollettino Notiziario

Anno Accademico 2016/2017

Laurea magistrale in Informatica (Ord. 2014)

Curriculum: Corsi comuni

ADVANCED TOPICS IN COMPUTER SCIENCE

(Titolare: Prof. SASITHARAN BALASUBRAMANIAN)

Periodo: I anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Nessun prerequisito

Conoscenze e abilità da acquisire :

Capacità di affrontare in modo critico temi avanzati, al confine con la ricerca in ambito informatico. Capacità di consultare letteratura scientifica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali

Contenuti :

Il corso si compone di cicli di lezioni monografici, che illustrano temi avanzati dell'informatica con il supporto di esperti internazionali.

Modalità di esame :

Lo studente dovrà approfondire un tema prescelto e mostrarne quindi la padronanza, discutendolo in forma seminariale o sviluppando un progetto correlato.

Criteri di valutazione :

L'esame valuta la capacità dello studente di confrontarsi con tematiche avanzate in informatica, da approfondire mediante la consultazione di articoli scientifici e letteratura specializzata.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Articoli scientifici e note fornite dal docente.

ALTRE ATTIVITÀ UTILI PER IL LAVORO (O TIROCINIO)

(Titolare: Prof. TULLIO VARDANEGA)

Periodo: Il anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: ; 2,00 CFU

AMMINISTRAZIONE DI SISTEMA

(Titolare: Dott. FRANCESCO CLABOT)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 40A+8E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Il corso non prevede particolari prerequisiti.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso si propone di presentare agli studenti l'organizzazione di un dipartimento ICT di una grande azienda. In particolare verranno trattate tematiche legate alle metodologie consolidate per l'impostazione dei processi ICT (ITIL), le motivazioni che sono alla base delle scelte dei prodotti e tecnologie adottate (ROI, SLA, etc.), esempi concreti di architetture informatiche basilari oltre a vari case studies.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali e laboratorio

Contenuti :

- La gestione dei servizi informatici (ITIL): i processi coinvolti nelle due aree della Gestione dei Servizi (Service Support e Service Delivery), la loro applicazione al ciclo operativo completo dei servizi, gli obiettivi fondamentali e perché questi sono stati standardizzati, breve dissertazione su ognuno dei 10 servizi coinvolti, esempi pratici.

- Modelli di servizio: considerazioni su ROI e SLA, approccio ed aspetti pratici.

- Il dipartimento IT: struttura ed organizzazione. Organigramma generale e breve dissertazione sui vari settori. Analisi accurata del "Service Desk" (come evoluzione dell'Help Desk).

- L'infrastruttura informatica: in verticale dal network ai servizi richiamando sempre i concetti esposti nella prima parte del corso. Esempi pratici (no laboratorio) e case study per mettere alla prova le capacità deduttive degli studenti

Modalità di esame :

L'esame finale consisterà in un test scritto composto da 40 domande a scelta multipla.

Criteri di valutazione :

Le conoscenze dello studente vengono valutate mediante un test a risposta multipla. La votazione finale prenderà in considerazione anche la qualità dell'attività di laboratorio condotta.

Testi di riferimento :

Jan Van Bon, *Foundations of IT Service Management-based on ITIL.* : Van Haren Publishing, 2007

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Sul sito web del corso (link da <http://www.netadm.it>) sono presenti molti documenti scaricabili in formato digitale: case study, articoli divulgativi etc.

ANALISI NUMERICA

(Titolare: Prof. ALVISE SOMMARIVA) - Mutuato da: Laurea in Matematica

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 24A+24E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Propedeuticità: Calcolo Numerico.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Conoscenze avanzate dell'Analisi Numerica e sue applicazioni nell'ambito della Matematica Applicata.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Interpolazione.

Il problema generale di interpolazione, insiemi unisolventi e formula determinantale di Lagrange, il caso polinomiale univariato e multivariato, costante di Lebesgue, stima fondamentale per l'errore di interpolazione, stabilità.

Polinomi ortogonali.

Ortogonalizzazione della base monomiale, relazione di ricorrenza, teorema degli zeri, polinomi ortogonali classici, polinomi di Chebyshev.

Quadratura numerica.

Formule algebriche e composte, formule gaussiane, teorema di Polya-Steklov e corollari, stabilità, teorema di Stieltjes.

Algebra lineare numerica.

Teorema fondamentale di invertibilità e applicazioni (teorema di Gershgorin sulla localizzazione degli autovalori); metodi iterativi per sistemi lineari: teorema sulla convergenza delle approssimazioni successive, preconditionamento, metodo del gradiente, test di arresto dello step e del residuo; metodi per il calcolo di autovalori e autovettori: quoziente di Rayleigh, il metodo delle potenze e varianti, il metodo QR.

Algebra non lineare numerica.

Soluzione di sistemi di equazioni non lineari: contrazioni e iterazioni di punto fisso, stime di convergenza e stabilità; il metodo di Newton, convergenza locale e velocità di convergenza, test di arresto dello step, Newton come iterazione di punto fisso.

Differenze finite per ODEs e PDEs.

Problemi ai valori iniziali: i metodi di Eulero (esplicito ed implicito), convergenza e stabilità nei casi Lipschitziano e dissipativo, il metodo trapezoidale (Crank-Nicolson), equazioni e sistemi stiff, stabilità condizionata e incondizionata; problemi ai valori al contorno: differenze finite per l'equazione di Poisson 1d e 2d, struttura del sistema lineare e convergenza, considerazioni computazionali; il metodo delle linee per l'equazione del calore 1D e 2D, connessione con i sistemi stiff.

Contenuti :

Interpolazione.

Polinomi ortogonali.

Quadratura numerica.

Metodi iterativi per l'algebra lineare.

Sistemi nonlineari.

Autovalori.

Metodi alle differenze finite per ODE e PDE.

Modalità di esame :

Lezioni in aula e in laboratorio.

Criteri di valutazione :

Esame orale.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense in PDF.

APPRENDIMENTO AUTOMATICO

(Titolare: Dott. FABIO AIOLLI)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 40A+8L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

È opportuno avere familiarità con le conoscenze matematiche relative al Calcolo delle Probabilità e all'Analisi di funzioni multivariate. Inoltre è consigliabile avere conoscenze di base relative alla Programmazione e all'Intelligenza Artificiale.

L'insegnamento non prevede propedeuticità.

Conoscenze e abilità da acquisire :

In questo insegnamento si presentano alcuni dei concetti fondamentali che caratterizzano l'Apprendimento Automatico, cioè quella classe di tecniche ed algoritmi che a partire da dati empirici permettono di acquisire nuova conoscenza, oppure di correggere e/o raffinare conoscenza già disponibile. Tali tecniche sono particolarmente utili per problemi per cui è impossibile o molto difficile pervenire ad una formalizzazione utilizzabile per la definizione di una soluzione algoritmica ad hoc. Esempi di tali problemi sono compiti percettivi, come il riconoscimento visivo di cifre manoscritte, e problemi in cui i dati sono corrotti dal rumore o sono incompleti. L'insegnamento tratta principalmente metodi numerici.

Sono previste esercitazioni in laboratorio informatico che consentono allo studente di sperimentare le conoscenze acquisite mediante l'applicazione a piccoli esempi pratici.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

L'insegnamento prevede lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio informatico. Le esercitazioni in laboratorio informatico consistono nella sperimentazione da parte degli studenti delle tecniche viste a lezione sotto vari scenari operativi. In questo modo gli studenti possono verificare sperimentalmente i concetti appresi e acquisire sia capacità di applicazione dei concetti appresi che di giudizio critico.

Contenuti :

La struttura e le tematiche dell'insegnamento saranno le seguenti:

- Introduzione:

Quando Applicare le Tecniche Proprie dell'Apprendimento Automatico; Paradigmi di Apprendimento Automatico; Gli ingredienti Fondamentali dell'Apprendimento Automatico.

- Apprendimento di Concetti:

Complessità dello Spazio delle Ipotesi; Misure di Complessità; Esempi di Algoritmi di Apprendimento Supervisionato;

- Alberi di Decisione:

Apprendimento di Alberi di Decisione; Trattamento di Dati Numerici, di Dati Mancanti, di Costi; Tecniche di Pruning e Derivazione di Regole di Decisione.

- Apprendimento Probabilistico:

Apprendimento Bayesiano; Esempi di Applicazione al Paradigma Supervisionato e al Paradigma Non-Supervisionato (clustering); Classificatore Ottimo di Bayes; EM.

- Reti Neurali e Support Vector Machines:

Cenni di Reti Neurali; Margine di Classificazione; Support Vector Machines per Classificazione e Regressione; Funzioni Kernel.

- Aspetti Applicativi:

Pipeline di Classificazione; Rappresentazione e Selezione di Variabili Categoriche; Model Selection, Holdout, CrossValidation, LeaveOneOut CV; Criteri Esterni e Interni per Valutare un Sistema di Clustering; Sistemi di Raccomandazione: Tipologie, Approcci, Misure di Valutazione.

Modalità di esame :

Lo studente deve superare un esame scritto e, se ritenuto necessario dal docente, un esame orale.

Criteri di valutazione :

Il testo dell'esame scritto contiene alcune domande che consentono di valutare il livello di apprendimento delle nozioni impartite durante l'insegnamento e la capacità dello studente nell'analizzarle criticamente. Sono poi presenti domande in cui si richiede allo studente di mostrare di aver compreso gli aspetti applicativi trattati all'interno delle attività svolte in laboratorio informatico. Tali domande hanno lo scopo di valutare se lo studente ha sviluppato la capacità di applicare le nozioni apprese durante l'insegnamento.

Nel caso in cui la valutazione dello scritto non risulti soddisfacente per lo studente, il docente può integrare l'esame scritto con un esame orale per meglio verificare la preparazione dello studente.

Testi di riferimento :

Mitchell, Tom M., Machine learning. New York: McGraw-Hill, 1998

Alpaydin, Ethem, Introduction to machine learning. Cambridge: The MIT press, 2010

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Vengono rese disponibili, come riferimento, i lucidi utilizzati a lezione.

ASPETTI AVANZATI DEI LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE

(Titolare: Dott.ssa SILVIA CRAFA)

Periodo: 1 anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Conoscenze di programmazione e di programmazione ad oggetti.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso presenta alcune tecniche avanzate dei moderni linguaggi di programmazione. Lo studente svilupperà la capacità di comprendere, ragionare e valutare alcune delle nuove tecniche di programmazione.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali con esercizi ed approfondimenti di argomenti di ricerca tramite articoli scientifici.

Contenuti :

Il corso presenta alcune tecniche avanzate dei moderni linguaggi di programmazione, tra cui: l'uso dei sistemi di tipi per ragionare sui programmi, concetti avanzati di programmazione orientata agli oggetti (typing strutturale, type checking dinamico, mixins), l'integrazione della programmazione funzionale con la programmazione ad oggetti, cenni di programmazione concorrente asincrona (futures e modello ad attori).

Questi concetti saranno visti all'opera in uno studio ragionato dei linguaggi Scala e Java8.

Modalità di esame :

Sono previste una prova scritta e una seconda prova che consiste nella discussione orale di un tema di approfondimento o in alternativa nella realizzazione di un progetto software.

Criteri di valutazione :

La prova scritta valuta l'acquisizione dello studente degli aspetti fondazionali affrontati durante il corso. La seconda prova valuta la capacità dello studente di analizzare e valutare aspetti avanzati dei linguaggi di programmazione.

Testi di riferimento :

B.C. Pierce, *Types and Programming Languages*. : The MIT Press, 2002
M. Odersky, L. Spoon, B. Venners, *Programming in Scala*. : Artima, 2016

BIOINFORMATICA

(Titolare: Prof. GIORGIO VALLE)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 40A+8E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Non ci sono prerequisiti particolari, se non quanto ci si aspetta da uno studente magistrale di informatica. Una conoscenza di base della genetica e della biologia molecolare saranno comunque utili per meglio inquadrare le motivazioni biologiche che stanno alla base della bioinformatica.

Il corso è in lingua inglese, quindi è necessario avere una buona conoscenza dell'inglese scritto e parlato.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il Corso è suddiviso in tre parti principali: la prima parte mette in relazione Biologia e Informazione; la seconda parte descrive i principali algoritmi utilizzati in bioinformatica per allineare sequenze biologiche e assemblare genomi; la terza parte tratta di problemi di bioinformatica relativi alla genomica funzionale. Inoltre il corso è accompagnato da esercitazioni pratiche in cui gli studenti applicheranno metodi bioinformatici per analizzare dati genomici.

In considerazione della complessità della materia e in accordo con i descrittori di Dublino, particolare attenzione sarà dedicata affinché gli studenti acquisiscano la capacità di integrare le conoscenze e gestire la complessità dei problemi trattati, nonché di formulare giudizi sulla base di informazioni limitate e spesso frammentarie.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso sarà tenuto con lezioni frontali e con esercitazioni pratiche. L'attività didattica sarà supportata da risorse messe a disposizione sulla piattaforma e-learning "Moodle", che comprendono materiale per apprendimento remoto e per auto-valutazione. In questo modo si vuole promuovere un'attività di "blended learning" con cui lo studente, almeno in parte, impara autonomamente, seguendo un percorso che lo accompagna attraverso contenuti reperibili in rete. Dove possibile si applicherà il paradigma della "flipped classroom" che inverte lo schema tradizionale di insegnamento, prevedendo che prima lo studente impari la lezione autonomamente per poi discutere e approfondire gli argomenti in classe, con il docente e con gli altri studenti. Un'ampia raccolta di problemi, questionari ed esercizi viene messa a disposizione sulla piattaforma Moodle, sia per consentire l'autovalutazione, sia per stimolare argomenti di discussione da approfondire in classe.

Contenuti :

Questo è un corso di 6 crediti: cinque di lezioni ed uno di attività pratiche che consistono nell'implementazione di algoritmi oppure in un'approfondita indagine della letteratura, su argomenti assegnati.

Le lezioni sono organizzate in tre parti.

La prima parte è un'approfondita introduzione alla Biologia, presentata come una disciplina scientifica centrata sull'Informazione. I meccanismi che facilitano la trasmissione e l'evoluzione dell'informazione biologica saranno presi come spunto per introdurre alcuni problemi della biologia che richiedono approcci computazionali e strumenti bioinformatici.

La seconda parte del corso descrive i principali algoritmi utilizzati per allineare sequenze biologiche, inclusi quelli sviluppati per il sequenziamento di DNA di ultima generazione. Sono inoltre descritti gli algoritmi utilizzati per l'assemblaggio "de novo" di genomi. Infine, la terza parte del corso copre alcuni aspetti della bioinformatica relativi alla genomica funzionale, come l'analisi del trascrittoma, la predizione e annotazione genica, la ricerca di pattern e motivi per la predizione delle strutture proteiche. Inoltre viene discusso il ruolo della bioinformatica nell'analisi di genomi individuali e nella medicina personalizzata.

Modalità di esame :

L'esame sarà orale, ma un continuo monitoraggio sarà attuato durante l'intera durata del corso per verificare la comprensione degli studenti.

Criteri di valutazione :

Nell'esame finale gli studenti dovranno dimostrare una comprensione sistematica del settore e dovranno sapersi destreggiare con i metodi della ricerca associati ad esso. Inoltre gli studenti dovrebbero essere capaci di analisi critica, di valutare e sintetizzare idee nuove e complesse, integrando gli argomenti di questo corso con altre conoscenze.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Non sono previsti libri ufficiali di testo e gli studenti saranno stimolati a trovare le informazioni su fonti multiple. Il materiale didattico sarà messo a disposizione sulla piattaforma e-learning Moodle.

BIOINFORMATICA 2

(Titolare: Prof. SILVIO TOSATTO)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 32A+16E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Conoscenze base di algoritmi di ottimizzazione e machine learning. Linguaggi di programmazione C++ e/o Java.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso intende comunicare le conoscenze di base sulla struttura e funzione della materia vivente nonché i principali metodi

computazionali per il loro studio. Inoltre intende permettere allo studente lo svolgimento autonomo di un progetto di ricerca in bioinformatica, definendo lo stato dell'arte per un problema aperto e un tentativo di risolverlo con lo sviluppo di software che estenda librerie esistenti e la valutazione critica dei risultati ottenuti.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso si compone di lezioni frontali, esercitazioni pratiche al computer, sviluppo di un progetto e presentazione dello stesso con discussione critica. Le esercitazioni servono per familiarizzare lo studente con le librerie software da usare per un progetto bioinformatico relativo ad un problema attuale diverso per ogni gruppo. La presentazione del progetto richiede una discussione in cui far emergere i punti di forza e debolezza del software implementato.

Contenuti :

Il corso si compone di due parti:

1) Introduzione alla materia vivente (2 CFU):

- 1.1) Cenni di chimica organica
- 1.2) Interazioni deboli ed energetica
- 1.3) Struttura e funzione di DNA e proteine
- 1.4) Lipidi, membrane e trasporto cellulare

2) Biochimica computazionale (4 CFU):

- 2.1) Banche dati biologiche
- 2.2) Librerie software e concetti per allineamenti di sequenza, profili e ricerca in banche dati
- 2.3) Relazione sequenza " struttura " funzione nelle proteine e classificazione
- 2.4) Metodi per la predizione della struttura delle proteine da sequenza. L'esperimento CASP.
- 2.5) Metodi per la predizione di funzione delle proteine. L'esperimento CAFA.
- 2.6) Cenni di biologia delle reti e dei sistemi.
- 2.7) Correlazione genotipo " fenotipo. L'esperimento CAGI.

Modalità di esame :

L'esame si compone di tre parti separate, che devono essere superate tutte: (i valori tra parentesi indicano i pesi per il voto complessivo)

- 1) Test scritto sulle nozioni di biochimica (ca. 30%)
- 2) Progetto software (ca. 40%)
- 3) Presentazione del progetto con valutazione critica (ca. 30%)

Criteri di valutazione :

Viene valutata:

- 1) la comprensione di concetti e gli algoritmi presentati a lezione
- 2) la capacità di applicare le nozioni fornite a lezione su problemi reali
- 3) la capacità critica di saper utilizzare i metodi nei modi più opportuni, scegliendo tra le alternative possibili
- 4) la capacità di sviluppare software riutilizzabile estendendo librerie esistenti
- 5) la capacità espositiva e di discussione critica

Testi di riferimento :

K.C. Mathews, K.E. Van Holde, K.G. Ahern, Biochimica (3ª edizione). : Casa Editrice Ambrosiana, 2004

S. Pascarella, A. Paiardini, Bioinformatica. : Zanichelli, 2011

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Sul sito E-learning vengono resi disponibili molti materiali per il corso. Questi comprendono i lucidi del corso (appena disponibili) e le registrazioni audio (podcast), le dispense e la letteratura usata per i progetti. Le dispense scaricabili in formato PDF contengono oltre 300 pagine per facilitare lo studio.

COMPUTABILITÀ E ALGORITMI

(Titolare: Prof. PAOLO BALDAN)

Periodo: l'anno, annuale
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 64A+32E; 12,00 CFU

Prerequisiti :

Il corso richiede familiarità con alcuni concetti matematici di base, quali relazioni, funzioni, insiemi, cardinalità, ordini parziali, principi di induzione.

Non ci sono corsi propedeutici.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Obiettivo del corso " quello di avvicinare lo studente ai temi classici della teoria della calcolabilità e di completare e approfondire le conoscenze algoritmiche fondamentali acquisite nella laurea di primo livello. Per la prima parte, partendo dall'esame matematico del concetto di procedimento effettivo, si studiano i limiti che tale nozione impone sulla classe delle funzioni effettivamente calcolabili da un algoritmo, con lo sviluppo di una teoria dell'indcidibilità e della ricorsione. Per la seconda parte si approfondiscono alcune tecniche algoritmiche per l'elaborazione di strutture fondamentali quali grafi, stringhe e oggetti geometrici, si studiano algoritmi multithread e randomizzati. A livello più generale, il corso mira ad implementare le capacità di formalizzazione, ragionamento e problem solving dello studente.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso prevede lezioni frontali ed esercizi.

Contenuti :

Il corso si articola in due parti, la prima focalizzata sulla teoria della computabilità, e la seconda che approfondisce tematiche di natura prettamente algoritmica.

Per quanto riguarda la teoria della computabilità saranno sviluppati i seguenti temi:

- Algoritmi ed il concetto di procedimento effettivo. Macchine a registri (URM). Funzioni parziali ricorsive. Equivalenze tra modelli di

calcolo. Universalit  dei modelli di calcolo. Tesi di Church.

- Enumerazione delle funzioni calcolabili. Esistenza di funzioni non calcolabili: il metodo della diagonalizzazione. Il teorema del parametro. Programmi universali.

- Problemi decidibili, indecidibili e semidecidibili. Indecidibilit  del problema della fermata. Metodo di riduzione. Esempi di altri problemi indecidibili.

- Insiemi ricorsivi e ricorsivamente enumerabili. Teoremi di Rice e di Rice-Shapiro.

- Funzionali. Definizioni ricorsive. Ordinamenti parziali, funzioni monotone e punti fissi. Funzionali ricorsivi. Il teorema di Myhill-Sheperdson. Primo teorema di ricorsione. Secondo teorema di ricorsione.

L'approfondimento delle tecniche algoritmiche si concentrer  su:

- Algoritmi su grafi. Visita in ampiezza e visita in profondit . Ordinamento topologico. Componenti fortemente connesse.

- Algoritmi su stringhe. Algoritmi basati su confronti (Knuth, Morris e Pratt, di Boyer, Moore e Yao, Corasich). Algoritmi seminumerici (ShiftAnd e Fingerprint di Rabin, Karp). Alberi dei suffissi e algoritmo di Ukkonen per la loro costruzione in tempo lineare.

- Algoritmi Multithread.

- Algoritmi di Geometria Computazionale. Rappresentazione degli oggetti geometrici e algoritmi di base. Test di non intersezione tra segmenti. Involucro convesso: algoritmi di Graham e di Jarvis. Localizzazione di un punto in un piano suddiviso in regioni poligonali.

- Algoritmi randomizzati. Algoritmo di rendering. Algoritmo di routing.

Modalit  di esame :

L'esame si articola in una prova scritta, principalmente focalizzata sullo svolgimento di esercizi di teoria della computabilit , e in una discussione orale sulle tecniche algoritmiche.

Criteri di valutazione :

La prova scritta contiene esercizi atti a verificare la capacit  dello studente di utilizzare nozioni e tecniche dimostrative apprese durante il corso, per la soluzione di problemi nuovi. La prova orale verifica la conoscenza ed il livello di approfondimento dei temi trattati a lezione, con la descrizione di nozioni e la riproduzione di dimostrazioni note.

Testi di riferimento :

Nigel Cutland, *Computability. An Introduction to Recursive Function Theory.* : Cambridge University Press, 1980

T.H. Cormen, C.E. Leiserson, R.L. Rivest, C. Stein, *Introduzione agli Algoritmi e Strutture Dati (3a edizione).* : McGraw-Hill Italia, 2010

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Pagina web per la parte di Computabilit  : <http://www.math.unipd.it/~baldan/Computabilita>

Materiale aggiuntivo per la parte di algoritmi:

http://www.math.unipd.it/~colussi/CompAlgoritmi_2014-15

COMPUTER AND NETWORK SECURITY

(Titolare: Prof. MAURO CONTI)

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 40A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Il corso non prevede propedeuticit .

Tuttavia, sono consigliate conoscenze di base di reti, crittografia, e sistemi distribuiti (tipicamente acquisite nei corsi di Laurea in Informatica).

Conoscenze e abilit  da acquisire :

Acquisire concetti di base di sicurezza (e.g., Access Control, User Authentication, Malware, Attacchi DoS, Intrusion Detection/Prevention, Software and OS security, Trusted Computing) e conoscenze di sicurezza di sistema in ambiente Linux/Windows/Android, sicurezza di reti wireless/wired, web-application security.

Al termine del corso gli studenti saranno in grado di: progettare lâ€™architettura di sistemi ed applicazioni sicure, e aggiornare autonomamente le proprie competenze nel settore, anche tramite risultati recenti della ricerca nell'area.

Attivit  di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali; discussione di articoli scientifici.

Contenuti :

1) COMPUTER SECURITY TECHNOLOGY AND PRINCIPLES: Cryptographic Tools, User Authentication, Access Control, Database Security, Malicious Software, Denial-of-Service Attacks, Intrusion Detection, Firewalls and Intrusion Prevention Systems.

2) SOFTWARE SECURITY AND TRUSTED SYSTEMS: Buffer Overflow, Software Security, Operating System Security, Trusted Computing and Multilevel Security.

3) MANAGEMENT ISSUES: IT Security Management and Risk Assessment, IT Security Controls, Plans, and Procedures, Physical and Infrastructure Security, Human Resources Security, Security Auditing, Legal and Ethical Aspects.

4) PART FOUR CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS: Symmetric Encryption and Message Confidentiality, Public-Key Cryptography and Message Authentication.

5) NETWORK SECURITY: Internet Security Protocols and Standards, Internet Authentication Applications, Wireless Network Security.

The second part of the course takes the form of seminars based on a selection of scientific papers (that either have had a strong impact on security today, or explore novel ideas that may be important in the future).

Modalita' di esame :

Scritta.

Criteri di valutazione :

Conoscenza dei concetti studiati nel corso.

Testi di riferimento :

W. Stallings, L. Brown, *Computer Security: Principles and Practice 2/E.* : Prentice Hall,

M. Bishop, *Introduction to Computer Security.* : Addison-Wesley Professional,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Libro (testo principale *Computer Security: Principles and Practice 2/E*) e articoli scientifici.

Il corso sar  tenuto in Inglese.

Il sito web del corso offrir  tutte le informazioni e materiale ulteriore:

<http://www.math.unipd.it/~conti/teaching.html>

CRITTOGRAFIA

(Titolare: Prof. ALESSANDRO LANGUASCO) - Mutuato da: Laurea magistrale in Matematica (Ord. 2011)

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 40A+8E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Gli argomenti dei corsi di Algebra, Analisi I.

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Lo scopo del corso e' quello di offrire una panoramica delle basi teoriche necessarie per permettere uno studio critico dei protocolli crittografici usati oggi in molte applicazioni (autenticazione, commercio digitale). Nella prima parte verranno esposti gli strumenti matematici di base (essenzialmente dalla teoria elementare ed analitica dei numeri) necessari per comprendere il funzionamento dei moderni metodi a chiave pubblica. Nella seconda parte vedremo come applicare queste conoscenze per studiare in modo critico alcuni protocolli crittografici.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezione frontale.

Contenuti :

First Part: Basic theoretical facts: Modular arithmetic. Prime numbers. Little Fermat theorem. Chinese remainder theorem. Finite fields: order of an element and primitive roots. Pseudoprimality tests. Agrawal-Kayal-Saxena's test. RSA method: first description, attacks. Rabin's method and its connection with the integer factorization. Discrete logarithm methods. How to compute the discrete log in a finite field. Elementary factorization methods. Some remarks on Pomerance's quadratic sieve.

Second Part: Protocols and algorithms. Fundamental crypto algorithms. Symmetric methods (historical ones, DES, AES) . Asymmetric methods. Attacks. Digital signature. Pseudorandom generators (remarks). Key exchange, Key exchange in three steps, secret splitting, secret sharing, secret broadcasting, timestamping. Signatures with RSA and discrete log.

Modalita' di esame :

Esame scritto

Criteri di valutazione :

Durante la prova scritta lo studente dovr  rispondere ad alcune domande relative al programma svolto dimostrando di aver compreso gli argomenti del corso. Il massimo dei voti (30/30) verra' assegnato in presenza di un compito privo di errori. Il docente si riserva di fare alcune domande orali nel caso in cui sia necessario investigare ulteriormente la preparazione del candidato.

Testi di riferimento :

A. Languasco e A. Zaccagnini, *Manuale di Crittografia.* Milano: Hoepli, 2015

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Utilizzeremo i seguenti testi:

- 1) A.Languasco, A.Zaccagnini - *Manuale di Crittografia* - Hoepli Editore, 2015. (italian).
- 2) N.Koblitz - *A Course in Number Theory and Cryptography*, Springer, 1994.
- 3) R.Crandall, C.Pomerance, - *Prime numbers: A computational perspective* - Springer, 2005.
- 4) B. Schneier - *Applied Cryptography* - Wiley, 1994

DATA MINING

(Titolare: Prof.ssa ANNAMARIA GUOLO)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 34A+16L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Conoscenze di Informatica di base, Basi di Dati

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Il corso intende fornire una panoramica sui concetti e sulle metodologie per lâ€™analisi di dati, nonch  sugli strumenti necessari per una valutazione critica dei risultati conseguiti.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso prevede lezioni frontali e laboratori con analisi di dati reali tramite lâ€™utilizzo dellâ€™ambiente di programmazione R.

Contenuti :

- Introduzione al corso: $\text{\textcircled{L}}$ analisi dei dati come strumento di supporto per le decisioni. Motivazioni e contesto per il data mining.
- Modelli previsivi lineari e lineari generalizzati
- Metodi di classificazione: regressione logistica, analisi discriminante lineare e generalizzazioni
- Validazione incrociata
- Tecniche di scelta fra modelli e regolarizzazione
- Modelli non lineari: regressione semiparametrica e non parametrica
- Metodi basati su alberi

Modalita' di esame :

Scritta/Pratica (con eventuale progetto)

Criteri di valutazione :

Le prove d'esame sono finalizzate a valutare le conoscenze acquisite da ciascuno studente ed il loro utilizzo per $\text{\textcircled{L}}$ analisi di un insieme di dati.

Testi di riferimento :

Azzalini A., Scarpa B., *Analisi dei dati e data mining.* : Springer, 2004

Azzalini A., Scarpa B., *Data analysis and data mining.* : Oxford University Press, 2012

Gareth, J., Witten, D., Hastie, T., Tibshirani, R., *An Introduction to Statistical Learning with Applications in R.* : Springer, 2013

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Libri di testo. Materiale didattico fornito dal docente e reso disponibile tramite la piattaforma Moodle.

ELABORAZIONE DI DATI TRIDIMENSIONALI

(Titolare: Prof. EMANUELE MENEGATTI) - Mutuato da:

Periodo: Il anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 72A; 9,00 CFU

Prerequisiti :

Nessuno

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Lo studente acquisirA competenza sui seguenti argomenti:

- geometria proiettiva
- algoritmi di elaborazione di immagini e dati 3D
- sistemi di visione artificiale per computer e per robot: dall'acquisizione delle immagini all'estrazione delle informazioni 2D e 3D
- libreria OpenCV (Open Computer Vision) per $\text{\textcircled{L}}$ analisi di immagini 2D
- libreria PCL (Point Cloud Library) per l'analisi di nuvole di punti tridimensionali
- programmazione in C++

Inoltre, lo studente dovrA imparare a:

- gestire un progetto software realizzato in un piccolo team di lavoro
- presentare il proprio progetto evidenziandone l'innovativitA ed i punti di forza.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali e lezioni di laboratorio informatico sull'uso delle librerie OpenCV, e PCL.

Nelle lezioni frontali verranno presentati i fondamenti della disciplina, mentre nelle lezioni di laboratorio si guiderA lo studente nell'apprendimento di una corretta programmazione in C++ e nell'uso delle librerie.

Contenuti :

Il corso tratterA argomenti correlati all'analisi di dati tridimensionali. Saranno introdotti elementi di geometria proiettiva e trasformazioni geometriche e relativi invarianti.

Saranno trattati problemi fondamentali della visione artificiale e della grafica quali la modellazione e la descrizione geometrica degli oggetti mediante opportune strutture dati e algoritmi.

Programma dettagliato:

- Introduzione al corso
- Sensori di luce e colore
- Filtraggio di immagini
- Rappresentazione delle immagini in frequenza
- Il modello pin-hole della telecamera
- Telecamere e geometria proiettiva
- Calibrazione di una telecamera
- Visione stereoscopica
- Edge detection
- Trasformata di Hough: lineare, circolare e generalizzata
- Clustering e segmentazione
- Sensori di profonditA e telecamere 3D
- Tracking di persone da dati RGB-D

Laboratorio di programmazione:

- OpenCV:

strutture dati, GUI e laboratorio di programmazione. Prime applicazioni software: calibrazione e segmentazione basata sul colore

- Point Cloud Library (PCL):

strutture dati, visualizzazione e laboratorio di programmazione. Sviluppo di semplici applicazioni software: calcolo di keypoint e feature, allineamento di point cloud, riconoscimento e stima della posa di oggetti.

Modalita' di esame :

Implementazione di due moduli software in C++ da svolgere a casa durante il corso (uno con libreria OpenCV, uno con libreria PCL) e corrispondenti relazioni scritte.

Progetto pratico finale con stesura di una relazione e creazione di un applicativo software completo, da realizzare in gruppi di 2-3 persone.

Criteri di valutazione :

La valutazione della preparazione dello studente si baserà sulla comprensione degli argomenti svolti, sulla qualità dell'implementazione software dei due homework e del progetto finale, nonché sulla qualità delle relazioni scritte. Anche la modalità di presentazione del lavoro svolto influirà sulla valutazione finale.

Testi di riferimento :

R. Hartley, A. Zisserman, *Multiple View Geometry in Computer Vision.* : Cambridge University Press, 2004

Forsyth, D.A. and Ponce, J., *Computer Vision: A Modern Approach.* : Pearson Education Inc, 2011

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Nel sito Moodle del corso saranno resi disponibili le slide usate a lezione, alcuni articoli scientifici di approfondimento ed eventuale materiale necessario allo svolgimento dei progetti software.

FUNCTIONAL LANGUAGES

(Titolare: Prof. GILBERTO FILEV)

Periodo: 1 anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 40A+10L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Programmazione imperativa ed orientata agli oggetti

Conoscenze e abilità da acquisire :

Apprezzare il paradigma funzionale di programmazione. In particolare viene studiato il linguaggio Haskell. Gli studenti imparano ad apprezzare l'importanza dei tipi come fondamentale mezzo per scoprire gli errori e imparano concetti quali il polimorfismo parametrico e la valutazione lazy. Imparano anche a capire la gestione run time dei programmi.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso consiste di circa 40 ore di lezione frontale.

Oltre a queste lezioni, almeno 8 ore sono riservate ad esercizi proposti agli studenti in classe e che, dopo un tempo di riflessione da parte degli studenti, vengono discussi col docente. Ogni settimana vengono assegnati alcuni esercizi per casa che verranno discussi durante l'esame orale.

Contenuti :

Vengono insegnati due linguaggi funzionali : ML e soprattutto Haskell.

Pattern matching;

Curryficazione e funzioni di ordine superiore;

Inferenza di tipo: cos'è e come viene fatta;

Polimorfismo;

Lazy evaluation;

Funtori, funtori applicativi e monadi;

Eccezioni e I/O;

Supporto run-time.

Modalita' di esame :

L'esame consiste di una parte scritta e di una orale che contano ciascuna per il 50% del voto. L'esame scritto è sulle nozioni generali insegnate nel corso, mentre la parte orale è una discussione su esercizi per casa assegnati durante il corso.

Criteri di valutazione :

L'esame mira a valutare il grado di comprensione raggiunto dagli studenti dei concetti insegnati e la capacità di usare questi concetti per affrontare problemi relativi alla programmazione ed ai linguaggi di programmazione.

Testi di riferimento :

Bryan O'Sullivan, Don Stewart, and John Goerzen, *Real World Haskell.* ,

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Real World Haskell

by Bryan O'Sullivan, Don Stewart, and John Goerzen

O'Reilly Editor

disponibile gratuitamente all'indirizzo: <http://book.realworldhaskell.org/>

GESTIONE DI IMPRESE INFORMATICHE

(Titolare: Prof. AMIR BALDISSERA)

Periodo: Il anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 32A+16E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Il corso non ha prerequisiti.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Fornire allo studente le basi teoriche e pratiche sull'ideazione e la gestione di un progetto di business. Particolare attenzione verrà riservata ai progetti legati al mondo dell'informatica ed alle nuove tecnologie. Si affronterà il tema delle startup digitali e delle loro dinamiche. Al termine del corso lo studente potrà avere tutti gli strumenti per ideare, valutare e avviare un progetto di business efficace.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali forniranno le basi teoriche e numerosi esempi pratici serviranno per mostrare come le diverse aziende operano sul mercato.

La realizzazione di un progetto proporrà la pianificazione del lancio di una startup, dalla creazione del team, all'ideazione alla creazione del modello di business fino al pitch di presentazione.

Contenuti :

- Società, Imprenditori, Professionisti e Manager. Filiera Produttiva, Struttura Aziendale e Procedure. Le StartUp. Business Model, Value Proposition e USP
- I Clienti. I Canali e la Relazione con il Cliente. Risorse, Attività e Partnership
- Struttura di Costi e Flussi di Ricavi. Startup Business Model Design. SWOT Analysis. Business Model Innovativi
- Selezione del Personale e Public Speaking
- Nozioni Fiscali e Legali

Modalità di esame :

Progetto di gruppo ed esame scritto individuale.

Criteri di valutazione :

L'accertamento di profitto avverrà in due fasi:

- consegna e presentazione di un progetto di gruppo,
- esame individuale.

Il compito verifica la preparazione sulle basi teoriche presentate durante il corso, il progetto l'abilità di metterle in pratica su di un caso di studio concreto.

Testi di riferimento :

A. Baldissera, B. Bonaventura, *Startup Marketing*. : Franco Angeli, 2013

A. Osterwalder, Y. Pigneur, *Business Model Generation*. : Wiley, 2010

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Slide del corso messe a disposizione sul sito web del corso. La pagina Facebook del corso servirà per eventuali approfondimenti, aiuti e discussioni.

INFORMATION RETRIEVAL

(Titolare: Prof.ssa MARISTELLA AGOSTI) - Mutuato da:

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Conoscenze e abilità da acquisire :

Competenze critiche e avanzate di ideazione, progettazione, realizzazione e valutazione di sistemi di reperimento dell'informazione (Information Retrieval: IR) e motori di ricerca (search engines).

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

L'insegnamento si basa su lezioni frontali e attività sperimentali.

La frequenza alle lezioni è fortemente consigliata, perché il corso è progettato per studenti che frequentano con costanza le lezioni, seguono le attività sperimentali del corso e realizzano il progetto.

Informazioni relative al diario delle lezioni, al materiale didattico, alle scadenze e modalità d'esame sono rese disponibili dal docente agli studenti su Web.

Contenuti :

I sistemi e i servizi di reperimento dell'informazione sono sistemi pervasivi che vengono utilizzati ogni giorno in attività di acquisizione di informazioni, di gestione amministrativa, di acquisizione di competenze, di intrattenimento e comunicazione da parte di milioni di utenti esperti e finali. I motori di ricerca e i sistemi di reperimento dell'informazione gestiscono grandi quantità di informazioni, documenti e risorse digitali (big data).

I motori di ricerca (search engines) sono fra gli strumenti di reperimento dell'informazione più conosciuti e utilizzati per acquisire informazioni su persone, eventi e risultati scientifici per prendere decisioni e per svolgere attività di lavoro e personali da pagine Web e da vari altri tipi di documenti disponibili in formato digitale (ad esempio: quotidiani, notizie, riviste scientifiche, documenti d'archivio e di biblioteche generali e specialistiche).

Sono strumenti di reperimento dell'informazione anche quelli incorporati nei diversi media sociali (social media) che vengono utilizzati ogni giorno per scopi professionali e personali da utenti di tutto il mondo e tutti quei sistemi che permettono di recuperare informazioni dai messaggi di posta elettronica, dai documenti e dagli archivi presenti sui dispositivi di memorizzazione permanente utilizzati nei diversi strumenti di elaborazione delle informazioni che le persone oggi hanno in uso personale.

I contenuti del corso permettono di acquisire competenze per la ideazione, progettazione, realizzazione e valutazione di sistemi di

reperimento dell'informazione e motori di ricerca:

- Elementi introduttivi (quadro d'insieme) per la rappresentazione, gestione e reperimento automatico dell'informazione in formato digitale
- Indicizzazione: strutture dati idonee al reperimento dell'informazione
- Modelli e sistemi per il reperimento dell'informazione
- Valutazione: collezioni sperimentali, misure di efficacia e di efficienza
- Web search: la struttura del Web, la stima della dimensione del Web, interrogazioni e utenti, agenti Web (Web Crawlers, Crawler), Search Engine Optimization (SEO).

Modalita' di esame :

1. Progetto su un argomento scelto in accordo con il docente e con presentazione seminariale.
2. Esame scritto con domande sui contenuti del corso.
3. Eventuale integrazione orale.

Criteri di valutazione :

La prova finale serve a verificare l'acquisizione di competenze relative alla capacit  di valutare, ideare, progettare, ristrutturare, realizzare e gestire sistemi di reperimento dell'informazione e motori di ricerca.

Il progetto serve a verificare in modo sperimentale la capacit  di applicare le competenze acquisite.

Testi di riferimento :

Croft, W. Bruce; Metzler, Donald; Strohman, Trevor, Search engines: information retrieval in practice. Boston: Pearson, 2010

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Indicazioni utili verranno date agli studenti all'inizio delle lezioni.

Il docente fornisce materiali di studio accessibili via Web.

INTELLIGENZA ARTIFICIALE

(Titolare: Prof. ALESSANDRO SPERDUTI)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 40A+10L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

  opportuno avere familiarit  con le conoscenze di base relative al Calcolo delle Probabilit  e della Logica. Inoltre   consigliabile avere conoscenze di base relative alla Programmazione e agli Algoritmi.

Conoscenze e abilita' da acquisire :

In questo insegnamento si presentano i concetti e le tecniche fondamentali di alcuni degli approcci principali, all'interno della Intelligenza Artificiale, per la soluzione di problemi difficili. In particolare sono esaminate tecniche di Ricerca in uno Spazio di Soluzioni, di Teoria dei Giochi, di Rappresentazione e Manipolazione di Conoscenza con e senza incertezza, di Pianificazione, e cenni di Sistemi con Vincoli ed Apprendimento Automatico.

Al fine di sperimentare le difficult  che tipicamente si incontrano nello sviluppare una applicazione di Intelligenza Artificiale,   previsto lo sviluppo da parte del singolo studente, o di un gruppo di studenti, di un piccolo progetto applicativo.

Attivit  di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

L'insegnamento prevede lezioni frontali.

Contenuti :

La struttura e le tematiche dell'insegnamento saranno le seguenti:

- Introduzione, Motivazioni, Architetture di Agenti Intelligenti;
- Risoluzione di Problemi e Cenni di Sistemi con Vincoli;
- Giochi con Avversario;
- Rappresentazione della Conoscenza Tramite Logica Proposizionale e del Primo Ordine, Inferenza Logica;
- Pianificazione;
- Trattamento dell'Incertezza, Ragionamento Probabilistico;
- Cenni di Apprendimento Automatico.

Modalita' di esame :

Lo studente deve superare un esame scritto e, se ritenuto necessario dal docente, un esame orale. Inoltre lo studente deve sviluppare un piccolo progetto applicativo concordato con il docente.

Criteri di valutazione :

Il testo dell'esame scritto contiene alcune domande che consentono di valutare il livello di apprendimento delle nozioni impartite durante l'insegnamento e la capacit  dello studente nell'analizzarle criticamente. Nel caso in cui la valutazione dello scritto non risulti soddisfacente per lo studente, il docente pu  integrare l'esame scritto con un esame orale per meglio verificare la preparazione dello studente.

La valutazione del progetto considera la capacit , da parte dello studente, di individuare un caso di studio adeguato e di svolgere in modo autonomo un'attivit  di progettazione e realizzazione qualitativamente appropriata.

Testi di riferimento :

Russell, Stuart J.; Norvig, Peter, Artificial intelligence: a modern approach. Englewood Cliffs: NJ, Prentice-Hall, 2010

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Vengono rese disponibili, come riferimento, i lucidi utilizzati a lezione.

LINGUAGGI PER IL GLOBAL COMPUTING

Modalita' di esame :

Esame orale sui contenuti del corso. Realizzazione facoltativa di un progetto individuale sulla soluzione di un problema, reale o realistico, di ottimizzazione combinatoria (definizione del problema, modellazione, applicazione di un metodo di soluzione esatto e/o euristico).

Criteri di valutazione :

L'esame verifica il livello di apprendimento degli argomenti svolti e la capacita` dello studente di applicarli per la soluzione di problemi reali di ottimizzazione combinatoria.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Dispense fornite dal docente. Articoli scientifici.

MOBILE PROGRAMMING

(Titolare: Dott. ARMIR BUJARI)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 32A+16L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Nessun prerequisito.

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Il corso fornisce le competenze necessarie alla realizzazione di un'applicazione in ambito mobile, dalla progettazione, allo sviluppo fino al deployment e il mantenimento.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni teoriche e laboratorio

Contenuti :

Storia dei mobile application framework
Caratteristiche delle applicazioni mobili
Modelli di applicazione dei mobile application framework
Progettazione dell'interfaccia utente per le applicazioni mobili
La gestione dei dati nelle applicazioni mobili
L'integrazione con i servizi cloud
Pubblicazione, distribuzione, manutenzione, e gestione

Modalita' di esame :

L'esame consiste nello sviluppo di un progetto e una prova orale.

Criteri di valutazione :

L'esame valuta le competenze teoriche acquisite dallo studente e la capacita` di metterle in pratica.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Il materiale del corso include estratti di libri di testo e articoli scientifici.

PROVA FINALE

(Titolare: da definire)

Periodo: Il anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: ; 36,00 CFU

RETI WIRELESS

(Titolare: Prof. CLAUDIO ENRICO PALAZZI)

Periodo: Il anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 40A+8L; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Reti di Calcolatori

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Questo corso offre una panoramica delle problematiche inerenti sistemi e servizi basati su reti wireless. A questo scopo, sono analizzati i principali problemi e soluzioni protocollari disponibili per ambienti wireless. Inoltre, sono discussi la terminologia, il funzionamento e le possibili alternative allo stato dell'arte nelle comunicazioni wireless. Attraverso l'analisi dei servizi che possono essere offerti su tecnologia wireless, lo studente diventera` consapevole delle possibili evoluzioni ed utilizzi futuri dei sistemi wireless. Infine, il corso si conclude con alcune nozioni utili all'implementazione di un elaborato volto all'analisi e alla progettazione di protocolli/applicazioni wireless.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

L'insegnamento prevede lezioni frontali e la realizzazione di un progetto.

Contenuti :

Introduzione alle reti wireless.

Problematiche relative alle reti wireless: perdite per errore e collisione, equità e ritardi di trasmissione, handoff

Standard MAC: 802.11 a/b/g/n/p/s

Protocolli di trasporto in ambiente wireless: TCP Vegas, TCP Westwood, TCP Hybla, CUBIC.

Reti ad hoc e protocolli di routing: MANET, VANET, DSDV, AODV, DSR.

Applicazioni e servizi su reti mobili.

Modalità di esame :

Gli studenti sono valutati attraverso progetti individuali o di squadra ed attraverso un esame orale sulle tematiche discusse in aula.

Criteri di valutazione :

L'esame orale finale e il progetto realizzato consentono di valutare il livello di apprendimento delle nozioni discusse in classe e l'abilità dello studente nel maneggiare concetti in modo pratico.

Testi di riferimento :

William Stallings, *Wireless Communications & Networks (2nd Edition)*. : Prentice Hall, 2005

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Vengono rese disponibili le trasparenze utilizzate in aula.

SECURITY AND RISK MANAGEMENT

(Titolare: Prof. ROBERTO DI PIETRO) - Mutuato da:

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Nozioni di:

- sicurezza ICT;
- reti di calcolatori;
- sistemi operativi.

Conoscenze e abilità da acquisire :

L'ICT e la complessità organizzativa delle imprese di oggi richiedono la conoscenza di un insieme complesso di strumenti e metodologie per valutare la loro condizione di sicurezza. In questo corso lo studente acquisirà la conoscenza di metodologie e processi, tipici di un consulente di sicurezza di fascia alta, per valutare le condizioni di sicurezza.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali e laboratorio

Contenuti :

IT Audit Principles:

- Risk analysis
- Objectives
- Planning
- Evidence gathering
- Conclusions and recommendations;
- Audit report

IT Audit: Standard and methodologies

- Current certifications schemes;
- CISA (Certified Information Security Auditor) methodology

IT Governance principles

IT Governance Framework, strategic alignment;

Value Delivery, Risk Management;

Resource Management, Performance Measurement.

Modalità di esame :

Esame scritto

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Il corso verterà sulla gestione dei rischi legati alla sicurezza ICT. Faremo riferimento principalmente a metodologie mutuuate dal COBIT e dalla famiglia ISO27000. Il materiale verrà fornito/indicato all'inizio del corso.

SISTEMI CON VINCOLI

(Titolare: Dott. MICHELE LOMBARDI)

Periodo: I anno, 2 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 38A+6E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Nessuno.

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Argomento principale di questo corso e' la programmazione con vincoli, sia dal punto di vista teorico che pratico. La programmazione con vincoli e' un'area di ricerca molto attiva a cavallo tra l'Intelligenza Artificiale, la Ricerca Operativa, i Linguaggi di Programmazione, e le Basi di Dati, e fornisce strumenti per la modellazione e la soluzione di problemi reali visti come un insieme di vincoli su un certo insieme di variabili. Questi strumenti hanno molte applicazioni pratiche, dai turni del personale all'allocazione dei gate agli aerei, dalla schedulazione delle attivita' di un'azienda alla soluzione ottimizzata di problemi di logistica.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni ed esercitazioni in aula.

Contenuti :

- * Introduzione al corso, esempi di problemi di vincoli.
- * Nozioni di base della programmazione con vincoli.
- * Alcuni risolutori completi.
- * Nozioni di consistenza locale.
- * Alcuni risolutori incompleti.
- * Algoritmi di propagazione di vincoli.
- * Metodi di ricerca nello spazio delle soluzioni.
- * Argomenti avanzati di programmazione con vincoli:
 - o vincoli soft
 - o vincoli bipolari
 - o vincoli con incertezza

Modalita' di esame :

Esame scritto piu' presentazione di un progetto svolto a gruppi.

Criteri di valutazione :

Lo scritto contiene alcune domande che consentono di valutare il livello di apprendimento delle nozioni impartite durante il corso. Il progetto permette agli studenti di approfondire alcune nozioni e di verificare il loro uso pratico in problemi simulati.

Testi di riferimento :

Apt, Krzysztof R., Principles of constraint programming. Cambridge [etc.]: Cambridge University Press, 2003
Dechter, Rina; Cohen, David, Constraint processing. San Francisco [etc.]: Morgan Kaufmann, 2003
Rossi, Francesca; Beek, Peter : van der; Walsh, Peter, Handbook of constraint programming. Amsterdam: Elsevier, 2006

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Verranno rese disponibili le trasparenze usate nelle lezioni.

SISTEMI CONCORRENTI E DISTRIBUITI

(Titolare: Prof. TULLIO VARDANEGA)

Periodo: 1 anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni

Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Lâ€™insegnamento assume familiaritÃ con lâ€™architettura degli elaboratori tradizionali, con la struttura e le attivitÃ dei loro sistemi operativi, particolarmente per quanto attiene a concorrenza, sincronizzazione e gestione dell'I/O, e dei fondamenti delle reti. Lâ€™insegnamento non prevede propedeuticitÃ.

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Il corso si propone di:

- illustrare problematiche e modelli di base e avanzati di concorrenza (intesa come parallelismo potenziale) realizzata a software, illustrando e studiando, dal punto di vista del sistema a run-time, le soluzioni proposte da Java e Ada, in quanto linguaggi riccamente dotati di supporto diretto alla concorrenza, come strumenti di sperimentazione e di confronto;
- analizzare i principi costruttivi e i paradigmi architetturali e realizzativi che stanno alla base dei sistemi distribuiti, nella loro evoluzione da sistemi multiprocessori omogenei a sistemi multicomputer eterogenei, su larga o larghissima scala, lascamente interconnessi, anch'essi studiati dal punto di vista del run-time support.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso si compone di due segmenti complementari. Nel primo segmento si prendono in esame modelli e paradigmi di programmazione concorrente, concentrandosi sulla concorrenza direttamente esprimibile a linguaggio (ossia senza ricorso a librerie esterne), utilizzando Java e Ada come linguaggi di sperimentazione.

Nel secondo segmento si affronta invece l'evoluzione architetturale tecnologica dei sistemi distribuiti, culminando nell'analisi di CORBA come paradigma di interconnessione di sistemi eterogenei secondo il modello cliente-servente. In questa parte del corso si illustrano anche i fondamenti di approcci particolarmente avanzati come virtualizzazione e cloud computing. Nell'ambito di entrambi i segmenti del corso, il docente propone allo studente esercizi da realizzare in proprio in laboratorio per sperimentare direttamente le problematiche progettuali e realizzative e i paradigmi di soluzione illustrati a lezione.

Contenuti :

Problematiche di concorrenza

- Introduzione storica e metodologica
- Nozione di processo e modalitÃ di sincronizzazione
- Un modello concreto e sue progressive estensioni
- La dimensione temporale
- Cenni sulla virtualizzazione

Problematiche di distribuzione

- Definizioni fondamentali
- Comunicazione e sincronizzazione in distribuito
- Il sistema dei nomi
- Soluzioni concrete: Java RMI, Ada DSA, CORBA
- La frontiera del cloud computing

Modalità di esame :

L'esame di profitto consiste nella redazione e nella discussione di una relazione scritta che illustri le problematiche affrontate nello svolgimento di un tema didattico (pratico o teorico) assegnato dal docente, e le soluzioni adottate per risolverle. La presentazione della relazione viene accompagnata da una dimostrazione pratica del prodotto software realizzato in risposta ai requisiti del progetto.

Criteri di valutazione :

Lo sviluppo del progetto didattico viene accompagnato da intenso dialogo con il docente, che consente allo studente di approfondire le principali problematiche affrontate a lezione e associate alla realizzazione del progetto. La stesura della relazione tecnica mette alla prova la capacità di sintesi e di astrazione dello studente. La presentazione e discussione del progetto di fronte al docente consente di completare la valutazione il grado di apprendimento complessivo dello studente rispetto ai principali temi della materia.

Testi di riferimento :

Alan Burns and Andy Wellings, *Concurrent and Real-Time Programming in Ada.* : Cambridge University Press, 2007

Andrew S Tanenbaum, Maarten van Steen, *Distributed Systems - Principles and paradigms.* : Pearson Education International, 2006

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Il docente pubblica regolarmente tutte le diapositive utilizzate a lezione e anche materiale supplementare utile per l'approfondimento dei temi trattati in aula.

SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI

(Titolare: da definire) - Mutuato da:

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Conoscenze e abilità da acquisire :

Gli studenti acquisiranno conoscenze, metodi e strumenti che consentono di trattare l'informazione geografica e di progettare e realizzare sistemi per la sua gestione e fruizione.

Contenuti :

Concetti di base su informazione geografica e sistemi informativi geografici

La modellazione e la rappresentazione dell'informazione geografica

Strutture dei dati spaziali

Architetture dei sistemi informativi geografici

Standard e norme applicabili

Sviluppo di applicazioni gis desktop e web

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

SISTEMI REAL-TIME

(Titolare: Prof. TULLIO VARDANEGA)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 40A+8E; 6,00 CFU

Prerequisiti :

L'insegnamento assume familiarità con l'architettura degli elaboratori tradizionali, con la struttura e le attività dei loro sistemi operativi, particolarmente per quanto attiene a concorrenza, sincronizzazione e gestione dell'I/O. L'insegnamento non prevede propedeuticità.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso si propone di esaminare la struttura dei sistemi software embedded soggetti a vincoli temporali, con l'obiettivo di evidenziarne le caratteristiche che li differenziano dagli altri sistemi di calcolo. Attenzione sarà posta su alcuni paradigmi di progettazione e programmazione di tali sistemi, che ne facilitano l'analisi e la verifica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Il corso esamina la struttura dei sistemi software embedded soggetti a vincoli di tempo reale, illustrando le principali problematiche nella loro progettazione, realizzazione e validazione. In particolare vengono affrontate:

- caratterizzazione architetturale (livello hardware, software, e sistema)
- controllo e gestione del tempo e delle interfacce hardware
- progettazione e programmazione di software real-time
- tecniche e approcci per la modellazione e l'analisi di sistemi real-time
- problematiche di verifica e validazione.

Nell'ambito del corso, il docente propone allo studente esercizi da realizzare in proprio in laboratorio per sperimentare direttamente le problematiche progettuali e realizzative e i paradigmi di soluzione illustrati a lezione, oltre a familiarizzare gli studenti con i recenti sviluppi della teoria real-time intorno a tematiche di particolare interesse.

Contenuti :

- Introduzione: cenni storici e visione architetturale
- Cenni sulla affidabilità e la tolleranza ai guasti
- Il problema dell'ordinamento, tassonomia di algoritmi
- Politiche di sincronizzazione nella gestione delle risorse condivise

- *Problematiche di sistema: una visione d'insieme della pila tecnologica*
- *Estensione ai sistemi distribuiti*
- *Estensione ai sistemi multiprocessore*

Modalita' di esame :

L'esame si svolge in una di due modalita' a scelta dello studente. Una modalita' richiede la redazione e la presentazione di una relazione tecnica sulle problematiche incontrate nell'adattamento a principi di progettazione e programmazione real-time di un piccolo sistema concorrente e distribuito individuato congiuntamente dallo studente e dal docente. L'altra modalita' prevede lo studio critico e la presentazione di un lavoro di ricerca recente, che sviluppa qualcuno dei temi toccati in aula, scelto dallo studente tra un insieme di lavori individuati dal docente.

Criteri di valutazione :

Lo sviluppo della prova d'esame scelta dallo studente, indipendentemente dalle sue specifiche modalita', viene accompagnato da intenso dialogo con il docente, che consente allo studente di approfondire le principali problematiche affrontate a lezione e associate alla realizzazione del progetto. La presentazione e discussione da effettuare in sede d'esame consente di completare la valutazione il grado di apprendimento complessivo dello studente rispetto ai principali temi della materia.

Testi di riferimento :

Jane W.S. Liu, Real-Time Systems. : Prentice Hall, 2000

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Il docente pubblica regolarmente tutte le diapositive utilizzate a lezione e anche materiale supplementare utile per l'approfondimento dei temi trattati in aula.

TECNOLOGIE OPEN-SOURCE

(Titolare: Dott. FRANCESCO TAPPARO)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Nessuno

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Conoscenza della storia del movimento open source e di tecnologie collaborative libere.

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali.

Contenuti :

Il corso si compone di due parti; nella prima si darA un'introduzione ai concetti ed alla storia del software libero ed open source, mentre nella seconda si introdurranno alcune tecnologie collaborative libere. I temi trattati saranno:

- *la cultura hacker del MIT*
- *la nascita del progetto GNU*
- *il movimento open source*
- *Creative Common*
- *RDF e ccrel*
- *alcune tecnologie collaborative libere*

Modalita' di esame :

Orale

Criteri di valutazione :

Conoscenza degli argomenti impartiti a lezione; dimistichezza teorica e pratica con le tecnologie insegnate.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Slide e materiale indicato nelle slide quando necessario.

TEORIA DEI TIPI

(Titolare: Prof. GIOVANNI SAMBIN)

Periodo: I anno, 2 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

E' caldamente suggerito, ma non strettamente necessario, aver seguito un corso di introduzione alla logica matematica.

Conoscenze e abilita' da acquisire :

Lo scopo di questo corso A quello di fornire una introduzione teorica alla teoria dei tipi per poter apprezzare le sue applicazioni in informatica (correttezza dei programmi funzionali e loro verifica in proof-assistant) e in matematica (sviluppo di prove costruttive con eventuale verifica formale al calcolatore ed estrazione del loro contenuto computazionale).

Attivita' di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

Lezioni frontali e laboratorio.

Contenuti :

Nel corso verranno introdotti i principali concetti di teoria dei tipi al fine di apprezzarne alcune rilevanti applicazioni in ambito matematico, informatico e anche filosofico.

Lo studente verra' introdotto a comprendere i seguenti aspetti della sua multiforme natura:

1) La natura computazionale della teoria dei tipi vista come lambda-calcolo tipato a' la Church che la rende un paradigma di un linguaggio di programmazione funzionale, in quanto permette di tipare i programmi con la loro specifica e di verificarne la correttezza in modo interattivo per mezzo di un proof-assistant.

2) La natura insiemistica della teoria dei tipi che la rende adatta a formalizzare le dimostrazioni in matematica costruttiva in modo da estrarne il contenuto computazionale.

3) La natura predicativa delle costruzioni di tipo dipendenti a' la Martin-Löf tramite generazione induttiva. Verranno illustrati esempi di costruzioni non predicative tramite l'utilizzo di paradossi.

4) La possibilità di presentare versioni intensionali o estensionali della teoria dei tipi al fine di enucleare importanti proprietà di decidibilità del type-checking utili a costruire un proof-assistant affidabile che permetta di formalizzare le prove matematiche in modo interattivo.

Il corso includerà una parte in laboratorio che introdurrà gli studenti all'utilizzo di un proof-assistant (il francese Coq o il bolognese Matita).

Modalità di esame :

L'accertamento di profitto avverrà con una prova orale dopo il completamento di esercitazioni personali da parte dello studente.

Criteri di valutazione :

L'esame intende valutare le conoscenze acquisite dallo studente sui temi del corso e le sue capacità di svolgere del lavoro autonomo su di essi.

Testi di riferimento :

Bengt Nordström, Kent Petersson, Jan M. Smith, *Programming in Martin-Loef's Type Theory*. : Oxford University Press, 1990

P. Martin-Löf, *Intuitionistic type theory. Notes by G. Sambin of a series of lectures given in Padua, June 1980*. : Bibliopolis, 1984

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Appunti forniti dal docente.

VERIFICA DEL SOFTWARE

(Titolare: Prof. FRANCESCO RANZATO)

Periodo: I anno, 1 semestre
Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

Conoscenze di base dei linguaggi di programmazione. L'insegnamento non prevede propedeuticità.

Conoscenze e abilità da acquisire :

Il corso mira ad introdurre metodi e strumenti per la specifica del comportamento, l'analisi statica e la verifica automatica dei programmi e, più in generale, dei sistemi software. In particolare, il corso fornisce una introduzione alla semantica formale dei linguaggi di programmazione ed ai metodi formali per la loro analisi statica e verifica.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

L'insegnamento prevede lezioni frontali e la risoluzione in modo indipendente a casa di vari esercizi e/o lo sviluppo di un progetto di verifica del software.

Contenuti :

- Semantica dei programmi: Modellazione del comportamento (in particolare il comportamento input/output) dei programmi mediante la teoria dell'ordinamento e dei punti fissi. (cf. [https://en.wikipedia.org/wiki/Semantics_\(computer_science\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Semantics_(computer_science)))

- Analisi statica e verifica di programmi mediante interpretazione astratta: L'interpretazione astratta è una nota tecnica basata su una approssimazione della semantica dei programmi che permette di specificare le proprietà dei programmi deducibili mediante analisi statica e di provarne la correttezza. (cf. https://en.wikipedia.org/wiki/Abstract_interpretation)

- Analisi statica dataflow di programmi: tecnica per dedurre staticamente informazioni sull'insieme dei possibili valori delle variabili nei vari punti del programma. Un grafo di flusso del controllo è utilizzato per determinare le parti di un programma a cui un particolare valore assegnato ad una variabile potrebbe propagarsi. Le informazioni raccolte sono spesso utilizzate dai compilatori (come gcc e javac) per ottimizzare un programma. (cf. https://en.wikipedia.org/wiki/Data-flow_analysis)

- Strumenti di verifica del software: ad esempio, Clousot (Microsoft, USA), Interproc (INRIA, Francia), Jandom (Università di Pescara) (cf. https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_tools_for_static_code_analysis)

Modalità di esame :

Esame orale e/o progetto software, possibilmente suddivisi in parti distinte.

Criteri di valutazione :

L'esame orale verte su vari esercizi che lo studente deve svolgere in modo indipendente a casa. Il progetto di laboratorio verte su qualche tool di verifica del software.

Testi di riferimento :

H. Riis Nielson, F. Nielson, *Semantics with Applications: A Formal Introduction*. : Wiley, 1992

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Le slide utilizzate a lezione verranno distribuite.

WEB INFORMATION MANAGEMENT

(Titolare: Prof. MASSIMO MARCHIORI)

Periodo: I anno, 1 semestre

Indirizzo formativo: Corsi comuni
Tipologie didattiche: 48A; 6,00 CFU

Prerequisiti :

E' opportuno avere familiarità con gli elementi di base del web, così come forniti nel corso di "Tecnologie Web", in particolare HTML, CSS, XML, XSLT.

Conoscenze e abilità da acquisire :

L'obiettivo principale del corso è quello introdurre alcune tra le principali tecnologie web di livello avanzato relative alla gestione dell'informazione, in modo da avere una visione ad alto livello del web attuale e del suo futuro. Guarderemo oltre la superficie, mostrando le connessioni profonde, e spesso sorprendenti, tra il mondo tecnologico e quello sociale.

Attività di apprendimento previste e metodologie di insegnamento :

L'insegnamento prevede lezioni frontali, con esempi illustrativi mostrati anche tramite connessione diretta al web.

Contenuti :

+ Web Usability

Usabilità ed interazione con gli utenti, analisi multi-livello, come costruire un sito web di successo. Confronto tra il mondo desktop e quello mobile.

+ E-commerce

Il caso studio dei siti di e-commerce, specializzazione dell'interazione col cliente.

+ Web Advertisement

La pubblicità nei siti web, tecniche d'uso ed errori da evitare.

+ Web Search

Web Site Search, Search Engine Optimization, testo ed ipertesto, il bene ed il male del web, i Social Information Systems.

+ Web Naming

I nomi del web, loro usi ed abusi.

+ Il Web della Conoscenza

Fondamenti del web semantico, rappresentazione della conoscenza, ontologie, semantic querying, syntactic querying, web reasoning, complex systems.

Modalità di esame :

Lo studente deve superare uno scritto, e consegnare un progetto. Sopra una certa soglia minima di punteggio lo studente può opzionalmente richiedere un ulteriore esame orale.

Criteri di valutazione :

Il criterio di valutazione principale è la comprensione delle tecnologie web mostrate durante il corso. Questo significa quindi conoscere il funzionamento, i punti deboli ed i punti di forza delle tecnologie, la loro interazione nel contesto.

Testi di riferimento :

CONTENUTO NON PRESENTE

Eventuali indicazioni sui materiali di studio :

Il materiale di studio per l'esame è fornito tramite il sito web del corso attraverso risorse online.