

Manifesto degli Studi del Corso di Laurea Magistrale in Informatica

Classe delle lauree in Informatica - Classe LM-18

A.A. 2014-2015

Insegnamento o attività formativa	Modulo	Seme stre	CFU	SSD	Tipologia (*)	Propedeuticità
I anno						
Logica		1	6	M-FIL/01	4	
Basi di Dati II	A	1	6	INF/01	2	
	B	2	6	INF/01		
Machine Learning e applicazioni	A	1	6	INF/01	2	
	B	2	6	INF/01		
Complessità computazionale		2	6	INF/01	2	
Sisemi operativi II			6	INF/01	2	
Calcolo parallelo e distribuito mod.A (*)		1	6	MAT/08	4	
Esami a libera scelta (vedi Tab.B)			12		3	
II anno						
Semantic web		1	6	INF/01	2	
Ricerca operativa (**)		1	6	MAT/09	4	
Esami a scelta vincolata (Tab. A)			12	INF/01	2	
Esami a libera scelta (vedi Tab.B)			6		3	
Altre attività formative			1		6	
Prova finale			29		5	

Note:

(*) Se già sostenuto alla triennale, sostituzione obbligatoria con il rispettivo mod.B.

(**) Se già sostenuto alla triennale, sostituzione obbligatoria con *Ottimizzazione combinatoria*.

Tabella A: Esami a scelta vincolata

Scelta	Insegnamenti	SSD	CFU	Seme stre	Propedeuticità
Bioinformatica	Bioinformatica	INF/01	6	2	
	Algoritmi II	INF/01	6	2	Algoritmi e Strutture Dati I Laboratorio di Algoritmi e Strutture Dati
Sicurezza e reti	Sicurezza e privacy	INF/01	6	1	
	Visione computazionale	INF/01	6	2	
Ingegneria del software avanzata	Specifica di sistemi	INF/01	6	2	
	Verifica di sistemi	INF/01	6	2	Logica Fondamenti di Linguaggi di Programmazione Algoritmi II
Calcolo scientifico ad alte prestazioni	Visione computazionale	INF/01	6	2	
	Grafica computazionale e laboratorio	INF/01	6	1	
Robotica intelligente e sistemi cognitivi avanzati	Sistemi per il governo dei robot	INF/01	12	1	

Sistemi percettivi e cognitivi	Visione computazionale	INF/01	6	2	
	Mente e macchine	INF/01	6	1	
Codici e linguaggio naturale	Elaborazione del linguaggio naturale	INF/01	6	1	
	Teoria dell'informazione	INF/01	6	2	

Esami a libera scelta coerenti con gli obiettivi formativi del Corso di Studi (i cui CFU sono pienamente riconosciuti senza previa delibera della Commissione di Coordinamento Didattico)

Materie a scelta Tabella B	SSD	CFU	Semestre	Propedeuticità
Tutti gli insegnamenti della Tabella A				
Algoritmi e strutture dati II	INF/01	6	2	Algoritmi e Strutture Dati I Laboratorio di Algoritmi e Strutture Dati
Analisi matematica II	MAT/05	6	1	Analisi matematica I
Bioinformatica	INF/01	6	2	
Calcolo parallelo e distribuito (mod.B)	MAT/08	6	2	Calcolo parallelo e distribuito (mod.A)
Calcolo scientifico (mod.A)	MAT/08	6	2	Calcolo Numerico, Calcolo scientifico
Calcolo scientifico (mod.B)	MAT/08	6	2	Calcolo Numerico, Calcolo scientifico
Controllo dei robot	ING-INF/04	9	1	
Economia ed organizzazione aziendale	ING-IND/35	6	2	
Elaborazione del linguaggio naturale	INF/01	6	1	
Elaborazione di segnali multimediali	ING-INF/03	9	2	
Elementi di automatica	ING-INF/04	6	2	
Griglie computazionali	INF/01	6	2	
Ingegneria del software II	ING-INF/05	6	1	
Interazione uomo macchina	INF/01	6	2	
Laboratorio di sistemi digitali	FIS/01	6	2	
Matematica per la crittografia	MAT/05	6	1	
Misure per l'automazione e la produzione industriale	ING-INF/07	6	1	
Neurobiologia	BIO/09	6	2	
Reti di calcolatori II	INF/01	6	2	
Ottimizzazione combinatoria	MAT/09	6	2	
Sicurezza e privacy	INF/01	6	1	
Sistemi dinamici e metodi analitici per l'informatica	FIS/01	6	1	
Sistemi informativi multimediali	INF/01	6	2	
Sistemi multi-agente	INF/01	6	2	
Tecnologie web	INF/01	6	1	

(*) Legenda delle tipologie delle attività formative ai sensi del DM 270/04

Attività formativa	1	2	3	4	5	6	7
rif. DM270/04	Art. 10 comma 1, a)	Art. 10 comma 1, b)	Art. 10 comma 5, a)	Art. 10 comma 5, b)	Art. 10 comma 5, c)	Art. 10 comma 5, d)	Art. 10 comma 5, e)

Laurea magistrale in Informatica (LM-18)

Insegnamento: Basi di dati II	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): A	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Questo modulo si pone come obiettivo quello di approfondire i concetti legati alla memorizzazione fisica di dati, alla loro rappresentazione ed all'implementazione efficiente delle query in un contesto seriale o concorrente.	
Contenuti: Questo modulo del corso approfondisce principalmente gli aspetti legati alle filosofie, gli algoritmi e le strutture dati alla base dell'implementazione efficiente di una base di dati. Il programma del corso spazia dalla memorizzazione fisica dei dati all'organizzazione ad oggetti di una base di dati, passando per l'ottimizzazione delle interrogazioni e la gestione della concorrenza. Nello specifico, i principali temi affrontati riguardano: <ol style="list-style-type: none">1) Richiami sui Database Management Systems2) La Rappresentazione Fisica dei Dati3) Hashing Dinamico e Indici4) Gli alberi bilanciati e multidimensionali5) L'Algebra Relazionale richiami sui Concetti Fondamentali6) Implementazione degli operatori ed esecuzione delle Interrogazioni7) Costo delle Interrogazioni8) Le Transazioni e la gestione della concorrenza9) I Lock e i deadlock9) Le Basi di dati Multimediali10) Object Oriented	
Codice:	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: è consigliabile aver sostenuto l'esame del corso di Basi di dati.	
Metodo didattico: Lezioni frontali	
Materiale didattico: Libri di testo <ul style="list-style-type: none">• Sistemi di Basi di Dati: Fondamenti. Autori: Ramez A. Elmasri, Shamkant B. Navathe. Publisher: Pearson. Anno: 2011. Pagine:592. Print ISBN: 9788871926285.• Sistemi di Basi di Dati Complementi. Autori: Ramez A. Elmasri. Publisher: Pearson. Anno: 2005. Pagine:460. Print ISBN: 9788871922218	
Modalità di esame: Esame finale scritto con eventuale discussione orale (in alternativa, prove scritte in itinere)	

Insegnamento: Basi di dati II	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): B	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: <p>Il corso si prefigge di guidare lo studente in alcuni approfondimenti sui sistemi per la gestione di basi di dati. Un aspetto di approfondimento riguarda la valutazione di modelli di dati che estendono il (o sono alternativi al) modello relazionale dei dati già studiato nell'esame propedeutico. In particolare, il corso introduce gli elementi basilari delle basi di dati ad oggetti e delle basi di dati relazionali ad oggetti (per il modello relazionale ad oggetti si considerano anche le forme in cui viene adottato nei sistemi per la gestione delle basi di dati commerciali). Una seconda linea di approfondimento comprende una panoramica sugli aspetti tecnologici soggiacenti i Sistemi per la gestione delle basi di dati al fine di fornire una formazione adeguata ad amministrare consapevolmente le basi di dati. In particolare si considereranno le tecniche di indicizzazione, l'ottimizzazione delle interrogazioni, la gestione delle transazioni. L'ultima linea di approfondimento ha la finalità di introdurre i temi di alcune evoluzioni tematiche dei sistemi per la gestione delle basi di dati con particolare riguardo tra gli altri al datawarehousing, alla gestione dei dati spaziali e alla gestione dei dati semi-strutturati.</p>	
Contenuti: <p>Basi di dati orientate agli oggetti: Progettazione Object Oriented. Il linguaggio di definizione dei dati Object Definition Language e di interrogazione Object Query Language. Basi di dati relazionali ad oggetti. Il modello relazionale ad oggetti nei Sistemi per la Gestione di Dati correnti: definizione di tipi oggetto e collezione; Inheritance di tipi; definizione di metodi e loro implementazione. Approfondimenti su aspetti tecnologici di basi di dati relazionali: le strutture degli indici; la realizzazione degli operatori relazionali; l'ottimizzazione delle interrogazioni, la gestione delle transazioni e delle loro proprietà (ACID). Introduzione alle funzionalità dei sistemi GIS e alle basi di dati spaziali. Linguaggi di definizione e manipolazione di dati spaziali. Indicizzazione per dati spaziali. Progettazione concettuale, logica e fisica di database semistrutturati. Linguaggi di interrogazione per database XML-nativi. Tipizzazione di dati semistrutturati. Progettazione concettuale, logica e fisica di sistemi per il Data Warehousing. OLAP, MOLAP e ROLAP.</p>	
Codice:	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Esame scritto e orale.	

Insegnamento: Bioinformatica	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso intende fornire un'introduzione agli algoritmi, ai metodi ed ai modelli quantitativi usati per l'analisi dei dati nell'ambito della biologia molecolare e della biologia dei sistemi. In particolare lo studente alla fine del corso avrà acquisito familiarità con gli algoritmi e i metodi euristici usati per l'allineamento delle sequenze, della costruzione degli alberi filogenetici, per l'analisi strutturale delle proteine, per il reverse engineering delle reti genomiche, dell'analisi dei dati di espressione genica ottenuti da DNA microarray. Lo studio di tali algoritmi verrà inoltre completato da un'introduzione a metodi quantitativi per l'analisi e la modellizzazione di motivi funzionali, ed a modelli quantitativi di trascrizione genica e di interazione tra geni.	
Contenuti: Analisi di sequenze: definizione di allineamento, scoring e matrici di sostituzione, algoritmi esatti e metodi euristici per l'allineamento, algoritmi per l'allineamento multiplo, algoritmi iterativi, statistica degli allineamenti. Analisi di motivi funzionali: definizioni, modelli basati su PSSM e Hidden Markov Model. Alberi filogenetici e algoritmi per la loro inferenza. Analisi strutturale delle proteine: approccio de-novo e homology-based. Genomica funzionale e biologia dei sistemi: modelli di reti geniche, algoritmi per il reverse engineering, modelli quantitativi di trascrizione genica. Analisi dei dati di espressione genica: tecnologia dei DNA microarray, algoritmi di normalizzazione, algoritmi di clustering, automatizzazione del workflow di elaborazione dati da microarray.	
Codice: 13021	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Prova scritta e/o orale.	

Insegnamento: Calcolo parallelo e distribuito	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): A	
CFU: 6	SSD: MAT/08
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Fornire idee di base, metodologie, strumenti software per lo sviluppo di algoritmi in ambiente di calcolo paralleli e/o distribuiti ad alte prestazioni. Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.	
Contenuti: Classificazione e principali caratteristiche funzionali delle architetture parallele. Parametri di valutazione delle prestazioni degli algoritmi paralleli. Metodologie per lo sviluppo di algoritmi paralleli e loro dipendenza dall'architettura. Parametri di valutazione e scalabilità degli algoritmi paralleli. Il bilanciamento del Carico. Algoritmi tolleranti alla latenza e ai guasti. I/O parallelo. Algoritmi di base in ambiente parallelo e distribuito: ordinamenti, calcolo matriciale.	
Codice: 57199-26419	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Esame orale e/o prova scritta e/o prova pratica	

Insegnamento: Calcolo parallelo e distribuito	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): B	
CFU: 6	SSD: MAT/08
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Fornire idee di base, metodologie, strumenti software per lo sviluppo di algoritmi in ambiente di calcolo paralleli e/o distribuiti ad alte prestazioni. Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.	
Contenuti: Differenze tra calcolo parallelo e calcolo distribuito. Il calcolo parallelo ad alte prestazioni: algoritmi a blocchi. Modelli di programmazione per gli ambienti di calcolo parallelo/distribuito più diffusi: cluster computing, multicore computing, network computing e GPU computing. Nuove tipologie di ambienti di calcolo paralleli/distribuiti: grid computing e cloud computing. Modelli di programmazione ibridi/gerarchici. Esempi significativi di sviluppo di algoritmi in tali ambienti di calcolo.	
Codice: 57199-26420	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Calcolo Parallelo e Distribuito mod. A	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Esame orale e/o prova scritta e/o prova pratica	

Insegnamento: Calcolo scientifico	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): A	
CFU: 6	SSD: MAT/08
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Introduzione ai moderni strumenti software per la risoluzione efficiente di problemi scientifici mediante calcolatore, ponendo l'accento sull'influenza che gli strumenti di calcolo esercitano sull'efficienza ed accuratezza degli algoritmi e sull'uso di librerie di software scientifico esistente con riguardo anche alla visualizzazione dei risultati. Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.	
Contenuti: Metodi, algoritmi e software per problemi di calcolo matriciale e studio dell'influenza dell'ambiente di calcolo sullo sviluppo di software efficiente (BLAS, LAPACK, SPARSKit, PHiPAC, ATLAS, ...) e loro utilizzo in vari ambiti applicativi. Applicazione della Trasformata discreta di Fourier e relativo software (da FFTPACK a FFTW) e loro utilizzo in vari ambiti applicativi. Metodi, algoritmi e software per la risoluzione di problemi descritti da equazioni differenziali e relativo software (ODEPACK, VODE, ELLPACK, PETSc, ...).	
Codice: 02027-26421	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Calcolo Numerico	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Esame orale e/o prova scritta	

Insegnamento: Calcolo scientifico	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): B	
CFU: 6	SSD: MAT/08
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Introduzione alle metodologie computazionali alla base del processo di risoluzione di un problema: dalla formulazione del problema matematico alla sua implementazione mediante uso di strumenti e ambienti software efficienti. Tali problematiche sono affrontate attraverso lo studio della risoluzione di alcuni problemi del mondo reale. Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.	
Contenuti: Metodi, algoritmi e software per problemi di calcolo matriciale e studio dell'influenza dell'ambiente di calcolo sullo sviluppo di software efficiente (BLAS, LAPACK, SPARSKit, PHiPAC, ATLAS, ...) e loro utilizzo in vari ambiti applicativi.	
Codice: 02027-26422	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Calcolo Scientifico mod. A	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Esame orale e/o prova scritta	

Insegnamento: Complessità computazionale	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Portare lo studente ad un livello di conoscenza della Teoria della calcolabilità effettiva e delle funzioni parziali ricorsive nonché della Complessità computazionale sufficiente per iniziare una tesi magistrale di carattere teorico o nella quale sia importante la conoscenza dei fondamenti concettuali e teorici della calcolabilità e della complessità. Lo studente acquisirà competenza per affrontare problemi di calcolabilità e complessità e l'abilità di integrare significativamente gli aspetti di calcolabilità e complessità presenti in contesti scientifici affini.	
Contenuti: Introduzione critica all'algorithmo e alla calcolabilità effettiva. La Macchina di Turing e le funzioni parzialmente calcolabili. Le funzioni parziali ricorsive, ricorsive e primitive ricorsive. Aritmetizzazione delle Macchine di Turing. La Macchina universale. Cenni storici e la Tesi di Church Turing. Introduzione alla decidibilità. Raffronti con la Logica. Aspetti fondazionali della nozione di effettività. Introduzione alla teoria intermedia della Ricorsività. Le riducibilità. Gradi di indecidibilità. La gerarchia aritmetica di Kleene. Teoremi di ricorsione e punto fisso. Introduzione critica a diversi concetti di complessità. La complessità di calcolo concreta. Risorse di calcolo. Tempo e Spazio. Il concetto di trattabilità e la classe P-TIME. Non determinismo e la classe NP-TIME. Le riducibilità polinomiali. NP-completezza. Classificazione delle principali classi di complessità TIME e SPACE. La gerarchia polinomiale. Calcolabilità "randomized". Approssimabilità.	
Codice:	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Tesina scritta o progetto software e colloquio orale.	

Insegnamento: Elaborazione del linguaggio naturale	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso di Elaborazione del Linguaggio Naturale si pone come obiettivo il trasferimento agli studenti di conoscenze nel settore dell'ingegneria linguistica con particolare riferimento alla descrizione delle strutture della lingua parlata e delle relative tecniche di sintesi e riconoscimento automatico. A questo obiettivo si giunge attraverso la presentazione di aspetti di linguistica, di elaborazione dei segnali con particolare riferimento ai segnali vocali, di vari tipi di metodologie stocastiche per il pattern recognition applicati alla voce umana, di algoritmi e tecniche per produrre voci artificiali, di strumenti e metodi per il trattamento dei corpora linguistici.	
Contenuti: Cenni di linguistica generale. Strutture acustiche e linguistiche del parlato. Rappresentazione ed elaborazione digitale del segnale vocale. Linguistica, statistica e metodologie informatiche per il trattamento dei corpora. Sintesi del segnale vocale Riconoscimento del parlato Hidden Markov Models e reti neurali. Dialogue management systems.	
Codice: 15718	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Progetto di gruppo su temi concordati con il docente e colloquio orale.	

Insegnamento: Grafica computazionale e laboratorio	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Fornire agli studenti i metodi di base e i fondamenti della progettazione degli algoritmi per la sintesi di immagini bi-tridimensionali tramite calcolatore. Fornire agli studenti alcune tecniche implementative e le conoscenze basilari degli strumenti software per la modellazione e la visualizzazione di oggetti tramite calcolatore.	
Contenuti: Introduzione a sistemi grafici, tecniche di composizione della scena. Pipeline grafica per illuminazione locale: dal modello al rendering dell'immagine finale. Metodi, algoritmi e software per proiezioni geometriche, illuminazione, ombreggiatura e tessitura delle superfici tridimensionali, rimozione delle superfici nascoste, ritaglio degli oggetti al di fuori dell'inquadratura (libreria OpenGL). Strumenti per la gestione di una interfaccia real-time (libreria glut). Metodi, algoritmi e software per la modellazione e la manipolazione di oggetti geometrici, rappresentazioni poligonali, curve, superfici di Bezier e NURBS (libreria GLU). Metodi, algoritmi e software per l'illuminazione globale. Programmazione dei processori grafici (GPU). Studio e sviluppo di un case study che riprenda concetti, algoritmi e software discussi, ed utilizzati in particolari ambiti applicativi.	
Codice: 26249	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Gli studenti del corso di Grafica Computazionale devono essere a conoscenza degli argomenti trattati nei corsi di Geometria, Analisi Matematica I, Calcolo Numerico ed inoltre essere in grado di sviluppare autonomamente un'applicazione interattiva e abili nella programmazione, anche con utilizzo di librerie.	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Prova di laboratorio e colloquio orale e/o prova scritta.	

Insegnamento: Griglie computazionali	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Il corso ha come obiettivo lo studio delle griglie computazionali (Grid computing) che costituiscono la tecnologia emergente per quanto riguarda i sistemi di calcolo distribuito su scala geografica (World Wide Grid) in ambiente multi istituzionale. In particolare verranno fornite allo studente le nozioni principali del modello di calcolo di GRID e della struttura delle Virtual Organization con obiettivo formativo di creare competenze relativamente all'accesso e management di ingenti risorse di calcolo e di grandi volumi di dati in ambiente multi dominio. Verranno altresì affrontate le tecniche di utilizzo di sistemi GRID in applicazioni general purpose.	
Contenuti: Introduzione al modello di calcolo intensivo distribuito basato sulle griglie computazionali GRID. Modelli, servizi e protocolli delle griglie computazionali GRID per il calcolo intensivo in ambiente scientifico. Tecnologie di base ed infrastrutture di calcolo e di rete GRID. Gestione della sottomissione dei jobs e dell'accesso ai dati, gestione di Organizzazioni Virtuali Scalabili, portali GRID, sistemi informativi e sicurezza, monitoraggio, supporto alle applicazioni. Problematiche e modelli di soluzioni GRID per applicazioni general purpose. Approfondimento di alcuni temi avanzati: Web services, Servizi Grid su architetture P2P, Grid Monitoring. Uso di una griglia per semplici applicazioni.	
Codice: 20205	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Colloquio orale e/o prova scritta.	

Insegnamento: Machine learning e applicazioni	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): A	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: Il corso (Mod.A + Mod.B) si prefigge di fornire allo studente le competenze riguardanti tutta quella serie di approcci basati sull'apprendimento automatico (meglio conosciuto come machine learning) che vengono applicati in moltissimi campi per l'analisi di dati di natura molto diversa. Infatti, per ottenere buone prestazioni strumenti di analisi dei dati e di business intelligence occorre scegliere lo strumento più opportuno e adattarne l'applicazione al caso specifico. Pur salvaguardando la generalità degli approcci nella scelta dei contenuti del corso, essi saranno presentati in contesti applicativi estremamente attuali e importanti: information retrieval, analisi delle immagini e data mining.</p>	
<p>Contenuti: ML applicato all'Information retrieval. Nel primo modulo verranno introdotti i sistemi di information retrieval e i problemi che pongono. Partendo dal modello booleano, verranno considerate le diverse componenti, quali l'indice invertito, il dizionario e i diversi tipi di query, comprese quelle contenenti wildcard. Si passerà poi allo schema tf-idf, al modello a spazio vettoriale e al relevance feedback. Per quel che riguarda la classificazione, con particolare attenzione alla categorizzazione di testi, si considereranno kNN, Rocchio, Naive Bayes con modello di Bernoulli e multinomiale e Support Vector Machine (SVM). Per quel che riguarda gli approcci senza supervisione e in particolare la funzione degli algoritmi di clustering in un sistema di information retrieval, verranno discussi l'algoritmo K-means e il problema del cluster labeling. Il corso si concluderà con la discussione dei modelli grafici.</p>	
Codice:	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: concetti elementari di teoria della probabilità e statistica, di algebra e di geometria.	
Metodo didattico:	
<p>Materiale didattico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chris Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze, Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press. 2007. • Roberto Basili and Alessandro Moschitti, Automatic Text Categorization: from Information Retrieval to Support Vector Learning. Aracne editrice, Rome, Italy. • materiale fornito dal docente 	
Modalità di esame: Esame scritto e orale	

Insegnamento: Machine learning e applicazioni	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): B	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: I	
<p>Obiettivi formativi: Il corso (Mod.A + Mod.B) si prefigge di fornire allo studente le competenze riguardanti tutta quella serie di approcci basati sull'apprendimento automatico (meglio conosciuto come machine learning) che vengono applicati in moltissimi campi per l'analisi di dati di natura molto diversa. Infatti, per ottenere buone prestazioni strumenti di analisi dei dati e di business intelligence occorre scegliere lo strumento più opportuno e adattarne l'applicazione al caso specifico. Pur salvaguardando la generalità degli approcci nella scelta dei contenuti del corso, essi saranno presentati in contesti applicativi estremamente attuali e importanti: information retrieval, analisi delle immagini e data mining.</p>	
<p>Contenuti: ML applicato all'analisi di immagini e al data mining. Il secondo modulo partirà da modelli lineari applicati sia alla classificazione che alla regressione, per passare poi alle reti neurali feed-forward per la classificazione. Si passerà poi alle problematiche introdotte negli approcci di machine learning dalla grande dimensione dei dati coinvolti (Big Data). Un aspetto cruciale per un uso accurato e proficuo delle tecniche di machine learning riguarda la rappresentazione dell'ingresso e quindi il progetto delle caratteristiche (feature design) che comprende selezione, riduzione, trasformazione e fusione. A seguire, verrà approfondito il problema del clustering, considerando le self-organizing maps e il clustering gerarchico e spettrale. Infine, si farà cenno a metodi ensemble e di boosting per la classificazione. In tutto questo secondo modulo, i diversi approcci verranno esemplificati con significativi problemi tratti dai campi dell'analisi delle immagini e del data mining.</p>	
Codice:	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: concetti elementari di teoria della probabilità e statistica, di algebra e di geometria.	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Esame scritto e orale	

Insegnamento: Matematica per la crittografia	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: MAT/05
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso propone una introduzione alla crittologia, con particolare riguardo ai cifrari a chiave pubblica, fornendo in modo abbastanza dettagliato i relativi strumenti matematici, soprattutto di natura aritmetica e algebrica, utilizzati in crittografia nell'ultimo trentennio. L'obiettivo formativo specifico del corso è di contribuire all'acquisizione per lo studente di alcuni classici argomenti di teoria dei numeri e di teoria dei campi, utili in molte applicazioni e qui espressamente usati in ambito crittografico.	
Contenuti: Richiami su crittografia e crittoanalisi: crittosistemi, cifrari storici, teoria di Shannon e cifrari perfetti, problema dello scambio delle chiavi, sistemi asimmetrici. Divisibilità e problemi di fattorizzazione in un dominio di integrità. Aritmetica modulare, algoritmo euclideo; funzioni aritmetiche; pseudoprime e numeri di Carmichael; struttura dell'anello degli interi mod n e dei gruppi di interi mod n invertibili; residui quadratici, simboli di Legendre e di Jacobi, legge di reciprocità quadratica. Proprietà aritmetiche dei numeri primi e criteri di primalità. Richiami su algoritmi e complessità computazionale. Il problema della fattorizzazione e il problema del logaritmo discreto. Panoramica di metodi di fattorizzazione. Crittografia a chiave pubblica, esempi classici. Campi finiti e polinomi. Curve ellittiche e iperellittiche. Crittosistemi su curve ellittiche. Uno sguardo sul futuro: cenni sulla crittografia quantistica.	
Codice:	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: L'esame consiste di una prova scritta e di una prova orale. Per poter sostenere la prova orale lo studente deve avere superato la prova scritta.	

Insegnamento: Mente e macchine	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Lo studente acquisirà familiarità con metodologie di base per lo sviluppo, il controllo e la revisione di modelli e simulazioni computazionali dei processi cognitivi. Lo studente acquisirà la capacità di applicare concetti e tecniche fondamentali dell'informatica allo studio dei processi di elaborazione dell'informazione dei sistemi biologici. Lo studente acquisirà la capacità di problematizzare le implicazioni cognitive, affettive, etiche e sociali di interazioni con sistemi dell'intelligenza artificiale e della robotica cognitiva.	
Contenuti: Sistemi dell'intelligenza artificiale, sistemi robotici e cognizione situata. Agenti reattivi e intenzionali. Razionalità ideale e limitata. Metodi per la modellistica cognitiva. Tecniche sperimentali della psicologia cognitiva, della neuropsicologia, dell'etologia e della neuroscienza cognitive. Analisi di modelli computazionali di processi percettivi, cognitivi e di coordinamento senso-motorio. Modelli computazionali di aspetti sociali ed evolutivi del processo cognitivo. Il ciclo sviluppo-test-revisione di modelli cognitivi. Studio selettivo di forme di interazione uomo-macchina e analisi di casi di studio allo scopo di analizzarne le implicazioni cognitive, affettive, etiche e sociali.	
Codice: 15809	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Lo studente dovrà sostenere due prove: 1. Prova scritta in aula, volta ad accertare l'acquisizione di concetti e nozioni fondamentali. 2. Discussione di un progetto tematico sotto forma di elaborato scritto (tesina) o di sistema software.	

Insegnamento: Ottimizzazione combinatoria	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: MAT/09
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Questo insegnamento si prefigge quale obiettivo principale l'introduzione degli studenti all'uso dei modelli di programmazione matematica con particolare attenzione rivolta ai modelli di ottimizzazione a variabili intere corrispondenti sia a problemi di decisione computazionalmente trattabili che a problemi intrattabili ed alle loro applicazioni nei campi della logistica, dei servizi e della produzione industriale. L'impostazione metodologica del Corso, inoltre, punta al conseguimento dei seguenti ulteriori obiettivi intermedi: - capacità di formalizzazione dei modelli di ottimizzazione per problemi di logistica, organizzazione, pianificazione, scheduling, trasporto, flusso su reti e problemi su grafi; - conoscenza della teoria e dei metodi di ottimizzazione lineare continua, di ottimizzazione lineare discreta e di ottimizzazione su grafi; - capacità di utilizzazione dei modelli matematici dei classici problemi di ottimizzazione e dei relativi algoritmi di risoluzione nei campi della Pianificazione della Produzione, della Localizzazione, della Gestione delle Scorte e della Logistica; - il riconoscimento della necessità di ricorrere a moderne ed avanzate tecniche in grado di calcolare soluzioni subottime (approssimate o euristiche) per problemi di ottimizzazione intrinsecamente difficili dal punto di vista computazionale.	
Contenuti: Introduzione ai problemi di ottimizzazione combinatoria e ai problemi in forma di riconoscimento: classi di complessità P, NP, NP-hard e NP-completi. Classificazione dei metodi risolutivi (metodi esatti, metodi di approssimazione e metodi euristici). Classi di approssimazione (NPO, APX, PTAS, FPTAS, PO). Riduzioni nelle classi di approssimazione e la riduzione PTAS. Algoritmi euristici e meta-euristici: Simulated Annealing; Tabu Search; Algoritmi Genetici; GRASP; Algoritmi di Ricerca Locale. Il Problema del Commesso Viaggiatore (TSP): due formulazioni matematiche ed un algoritmo Branch and Bound per il TSP. Il D-TSP: un algoritmo 2-approssimato per il D-TSP; Algoritmo di Christofides. Metodi euristici per il TSP: a inserimento con diversi criteri di scelta; ricerca locale (2-opt exchange, 3-opt, k-opt, OR-opt); algoritmi per istanze geometriche (involuppo convesso, a sezioni). Problemi collegati al TSP standard: TSP su grafi qualsiasi, TSP grafico, Grafi hamiltoniani e semi-hamiltoniani, TSP simmetrico e asimmetrico, il postino rurale, Cammino hamiltoniano minimo, TSP collo di bottiglia. Problemi di distribuzione (Vehicle Routing): definizione delle principali varianti fra i problemi di vehicle routing; la formulazione matematica per tre varianti del problema; principali metodi euristici e meta-euristici per il problema nella sua versione generale e per il problema con time-windows.	
Codice: 26266-26429	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Prova scritta e prova orale.	

Insegnamento: Ricerca operativa	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: MAT/09
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: L'insegnamento si prefigge quale obiettivo principale l'introduzione degli studenti all'uso dei modelli di programmazione matematica ed in particolare ai modelli di ottimizzazione lineare (sia continui che a variabili intere) ed alle loro applicazioni nei campi della logistica, dei servizi e della produzione industriale. L'impostazione metodologica del Corso, inoltre, punta al conseguimento dei seguenti ulteriori obiettivi intermedi: <ul style="list-style-type: none"> • capacità di formalizzazione dei modelli di ottimizzazione per problemi di logistica, organizzazione, pianificazione, scheduling, trasporto, flusso su reti e problemi su grafi ed alberi; • conoscenza della teoria e dei metodi di ottimizzazione lineare continua, di ottimizzazione lineare discreta e di ottimizzazione su grafi, alberi e reti di flusso; • capacità di utilizzazione dei modelli matematici dei classici problemi di ottimizzazione e dei relativi algoritmi di risoluzione nei campi della Pianificazione della Produzione, della Localizzazione, della Gestione delle Scorte e della Logistica. 	
Contenuti: Problemi di Programmazione Lineare e Metodo del Simplex. Definizione e classificazione dei problemi di ottimizzazione e dei problemi di decisione e classificazione dei relativi metodi risolutivi (metodi esatti, metodi di approssimazione e metodi euristici). Programmazione Lineare (PL): il Metodo del Simplex. Problemi di Programmazione Lineare Intera (1 credito) Metodi esatti per la risoluzione dei problemi di Programmazione Lineare Intera (Branch & Bound; piani di taglio; programmazione dinamica). Esempi di problemi di PLI con matrice dei vincoli unimodulare: il problema del trasporto ed il problema dell'assegnamento. Problemi dello Zaino. Un algoritmo Branch and Bound per il problema dello Zaino 0/1; un algoritmo greedy per il problema dello Zaino Frazionario; due algoritmi di Programmazione Dinamica per il problema dello Zaino 0/1. Problemi di Ottimizzazione su grafi ed alberi: Vertex Cover ed Albero di Copertura Minimo. Il problema del Vertex Cover: un algoritmo 2-approssimato per il problema del Vertex Cover. Il problema dell'albero di copertura di un grafo a costo minimo (MST): l'algoritmo di Kruskal. Problemi di Ottimizzazione su grafi ed alberi: Problemi di Cammino Minimo. Cammini in un grafo orientato: il problema della raggiungibilità (visita in ampiezza; visita in profondità). Il problema dei cammini minimi: l'algoritmo di Dijkstra; l'algoritmo di Floyd e Warshall. Problemi di Ottimizzazione su grafi ed alberi: Pianificazione di un Progetto e Problema del Massimo Flusso. Pianificazione di un progetto: il Metodo CPM. Problemi di flusso su reti: il problema del massimo flusso; teorema max-flow min-cut; algoritmo di Ford-Fulkerson.	
Codice: 26266-26427	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Prova scritta e prova orale.	

Insegnamento: Semantic web	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire allo studente le basi teoriche e implementative del ragionamento automatico con le logiche (modali e descrittive) più comunemente utilizzate negli ambiti del web semantico (standard OWL), della verifica automatica dei protocolli di sicurezza, dell'ingegneria del software avanzata, del knowledge management, e degli e-services. Vengono sia studiate le proprietà tecniche delle logiche trattate (tra le quali l'espressività) e le tecniche di implementazione (ottimizzazioni comprese), che l'uso delle logiche medesime per rappresentare domini applicativi.	
Contenuti: Introduzione e motivazioni: la diffusione di tecniche di AI nelle applicazioni "di ogni giorno", e il ruolo della rappresentazione della conoscenza in questi contesti. Richiami di logica del primo ordine e complessità computazionale. Potenza espressiva come complessità. Espressività relativa di vari frammenti della logica del primo ordine (programmi logici, clausole, logica con due variabili). Logiche modali: sintassi, semantica, espressività e meccanismi di ragionamento automatico basati su tableaux. Modellazione di tempo, intenzioni e credenze con le logiche modali. Logiche modali come frammenti della logica del primo ordine con due variabili. Logiche descrittive, come varianti sintattiche delle logiche modali. Meccanismi di ragionamento automatico basati su tableaux per le logiche descrittive. Modellazione di domini tramite logiche descrittive (definizione di ontologie). Tecniche di ottimizzazione del ragionamento per il trattamento di grosse basi di conoscenza (dalle tecniche di pre-processing al backtracking diretto dalle dipendenze). Risultati negativi: indecidibilità di alcune logiche descrittive.	
Codice:	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Esame scritto e prova orale.	

Insegnamento: Sicurezza e privacy	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire allo studente una panoramica il più possibile completa delle problematiche relative alla sicurezza informatica e delle tecniche per affrontarle. Pertanto il corso spazia dai modelli di sicurezza, alle tecniche crittografiche, agli standard emergenti relativi alla sicurezza e alla privacy in ambito informatico, coprendo sia aspetti schiettamente tecnologici che alcuni fondamenti teorici. Il corso comprende sia approcci ormai ben assestati che alcune direzioni innovative che promettono di essere assorbite nella tecnologia e negli standard più comuni.	
Contenuti: Introduzione su terminologia di base e servizi di sicurezza; autenticazione, controllo degli accessi, audit. Controllo degli accessi: politiche, modelli e meccanismi. Modelli discrezionale e mandatorio, modello basato su ruoli, politiche di integrità, politiche amministrative e problema della revoca, separazione dei privilegi, e autorizzazioni per classi e gerarchie. Meccanismi di sicurezza comuni (in DBMS, Web servers, Firewalls, Java) tra cui database multilivello e polistanziamento. Linguaggi per la specifica di politiche basati su regole. Sicurezza nelle reti: scanning, spoofing, session hijacking e denial-of-service; vulnerabilità dei protocolli TCP/IP e contromisure; virus, trojan horses e rootkits; firewalls e loro ACL; limiti dei firewall e vulnerabilità applicative. Problematiche peculiari delle reti wireless. Privacy: problematiche, e standards (P3P); problemi di inferenza in database statistici; soluzioni per macrodati e microdati. Crittografia simmetrica e asimmetrica: breve storia e metodi moderni: da DES a RSA (con richiami di algebra e dimostrazioni di correttezza). Tecniche ed infrastrutture crittografiche per la sicurezza delle reti: PKI, PEM, PGP, SSL, IPSec, VPN. Moneta elettronica, iKP, SET. Watermark e SmartCards. Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.	
Codice: 15723	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Esame scritto e prova orale.	

Insegnamento: Sistemi dinamici e metodi analitici per l'informatica	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: FIS/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: I	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze di base ai sistemi dinamici e ai metodi analitici per l'informatica con particolare attenzione ai metodi e agli strumenti matematici necessari per trattare modelli rigorosi e nello stesso tempo utilizzabili nelle applicazioni, ad esempio in informatica, fisica, economia, dinamica delle popolazioni. In particolare, ci si propone di raggiungere: un adeguato livello di conoscenza delle basi teoriche dei sistemi dinamici, sia nel discreto che nel continuo, degli spazi e operatori lineari e dei processi stocastici; la capacità di utilizzare tali conoscenze teoriche per la soluzione di problemi concreti; la capacità di utilizzare e/o progettare ed implementare sistemi informatici per tali soluzioni.	
Contenuti: Il corso è suddiviso in quattro tematiche principali. In una prima introduttiva si tratterà di spazi lineari e operatori lineari. In un secondo momento si svilupperà in maniera sistematica la parte teorica riguardante i sistemi dinamici. In particolare, partendo dalle equazioni differenziali del primo ordine lineari e non lineari si introdurranno i metodi nel piano delle fasi per l'analisi qualitativa, per poi passare a trattare di insiemi limiti, stabilità e biforcazioni di questi; la parte relativa ai sistemi dinamici si concluderà con lo studio delle equazioni di Lorentz, dei frattali e degli attrattori strani. Nella terza parte del corso si introdurranno alcuni metodi numerici e strumenti informatici. Infine, dopo alcuni richiami di probabilità e statistica, si studieranno alcuni dei principali tipi di processi stocastici.	
Codice: 26267	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Realizzazione di un progetto ed una prova orale.	

Insegnamento: Sistemi multi-agente	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
<p>Obiettivi formativi: La crescente distribuzione e interconnessione dei sistemi informatici spinge alla realizzazione di sistemi costituiti da diverse entità, chiamate agenti, che interagiscono fra loro in ambienti complessi. Un sistema multi-agente è composto, infatti, da entità autonome, con informazioni distribuite, capacità computazionali e possibilmente interessi divergenti. I sistemi basati su agenti sono impiegati in svariati ambiti: dal commercio elettronico, al controllo dei processi industriali, alla domotica, al grid/cloud computing, ai web service, alla robotica. Scopo del corso è presentare una introduzione alla teoria, alle metodologie e agli algoritmi per la progettazione e la realizzazione di sistemi multi-agente. In particolare, saranno presentati metodi per la progettazione di agenti singoli, in grado di prendere decisioni razionali, e per la progettazione di sistemi composti da più agenti, con particolare riguardo alla comunicazione e ai processi di decisione e interazione fra gli agenti. Alla fine del corso gli studenti acquisiranno la capacità di progettare e sviluppare sistemi distribuiti basati sul paradigma degli agenti.</p>	
<p>Contenuti: Introduzione al concetto di agente autonomo e di sistema multi-agente. Basi algoritmiche per la realizzazione di sistemi multi-agente, includendo problemi di ottimizzazione distribuita e risoluzione di problemi. Gli agenti intelligenti come decisori ottimali e subottimali: funzioni di utilità, problemi di decisione. Algoritmi per problemi di soddisfacimento di vincoli distribuiti. La comunicazione fra agenti: atti comunicativi, linguaggi di comunicazione fra agenti. L'interazione fra agenti: teoria dei giochi non cooperativi e cooperativi, social choice, mechanism design, negoziazione, aste, coalizioni e meccanismi di voto. Strumenti di sviluppo per sistemi software basati su agenti.</p>	
Codice:	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Prova scritta e/o prova pratica	

Insegnamento: Sistemi operativi II	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione: 0
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si pone come primo obiettivo principale quello di analizzare in modo approfondito e dettagliato gli algoritmi e le strutture dati implementati in un sistema operativo (Linux 2.6). In secondo luogo esso affronta le stesse problematiche, in un contesti differenti, quali i dispositivi mobile ed il cloud.	
Contenuti: Il corso di Sistemi Operativi 2 ha una duplice finalità. Da un lato intende completare lo studio dei sistemi operativi tradizionali affrontati nel corso di sistemi operativi, approfondendo alcuni concetti come la gestione della memoria, dei processi e degli interrupt in un sistema operativo specifico, ossia Linux con kernel 2.6. D'altro canto approfondisce i medesimi aspetti nel contesto dei sistemi operativi mobile con particolare attenzione a MAC iOS e Android. L'ultima parte del corso è invece dedicata all'approfondimento di tematiche legate ai sistemi Cloud. Nello specifico, i principali temi affrontati riguardano: <ol style="list-style-type: none"> 1) I Sistemi Operativi Open-Source Linux OS 2) La Gestione della Memoria in Linux 3) La Gestione dei Processi in Linux 4) Interrupt ed Eccezioni 5) La gestione degli Interrupt 6) Lo Scheduling dei Processi 7) I Processi e la Memoria 8) Il Virtual File System 9) Dispositivi e Sistemi Mobile 10) Symbian OS 11) Android OS 12) Mac iOS 13) Il Cloud Computing (differenze col grid computing) 14) La Virtualizzazione 	
Codice: 12833	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: è consigliabile aver sostenuto l'esame del corso di Sistemi Operativi e Laboratorio di Sistemi Operativi.	
Metodo didattico: Lezioni frontali	
Materiale didattico: Libro di testo: Understanding the Linux Kernel (3° Edition). Autori: Daniel P. Bovet, Marco Cesati. Publisher: O'Reilly. Anno: 2005. Ebook: 2008. Pagine: 944. Print ISBN: 978-0-596-00565-8, ISBN 10: 0-596-00565-2.	
Modalità di esame: Esame finale orale (in alternativa, prove scritte in itinere)	

Insegnamento: Sistemi per il governo dei robot	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): A	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso introduce le basi teoriche e gli strumenti concettuali necessari per la progettazione di sistemi robotici autonomi capaci di operare in ambienti non strutturati. Al termine del corso lo studente avrà acquisito adeguata comprensione delle problematiche, conoscenza degli approcci e delle soluzioni proposte in letteratura, competenza nelle tecniche e metodologie necessarie per la progettazione di un sistema robotico autonomo. Il corso completa il Modulo A fornendo elementi di Robotica Probabilistica e strumenti metodologici necessari per la progettazione di robot autonomi con particolare riferimento alla robotica mobile. Al termine del corso lo studente avrà compreso i fondamenti della robotica probabilistica, avrà acquisito conoscenza di metodi e tecniche di robotica probabilistica applicata alla navigazione robotica (mapping-localizzazione, pianificazione del percorso, esplorazione), avrà maturato capacità di progettazione e sviluppo di un sistema robotico autonomo utilizzando con competenza tecniche e metodologie di progettazione.	
Contenuti: Tecniche di pianificazione di alto livello per agenti reattivi: richiami di tecniche IA per sistemi robotici, logiche, tecniche di pianificazione per robot reattivi, percezione attiva e attenzione selettiva; Fondamenti biologici del paradigma reattivo: Behavior negli animali e controllo dei Behavior, Innate Releasing Mechanisms (IRM), percezione nei Behavior, ciclo azione-percezione, Schema Theory, Behaviors e Schema Theory; Paradigma reattivo: Architetture a sussunzione, campi di potenziale, campi di potenziale e percezione, combinazioni di campi di potenziale e Behavior, metodi di valutazione dell'architettura; Paradigma ibrido: architetture ibride, pianificazione reattiva, sistemi di monitoraggio dell'esecuzione, interazione tra esecuzione e deliberazione; Sistemi Multi-agente: architetture multi-agente, comunicazione e cooperazione, pianificazione multi-agente, monitoraggio di sistemi multi-robot, organizzazione e comportamento sociale emergente.	
Docente: S. Rossi	
Codice: 15278-26430	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Vengono richiesti alcuni seminari di presentazione di articoli proposti durante il corso, un seminario conclusivo e la realizzazione di un progetto di un sistema robotico mobile, simulato o su una delle piattaforme hardware del laboratorio di robotica.	

Insegnamento: Sistemi per il governo dei robot	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): A	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: <p>Il corso introduce le basi teoriche e gli strumenti concettuali necessari per la progettazione di sistemi robotici autonomi capaci di operare in ambienti non strutturati. Al termine del corso lo studente avrà acquisito adeguata comprensione delle problematiche, conoscenza degli approcci e delle soluzioni proposte in letteratura, competenza nelle tecniche e metodologie necessarie per la progettazione di un sistema robotico autonomo. Il corso completa il Modulo A fornendo elementi di Robotica Probabilistica e strumenti metodologici necessari per la progettazione di robot autonomi con particolare riferimento alla robotica mobile. Al termine del corso lo studente avrà compreso i fondamenti della robotica probabilistica, avrà acquisito conoscenza di metodi e tecniche di robotica probabilistica applicata alla navigazione robotica (mapping-localizzazione, pianificazione del percorso, esplorazione), avrà maturato capacità di progettazione e sviluppo di un sistema robotico autonomo utilizzando con competenza tecniche e metodologie di progettazione.</p>	
Contenuti: <p>Tecniche di pianificazione di alto livello per agenti reattivi: richiami di tecniche IA per sistemi robotici, logiche, tecniche di pianificazione per robot reattivi, percezione attiva e attenzione selettiva; Fondamenti biologici del paradigma reattivo: Behavior negli animali e controllo dei Behavior, Innate Releasing Mechanisms (IRM), percezione nei Behavior, ciclo azione-percezione, Schema Theory, Behaviors e Schema Theory; Paradigma reattivo: Architetture a sussunzione, campi di potenziale, campi di potenziale e percezione, combinazioni di campi di potenziale e Behavior, metodi di valutazione dell'architettura; Paradigma ibrido: architetture ibride, pianificazione reattiva, sistemi di monitoraggio dell'esecuzione, interazione tra esecuzione e deliberazione; Sistemi Multi-agente: architetture multi-agente, comunicazione e cooperazione, pianificazione multi-agente, monitoraggio di sistemi multi-robot, organizzazione e comportamento sociale emergente.</p>	
Codice: 15278-26430	Semestre: 1
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Vengono richiesti alcuni seminari di presentazione di articoli proposti durante il corso, un seminario conclusivo e la realizzazione di un progetto di un sistema robotico mobile, simulato o su una delle piattaforme hardware del laboratorio di robotica.	

Insegnamento: Sistemi per il governo dei robot	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli): B	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso introduce le basi teoriche e gli strumenti concettuali necessari per la progettazione di sistemi robotici autonomi capaci di operare in ambienti non strutturati. Al termine del corso lo studente avrà acquisito adeguata comprensione delle problematiche, conoscenza degli approcci e delle soluzioni proposte in letteratura, competenza nelle tecniche e metodologie necessarie per la progettazione di un sistema robotico autonomo.	
Contenuti: Metodi di navigazione per robot mobili: pianificazione della traiettoria, localizzazione, mapping, esplorazione; Progettazione di un sistema robotico: architetture reattive ed ibride (casi di studio), progettazione del comportamento reattivo, tecniche di percezione attiva ed integrazione senso-motoria, progettazione del sistema di monitoraggio dell'esecuzione e deliberazione dinamica, interazione uomo-robot e cooperazione multi-agente.	
Codice: 15278-26431	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Vengono richiesti alcuni seminari di presentazione di articoli proposti durante il corso, un seminario conclusivo e la realizzazione di un progetto di un sistema robotico mobile, simulato o su una delle piattaforme hardware del laboratorio di robotica.	

Insegnamento: Specifica di sistemi	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 38	Ore di esercitazione: 10
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire le nozioni di base per il problema della modellizzazione formale di sistemi Hardware e Software finalizzate alla verifica delle proprietà di correttezza. In particolare, il corso riguarderà la modellizzazione di sistemi a stati finiti (automi) o infiniti (sistemi pushdown e real-time) sia "chiusi" (non interagenti con l'ambiente) che "aperti"(interagenti con l'ambiente). Per i sistemi aperti, in particolare, verrà considerata come tecnica di modellazione la teoria dei giochi e il module checking.	
Contenuti: Automi a stati finiti su parole finite e infinite e loro problemi decisionali. Automi a stati finiti su alberi finiti e infiniti e loro problemi decisionali. Automi gerarchici. Reti di Petri. Automi pushdown su parole e alberi infiniti e loro problemi decisionali. Formalismi per sistemi real time (Timed automata). Nozioni di teoria dei giochi per la verifica di sistemi interagenti con l'ambiente: giochi su sistemi a stati finiti; giochi con informazione parziale; module checking su sistemi a stati finiti e infiniti.	
Codice:	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Orale	

Insegnamento: Teoria dell'informazione	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: L'obiettivo principale del corso è di fornire le basi matematiche, sia di natura algebrica che combinatoria e probabilistica, che sono essenziali per lo studio della problematica della trasmissione dell'informazione così come sviluppata da C. Shannon. Un ulteriore obiettivo consiste nell'inquadrare la teoria dei codici a lunghezza variabile nell'ambito della teoria degli automi e dei linguaggi formali, illustrando metodi matematici che utilizzano la combinatoria delle parole e che sono essenziali per studiare problemi di interesse applicativo quali la compressione dei testi o le sequenze biologiche.	
Contenuti: Il corso affronta alcuni classici problemi della comunicazione delle informazioni, secondo l'impronta data da Claude Shannon. Un concetto di base in questo approccio è quello di entropia di una sorgente d'informazione, o più in generale di una variabile aleatoria. Una prima, consistente parte del corso è dedicata alla codifica efficiente dell'informazione (compressione dei dati). In tale ambito si inserisce la teoria dei codici a lunghezza variabile, a carattere fondamentalmente algebrico, per introdurre la quale viene dato un riepilogo di teoria dei semigrupp. Alcuni contenuti in dettaglio: caratterizzazioni dei codici (univocamente decifrabili): teoremi di Sardinas-Patterson e Levenshtein; disuguaglianza di Kraft-McMillan e teorema di Kraft; codici massimali e completi; costo di una codifica: primo teorema di Shannon e codici ottimali; codici a ritardo di decifrazione finito; sincronizzazione. In seguito si tratterà del canale di comunicazione e della capacità di trasmissione senza errori anche in presenza di rumore (secondo teorema di Shannon), per finire con accenni ad altre questioni di recente interesse nella teoria dell'informazione.	
Codice: 11497	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Prova orale.	

Insegnamento: Visione computazionale I	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di far conoscere allo studente le principali tematiche e metodi per l'elaborazione e l'interpretazione delle immagini digitali, nonché di fornire una descrizione operativa di alcuni dei più significativi modelli computazionali della visione 2D e 3D. Al termine del corso lo studente sarà capace di progettare, implementare e applicare algoritmi sulle immagini a un problema reale.	
Contenuti: Introduzione alle tecniche di Image Processing con particolare riguardo alle tecniche di Image Enhancement nel dominio spaziale e nel dominio delle frequenze spaziali. Richiami delle tecniche di Pattern Recognition con riferimento specifico al modello statistico della Classificazione Bayesiana. Modelli di rappresentazione dell'immagine. Analisi di sequenze di immagini. Il problema della segmentazione e della interpretazione delle immagini.	
Codice: 26273	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico: Testi consigliati <ul style="list-style-type: none"> • R.C. Gonzalez, R.E. Woods, <i>Elaborazione delle immagini digitali (3 edizione)</i>, Pearson-Prentice Hall • A. Fusiello, <i>Visione computazionale</i> 	
Modalità di esame: Svolgimento di esercitazioni intercorso, realizzazione di un progetto ed una prova orale.	

Insegnamento: Verifica di sistemi	
Modulo (ove presente suddivisione in moduli):	
CFU: 6	SSD: INF/01
Ore di lezione: 48	Ore di esercitazione:
Anno di corso: II	
Obiettivi formativi: Il corso si propone di fornire le nozioni di base sottostanti il problema della verifica automatica di proprietà di correttezza di sistemi informatici. In particolare, verranno introdotte e studiate le tecniche di Model Checking. I principali obiettivi del corso sono quelli di familiarizzare lo studente con gli strumenti fondamentali per la comprensione e l'utilizzo degli strumenti automatici di verifica, lo studio dei principali algoritmi di verifica automatica, alcune delle più importanti ottimizzazioni ed estensioni delle tecniche di Model Checking. Il corso riguarderà, da un lato, lo sviluppo dei prerequisiti relativi alla logica temporale e alla teoria degli automi su parole infinite, dall'altro, lo studio dei principali algoritmi del Model Checking su di essi basati, nonché attività pratica di utilizzo di sistemi di specifica e di verifica.	
Contenuti: Elementi di logica classica e logica modale. Automi a stati finiti su parole finite e automi su parole infinite. Le tecniche di base per la rappresentazione formale di sistemi (macchine a stati finiti) e delle loro proprietà (logiche temporali LTL e CTL). Algoritmi e tecniche di verifica automatica per hardware e software. Model Checking esplicito per proprietà CTL. Model Checking per proprietà LTL basato su automi. Il problema dell'esplosione del spazio degli stati e il Model Checking simbolico basato su OBDD. Strumenti e pacchetti di model checking (NuSMV, SPIN) ed esempi di utilizzo. Cenni a tecniche avanzate: tecniche di Model Checking simbolico basato su soddisfacibilità proposizionale; tecniche di astrazione per sistemi a stati finiti e a stati infiniti.	
Codice:	Semestre: 2
Prerequisiti / Propedeuticità: Nessuno	
Metodo didattico:	
Materiale didattico:	
Modalità di esame: Esame orale.	