

**REGOLAMENTO DIDATTICO DEL  
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN  
INFORMATICA DELLA CLASSE LM-18 DEL DM 270/04**

**ARTICOLO 1**

*Definizioni*

1. Ai sensi del presente Regolamento si intende:

- a) per Facoltà, la Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali dell'Università degli Studi di Napoli Federico II;
- b) per Regolamento sull'Autonomia didattica (RAD), il Regolamento recante norme concernenti l'Autonomia Didattica degli Atenei di cui al D.M. del 3 novembre 1999, n. 509 come modificato e sostituito dal D.M. 23 ottobre 2004, n. 270;
- c) per Regolamento didattico di Ateneo (RDA), il Regolamento approvato dall'Università ai sensi del DM del 23 ottobre 2004, n. 270;
- d) per Corso di Laurea Magistrale, il Corso di Laurea Magistrale in Informatica, come individuato dal successivo art. 2;
- e) per titolo di studio, la Laurea Magistrale in Informatica, come individuata dal successivo art. 2;
- f) per Laurea in Informatica, la Laurea di 1° livello in Informatica della Facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università degli studi di Napoli "Federico II", ove non altrimenti specificato;
- g) nonché tutte le altre definizioni di cui all'art. 1 del RDA.

**ARTICOLO 2**

*Titolo e Corso di Laurea*

1. Il presente Regolamento disciplina il Corso di Laurea Magistrale in Informatica e appartenente alla classe n° LM 18 "Informatica" di cui alla tabella allegata al RAD ed al relativo Ordinamento didattico afferente alla Facoltà di scienze Matematiche, Fisiche e Naturali.
2. Gli obiettivi formativi qualificanti del Corso di Laurea Magistrale sono quelli fissati nell'Ordinamento Didattico.
3. I requisiti di ammissione al Corso di Laurea Magistrale sono quelli previsti dalle norme vigenti in materia. Altri requisiti formativi e culturali possono essere richiesti per l'accesso, secondo le normative prescritte dall'art. 10 del RDA e dall'art. 4 del presente Regolamento.
4. La Laurea Magistrale si consegue al termine del Corso di Laurea e comporta l'acquisizione di 120 Crediti Formativi Universitari.

**ARTICOLO 3**

*Struttura didattica*

1. Il Corso di Studi salvo quanto previsto dal comma 5 dell'art.5 del RDA, è retto dal Consiglio di Coordinamento dei corsi di studio in Informatica (qui di seguito denominato

“Consiglio” o CCS) costituito secondo quanto previsto dallo Statuto, dal RDA e dal Regolamento didattico di Facoltà.

2. Il Consiglio è presieduto da un Presidente, eletto secondo quanto previsto dallo Statuto. Il Presidente ha la responsabilità del funzionamento del Consiglio, ne convoca le riunioni ordinarie e straordinarie.

3. Il Consiglio e il Presidente svolgono i compiti previsti dal RDA e dal Regolamento didattico di Facoltà.

4. All'interno del Consiglio può essere costituita una Giunta, i cui compiti sono quelli previsti dal Regolamento didattico di Facoltà.

5. La Giunta è presieduta dal Presidente del CCS.

#### **ARTICOLO 4**

##### *Requisiti di ammissione al Corso di Laurea, attività formative propedeutiche e integrative*

1. Sono ammessi (senza verifica di accesso) alla Laurea Magistrale in Informatica gli studenti in possesso della laurea in Informatica della Facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università degli studi di Napoli Federico II.

2. Studenti in possesso di lauree diverse dalla laurea in Informatica della Facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università degli studi di Napoli “Federico II” potranno essere ammessi, previa valutazione dei requisiti di ammissione.

3. I requisiti di ammissione e le modalità di accertamento sono stabiliti nell'Allegato A al presente regolamento.

#### **ARTICOLO 5**

##### *Crediti formativi universitari, curricula, tipologia e articolazione degli insegnamenti*

1. Il credito formativo universitario è definito nel RDA e nel RAD.

2. L'Allegato B1 che costituisce parte integrante del presente Regolamento, riporta in sintesi gli obiettivi formativi specifici indicati nell'Ordinamento, compreso un quadro delle conoscenze, competenze e abilità da acquisire, e definisce

- a) gli eventuali indirizzi o curricula del Corso di Laurea Magistrale;
- b) l'elenco degli insegnamenti del corso di laurea Magistrale, con l'eventuale articolazione in moduli e i crediti ad essi assegnati, con l'indicazione della tipologia di attività, della modalità di svolgimento e dei settori scientifico-disciplinari di riferimento e degli ambiti disciplinari;
- c) le attività a scelta dello studente e i relativi CFU;
- d) le altre attività formative previste e i relativi CFU;
- e) i CFU assegnati per la preparazione della prova finale;
- f) gli eventuali curricula offerti agli studenti.

3. Le schede che costituiscono l'allegato B2 definiscono per ciascun insegnamento e attività formativa:

- a) il settore scientifico disciplinare, i contenuti e gli obiettivi formativi specifici, con particolare riferimento ai descrittori di Dublino, la tipologia della forma didattica, i crediti e le eventuali propedeuticità;
- b) Le modalità di verifica della preparazione che consenta nei vari casi il conseguimento dei relativi crediti.

4. L'Allegato B1 al presente Regolamento è redatto nel rispetto di quanto previsto dall'art. 22 del RDA. In particolare, esso può prevedere l'articolazione dell'offerta didattica in moduli di diversa durata, con attribuzione di diverso peso nell'assegnazione dei crediti formativi universitari corrispondenti.

5. Oltre ai corsi di insegnamento ufficiali, di varia durata, che terminano con il superamento dei relativi esami, l'Allegato B1 al presente Regolamento può prevedere l'attivazione di corsi di sostegno, seminari, esercitazioni in laboratorio o in biblioteca, esercitazioni di pratica testuale, esercitazioni di pratica informatica e altre tipologie di insegnamento ritenute adeguate al conseguimento degli obiettivi formativi del Corso.
6. Nel caso di corsi d'insegnamento articolati in moduli, questi potranno essere affidati alla collaborazione di più Professori di ruolo e/o Ricercatori.

## **ARTICOLO 6**

### *Manifesto degli studi e piani di studio*

1. Al fine dell'approvazione da parte del Consiglio di Facoltà del Manifesto degli studi di Facoltà di cui all'art. 9 del RDA, il CCS propone in particolare:
- a) le alternative offerte e consigliate, per l'eventuale presentazione da parte dello studente di un proprio piano di studio;
  - b) le modalità di svolgimento di tutte le attività didattiche;
  - c) la data di inizio e di fine delle singole attività didattiche;
  - d) i criteri di assegnazione degli studenti a ciascuno degli eventuali corsi plurimi;
  - e) le disposizioni sugli eventuali obblighi di frequenza;
  - f) le scadenze connesse alle procedure per le prove finali
  - g) le modalità di copertura degli insegnamenti e di tutte le altre attività didattiche.
2. In occasione della predisposizione del Manifesto degli studi, il Consiglio deciderà se e quali *curricula* e/o percorsi formativi consigliati attivare per il successivo anno accademico, in base a quanto riportato nell'Allegato B1.
3. I piani di studio individuali, contenenti modifiche al percorso formativo statutario indicato nell'Allegato B1 e presentati alla Segreteria studenti entro i tempi fissati dal Senato Accademico, saranno vagliati, sulla base della congruità con gli obiettivi formativi specificati nell'Ordinamento didattico, e approvati, respinti o modificati dal CCS secondo i termini stabiliti dal Senato Accademico. Per gli studenti in corso il Piano di Studio prevede le attività formative indicate dal Regolamento per i vari anni di corso integrate dagli insegnamenti scelti in maniera autonoma. Gli studenti sono obbligati ad indicare questi insegnamenti nel corso dell'anno dell'iscrizione.

## **ARTICOLO 7**

### *Orientamento e tutorato*

1. Le attività di orientamento e tutorato sono organizzate e regolamentate dal CCS, secondo quanto stabilito dal RDA.

## **ARTICOLO 8**

### *Ulteriori iniziative didattiche dell'Università*

1. In conformità al comma 8 dell'art. 2 del RDA, il CCS può proporre all'Università di organizzare iniziative didattiche di perfezionamento, corsi di preparazione agli Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio delle professioni e dei concorsi pubblici e per la formazione permanente, corsi per l'aggiornamento e la formazione degli insegnanti di Scuola Superiore. Tali iniziative possono essere promosse attraverso convenzioni con Enti pubblici o privati che intendano commissionarle.

## **ARTICOLO 9**

### *Trasferimenti, passaggi di Corso e di Facoltà, ammissione a prove singole*

1. I trasferimenti, i passaggi e l'ammissione a prove singole sono regolamentati dall'art. 20 del RDA.
2. Il Consiglio potrà, anno per anno, deliberare che in casi specifici l'accettazione di una pratica di trasferimento sia subordinata ad una prova di ammissione predeterminata.

## **ARTICOLO 10**

### *Esami di profitto*

1. Le norme relative agli esami di profitto sono quelle contenute nell'art. 24 del RDA e nel Regolamento Didattico di Facoltà.
2. Nel caso di corsi plurimi i relativi esami vanno tenuti con le medesime modalità.
3. Nel caso di insegnamenti costituiti da più moduli didattici, l'esame finale è unico e la Commissione viene formata includendovi i docenti responsabili dei singoli moduli.
4. I crediti relativi alla conoscenza di una lingua dell'Unione Europea diversa dall'italiano sono acquisiti attraverso una prova specifica le cui modalità verranno indicate nel manifesto annuale degli studi, ovvero attraverso certificazioni rilasciate da strutture competenti, riconosciute dall'Università.
5. Il Presidente del CCS definisce all'inizio dell'anno accademico le date degli esami curando che:
  - a) esse siano rese tempestivamente pubbliche nelle forme previste;
  - b) non vi siano sovrapposizioni di esami, relativi ad insegnamenti inseriti nel medesimo anno di corso;
  - c) sia previsto, ove necessario, un adeguato periodo di prenotazione;
  - d) eventuali modifiche del calendario siano rese pubbliche tempestivamente e, in ogni caso, non prevedano anticipazioni.

## **ARTICOLO 11**

### *Studenti a contratto*

1. Il Consiglio determina, anno per anno, forme di contratto offerte agli studenti che chiedano di seguire gli studi in tempi più lunghi di quelli legali.

## **ARTICOLO 12**

### *Doveri didattici dei Professori di ruolo e dei Ricercatori*

1. I doveri didattici dei Professori di ruolo e dei Ricercatori sono quelli previsti dall'art. 26 del RDA e dal Regolamento Didattico di Facoltà. In particolare, contestualmente alla predisposizione del Manifesto degli studi, il Consiglio di Corso di Studi provvederà all'attribuzione dei compiti didattici, articolati secondo il calendario didattico nel corso dell'anno, ivi comprese le attività didattiche integrative, di orientamento e di tutorato. All'inizio di ogni corso o modulo il docente responsabile illustra agli studenti gli obiettivi formativi, i contenuti e le modalità di svolgimento dell'esame. Al termine delle lezioni e prima dell'inizio della sessione di esami il docente responsabile deposita il programma dettagliato degli argomenti trattati e provvede alla sua diffusione in rete.

**ARTICOLO 13***Prove finali e conseguimento del titolo di studio*

1. Il titolo di studio è conferito a seguito di prova finale. L'Allegato C al presente Regolamento disciplina:

- a) le modalità della prova, comprensiva in ogni caso di un'esposizione dinanzi a una apposita commissione;
- b) le modalità della valutazione conclusiva, che deve tenere conto dell'intera carriera dello studente all'interno del Corso di Laurea, dei tempi e delle modalità di acquisizione dei crediti formativi universitari, della prova finale, nonché di ogni altro elemento rilevante.

2. Per accedere alla prova finale lo studente deve avere acquisito il quantitativo di crediti universitari previsto dall'Allegato B1 al presente Regolamento, meno quelli previsti per la prova stessa. La tesi di laurea magistrale può essere redatta in lingua inglese. Lo studente interessato ne farà richiesta al Consiglio che delibererà in merito.

3. Lo svolgimento delle prove finali è pubblico.

**Allegato A (Requisiti d'ingresso e attività formative propedeutiche e integrative)**

Per essere ammessi al corso di laurea magistrale in Informatica occorre essere in possesso della laurea in Informatica della classe L31 conseguita presso l'Ateneo Federico II di Napoli o, ai sensi del punto 3 lettera e) dell'allegato 1 al D.M. 26 Luglio 2007, di altre Lauree previa valutazione dei requisiti di ammissione.

Costituiscono un requisito di ingresso:

- la conoscenza e la comprensione dei principi e dei linguaggi di base del metodo scientifico ed in particolare le nozioni di base di matematica sia discreta che del continuo (per l'equivalente di almeno 18 CFU);

- conoscenze di base nelle seguenti discipline: architetture dei sistemi di elaborazione e delle reti di comunicazione, sistemi operativi, algoritmi e strutture dati, metodologie di programmazione e linguaggi di programmazione, sistemi per la gestione delle basi di dati, ingegneria del software (per l'equivalente di almeno 50 CFU).

Le modalità di verifica delle conoscenze saranno stabilite caso per caso dal Consiglio di corso di studio, che potrà eventualmente deliberare l'iscrizione con l'assegnazione di percorsi di studio individuali.

## **Allegato B1**

### **Sintesi degli obiettivi formativi specifici.**

Il Corso di Laurea Magistrale in Informatica si pone come obiettivo l'integrazione ed il rafforzamento del processo formativo di base intrapreso nel I ciclo attraverso un ordinamento che si adatti con la massima flessibilità alle esigenze formative dello studente e alle richieste delle varie parti interessate, in particolare il mercato del lavoro. Pertanto, in accordo con le linee guida delle associazioni nazionali (GRIN) ed internazionali (ACM) del settore, il percorso didattico prevede la formazione di solide conoscenze sia dei fondamenti che degli aspetti applicativi dei vari settori dell'informatica.

Obiettivi comuni a tutti i percorsi di studio interni al corso di laurea sono:

- l'acquisizione del metodo scientifico di indagine che prevede l'utilizzazione degli strumenti matematici che sono di supporto all'informatica ed alle sue applicazioni;
- l'approfondimento delle tecnologie dei sistemi di elaborazione e gestione dell'informazione;
- l'approfondimento delle metodologie di progettazione e realizzazione dei sistemi informatici;
- l'approfondimento di specifici settori di applicazione dei sistemi informatici e delle tecnologie informatiche;
- l'acquisizione di elementi di cultura aziendale e professionale.

Il corso è articolato nei seguenti curricula funzionali alle specifiche esigenze formative:

#### **– Modelli computazionali**

Il curriculum è dedicato all'approfondimento dei seguenti temi: lo studio integrato dei processi algoritmico-simbolici di carattere informatico insieme a quelli di carattere biologico e mentale; l'Intelligenza Artificiale e l'applicazione delle sue tecniche in settori quali la robotica, l'elaborazione dei segnali multimediali, il machine learning, la visione computazionale.

#### **– Sistemi informatici**

Il curriculum è dedicato all'approfondimento dei seguenti temi: le tecniche di progettazione, di specifica, di test e di verifica di sistemi software; la gestione e l'interazione con sistemi eterogenei e distribuiti, con riguardo anche ai temi della sicurezza e della privacy, nonché ai temi del linguaggio naturale e dell'information retrieval.

#### **– Tecnologie informatiche**

Il curriculum è dedicato all'approfondimento dell'indagine computazionale e alla utilizzazione degli strumenti di matematica che sono di supporto alle tecnologie informatiche ed alle loro applicazioni - dal Calcolo Parallelo al Grid Computing e alla Grafica Computazionale.

Viene di seguito fornito, con specifico riferimento ai Descrittori di Dublino, un quadro riassuntivo delle conoscenze e delle competenze e abilità da acquisire. .

<b>Descrittore di Dublino</b>	<b>Risultati di apprendimento attesi</b>	<b>Metodi di apprendimento</b>	<b>Metodi di verifica</b>
<b>Conoscenza e capacità di comprensione</b>	<p>Il laureato magistrale possiede conoscenze teoriche, metodologiche, sistemiche e tecnologiche, in tutte le discipline che costituiscono gli elementi culturali fondamentali dell'informatica indicati dalle associazioni nazionali (ad es. GRIN) ed internazionali del settore (ad es. ACM).</p> <p>Il laureato magistrale ha inoltre una conoscenza approfondita in un contesto specifico scelto tra quelli già indicati negli obiettivi formativi o, alternativamente, un contesto configurabile dallo studente in modo coerente in base all'offerta formativa. Nel contesto specifico prescelto lo studente ha la capacità di comprendere lo stato dell'arte e la letteratura scientifica di riferimento.</p>	<p>I risultati di apprendimento sono conseguibili attraverso [48-57] CFU nell'ambito delle attività caratterizzanti e [21-30] CFU delle attività affini ed integrative. La conoscenza di un contesto specifico e dello stato dell'arte relativo è derivata dalla scelta di un percorso formativo curriculare e dalle attività connesse alla prova finale alle quali sono dedicati 29 CFU.</p>	<p>Prove di esame individuale sia in forma scritta che orale. Elaborazione della prova finale.</p>
<b>Capacità di applicare conoscenza e comprensione</b>	<p>I risultati del processo di apprendimento comportano l'acquisizione delle seguenti capacità:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- capacità di utilizzare e gestire in modo consapevole sistemi informatici complessi avendo una comprensione precisa delle tecnologie coinvolte e delle loro implicazioni;</li> <li>- capacità di affrontare e analizzare problemi e di sviluppare sistemi informatici per la loro soluzione, scegliendo le soluzioni tecnologiche più adeguate disponibili sul mercato o proposte in letteratura adeguandole, alla bisogna, al problema trattato;</li> <li>- capacità di contribuire all'avanzamento scientifico e tecnologico (in particolare nei settori di specializzazione) proponendo prodotti software o soluzioni innovative a problemi informatici.</li> </ul>	<p>Tali capacità saranno sviluppate soprattutto nei corsi caratterizzanti che spesso prevedono approfondimenti di carattere tecnologico. Una occasione di avanzamento importante è data dalla prova finale (a cui sono dedicati 29 CFU) dove lo studente ha l'opportunità (e spesso la necessità) di comporre le esperienze formative precedentemente maturate per la risoluzione di problemi informatici rilevanti rispetto allo stato dell'arte del settore di specializzazione.</p>	<p>Prove individuali di esame, dove verrà valutata la capacità di applicare le conoscenze e competenze alla impostazione e risoluzione di problemi. Prova finale.</p>
<b>Autonomia di giudizio</b>	<p>I risultati del processo di apprendimento comportano l'acquisizione delle seguenti capacità :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- disporre di una visione d'insieme delle discipline e delle tecnologie informatiche tale da permetterne l'integrazione nella gestione di problemi complessi;</li> <li>- disporre di strumenti metodologici che permettano di individuare soluzioni anche in presenza di situazioni non standard o perfettamente delineate, o in presenza di contesti ampi e multidisciplinari;</li> <li>- conoscenza delle implicazioni</li> </ul>	<p>Tali capacità verranno acquisite in tutti i corsi, ma soprattutto nella preparazione della prova finale, e saranno assicurate dalla presenza di docenti e di tutori qualificati e coinvolti in attività di ricerca scientifica.</p>	<p>Prove di esame e prova finale.</p>

	funzionali, sociali ed etiche delle tecnologie che permetta l'assunzione di responsabilità nell'ambito di scelte progettuali o nella gestione di strutture.		
<b>Abilità comunicative</b>	<p>I risultati del processo di apprendimento comportano l'acquisizione delle seguenti abilità comunicative:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- saper utilizzare in forma scritta e orale, oltre l'italiano, la lingua inglese con riferimento anche ai lessici disciplinari;</li> <li>- capacità di interazione con le parti interessate per l'acquisizione dei requisiti di un problema;</li> <li>- capacità di presentare alle parti interessate in maniera chiara ed efficace i risultati dell'analisi del problema e delle soluzioni individuate per la sua soluzione;</li> <li>- capacità di presentare con rogo scientifico ed efficacia comunicativa i risultati di attività sperimentali condotte su sistemi informatici.</li> </ul>	Per le abilità linguistiche, la programmazione didattica prevede l'erogazione di alcuni insegnamenti in lingua inglese. Inoltre, molti insegnamenti e la prova finale prevedono la consultazione di letteratura in lingua inglese. Le capacità di interazione e comunicazione hanno occasione di maturare con gli insegnamenti che prevedono lo sviluppo di attività di progettazione. Una occasione significativa, in tal senso, è fornita dalle attività connesse alla prova finale.	Singole prove di esame (in particolar modo quelle che prevedono attività di progetto) e discussione della tesi nella prova finale che valuterà l'efficacia e il rigore della presentazione.
<b>Capacità di apprendimento</b>	<p>I risultati del processo di apprendimento comportano le seguenti abilità:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- capacità di recuperare, consultare e comprendere la letteratura tecnica e scientifica del tema oggetto di interesse (anche in lingua inglese);</li> <li>- capacità di aggiornamento autonomo nei settori tecnologici avanzati;</li> <li>- capacità di inserimento in contesti ampi e multidisciplinari adeguando eventualmente in maniera autonoma le proprie conoscenze ad ambiti diversi da quelli in cui è stata maturata la specializzazione.</li> </ul> <p>Per i laureati che ne abbiano l'attitudine, il corso di studi permette di scegliere percorsi di formazione adeguati ad affrontare il livello di studi successivo (Dottorato di ricerca).</p>	Contribuisce alla acquisizione di queste capacità un'impostazione didattica complessiva che privilegia l'aspetto metodologico a quello nozionistico e la presenza nei curriculum di insegnamenti formativi riguardanti gli strumenti matematici di supporto all'informatica e alle sue applicazioni, permettendo così una comprensione non superficiale dei problemi nei settori tecnologicamente avanzati.	Prove di esame e prova finale

## Articolazione degli insegnamenti Curriculum Modelli Computazionali

<b>I ANNO</b>							
<b>INSEGNAMENTO</b>	<b>CFU</b>	<b>moduli</b>	<b>CFU/ modulo</b>	<b>s.s.d.</b>	<b>tipologi a</b>	<b>Ambito discipl.</b>	<b>modalità svolgimento</b>
Logica	9	A	6	MFIL/02	Affine		LF,ES
		B	3	MFIL/02	Affine		LF,ES
Sistemi Dinamici e Metodi Analitici per l'Informatica	9	Unico		FIS/01	Affine		LF,ES
Reti Neurali e Machine learning	12	A	6	INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
		B	6	INF/01	Caratt.		
Calcolabilità e Complessità	9	Unico		INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
Visione computazionale I	9	Unico		INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES,LAB
Insegnamento a scelta	6				Affine		LF, ES
Insegnamento a scelta	6			INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF, ES
<b>TOTALE I ANNO</b>	<b>60</b>						

<b>II ANNO</b>							
<b>INSEGNAMENTO</b>	<b>CFU</b>	<b>moduli</b>	<b>CFU/ modulo</b>	<b>s.s.d.</b>	<b>tipologi a</b>	<b>Ambito discipl.</b>	<b>modalità svolgimento</b>
Insegnamenti a libera scelta dello studente	12				Altre attività		LF,ES
Insegnamento a scelta	6				Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
Sistemi per il Governo dei Robot	12	A	6	INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES,LAB
		B	6	INF/01	Caratt.		
Prova finale	29		Caratt.		Altre attività		
Tirocinio formativo e di orientamento	1				Altre attività		
<b>TOTALE II ANNO</b>	<b>60</b>						

## Articolazione degli insegnamenti

### Curriculum Sistemi informatici

<b>I ANNO</b>							
<b>INSEGNAMENTO</b>	<b>CFU</b>	<b>moduli</b>	<b>CFU/ modulo</b>	<b>s.s.d.</b>	<b>tipologia</b>	<b>Ambito discipl.</b>	<b>modalità svolgimento</b>
Logica	9	A	6	MFIL/02	Affine		LF,ES
		B	3	MFIL/02	Affine		LF,ES
Sistemi a Intelligenza Distribuita	9	Unico		INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
Basi di Dati e Sistemi Informativi II	12	A	6	INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
		B	6	INF/01	Caratt.		
Calcolabilità e Complessità	9	Unico		INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
Sicurezza e Privacy	9	Unico		INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
Insegnamento a scelta	6			INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF, ES
Insegnamento a scelta	6			INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF, ES
<b>TOTALE I ANNO</b>	<b>60</b>						

<b>II ANNO</b>							
<b>INSEGNAMENTO</b>	<b>CFU</b>	<b>moduli</b>	<b>CFU/ modulo</b>	<b>s.s.d.</b>	<b>tipologia</b>	<b>Ambito discipl.</b>	<b>modalità svolgimento</b>
Insegnamenti a libera scelta dello studente	12				Altre attività		LF,ES
Insegnamento a scelta	6			INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
Ricerca Operativa e Ottimizzazione Combinatoria	12	A	6	MAT/09	Affine		LF,ES
		B	6	MAT/09	Affine		
Prova finale	29				Altre attività		
Tirocinio formativo e di orientamento	1				Altre attività		
<b>TOTALE II ANNO</b>	<b>60</b>						

## Articolazione degli insegnamenti Curriculum Tecnologie Informatiche

<b>I ANNO</b>							
<b>INSEGNAMENTO</b>	<b>CFU</b>	<b>moduli</b>	<b>CFU/ modulo</b>	<b>s.s.d.</b>	<b>tipologia</b>	<b>Ambito discipl.</b>	<b>modalità svolgimento</b>
Analisi II	6	Unico		MAT/05	Affine		LF,ES
Calcolo Parallelo e Distribuito	12	A	6	MAT/08	Affine		LF,ES, LAB
		B	6	MAT/08	Affine		
Calcolo Scientifico	12	A	6	MAT/08	Affine		LF,ES, LAB
		B	6	MAT/08	Affine		
Basi di Dati e Sistemi Informativi II	12	A	6	INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
		B	6	INF/01	Caratt.		
Insegnamenti a scelta	18			INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
<b>TOTALE I ANNO</b>	<b>60</b>						

<b>II ANNO</b>							
<b>INSEGNAMENTO</b>	<b>CFU</b>	<b>moduli</b>	<b>CFU/ modulo</b>	<b>s.s.d.</b>	<b>tipologia</b>	<b>Ambito discipl.</b>	<b>modalità svolgimento</b>
Insegnamenti a libera scelta dello studente	12				Altre attività		LF,ES
Insegnamento a scelta	9			INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES
Grafica Computazionale e Laboratorio	9	Unico		INF/01	Caratt.	Discipline informatiche	LF,ES, LAB
Prova finale	29	Unico			Altre attività		
Tirocinio formativo e di orientamento	1	Unico			Altre attività		
<b>TOTALE II ANNO</b>	<b>60</b>						

I 12 CFU individuabili dalla dizione “attività a libera scelta” potranno essere conseguiti attraverso il superamento di esami di profitto relativi ad insegnamenti liberamente scelti tra tutti quelli attivati presso l’Università di Napoli Federico II, purché regolarmente attivati e congruenti con gli obiettivi formativi del Corso di Laurea Magistrale in Informatica. Di anno in anno verrà riportato un elenco di corsi consigliati agli studenti interessati ad approfondire tematiche attinenti alle discipline caratterizzanti o affini.

I 29 CFU indicati con la dizione “Prova finale” sono acquisiti mediante la preparazione e la discussione di una tesi sviluppata su un argomento specialistico. L’assegnazione dell’argomento della tesi, preventivamente concordato con almeno un relatore afferente alla Facoltà, verrà ufficializzata secondo modalità stabilite dal CCS con apposito regolamento.

Il CFU indicato con la dizione “Tirocinio formativo e di orientamento” è dedicato all’acquisizione delle modalità di strutturazione e presentazione dei contenuti di tesi. L’attività è svolta sotto la guida di un relatore assegnato per l’attività di tesi.

Gli insegnamenti indicati come insegnamenti a scelta (caratterizzanti o affini) andranno scelti -secondo le modalità definite nel Manifesto degli studi- tra gli insegnamenti attivati appartenenti all’elenco dell’allegato B2.

In nessun caso potranno essere scelti insegnamenti già sostenuti ai fini del conseguimento della Laurea in Informatica o altrimenti riconosciuti, ovvero insegnamenti i cui contenuti siano coperti da altri insegnamenti del piano di studi.

Il Consiglio di Corso di Studi, nella predisposizione del Manifesto annuale degli Studi, renderà tempestivamente noti i corsi attivati di anno in anno, ed eventuali percorsi formativi orientati all’acquisizione di competenze specifiche.

Legenda: LF – lezioni frontali, ES – Esercitazioni (non di laboratorio), LAB – Attività di laboratorio

## Allegato B2

### Insegnamento : ALGORITMI E STRUTTURE DATI II

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso intende fornire un'introduzione ai problemi legati alla correttezza degli algoritmi, alle tecniche avanzate di progettazione degli algoritmi, alla complessità computazionale e alla trattabilità dei problemi. Vengono, in particolare, presentate le principali tecniche di dimostrazione di correttezza, esaminate le tecniche di programmazione dinamica e le tecniche greedy, con applicazioni alla soluzione di vari problemi di ottimizzazione, di compressione dei dati e problemi su grafi pesati, e introdotte le classi di complessità P e NP e il concetto di NP-completezza e di riduzione tra problemi.

**Contenuti :** Il problema della correttezza degli algoritmi: dimostrazioni per induzione, dimostrazioni di correttezza di algoritmi ricorsivi, dimostrazioni di correttezza di algoritmi iterativi (invarianti di ciclo).

Tecniche di progettazione di algoritmi: introduzione alla programmazione dinamica e agli algoritmi greedy per la soluzione di problemi di ottimizzazione (ad es., problema dello zaino intero e frazionario, percorsi minimi su grafi pesati, i codici di Huffman, problemi di scheduling).

Introduzione alla Teoria della Complessità: problemi trattabili e non trattabili, le principali classi di complessità (P e NP), il concetto di riduzione polinomiale tra problemi e il concetto di NP-completezza, esempi di problemi NP-completi e dimostrazioni di NP-completezza.

**Prerequisiti :** Conoscenze di Algebra, Analisi e dei fondamenti di Programmazione ed Elementi di Informatica Teorica.

**Propedeuticità :** Algoritmi e Strutture Dati I, Laboratorio di Algoritmi e Strutture Dati.

**Modalità di accertamento del profitto :** 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 : ALGORITMI RANDOMIZZATI E ON-LINE

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso si prefigge lo scopo di fornire agli studenti le conoscenze di base di tecniche avanzate di progettazione algoritmica. Nello specifico, il corso presenta tecniche per la progettazione e l'analisi di algoritmi randomizzati e di algoritmi on-line. Particolare enfasi viene posta da un lato alla presentazione di soluzioni algoritmiche a problemi derivanti da diverse aree tematiche e dall'altro alla relazioni tra le classi di complessità definite durante le lezioni e le classi deterministiche P, NP, NPC.

**Contenuti :** Algoritmi randomizzati: Concetti di base, disequaglianze probabilistiche; random walks, tempi di copertura, tempi di mixing; algoritmi randomizzati per la soluzione di problemi su grafi; algoritmi online: concetti di base, analisi competitiva; online scheduling; algoritmi online per la soluzione di problemi su grafi.

**Prerequisiti :** Algoritmi e Strutture Dati II.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame scritto e/o prova orale.

---

**Insegnamento :** ANALISI MATEMATICA II

**Settore scientifico disciplinare :** MAT/05

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso si prefigge lo scopo di introdurre gli studenti ai problemi di approssimazione di una funzione regolare mediante serie di potenze, al calcolo differenziale ed integrale per le funzioni di più variabili ed al concetto di modello matematico con particolare attenzione alle equazioni differenziali lineari.

**Contenuti :** Successioni e Serie di funzioni – Convergenza uniforme. Proprietà delle successioni e delle serie uniformemente convergenti. Serie totalmente convergenti. Serie di potenze: raggio di convergenza. Polinomi di Taylor: formula col resto in forma di Peano di Lagrange. Sviluppabilità in serie di Taylor: sviluppi notevoli. Cenni sulla funzione esponenziale nel campo complesso: formule di Eulero.

Calcolo Differenziale – Funzioni continue, funzioni differenziabili: derivate parziali e derivate direzionali. Teorema del differenziale totale e significato geometrico. Formula di Taylor di ordine 2. Problemi di estremo libero: condizioni necessarie e condizioni sufficienti.

Equazioni Differenziali – Il problema di Cauchy: Teoremi di esistenza ed unicità locale e globale. Equazioni del primo ordine a variabili separabili. Equazioni di Bernoulli. Equazioni differenziali lineari del primo e secondo ordine. Equazioni differenziali lineari del secondo ordine a coefficienti costanti, termini noti di tipo particolare. Metodo della variazione delle costanti arbitrarie. Cenni sui problemi ai limiti

Integrazione multipla – Integrale secondo Riemann. Formule di riduzione per integrali doppi e tripli. Cambiamenti di variabili in integrali doppi e tripli: il caso del cambiamento a coordinate polari.

**Prerequisiti :** I seguenti contenuti di Geometria: definizione di spazio vettoriale, applicazione lineare, rappresentazione parametrica di rette, piani e circonferenze.

**Propedeuticità :** Analisi matematica I.

**Modalità accertamento profitto :** Esame scritto e orale.

---

**Insegnamento :** APPLICAZIONI DELLA MECCANICA STATISTICA ALL'INFORMATICA

**Settore scientifico disciplinare :** FIS/02

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Introdurre le tecniche di base della Meccanica Statistica e le sue molteplici applicazioni ai sistemi complessi dell'Informatica.

**Contenuti :** Fondamenti della teoria dei sistemi disordinati, dei processi stocastici, dei problemi di ottimizzazione ed al loro impiego nella modellizzazione di sistemi applicati, come reti neurali, algoritmi efficienti, bioinformatica, finanza quantitativa.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame scritto e orale con tesina.

---

**Insegnamento : ARCHITETTURA DEGLI ELABORATORI II**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso si propone di completare la formazione dello studente nel campo delle architetture dei sistemi digitali basati su microprocessori/controllori fornendo una analisi delle principali soluzioni adottate nei moderni sistemi di elaborazione e controllo. Gli argomenti trattati includono le tematiche dell'elaborazione parallela ad alte prestazioni, delle reti di interconnessione e delle applicazioni di calcolo e controllo in tempo reale tipiche dei sistemi embedded.

**Contenuti :** Introduzione alle tecniche per il miglioramento delle prestazioni del computer: Organizzazione pipeline, architetture RISC ed architetture CISC, Organizzazione a bus delle architetture a singola CPU: tipologie di bus e modelli in uso, ISA, PCI, USB. Introduzione ai problemi dell'elaborazione parallela: Tassonomia delle architetture parallele, reti di interconnessioni, prestazione di sistemi paralleli. Introduzione ai Sistemi su chip ed architetture embedded: Le architetture ARM. Organizzazione del processore ARM, Architettura del set d'istruzioni, System on Chip e periferiche di comunicazione, Eccezioni ed Interruzioni. Il software per le Architetture ARM: sistemi Operativi e cenni di Assembler, Cenni di architetture di microprocessori embedded in chip a logica programmabile. Un caso di studio: Realizzazione di interfaccia con sistema ARM con un periferico dedicato.

**Prerequisiti :** Conoscenza dell'Algebra di Boole, Teoria dei circuiti digitali combinatori e sequenziali, conoscenza di base delle architetture dei sistemi di calcolo.

**Propedeuticità :** Architettura degli Elaboratori I mod. A e mod. B.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prova orale e discussione di un elaborato su un argomento convenuto con il Docente.

---

**Insegnamento : ARITMETICA E ALGEBRA PER LA CRITTOGRAFIA**

**Settore scientifico disciplinare :** MAT/02

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**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; pseudoprimi 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.

**Prerequisiti :** Conoscenze di Algebra, Algoritmi e Strutture Dati I ed Elementi di Informatica Teorica.

**Propedeuticità :** Algebra, Geometria, Algoritmi e Strutture Dati.

**Modalità di accertamento del profitto :** 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 : BASI DI DATI E SISTEMI INFORMATIVI II**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 12

**Moduli :** Due Moduli – Modulo A (6 CFU) e Modulo B (6 CFU)

**Obiettivi formativi :** 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.

**Contenuti :** 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.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Basi di dati e sistemi informativi I.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame scritto e orale.

---

## **Insegnamento : BIOINFORMATICA**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**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.

**Prerequisiti :** Elementi di biologia molecolare, Algoritmi e strutture dati II.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prova scritta e/o orale.

---

## **Insegnamento : CALCOLABILITÀ E COMPLESSITÀ**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 9

**Moduli :** Unico

**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 affrontare tematiche nelle quali 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'algoritmo 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.

**Prerequisiti :** Algebra, Elementi di Informatica teorica (Laurea triennale), Logica.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Tesina scritta o progetto software e colloquio orale.

---

### **Insegnamento : CALCOLO BIOLOGICO**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi Formativi :** Il corso si propone di offrire allo studente una sintesi del *Natural Computing* nei suoi aspetti di modellazione di sistemi biologici, da una parte, e di creazione di paradigmi di computazione ispirati a sistemi biologici, dall'altra. Lo studente avrà una comprensione globale del campo e una competenza approfondita di alcuni sistemi specifici della letteratura. Anche sulla base delle conoscenze prerequisite, sarà in grado di programmare in alcuni dei sistemi di ispirazione biologica in letteratura e potrà realizzare modellizzazioni appropriate.

**Contenuto :** Ripresa di paradigmi classici quali Algoritmi evolutivi, Programmazione genetica e Reti neurali. Modelli di neurone e loro evoluzione. Modello di Holland per l'evoluzione. Modelli per i meccanismi cellulari, espressione genica e reti di regolazione genica. Systems biology. Linguaggi per la modellazione cellulare, pi-calcoli, BioSPI. Sistemi di calcolo di membrana. Ambienti di programmazione diffusa: Ant-computing, Swarm. Reaction Systems di Rozenberg. Uso artificiale di sistemi biologici per la computazione, DNA computing.

**Prerequisiti:** Calcolabilità e complessità, Sistemi dinamici e metodi analitici per l'Informatica, Reti neurali e machine learning, Neurobiologia, Tecniche di specifica.

**Propedeuticità:** Nessuna

**Caratteristiche delle prove di accertamento:** Tesina scritta o progetto e colloquio orale.

---

### **Insegnamento : CALCOLO PARALLELO E DISTRIBUITO**

**Settore scientifico disciplinare :** MAT/08

**CFU :** 12

**Moduli :** Due Moduli – Modulo A (6 CFU) e Modulo B (6 CFU)

**Obiettivi formativi :** Per il Modulo A : Fornire idee di base, metodologie, strumenti software per lo sviluppo di algoritmi in ambiente di calcolo ad alte prestazioni (distribuito). Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.

Per il Modulo B : Fornire una introduzione alle architetture parallele e distribuite ed agli strumenti software per il calcolo ad alte prestazioni, con particolare riferimento ad ambienti di griglia computazionale, a nuclei di base (middleware) per gli ambienti di risoluzione di problemi (PSE) Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.

**Contenuti :** Motivazioni e tipi di parallelismo. Calcolo parallelo, calcolo distribuito, griglie computazionali. 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. La scalabilità degli algoritmi paralleli. Il bilanciamento del Carico. Algoritmi tolleranti alla latenza e ai guasti. I/O parallelo.

Algoritmi di base del calcolo numerico in ambiente parallelo e distribuito.

Configurazione e uso di strumenti software per lo sviluppo di applicazioni in ambiente parallelo e distribuito: dal middleware ai PSE (MPI, PVM, OpenMP, Condor, Globus, Netsolve, Gridsolve, ...).

**Prerequisiti :** Programmazione II.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame orale e/o prova scritta e/o prova pratica.

## **Insegnamento : CALCOLO SCIENTIFICO**

**Settore scientifico disciplinare :** MAT/08

**CFU :** 12

**Moduli :** Due Moduli – Modulo A (6 CFU) e Modulo B (6 CFU)

**Obiettivi formativi :** Per il Modulo A: 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.

Per il Modulo B: 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.

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, ...).

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Calcolo Numerico.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame orale e/o prova scritta.

---

**Insegnamento : COMBINATORIA DELLE PAROLE**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Lo scopo del corso è di fornire una trattazione matematica a carattere sia algebrico che combinatorio della teoria delle sequenze di simboli (o parole) sia finite che infinite su alfabeto finito. Tale problematica è di grande interesse sia dal punto di vista teorico che applicativo, in varie discipline quali l'Informatica, l'Algebra, la Fisica e la Biologia.

**Contenuti :** Monoidi liberi. Parole finite. Fattori, fattori speciali. Funzione di complessità, parametri caratteristici. La relazione di coniugazione. Teorema di Lyndon e Schutzenberger. Parole primitive. Ordinamenti nei monoidi liberi. Ordine lessicografico e militare. Parole di Lyndon. Teorema di Chen-Fox-Lyndon. Periodicità delle parole. Minimo periodo e radice frazionaria. Teorema di Fine e Wilf ed applicazioni. Equazioni di parole. Teorema del punto critico. Operazione di rovesciamento. Parole palindrome e loro proprietà. Il problema del 'sequence assembly'. Il teorema dei box massimali ed applicazioni. Parole infinite. Parole Sturmiane. Parole senza ripetizioni. La parola di Thue-Morse. Regolarità inevitabili. Teoremi di Van Der Waerden e di Shirshov.

**Prerequisiti :** Conoscenze elementari di algebra.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prove scritte e orali, oppure seminari su argomenti specifici.

---

**Insegnamento : COMPILATORI E ANALISI DI PROGRAMMI**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso intende introdurre alla teoria e alla pratica della realizzazione di compilatori, con un accenno alle tecniche di analisi statica di programmi. Al termine del corso, si suppone che lo studente abbia acquisito: le conoscenze teoriche che stanno alla base del funzionamento degli analizzatori lessicali e sintattici, gli strumenti pratici per la realizzazione di tali analizzatori, il procedimento richiesto per trasformare gli analizzatori in traduttori, alcuni aspetti avanzati della compilazione di linguaggi moderni ed alcune tecniche di analisi automatica di correttezza di programmi. Il corso si propone anche di invitare gli studenti ad una conoscenza più approfondita dei linguaggi di programmazione a loro già noti, tramite lo studio di come tali linguaggi possono essere compilati.

**Contenuti :** Richiami di teoria dei linguaggi formali: automi finiti e linguaggi regolari; automi push-down, grammatiche e linguaggi context-free. Realizzazione di analizzatori lessicali. Realizzazione di analizzatori sintattici. I generatori di analizzatori lex e yacc. Grammatiche con attributi. Traduzione guidata dalla sintassi. Type checking. Elementi di compilazione di linguaggi orientati agli oggetti. Analisi di proprietà di correttezza di programmi.

**Prerequisiti :** Aver seguito i corsi di Programmazione I e II.

**Propedeuticità :** Fondamenti di Informatica Teorica.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prova scritta e colloquio orale.

---

### **Insegnamento : COMPUTER FORENSICS**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** L'obiettivo di questo corso e' di fornire una preparazione di base sulla computer forensics, ovvero l'applicazione dell'informatica a supporto dei processi legali. Tecnicamente, ciò richiede tecniche per la scoperta, l'analisi, la conservazione e la presentazione di evidenza digitale (dati, tracce di attività ecc.) di natura e qualità tali da renderla ammissibile in un'aula di tribunale.

**Contenuti :** Crimini che coinvolgono evidenza digitale e crimini informatici. Procedure di investigazione e aspetti etici. Aspetti di basso livello dei sistemi operativi utili al recupero o alla ricostruzione dell'evidenza digitale. Aspetti tecnologici di livello applicativo utili al recupero o alla ricostruzione dell'evidenza digitale. Procedure di conservazione dell'evidenza digitale e aspetti legali. Strumenti informatici a supporto della computer forensics.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame orale e/o prova scritta.

---

### **Insegnamento : CONTROLLO DEI ROBOT**

**Settore scientifico disciplinare :** ING-INF/04

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi Formativi:** Il corso tratterà la teoria e le applicazioni del controllo dei robot. Verranno presentati casi di studio significativi per la simulazione di algoritmi di inversione cinematica, pianificazione di traiettoria e leggi di controllo. Gli studenti acquisiranno competenze per l'analisi e la sintesi dei principali sistemi di controllo del moto dei robot e saranno in grado di sperimentare tecniche di controllo dei robot in tempo reale.

**Contenuti:** Cinematica per il controllo dei robot. Spazio dei giunti e spazio operativo. Jacobiano geometrico e Jacobiano analitico. Ridondanza e singolarità. Algoritmi per il controllo dei robot. Inversione cinematica con inversa e trasposta dello Jacobiano. Dinamica per il controllo dei robot: equazioni del moto, modello Lagrangiano. Proprietà notevoli del modello dinamico. Algoritmo ricorsivo di Newton-Eulero. Identificazione dei parametri dinamici. Dinamica diretta e dinamica inversa. La pianificazione delle traiettorie nello spazio dei giunti e nello spazio operativo. Controllo decentralizzato e controllo centralizzato. Controllo PD con compensazione di gravità. Controllo robusto e adattativo. Simulazione in ambiente MATLAB/Simulink®. Dimostrazione sperimentale di algoritmi di controllo del moto su robot manipolatori a struttura antropomorfa dotati di unità di governo aperta.

**Prerequisiti:** Analisi 2, Teoria dei sistemi.

**Propedeuticità:** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Elaborato in MATLAB/Simulink® e prova orale.

---

**Insegnamento : CRITTOGRAFIA**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso ha l'obiettivo di presentare concetti avanzati di crittografia. Verranno presentate formalmente e discusse diverse nozioni di sicurezza per sistemi di cifratura simmetrica ed asimmetrica. Per ogni sistema di cifratura presentato, sarà dimostrata la sicurezza rispetto ad una data nozione. Saranno introdotti sistemi di cifratura a chiave pubblica e sistemi di firma digitale basati su curve ellittiche. Verranno infine trattati formalmente alcuni protocolli crittografici complessi.

**Contenuti :** Richiami e approfondimenti di cifratura simmetrica ed asimmetrica, funzioni Hash e MAC. Definizioni di sicurezza per sistemi simmetrici ed asimmetrici e loro relazioni. Costruzioni di sistemi di cifratura simmetrici ed asimmetrici sicuri rispetto a nozioni "deboli". Tecniche di rafforzamento per sistemi di cifratura simmetrici/asimmetrici. Sistemi di cifratura e firma basati su curve ellittiche. Protocolli crittografici di base, e.g., secret sharing, bit commitment, mercurial commitment, zero knowledge proof systems. Protocolli crittografici avanzati, e.g., e-voting, micropayments, certified e-mail.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Sicurezza e privacy.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame orale e/o prova scritta.

---

**Insegnamento : ECONOMIA ED ORGANIZZAZIONE AZIENDALE**

**Settore scientifico disciplinare :** ING-IND/035

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso ha la finalità di introdurre gli studenti del Corso di Laurea in Informatica allo studio delle problematiche economiche, organizzative e gestionali delle imprese. In particolare relativamente alle problematiche economiche, vengono forniti gli elementi relativi ai principali problemi decisionali che l'imprenditore deve affrontare (definizione del prezzo e dei volumi di vendita, dimensione dell'impresa, ottimizzazione dei costi di produzione). La conoscenza del funzionamento delle principali grandezze economiche che caratterizzano un sistema economico attraverso lo studio della Macroeconomia proietta lo studente nella conoscenza di una dimensione economica in cui l'impresa si trova ad operare. Relativamente alla organizzazione aziendale compito principale è quello di fornire allo studente, nello specifico settore del software, modelli organizzativi che caratterizzano le piccole e medie imprese.

**Contenuti :** La prima parte del corso fornisce la conoscenza degli elementi di Microeconomia quali la domanda individuale, la domanda di mercato, la tecnologia, la funzione di produzione e dei costi dell'impresa, il funzionamento del mercato nelle sue diverse forme. La seconda parte del corso

fornisce la conoscenza di un modello semplificato di funzionamento di un sistema economico attraverso la conoscenza dei principali elementi che caratterizzano un sistema economico (il Prodotto Nazionale, i consumi, il risparmio, l'investimento, la moneta, l'inflazione, ecc.). La terza parte del corso fornisce la conoscenza del funzionamento di una impresa sin dalla sua costituzione anche attraverso la lettura ed interpretazione dei documenti contabili e fornirà un ulteriore arricchimento del funzionamento dei meccanismi che regolano la nascita, lo sviluppo e la decadenza delle imprese. Nel corso delle lezioni vengono proposte applicazioni ed esemplificazioni dei temi trattati.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Le modalità di accertamento del profitto consistono nello svolgimento di una prova scritta sui temi trattati. L'esame delle risposte potrà richiedere da parte del docente una integrazione dell'esame con una prova orale al fine di meglio accertare le conoscenze della disciplina da parte dello studente.

## **Insegnamento : ELABORAZIONE DEI SEGNALI PER LA MULTIMEDIALITÀ**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Scopo del corso è di fornire un'introduzione alle tecniche di elaborazione dei segnali per le applicazioni multimediali. Obiettivi intermedi sono quindi quelli dell'acquisizione della strumentazione matematica necessaria allo studio dei sistemi lineari discreti, ma anche sistemi continui per i quali spesso i metodi di rappresentazione risultano più compatti ed intuitivi. Vengono introdotti nel corso i problemi inerenti la rappresentazione digitale dei segnali, includendo quindi problemi di frequenza di campionamento e di precisione di parola e relativo rumore. Nello studio di segnali e sistemi un ruolo importante hanno i concetti di rappresentazione del segnale e di trasformazione del segnale tra diversi domini; rappresentazioni quindi nel dominio del tempo, nel dominio della frequenza e rappresentazioni miste tempo/frequenza. Un secondo aspetto è costituito dallo studio dei sistemi lineari per l'elaborazione numerica dei segnali: sistemi lineari ed invarianti nel tempo e loro risposta nel tempo ed in frequenza. Obiettivo del corso è una conoscenza anche operativa delle tecniche di rappresentazione, trasformazione ed elaborazione numerica dei segnali. Questa operatività viene ottenuta mediante sedute di laboratorio e tesine da sviluppare al computer che permettono di ottenere un buon livello di pratica su segnali acustici, biologici, fisici ed immagini, per la loro elaborazione, filtraggio e rappresentazione.

**Contenuti :** Tipologie di segnali audio e video, applicazioni multimediali. Sistemi lineari. Invarianza temporale. Convoluzione. Segnali tempo-continui. Periodicità. Cenni sulle serie e trasformate di Fourier. Segnali tempo-discreti. Trasformate di Fourier discrete e tempo-discrete per segnali ad una e due dimensioni. La Trasformata  $z$ . Spettro e spettrogramma. Filtri numerici. Equazioni alle differenze finite. Strutture dei filtri a risposta finite (FIR) ed infinita (IIR). Quantizzazione e codifica di segnali e relativo rumore.

**Prerequisiti :** Analisi reale, Il campo dei numeri complessi, Equazioni algebriche, Concetti di Fisica elementare.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame orale.

## **Insegnamento : ELABORAZIONE DEL LINGUAGGIO NATURALE**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**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.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Progetto di gruppo su temi concordati con il docente e colloquio orale.

---

## **Insegnamento : ELEMENTI DI BIOLOGIA MOLECOLARE**

**Settore scientifico disciplinare :** BIO/11

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** L'insegnamento ha la finalità di affiancare il corso di Bioinformatica introducendo i concetti elementari di biologia molecolare necessari alla comprensione dei temi trattati evidenziando con esempi pratici l'impatto nell'ambito delle tecnologie innovative della Biologia e quindi le ragioni del rapido sviluppo come settore avanzato per la ricerca biologica. Si affrontano problemi tipici quali analisi e predizione di proprietà strutturali e funzionali di sequenze biologiche. Si introducono concetti relativi alle basi di dati biologiche approfondendo l'analisi del loro contenuto informativo.

**Contenuti :** Concetti di Biologia Molecolare. Formati di sequenza; Basi sulla manipolazione di sequenze. Analisi composizionali e "Window analysis". Organizzazione del codice genetico. Traduzione e Backtranslation. Proprietà degli amminoacidi; matrici di similarità; analisi di sequenze proteiche. Introduzione alle basi di dati biologiche: basi di dati primarie e specializzate (acidi nucleici e proteine). Organizzazione di dati molecolari da genoma, trascritti, proteine. Analisi di basi di dati genomiche. Confronti tra sequenze.

**Prerequisiti :**

**Propedeuticità :** Nessuna

**Modalità di accertamento del profitto :** Esercitazione pratica e prova orale.

---

**Insegnamento : ELETTRONICA DIGITALE E APPLICAZIONI**

**Settore scientifico disciplinare :** FIS/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso si propone di far conoscere agli studenti la struttura hardware delle porte logiche che hanno imparato a conoscere come operatori booleani. Vengono introdotti i fondamenti dell'Elettronica a stato solido, il funzionamento dei dispositivi attivi di base, le strutture dei circuiti integrati logici modulari e le tecniche con cui è possibile costruire sistemi digitali complessi. Un particolare rilievo è dato all'architettura dei sistemi di elaborazione ed alle tecniche di interconnessione di sottosistemi.

**Contenuti :** Introduzione alle caratteristiche fisiche dei semiconduttori, diodo, transistor bipolare, cenni sulle logiche bipolari sature. Transistor unipolari (MOS) e logiche unipolari. Circuiti integrati a larghissima scala di integrazione, architetture dei bus, microprocessori integrati. Cenni sui circuiti integrati logici programmabili in laboratorio.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Architettura degli Elaboratori, Fisica I.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame orale.

---

**Insegnamento : FONDAMENTI DEI LINGUAGGI DI PROGRAMMAZIONE**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Scopo del corso è quello di far acquisire agli studenti dimestichezza con le tecniche di base per la definizione formale della semantica dei linguaggi di programmazione con particolare attenzione al paradigma imperativo e funzionale. Scopo del corso è anche quello di introdurre il problema della verifica formale di proprietà dei programmi.

**Contenuti :** Semantica operativa e di un linguaggio imperativo. Ordinamenti parziali completi, funzioni continue e teorema di punto fisso. Semantica denotazionale di un linguaggio imperativo. Paradigma funzionale. Semantica di un linguaggio con tipi di ordine superiore: tipizzazione, semantica operativa eager e lazy, semantica denotazionale lazy. Nondeterminismo e parallelismo: il linguaggio CSP e CCS. Definizione di LTS (Labelled Transition System) e nozioni di equivalenza su LTS: equivalenza a tracce, simulazione, bisimulazione (forte e debole).

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame scritto e colloquio.

---

**Insegnamento : GRAFICA COMPUTAZIONALE E LABORATORIO**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 9

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Fornire agli studenti i metodi di base e i fondamenti della progettazione degli algoritmi per la modellazione e la visualizzazione di oggetti 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, sistemi per l'imaging. Pipeline grafica: 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 di gestione dell'ambiente grafico (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).

Studio e sviluppo di un case study che riprenda concetti, algoritmi e software discussi, ed utilizzati in particolari ambiti applicativi.

**Prerequisiti :** 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.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prova di laboratorio e colloquio orale e/o prova scritta.

## **Insegnamento : GRIGLIE COMPUTAZIONALI**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**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.

**Prerequisiti :** Sistemi operativi I, Reti di calcolatori.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Colloquio orale e/o prova scritta.

---

**Insegnamento : INFORMATICA GIURIDICA**

**Settore scientifico disciplinare :** IUS/20

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi:** Il corso si propone di fornire allo studente in informatica nozioni relative alle applicazioni dell'informatica al campo giuridico in modo da metterlo in grado di comprendere quali sono i settori e i problemi da affrontare per costruire sistemi informatici che trattino il diritto, ossia l'informazione (sistemi informativi), la decisione (sistemi logico decisionali o cognitivi), la redazione dei documenti e testi (sistemi redazionali per leggi: *legimatica*, sentenze e atti), organizzazione degli uffici (sistemi manageriali o gestionali dell'ufficio legale – *e-lawyer* – e giudiziario – *e-justice*) e la didattica (sistemi per l'insegnamento e l'apprendimento del diritto: *e-learning*).

**Contenuto:** Cenni di informatica giuridica documentaria, principi della ricerca automatica, indicizzazione, combinabilità logica dei dati, strutturazione del documento, flessibilità morfologica del dato, flessibilità semantica, interattività. Cenni di informatica giuridica metadocumentaria, struttura dei sistemi esperti, rappresentazione della conoscenza, cenni di logica formale e di logica giuridica, limiti della informatizzazione del ragionamento giuridico, vaghezza e ambiguità del linguaggio giuridico, momenti sintattico-logici e momenti semantico-interpretativi-valutativi del processo giuridico inteso come storia ideale della norma dalla produzione alla applicazione al caso concreto. Cenni di informatica redazionale e manageriale (standard e linguaggi di marcatura). Considerazioni legali sui rapporti uomo-macchina, sul problema cervello-mente, sulla natura di cose o persone e dei robots intelligenti. Cenni ad altri problemi aperti di diritto dell'informatica (tutela del software, della riservatezza e della identità personale, coscienza artificiale, tutela per valore e per soggettività delle macchine evolute, etc.).

**Prerequisiti:** Conoscenze minime di diritto.

**Propedeuticità:** Nessuno.

**Caratteristiche delle prove di accertamento:** Esame orale.

---

**Insegnamento : INFORMATION RETRIEVAL**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** L'obiettivo del corso è quello di fornire un'introduzione ai concetti fondamentali e alle tecniche per il reperimento automatico di documenti in forma digitale (sistemi di "Information Retrieval"). Inoltre il corso intende qualche cenno sui metodi statistici per il trattamento di testi.

**Contenuti :** Introduzione: definizioni, evoluzione dei sistemi di IR, rappresentazione dei documenti e necessità informative, rilevanza, valutazione e sperimentazione, relevance feedback e

espansione/riformulazione delle richieste. Modelli per l'IR: Booleano, spazio vettoriale, Bayes, modelli probabilistici. Text Retrieval: Indicizzazione dei testi e indicizzazione probabilistica. Prefiltraggio del testo. Uso di dizionari e thesauri. Elaborazione del linguaggio naturale. Categorizzazione di testi: definizione e applicazioni. Approcci basati su apprendimento automatico. Clustering di documenti.

**Prerequisiti** : Statistica e teoria della probabilità, basi di dati, algoritmi (ma essendo un esame della specialistica forse non occorre metterli).

**Propedeuticità** : Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto** : Esame scritto e orale.

## **Insegnamento** : INGEGNERIA DEL SOFTWARE II

**Settore scientifico disciplinare** : INF/01

**CFU** : 6

**Moduli** : Unico

**Obiettivi formativi** : Gli studenti acquisiranno concetti avanzati dell'ingegneria del software, in particolare relativi ai processi di ingegneria del software e delle relative fasi, a metodi e standard per la gestione della qualità del prodotto e del processo, a stili e notazioni per la modellazione di architetture software e in particolare architetture distribuite e web based, a tecniche avanzate di testing, verifica e manutenzione del software.

Gli studenti saranno in grado di sviluppare, mantenere e gestire l'evoluzione di sistemi software con architetture complesse e distribuite, di scegliere le metodologie e tecnologie più adatte a risolvere un determinato problema, di scegliere tra diversi modelli di rappresentazione del software quello più adatto a rappresentare un determinato aspetto del sistema. Gli studenti saranno inoltre in grado di produrre documenti software in accordo a standard di progetto.

**Contenuti** : Modelli di ciclo di vita del software iterativi ed incrementali; il RUP; eXtreme Programming, Metodi Agili. Design Patterns. Architetture software; architetture distribuite; architetture component-based; architetture web-based e estensioni UML per il web. Software Testing; processo e documentazione di testing; tecniche di testing black-box e white box; cenni su metodi per generazione, ordinamento e riduzione dei casi di test, affidabilità del software e testing statistico, junit. Processo software e qualità. La serie di standard ISO-9000. Qualità del prodotto software e modelli di qualità. Metriche per il software. Metriche di prodotto e metriche di processo. Raccolta e analisi statistica dei dati.

**Prerequisiti** : Algoritmi e strutture dati. Programmazione procedurale; programmazione object-oriented; programmazione event-driven; programmazione distribuita e concorrente. Sistemi operativi. Basi di dati. Concetti di base dell'ingegneria del software e dei processi di ingegneria del software; concetti di base di modellazione e progettazione del software.

Gli studenti devono essere in grado di: risolvere problemi di programmazione complessi utilizzando sia approcci procedurali che object oriented, con opportuna selezione e/o realizzazione di strutture dati efficienti; usare linguaggi grafici (possibilmente diagrammi UML) per la modellazione e la progettazione del software; usare approcci di ingegneria del software al testing, debugging e manutenzione; lavorare in gruppo e comunicare con altri sviluppatori e altri attori utilizzando diagrammi per la modellazione del software.

**Propedeuticità** : Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** L'esame si baserà sullo sviluppo di un progetto. La valutazione si baserà su come gli studenti del corso applicheranno i metodi di management affrontati durante il corso e sulla qualità dei documenti prodotti.

Coloro che hanno consegnato progetti con valutazione sufficiente, possono sostenere la prova orale.

---

## **Insegnamento : LABORATORIO DI SISTEMI DIGITALI**

**Settore scientifico disciplinare :** FIS/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso si propone di completare la formazione dello studente nel campo delle architetture digitali programmabili basate sulla tecnologia Field Programmable Gate Array. Gli argomenti prevedono lo studio di alcune famiglie di dispositivi programmabili ad alte prestazioni, del relativo software di progettazione assistita da calcolatore e delle principali tecniche di analisi e verifica. Nel corso viene introdotto un linguaggio di descrizione hardware (VHDL) per la modellizzazione, simulazione e sintesi automatica di dispositivi digitali. Il corso prevede una parte di laboratorio.

**Contenuti :** Introduzione ai dispositivi Field Programmable Gate Array, loro caratteristiche e prestazioni timing; analisi delle tecniche di progetto, simulazione e verifica funzionale; introduzione ai linguaggi di descrizione dell'hardware, con particolare riferimento al VHDL per la simulazione e sintesi di FPGA; un caso di studio: realizzazione e collaudo di un progetto basato su FPGA.

**Prerequisiti :** Conoscenza dell'Algebra di Boole, Teoria dei circuiti digitali combinatori e sequenziali.

**Propedeuticità :** Architettura degli Elaboratori I mod. A e mod. B.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prova orale e discussione di un elaborato sull'attività di laboratorio.

---

## **Insegnamento : LOGICA**

**Settore scientifico disciplinare :** MAT/01

**CFU :** 9

**Moduli :** Due Moduli – Modulo A (6 CFU) e Modulo B (3 CFU)

**Obiettivi formativi :** Studio della logica classica proposizionale e del primo ordine, delle sue principali proprietà e dei suoi limiti. Acquisire familiarità con i principali sistemi deduttivi di interesse per l'informatica. Essere in grado di formalizzare e di verificare la correttezza di un ragionamento informale.

**Contenuti :** Logica proposizionale: sintassi e semantica. Forme normali congiuntiva e disgiuntiva. La deduzione naturale. Calcolo dei sequenti. Tableaux analitici: correttezza, completezza e compattezza. Logica del primo ordine: sintassi e semantica. Forma normale prenessa. Tableaux analitici: correttezza, completezza e compattezza. Formalizzazione e verifica formale di ragionamenti informali. Il programma di Hilbert ed il teorema di Godel. Il teorema di Tarski. Skolemizzazione ed il teorema di Herbrand. La risoluzione. Il modello computazionale dei programmi logici. Prolog puro. La negazione in Prolog. Esempi di programmi logici non deterministici in Prolog Answer sets (cenni).

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Svolgimento di esercizi scritti e/o scrittura di un programma Prolog. Esame orale.

---

**Insegnamento : LOGICHE PER LA RAPPRESENTAZIONE DELLA CONOSCENZA**

**Settore scientifico disciplinare :** M-FIL/02

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**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.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame scritto e prova orale.

---

**Insegnamento : MENTE E MACCHINE**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso intende fornire agli studenti un quadro metodologico di base relativo alla costruzione, al controllo e alla revisione di modelli e simulazioni computazionali, utilizzati soprattutto nell'ambito di settori disciplinari come la psicologia cognitiva, l'etologia e la neuroscienza cognitive al fine di studiare i comportamenti intelligenti, i processi di elaborazione dell'informazione e le capacità cognitive dei sistemi biologici. Lo studente acquisirà la capacità di applicare concetti e tecniche fondamentali dell'informatica in questi domini di indagine.

**Contenuti :** Architetture simboliche e connessioniste. 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 specifici modelli computazionali di processi percettivi, cognitivi e di coordinamento senso-motorio. Modelli computazionali di aspetti sociali ed evolutivi del processo cognitivo.

**Prerequisiti :** Conoscenze di base di logica.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Lo studente dovrà superare le due prove seguenti: Prova scritta in aula, volta ad accertare l'acquisizione di concetti e nozioni fondamentali. Discussione di un progetto tematico sotto forma di elaborato scritto (tesina) o di sistema software.

## **Insegnamento : MODELLI PROBABILISTICO-STATISTICI PER L'INFORMATICA**

**Settore scientifico disciplinare :** MAT/06

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** In questo insegnamento vengono introdotti alcuni modelli probabilistici che risultano di grande interesse e utilità nelle scienze informatiche. Gli aspetti principali che si intendono far cogliere agli studenti sono i seguenti: in primo luogo, la teoria della probabilità costituisce la base sulla quale connettere ipotesi e dati; secondo, che la potenza espressiva dei modelli probabilistici che vengono utilizzati per la costruzione di teorie scientifiche è stata via via amplificata; e, infine, che ulteriori sviluppi sono già richiesti per affrontare problemi di notevole interesse applicativo e di stringente attualità quali, in particolare, quelli afferenti all'area della bioinformatica e, in generale, della biologia computazionale.

**Contenuti :** Valor medio e varianza di somme di variabili aleatorie. Funzione generatrice dei momenti. Media condizionata. Teoremi limite. Tempi d'arresto e identità di Wald. Esempi: grafo casuale; quicksort e find algorithm; un modello di lista auto-organizzante.

Disuguaglianza di Markov. Confini di Chernoff. Disuguaglianza di Jensen. La disuguaglianza del momento secondo e della media condizionata. Applicazioni.

Processi stocastici: generalità e classificazione. Proprietà di Markov. Catene di Markov. Equazioni di Chapman-Kolmogorov. Classificazione degli stati. Stazionarietà. Alcune applicazioni. Modelli di efficienza algoritmica. Passeggiate aleatorie. Ergodicità. Teoremi fondamentali sulle catene di Markov.

Stimatori di massima verosimiglianza. Stimatori bayesiani. Informazione e sorgenti di Markov. Entropia; teoremi di Shannon; la derivazione di Wallis; le proprietà formali delle distribuzioni a massima entropia.

**Prerequisiti :** Nozioni di base del calcolo delle probabilità e della teoria degli stimatori.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** L'esame consiste in un colloquio su argomenti specificati nell'apposito programma dettagliato consegnato agli studenti alla fine del ciclo delle lezioni. Nella prima parte del colloquio sarà richiesta la risoluzione di un quesito a carattere applicativo; lo studente, in maniera autonoma o opportunamente guidato, dovrà dimostrare di sapere inquadrare la questione tra gli argomenti del programma, di saper scegliere le opportune tecniche risolutive e di essere in grado di interpretare correttamente i risultati ottenuti. Ulteriori richieste di carattere teorico

tenderanno ad accertare, oltre alla conoscenza dei contenuti presenti nel programma, il raggiungimento di una formazione culturale atta a utilizzare i contenuti stessi in ambiti applicativi diversi da quelli presentati.

---

### **Insegnamento : NEUROBIOLOGIA**

**Settore scientifico disciplinare :** BIO/09

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso si propone di fornire allo studente in Informatica nozioni di Neurobiologia di base tali da metterlo in grado di trattare in maniera non superficiale temi quali la Modellistica computazionale dei sistemi biologici, la Neuroscienza computazionale, le Reti neurali e in generale quei temi interdisciplinari, quali Computer Vision, Analisi del parlato, ecc., radicati nell'Informatica, ma fortemente connessi ai sistemi nervosi biologici.

**Contenuti :** Cenni di Neuroanatomia. Sistema nervoso centrale e periferico dei Mammiferi. Il neurone. Proprietà elettriche del neurone. Trasmissione sinaptica. Potenziale postsinaptico eccitatorio ed inibitorio. Neurotrasmettitori classici e non convenzionali. Recettori dei neurotrasmettitori. Cenni dello sviluppo del sistema nervoso. Esperimenti di Hubel e Wiesel sullo sviluppo delle connessioni nella corteccia visiva. Cenni sull'apprendimento. Memoria a breve e a lungo termine. Memoria riflessiva e memoria dichiarativa nell'uomo. Esperimenti con sistemi semplici: Aplysia. Potenziamiento e depressione a lungo termine (LTP ed LTD). Introduzione ai sistemi sensoriali, sistemi motori e corteccia cerebrale. Organizzazione generale dei sistemi sensoriali. I recettori sensoriali, campi recettivi dei neuroni. Sistema somatosensitivo. Dolore e nocicezione. Corteccia motoria, motoneuroni. Struttura e funzione della corteccia cerebrale nell'uomo. Localizzazione delle funzioni cognitive superiori.

**Prerequisiti :** Conoscenze di base di Biologia generale acquisibili tramite letture programmate con i docenti di riferimento.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prova scritta e colloquio orale.

---

### **Insegnamento : PROGRAMMAZIONE FUNZIONALE**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Obiettivi del corso sono quelli di approfondire la conoscenza del paradigma di programmazione funzionale e di acquisire la metodologia di programmazione funzionale. Verranno, a tal proposito, discussi sia gli aspetti pratici della programmazione funzionale tramite un dialetto del linguaggio funzionale ML (ad esempio, il linguaggio O-CAML), sia i fondamenti di base della programmazione funzionale tramite la teoria del lambda-calcolo puro e tipato.

**Contenuti :** Introduzione a O-CAML: Tipi Base, Variabili, Funzioni in OCAML; Ricorsione e ricorsione in coda; Funzioni di ordine superiore; Pattern marching; Il sistema dei tipi in OCAML;

Polimorfismo; Tipi di dati aggregati: tuple e liste, record, array e stringhe; Tipi di dati algebrici: unioni esatte e aperte.

Fondamenti di linguaggi funzionali: il lambda-calcolo; il lambda-calcolo puro, lambda espressioni, riduzioni alpha, beta e eta, forme normali, strategie di calcolo call-by-name e call-by-value; Il lambda-calcolo tipato: regole di tipaggio per il lambda calcolo, inferenza dei tipi per il lambda-calcolo tipato, unificazione.

Oggetti in O-CALM: la libreria di Input/Output di O-CAML; moduli e funtori di O-CAML; programmazione ad oggetti in O-CAML; gestione delle eccezioni in O-CAML.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Nessuna

**Modalità di accertamento del profitto :** Attività di progettazione e/o orale.

## **Insegnamento : RETI DI CALCOLATORI II**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso intende fornire una visione specialistica dei sistemi di comunicazione in generale e delle reti di calcolatori, del loro funzionamento e delle loro applicazioni, con particolare riferimento alle tecnologie di rete locale, metropolitana e geografica, alla loro interconnessione ed a tutte le problematiche di conduzione ed esercizio di infrastrutture di rete complesse. Saranno illustrate in profondità le tecnologie alla base dell'erogazione dei principali servizi di rete, la loro gestione nei principali ambienti operativi ed applicazioni nella rete Internet. In particolare l'attività formativa sarà orientata alla presentazione delle nozioni teoriche alla base della trasmissione dei dati, delle problematiche di commutazione ad alte prestazione e dell'internet working e all'approfondimento delle principali tecnologie di rete.

**Contenuti :** Introduzione. Caratteristiche di una rete di calcolatori, tipi di reti, aspetti progettuali, gli standard. La comunicazione e la trasmissione delle informazioni: concetti generali. Tecnologie per la trasmissione: tecniche di moltiplicazione a divisione di tempo e di frequenza, commutazione di circuito e commutazione di pacchetto, comunicazione in rete connection oriented e connectionless. I mezzi trasmissivi: la trasmissione delle informazioni - fondamenti teorici. Modelli multilayer di riferimento per la strutturazione delle reti: modello ISO/OSI - architetture a livelli, interfacce fra livelli, incapsulamento, primitive di colloquio, modalità peer-to-peer e host-to-host. L'architettura di rete TCP/IP: architettura, protocollo IP, indirizzamento IP e instradamento, il protocollo TCP. Scalabilità e gestione avanzata di reti LAN, multilayer switching e Qualità del Servizio. Elementi e problematiche di configurazione avanzata e troubleshooting di apparecchiature e di interfacce LAN, elementi di Network Management. Principali tecnologie WAN: Collegamenti di terra e satellitari. Elementi e problematiche di configurazione di interfacce WAN. Routing: problematiche avanzate di instradamento e gestione degli spazi di indirizzamento, evoluzione del concetto di routing e forwarding/switching, strategie e protocolli di routing. IGP routing: routing statico e dinamico – Protocolli distance vector (RIP v1 e v2) e link-state (OSPF). Elementi di configurazione e troubleshooting dei protocolli di routing IGP. EGP routing: la struttura tier-based della rete internet, il concetto di Autonomous System, problematiche e politiche di gestione e smistamento del traffico. Il transito. Il protocollo BGP 4. Elementi di configurazione e troubleshooting di rete WLAN (IEEE802.11, ecc.) e WMAN (Hiperlan, ecc.).

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Reti di Calcolatori I.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prova orale e discussione di un elaborato su un argomento convenuto con il Docente.

---

## **Insegnamento : RETI NEURALI E MACHINE LEARNING**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 12

**Moduli :** Due Moduli – Modulo A (6 CFU) e Modulo B (6 CFU)

**Obiettivi formativi :** Obiettivo del corso è quello di dare agli studenti sia fondamenti teorici sia capacità di progettazione e di sviluppo di applicazioni. In particolare, ci si propone di raggiungere:

1. un adeguato livello di conoscenza delle basi teoriche dei principali modelli computazionali per l'apprendimento.
2. La capacità di utilizzare alcuni di tali modelli per la soluzione di classici problemi come quelli di clustering, classificazione e regressione.
3. La capacità di utilizzare e/o progettare ed implementare sistemi basati su tali modelli.

**Contenuti :** Il Modulo A consisterà nella trattazione sia teorica sia applicativa di alcuni concetti di base della teoria dell'apprendimento statistico. In primo luogo ci sarà una introduzione ai problemi di apprendimento insieme a richiami sulle distribuzioni di probabilità. Dopodichè si passerà allo studio di modelli lineari per la regressione e per la classificazione. Tale modulo si concluderà con lo studio di metodi kernel, support vector machine e feature selection.

Nel Modulo B si focalizzerà l'attenzione sulle reti neurali artificiali nell'ambito dell'apprendimento automatico. Dopo una introduzione ai primi modelli computazionali del neurone biologico, ci sarà lo studio delle reti neurali feed-forward e dei principali algoritmi di apprendimento per tali reti. Si concluderà la trattazione delle reti feed-forward con lo studio delle reti neurali con funzioni a base radiale. In una seconda fase nel modulo si introdurranno alcuni dei principali modelli di reti ricorrenti, focalizzando l'attenzione sulle reti neurali ricorrenti a tempo continuo e sugli algoritmi di apprendimento ad esse relative.

**Prerequisiti :** Analisi II.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Realizzazione di un progetto ed una prova orale.

---

## **Insegnamento : RICERCA OPERATIVA E OTTIMIZZAZIONE COMBINATORIA**

**Settore scientifico disciplinare :** MAT/09

**CFU :** 12

**Moduli :** Due Moduli – Modulo A (6 CFU) e Modulo B (6 CFU)

**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 :** 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: 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. 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.

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; Tabù 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 (inviluppo convesso, a sezioni).

Problemi collegati al TSP standard: TSP su grafi qualsiasi, TSP grafico, Grafi hamiltoniani e semihamiltoniani, 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.

**Prerequisiti** : Algebra lineare, calcolo matriciale, geometria analitica; Principali strutture dati: array, liste, alberi e grafi; Algoritmi di ordinamento.

**Propedeuticità** : Algoritmi e strutture dati I.

**Modalità di accertamento del profitto** : Prova scritta e prova orale.

---

## **Insegnamento : SICUREZZA E PRIVATEZZA**

**Settore scientifico disciplinare** : INF/01

**CFU** : 9

**Moduli** : Unico

**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.

**Prerequisiti** : Nessuno.

**Propedeuticità** : Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto** : Esame scritto e prova orale.

---

## **Insegnamento : SISTEMI A INTELLIGENZA DISTRIBUITA**

**Settore scientifico disciplinare** : INF/01

**CFU** : 9 CFU

**Moduli** : Unico

**Obiettivi formativi** : Aumentare la consapevolezza di uno dei processi principali dell'informatica: Partire da applicazioni specifiche e attraverso successive astrazioni arrivare a concetti e tecnologia rilevanti per l'informatica in quanto tale. Acquisire la capacità di analisi e/o di formalizzazione di applicazioni complesse studiando e utilizzando concetti e architetture consolidati e/o emergenti nel

campo dell'intelligenza artificiale a singolo agente e/o a molti agenti . Abituare a ragionare su vantaggi e svantaggi delle proprie scelte tecniche, delle proprie formalizzazioni, in termini di necessità, comprensibilità, modificabilità, robustezza, complessità ed efficienza.

**Contenuti :** Introduzione intelligenza artificiale e sua storia. Formalizzazione mediante il concetto di Agente e di Ambiente di un problema generico. Architetture di Agenti e adeguatezza ad opportuni ambienti. Agente “goal based”. Tipologie di problemi, formalizzazioni di soluzione e di processi di ricerca di soluzione. Formalizzazione dei problemi come “Constraint satisfaction problems” : euristica general purpose per la ricerca della soluzione. Agenti Knowledge Based: Problema di rappresentazione della conoscenza, cenni a sistemi a regole, a frames, a rete semantica, approfondimento di “agente logico”. Soluzione come processo di inferenza . Concetto di oggetto, azione, situazione, evento, processo.

Nuova formulazione del problem solving: Pianificazione a singolo agente, a molti agenti e relativi algoritmi per la determinazione del piano.

Problem solving in presenza di conoscenza probabilistica: Soluzione esatta mediante inferenza su Full Joint Distribution e su Reti Bayesiane.

Clustering algorithm. Soluzione mediante inferenza approssimata su reti bayesiane. Apprendimento da osservazioni, Alberi di decisione. Apprendimento usando conoscenza. Sistemi multiagenti cooperativi e competitivi: meccanismi di interazione: strategie, equilibri di nash, dilemma del prigioniero, interazione stag hunt, interazione game of chicken, meccanismi per raggiungere accordi : aste, negoziazione, argomentazioni. Giochi a somma zero e a informazione completa: algoritmi e strategie di soluzione. Cenni alla comunicazione fra agenti. Meccanismi per collaborare: problem solving distribuito, contract net, coordinazione e sincronizzazione. Quando usare i sistemi a molti agenti. Applicazioni.

**Prerequisiti :** Logica.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prova scritta e/o orale.

**Insegnamento : SISTEMI DINAMICI E METODI ANALITICI PER L'INFORMATICA**

**Settore scientifico disciplinare :** FIS/01

**CFU :** 9

**Moduli :** Unico

**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.

**Prerequisiti :** Analisi II.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Realizzazione di un progetto ed una prova orale.

---

## **Insegnamento : SISTEMI INFORMATIVI MULTIMEDIALI**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso tratta i principali modelli e tecniche per la gestione dei dati e dei sistemi informativi multimediali. Particolari riferimenti sono relativi ai meccanismi di storing, ricerca e browsing per contenuto su database multimediali, relazione tra database multimediali ed il Web.

**Contenuti :** Il corso è suddiviso in due parti.

Prima parte: definizioni e classificazioni dei Media e dei Multimedia. Gestione di dati multimediali audio/video, dalla digitalizzazione alla consultazione degli stessi con particolari riferimenti ai concetti di Storing, Digital Signal Processing, Compressione e Streaming.

Seconda parte: Sistemi Multimediali Digitali, Distribuiti ed Interattivi. Valutazioni di complessità, controllo ed adattamento. Presentazione ed interfacce utente. Cenni ai Sistemi Informativi Multimediali con riferimento alla relazione tra Database multimediali ed il Web.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prova scritta e/o orale.

---

## **Insegnamento : SISTEMI OPERATIVI II**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 9

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso si prefigge lo studio approfondito, anche attraverso eventuale attività di laboratorio, di un reale sistema operativo tenendo conto del suo ambito di applicazione. Più precisamente verranno studiate le metodologie di progettazione e sviluppo, l'architettura software, gli strumenti utilizzati, le strutture dati e gli algoritmi dei moduli componenti, nonché le problematiche relative all'adattamento e/o al tuning del sistema operativo stesso al contesto di utilizzo.

**Contenuti :** Architettura software, ambito di applicazione, obiettivi e problematiche. Gestione dei processi: scheduling, comunicazione, sincronizzazione del kernel e dei processi utente. Gestione della memoria: indirizzamento, memoria kernel e memoria utente. Segnali, system call, interrupt, eccezioni, input/output e device drivers. Virtual File system ed implementazione dei file.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Sistemi Operativi I.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prova scritta e/o orale.

**Insegnamento : SISTEMI PER IL GOVERNO DEI ROBOT**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 12

**Moduli :** Due Moduli – Modulo A (6 CFU) e Modulo B (6 CFU)

**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 :** Per il Modulo A : 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.

Per il Modulo B : 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.

**Prerequisiti :** Sistemi dinamici e metodi analitici per l'informatica moduli A e B, Logica, Elaborazioni di immagini I.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** 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: TECNICHE DI SPECIFICA**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**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 permetterà di acquisire gli strumenti per la modellizzazione formale di sistemi a stati finiti o infiniti, "chiusi" (non interagenti con l'ambiente) o "aperti" (interagenti con l'ambiente), in assenza di tempo esplicito o real time.

**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.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Calcolabilità e complessità.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame orale.

**Insegnamento :** TECNICHE DI VERIFICA

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**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.

**Prerequisiti :** Concetti di Algoritmica, Complessità Computazionale, Logica, Algebra, Automi e Linguaggi Formali.

**Propedeuticità :** Logica, Fondamenti di Linguaggi di Programmazione, Algoritmi II.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame orale.

---

**Insegnamento : TEORIA DEI SISTEMI E DEL CONTROLLO**

**Settore scientifico disciplinare :** ING-INF/03

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Lo studio dei fondamenti della teoria dei sistemi, che occuperà la prima parte di questo corso, consentirà da un lato di dotarsi di strumenti molto efficaci per l'analisi di sistemi (non solo tecnologici, ma anche economici, ecologici o biologici) in cui è importante formalizzare l'evoluzione nel tempo delle variabili, dall'altro preparerà la strada allo studio dei sistemi di controllo automatico, che occuperà la seconda parte del corso. L'obiettivo primario dello studio sarà la valutazione oggettiva delle prestazioni dei sistemi di controllo, per mezzo di parametri che formalizzano concetti intuitivi, quali la stabilità, la velocità di risposta, la precisione del sistema di controllo. Saranno forniti anche elementi per la progettazione del dispositivo che esegue il controllo automatico e per la sua realizzazione in tecnologia digitale.

**Contenuti :** Sistemi dinamici nel dominio del tempo. Funzione di trasferimento. Risposte canoniche dei sistemi del primo e secondo ordine. Schemi a blocchi. Risposta in frequenza. Requisiti di un sistema di controllo. Stabilità dei sistemi di controllo. Prestazioni dinamiche dei sistemi di controllo. Prestazioni statiche dei sistemi di controllo. Progetto del controllore. Regolatori PID. Elementi di controllo digitale. Le lezioni sui vari argomenti saranno integrate da una introduzione a Matlab e Simulink con particolare riferimento all'uso della symbolic toolbox di Matlab e la control toolbox di Matlab.

**Prerequisiti :** Nessuno

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** L'esame consiste nella discussione orale di un elaborato sulla identificazione e la realizzazione di un controllore per sistemi fisici optomeccanici proposto dal docente.

---

**Insegnamento : TEORIA DEGLI AUTOMI**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Lo scopo del corso è di fornire una trattazione matematica a carattere sia algebrico che combinatorio della teoria degli automi finiti e dei linguaggi razionali. Tale teoria è di fondamentale importanza per la formazione di uno studente della laurea specialistica in Informatica.

**Contenuti :** La problematica della teoria degli automi nel suo sviluppo storico. Reti neurali di McCulloch e Pitts. Elementi di teoria dei semigrupp e dei monoidi. Automi accettori e la teoria di Rabin e Scott. Automi deterministici. Automi incompleti e non deterministici. Linguaggi riconoscibili. Monoide sintattico di un linguaggio. Teoremi di Myhill e di Nerode. Automi minimali. Teoremi di iterazione. Monoide delle transizioni. Teorema di Medvedev. Linguaggi razionali e Teorema di Kleene. Gli automi quali morfismi di monoidi. Estensioni della nozione di automa. Il problema dell'equivalenza degli automi finiti. Morfismi e congruenze di semi-automati e

di automi. Costruzione di un automa minimale. Teorema di equivalenza di Moore. Espressioni razionali ristrette e generali. La profondità dell'operatore 'stella' di una espressione razionale e di un linguaggio razionale. Linguaggi senza stella e teorema di Schutzenberger. Problemi di decisione. Trasduzioni razionali.

**Prerequisiti :** Conoscenze elementari di algebra.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Prove scritte e orali, oppure seminari su argomenti specifici.

## **Insegnamento : TEORIA DELL'INFORMAZIONE**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** L'obiettivo principale del corso è di fornire le basi matematiche, sia di natura algebrica che combinatoria, che sono essenziali per lo studio della problematica della trasmissione dell'informazione così come sviluppata da C. Shannon. Un secondo obiettivo consiste nell'inquadrare la teoria dei codici a lunghezza variabile nell'ambito della teoria degli automi e dei linguaggi formali. Un ulteriore obiettivo consiste nel presentare ulteriori più recenti approcci alla teoria dell'informazione basati sulla teoria di Chaitin-Kolmogorov e su 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 :** La problematica della trasmissione dell'informazione. Varie esplicazioni della nozione intuitiva. La teoria di Shannon. Elementi di teoria dei semigrupp. Monoidi liberi e codici. Teorema di Schutzenberger e di Sardinas e Patterson. Teorema di Levenstein. Misure di un codice. Distribuzioni di Bernoulli. Disuguaglianza di Kraft McMillan. Codici massimali e completi. Teorema di Marcus e Schutzenberger. Codici prefissi e loro rappresentazioni. Teorema di Kraft. Codici prefissi massimali Sorgenti di informazione. Teorema di Shannon. Codici ottimali. Codici prefissi ottimali. Ritardo di decifrazione. Teorema di Even. Teorema di Schutzenberger. La sincronizzazione. Codici sincronizzanti. Codici a ritardo di sincronizzazione finito. Codici circolari Combinatoria delle parole. Il problema della compressione. Metodo di Lempel e Ziv.

**Prerequisiti :** Nessuno.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Esame orale finale oppure seminario su argomenti specifici.

## **Insegnamento : VISIONE COMPUTAZIONALE I**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 9

**Moduli :** Unico

**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.

**Prerequisiti :** Conoscenza dell'analisi di Fourier.

**Propedeuticità :** Nessuna.

**Modalità di accertamento del profitto :** Svolgimento di esercitazioni intercorso, realizzazione di un progetto ed una prova orale.

## **Insegnamento : VISIONE COMPUTAZIONALE II**

**Settore scientifico disciplinare :** INF/01

**CFU :** 6

**Moduli :** Unico

**Obiettivi formativi :** Il corso si prefigge di introdurre alcune delle problematiche avanzate riguardanti l'elaborazione ed interpretazione delle immagini. In particolare, ci si soffermerà su due ambiti applicativi di notevole interesse sia scientifico sia applicativo/tecnologico: quello dell'interpretazione delle immagini biomedicali e quello dell'annotazione automatica e retrieval semantico da grandi archivi multimediali (immagini e video). Molta attenzione sarà dedicata al presentare agli studenti sia gli aspetti teorici sia i problemi legati alla trasformazione dell'idea di ricerca in un adeguato strumento di lavoro. Al termine del corso gli studenti che hanno seguito e lavorato con profitto saranno in grado di progettare ed implementare sistemi avanzati di visione computazionale per la risoluzione di specifici problemi legati ai due ambiti applicativi trattati.

**Contenuti :** Segmentazione di strutture anatomiche in immagini radiologiche (risonanza magnetica, ecografia, tomografia computerizzata). Approcci Feature-based e Model-based. Registrazione di immagini multimodali e di volumi anatomici. Il problema dell'annotazione automatica del "contenuto informativo semantico" di una immagine. Approcci Bayesiani e Kernel-based. Strutture dati efficienti per il retrieval di immagini in grandi basi di dati multimediali. Tecniche di riduzione della dimensionalità. Esempi e applicazioni.

**Prerequisiti :** Sistemi dinamici e metodi analitici per l'Informatica, Reti neurali e Machine Learning

**Propedeuticità :** Visione computazionale I.

**Modalità di accertamento del profitto :** Progetto e colloquio orale.

### **ALLEGATO C (Prova Finale)**

La laurea magistrale in Informatica si consegue dopo aver superato una prova finale, consistente nella discussione di una tesi specialistica originale redatta in forma scritta. Per l'ammissione alla prova finale lo studente deve aver conseguito tutti i crediti formativi, previsti dall'ordinamento didattico del corso. L'attività di preparazione della tesi potrà essere effettuata sia nell'interno delle strutture universitarie, sia presso centri di ricerca, aziende o enti esterni, secondo modalità stabilite dal CCS in un apposito regolamento.

La Commissione giudicatrice della prova finale, costituita secondo quanto disposto dal comma 7 dell'art. 29 del RDA, accertata il superamento, stabilisce il voto di laurea, espresso in centodecimi tenendo conto dell'intera carriera dello studente, dei tempi e della modalità di acquisizione dei crediti formativi universitari e della prova finale.

Qualora il voto assegnato non sia inferiore a 110 la Commissione può, con decisione che deve essere unanime, attribuire allo studente la lode.