



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA E  
DELLE TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE

## **GUIDA DELLO STUDENTE**

## **CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATICA**

*Classe delle Lauree Magistrali in Informatica- LM-18*

**ANNO ACCADEMICO 2019/2020**

Vers. 1.0

AGGIORNATA: 29/08/2019

## CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INFORMATICA (D.M. 270)

### Sommario

1. Revisioni.....	4
2. Introduzione .....	5
3. Requisiti d'ingresso e attività formative propedeutiche e integrative .....	6
4. Obiettivi e finalità del Corso di Laurea .....	7
5. Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati.....	8
6. Definizione del Piano di Studio .....	9
7. Manifesto degli Studi del Corso di Laurea Magistrale in Informatica .....	11
8. Corrispondenza tra temi e insegnamenti .....	14
9. Piani di studi consigliati .....	15
10. Informazioni Generali .....	19
11. Schede Degli Insegnamenti.....	20
Algoritmi e Strutture Dati II.....	21
Basi di dati II Modulo A .....	22
Basi di dati II Modulo B .....	23
Bioinformatica.....	24
Calcolo parallelo e distribuito Modulo A .....	25
Calcolo Parallelo e Distribuito Modulo: B .....	26
Calcolo Scientifico Modulo A .....	27
Calcolo Scientifico Modulo B .....	28
Complessità computazionale .....	29
Computer Forensics .....	30
Economia e organizzazione aziendale .....	31
Elaborazione del Linguaggio Naturale .....	32
Elaborazione di segnali multimediali .....	33
Elementi di automatica .....	34
Fondamenti di robotica.....	35
Game Design and Development .....	36
Grafica computazionale e laboratorio .....	37
Griglie computazionali .....	38
Ingegneria del Software II .....	39
Istituzioni di matematica 2.....	40
Laboratorio di sistemi digitali.....	41
Linguaggi di Programmazione II .....	42
Logica .....	43
Machine Learning e applicazioni Modulo A.....	44
Machine Learning ed applicazioni Modulo B.....	45
Matematica per la Crittografia .....	46
Mente e macchine .....	47
Misure per l'automazione e la produzione industriale.....	48
Neurobiologia.....	49
Ottimizzazione Combinatoria .....	50
Reti di calcolatori II.....	52

Ricerca Operativa .....	53
Semantic Web .....	54
Sicurezza e Privacy .....	55
Sistemi informativi multimediali .....	56
Sistemi Multi-Agente .....	57
Sistemi Operativi II .....	58
Sistemi per il governo dei robot Modulo A .....	59
Sistemi per il Governo dei Robot Modulo B .....	60
Specifiche di sistemi .....	61
Tecnologie Web .....	62
Teoria dei Codici .....	63
Teoria dell'Informazione .....	64
Verifica dei sistemi .....	65
Visione Computazionale I .....	66

Per ulteriori dettagli si veda il Regolamento (<http://informatica.dieti.unina.it/>).

## 1. Revisioni

Data Aggiornamento	Versione	Descrizione
29/08/2019	1.0	Prima versione pubblicata

## 2. Introduzione

Il Corso di Laurea Magistrale in Informatica è pensato per fornire competenze avanzate e costantemente aggiornate nei principali ambiti teorici, metodologici e tecnologici dell'Informatica, atte a sviluppare le capacità di problem solving ed innovazione dello studente.

Grazie ad opportune competenze teoriche e metodologiche, affiancate e completate da aspetti tecnologici avanzati costantemente aggiornati, i laureati saranno in grado di:

- aggiornarsi indipendentemente nel corso della propria carriera (formazione permanente) in una disciplina, quale l'informatica, soggetta a continua evoluzione;
- trovare ampi sbocchi professionali con responsabilità tecnico/decisionali, sia in Italia che all'estero, in contesti quali Software Houses e Aziende di ICT, Libera Professione, Start-up, Ricerca e Sviluppo nelle grandi aziende, Enti e Amministrazioni pubbliche, Centri di Ricerca e Università, Insegnamento.

L'attività formativa è finalizzata a fornire agli studenti capacità di problem solving e progettazione del software nei principali contesti applicativi dell'informatica. La finalità formativa è conseguita prevedendo sia insegnamenti riguardanti fondamenti logico-matematici, sia approfondimenti metodologici e tecnologici nei seguenti temi tecnologici chiave dell'informatica moderna:

- Intelligenza Artificiale
- Data Science
- Sicurezza, Privacy, Digital Forensics
- Computer Vision e Multimedia
- Ingegneria del Software

La corrispondenza tra tali temi chiave e gli insegnamenti erogati viene dettagliata nella Sezione 8 del presente documento.

Lo studente può personalizzare il proprio percorso di studi integrando gli insegnamenti obbligatori con opportune scelte tra gli insegnamenti facoltativi a scelta libera e vincolata. Il dettaglio per la strutturazione del piano di studi è descritto nelle Sezioni 6 e 9 del presente documento.

Il titolo di dottore Magistrale in Informatica consente l'accesso all'Albo degli Ingegneri dell'Informazione.

Il Corso di Laurea Magistrale in Informatica ha ottenuto anche nell'anno 2019 il *Bollino GRIN*. Il [Bollino GRIN](#), erogato in collaborazione tra GRIN (Gruppo di Informatica - l'associazione dei professori universitari di informatica) e AICA (Associazione Italiana per l'Informatica ed il Calcolo Automatico), certifica la qualità dei contenuti delle lauree triennali e magistrali di informatica (classi L-31 e LM-18).

La certificazione di qualità dei contenuti si basa su un insieme di criteri che definiscono quanta e quale informatica viene insegnata, quanta matematica di aree rilevanti per l'informatica viene insegnata, e quanti docenti di ruolo di informatica sono presenti.

Per ulteriori dettagli far riferimento al sito web del corso di studi: <http://informatica.dieti.unina.it/>

### *3. 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.

#### *4. Obiettivi e finalità del Corso di Laurea*

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/IEEE) del settore, il percorso didattico prevede la formazione di solide conoscenze sia dei fondamenti che degli aspetti applicativi dei vari settori dell'informatica.

Le competenze acquisite permettono l'accesso all'albo degli Ingegneri, sezione A, settore dell'Informazione; per ulteriori informazioni si veda:

<http://informatica.dieti.unina.it/index.php/scoprici/albo-degli-ingegneri>

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.

## 5. *Sbocchi occupazionali e professionali previsti per i laureati*

Gli ambiti occupazionali e professionali di riferimento per i laureati magistrali della classe sono quelli della progettazione, organizzazione e manutenzione di sistemi informatici orientati anche alla gestione di sistemi complessi o innovativi (con specifico riguardo ai requisiti di affidabilità, prestazioni e sicurezza), sia in imprese produttrici nelle aree dei sistemi informatici e delle reti, sia nelle imprese e nelle pubbliche amministrazioni.

L'alta qualità del corso di studi magistrale in Informatica della Federico II è riconosciuta dal mondo del lavoro: già a un anno dalla Laurea il tasso di disoccupazione dei suoi laureati è nullo e la loro retribuzione a tre anni dalla laurea è superiore alla media nazionale (fonte Almalaurea, indagine 2018).

La richiesta di laureati supera costantemente l'offerta, il che permette di scegliere il contesto e la nazione in cui lavorare.

Inoltre, i laureati magistrali in Informatica possono accedere all'Esame di Stato per l'iscrizione all'Albo degli Ingegneri.

I laureati magistrali potranno trovare impiego in aziende produttrici di software innovativo e in centri di ricerca e sviluppo pubblici e privati, nonché in aziende, enti e organismi che offrono servizi informatici avanzati.

Nel quadro di riferimento fornito dalla Classificazione delle Professioni dell'ISTAT, Edizione 2001, parte seconda, tali occupazioni ricadono nel settore 2-“Professioni intellettuali, scientifiche e di elevata specializzazione”, Specialisti in scienze matematiche, fisiche, naturali ed assimilati, gruppo 2.1.1.4 “Informatici e telematici”.

Il corso prepara alle professioni di

- Analisti e progettisti di software applicativi e di sistema
- Analisti di sistema
- Specialisti in sicurezza informatica
- Specialisti in reti e comunicazioni informatiche
- Specialisti nella ricerca informatica di base



## 6. Definizione del Piano di Studio

Lo studente compone il suo piano di studi integrando il nucleo degli insegnamenti obbligatori con due tipologie di scelte: insegnamenti a libera scelta e insegnamenti a scelta vincolata.

La struttura degli insegnamenti per anno è la seguente:

Insegnamento o attività formativa	Modulo	CFU
<b>I anno</b>		
Logica		6
Basi di Dati II	A	6
	B	6
Machine Learning e applicazioni	A	6
	B	6
Complessità computazionale		6
Sistemi operativi II		6
Calcolo parallelo e distribuito mod.A		6
<i>Esami a libera scelta</i>		12
<b>II anno</b>		
Semantic web		6
Ricerca operativa		6
<i>Esami a scelta vincolata</i>		12
<i>Esami a libera scelta</i>		6
Altre attività formative		1
Prova finale		29

La scelta vincolata prevista nel secondo anno viene compiuta sostenendo una delle coppie di esami previste nella seguente tabella:

Scelta	Insegnamenti	Modulo	CFU
Bioinformatica	Bioinformatica		6
	Algoritmi e strutture dati II		6
Sicurezza e reti	Sicurezza e privacy		6
	Visione computazionale		6
Ingegneria del software avanzata	Specifica di sistemi		6
	Verifica di sistemi		6
Calcolo scientifico ad alte prestazioni	Visione computazionale		6
	Grafica computazionale e laboratorio		6
Robotica intelligente e sistemi cognitivi avanzati	Sistemi per il governo dei robot	A	6
	Sistemi per il governo dei robot	B	6
Sistemi percettivi e cognitivi	Visione computazionale		6
	Mente e macchine		6
Codici e linguaggio naturale	Elaborazione del linguaggio naturale		6
	Teoria dell'informazione		6

I 18 CFU legati agli esami a libera scelta possono essere conseguiti scegliendo liberamente insegnamenti attivati presso l'Ateneo:

- Se tali CFU sono conseguiti attingendo esclusivamente alla lista di esami attivati per il Corso di Laurea Magistrale in Informatica (Tabella B del Manifesto degli Studi, a pagina 13), lo studente **NON** è tenuto a presentare un piano di studi preventivo.
- Se tali CFU sono conseguiti avvalersi anche in parte con insegnamenti erogati dall'Ateneo ma non attivati per il Corso di Laurea Magistrale in Informatica, è necessario presentare un piano di studi al Coordinatore del Corso di Studi **PRIMA** del loro sostenimento.

**In assenza di presentazione del piano di studi, la sua coerenza è valutata dalla Segreteria Didattica al momento della registrazione degli esami. Pertanto, è nella responsabilità dello studente una scelta coerente degli insegnamenti sia a scelta libera che vincolata. Scelte non coerenti non permettono la registrazione degli esami connessi eventualmente sostenuti.**

## 7. Manifesto degli Studi del Corso di Laurea Magistrale in Informatica

In ogni anno accademico viene approvato il *Manifesto degli Studi*, che formalmente struttura l'offerta formativa per gli studenti che si immatricolano in quell'anno accademico. Il Manifesto degli Studi definisce obbligatorietà, propedeuticità, e attivazioni degli insegnamenti facoltativi. In tutta la sua carriera, lo studente deve fare riferimento al Manifesto degli Studi dell'anno di immatricolazione.

Di seguito viene riportato il Manifesto degli Studi approvato per l'a.a. 2019-2020.

### Classe delle lauree in Informatica – Classe LM-18

A.A. 2019-2020

Insegnamento o attività formativa	Modulo	Seme- stre	CFU	SSD	Tipologia (°)	Propedeuticità
<b>I anno</b>						
Logica		1	6	M-FIL/02	4	
Basi di Dati II	A	1	6	INF/01	2	
	B	2	6	INF/01		
Machine Learning e applicazioni	A	1	6	INF/01	2	
	B	2	6	INF/01		
Complessità computazionale		2	6	INF/01	2	
Sistemi operativi II		2	6	INF/01	2	
Calcolo parallelo e distribuito mod.A (*)		1	6	INF/01	2	
Esami a libera scelta (vedi Tab.B)			12		3	
<b>II anno</b>						
Semantic web		1	6	INF/01	2	
Ricerca operativa (**)		1	6	MAT/09	4	
Esami a scelta vincolata (Tab. A)			12	INF/01	2	
Esami a libera scelta (vedi Tab.B)			6		3	
Altre attività formative			1		6	
Prova finale			29		5	

**Note:**

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

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

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

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

**Tabella A: Esami a scelta vincolata**

Scelta	Insegnamenti	Modulo	SSD	CFU	Seme- stre	Propedeuticità
Bioinformatica	Bioinformatica		INF/01	6	2	
	Algoritmi e strutture dati II		INF/01	6	1	
Sicurezza e reti	Sicurezza e privacy		INF/01	6	1	
	Visione computazionale		INF/01	6	2	
Ingegneria del software avanzata	Specifica di sistemi		INF/01	6	2	
	Verifica di sistemi		INF/01	6	2	Logica
Calcolo scientifico ad alte prestazioni	Visione computazionale		INF/01	6	2	
	Grafica computazionale e laboratorio		INF/01	6	1	
Robotica intelligente e sistemi cognitivi avanzati	Sistemi per il governo dei robot	A	INF/01	6	1	
	Sistemi per il governo dei robot	B	INF/01	6	2	
Sistemi percettivi e cognitivi	Visione computazionale		INF/01	6	2	
	Mente e macchine		INF/01	6	1	
Codici e linguaggio naturale	Elaborazione del linguaggio naturale		INF/01	6	1	
	Teoria dell'informazione		INF/01	6	2	

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

Materie a scelta Tabella B	SSD	CFU	Semestre	Propedeuticità
Tutti gli insegnamenti della Tabella A				
Algoritmi e strutture dati II	INF/01	6	2	
Istituzioni di matematica 2	MAT/05	6	1	
Bioinformatica	INF/01	6	2	
Calcolo parallelo e distribuito (mod.B)	INF/01	6	2	Calcolo parallelo e distribuito (mod.A)
Calcolo scientifico (mod.A)	MAT/08	6	1	
Calcolo scientifico (mod.B)	MAT/08	6	2	
Computer Forensics	INF/01	6	2	
Fondamenti di robotica	ING-INF/04	9	1	
Economia ed organizzazione aziendale	ING-IND/35	6	2	
Elaborazione del linguaggio naturale	INF/01	6	1	
Elaborazione di segnali multimediali	ING-INF/03	9	2	
Elementi di automatica	ING-INF/04	6	2	
Game design and development	INF/01	6	2	Machine learning mod A
Griglie computazionali	INF/01	6	2	
Ingegneria del software II	INF/01	6	1	
Interazione uomo macchina	INF/01	6	2	
Laboratorio di sistemi digitali	FIS/01	8	2	
Linguaggi di programmazione II	INF/01	6	2	
Matematica per la crittografia	MAT/05	6	1	
Misure per l'automazione e la produzione industriale	ING-INF/07	6	1	
Neurobiologia	BIO/09	6	2	
Reti di calcolatori II	INF/01	6	2	
Ottimizzazione combinatoria	MAT/09	6	2	
Sicurezza e privacy	INF/01	6	1	
Sistemi informativi multimediali	INF/01	6	2	
Sistemi multi-agente	INF/01	6	2	
Tecnologie web	INF/01	6	1	
Teoria dei codici	INF/01	6	2	
Teoria dell'informazione	ING-INF/03	6	1	

## 8. Corrispondenza tra temi e insegnamenti

Nella seguente tabella viene riportata la corrispondenza tra i temi informatici di interesse contemporaneo e gli insegnamenti offerti. Gli insegnamenti in grassetto sono obbligatori.

Temi	Insegnamenti
Fondamenti Logico/Matematici	<b>Logica,</b> <b>Complessità Computazionale,</b> <b>Ricerca Operativa,</b> Ottimizzazione Combinatoria, Teoria dei Codici.
Intelligenza Artificiale	<b>Machine Learning e Applicazioni,</b> <b>Logica,</b> <b>Semantic Web,</b> Elaborazione del linguaggio naturale, Mente e macchine, Sistemi multi-agente, Sistemi per il governo dei robot, Visione Computazionale.
Data Science	<b>Machine Learning e Applicazioni,</b> <b>Basi di Dati II,</b> <b>Calcolo Parallelo e Distribuito (mod. A e B),</b> Algoritmi e strutture dati II, Bioinformatica, Griglie computazionali, Reti di Calcolatori II.
Sicurezza, Privacy, Digital Forensics	<b>Sistemi Operativi II,</b> Computer forensics, Matematica per la crittografia, Sicurezza e privacy, Visione computazionale.
Computer Vision e Multimedia	<b>Machine Learning e Applicazioni,</b> Game design and development, Grafica computazionale e Laboratorio, Interazione Uomo-Macchina, Sistemi informativi multimediali. Visione computazionale,
Ingegneria del Software	Ingegneria del Software II, Interazione Uomo-Macchina, Specifica di sistemi, Verifica di sistemi, Game design and development.

## 9. Piani di studi consigliati

Per ciascuna delle tipologie di scelta vincolata, viene riportata una breve descrizione, l'associazione rispetto ai temi di interesse, ed alcuni consigli per gli esami a scelta.

### 1. Bioinformatica (Tema Data Science)

Questo Piano di Studi mira a coprire l'intera filiera metodologica e tecnologica per la gestione di grosse moli di dati, derivanti nello specifico dalla bioinformatica, ma generalizzabili a contesti di Big Data. Il piano prevede obbligatoriamente un corso introduttivo alle principali tematiche riguardanti la bioinformatica, ed un corso di approfondimento algoritmico. Altri aspetti rilevanti per la tematica sono l'elaborazione massiva di dati in contesti distribuiti (Calcolo parallelo e distribuito mod. B e/o Griglie Computazionali) e la rappresentazione grafica di dati (Interazione Uomo Macchina). Tenendo in considerazione l'obbligatorietà dei 12 CFU di Basi di Dati II, e dei 12 CFU di Machine Learning ed Applicazioni, il piano di studi risultante è coerente con la formazione centrata sul tema della Data Science.

#### ■ Insegnamenti a scelta vincolata:

- Bioinformatica
- Algoritmi e strutture dati II

#### ■ Insegnamenti consigliati

- Ottimizzazione combinatoria
- Calcolo parallelo e distribuito mod. B
- Interazione Uomo Macchina
- Griglie Computazionali

### 2. Sicurezza e Reti (Tema Sicurezza, Privacy, Digital Forensics)

Il Piano di Studi orientato alla sicurezza prevede un corso introduttivo a largo spettro sull'argomento e un corso di riconoscimento di immagini che illustri i principi elementari su cui si basano le tecniche di autenticazione biometrica e di analisi automatica dei video di sicurezza. Per chi vuole ulteriormente approfondire gli argomenti di sicurezza, gli ulteriori esami possono comprendere elementi di metodi formali per garantire l'affidabilità del software (trusted computing base) e le basi algebriche dei moderni crittosistemi. Gli ulteriori esami a scelta consigliati completano la preparazione tecnologica e metodologica di più comune utilizzo.

#### ■ Insegnamenti a scelta vincolata:

- Sicurezza e privacy
- Visione computazionale

#### ■ Insegnamenti consigliati - tematica sicurezza

- Matematica per la crittografia
- Computer Forensics
- Verifica di sistemi

#### ■ Insegnamenti consigliati - tematica applicazioni su rete

- Linguaggi di programmazione II o Tecnologie web

- Reti di calcolatori II
- Griglie computazionali
- Calcolo parallelo e distribuito mod. B
- Sistemi multi-agente
- Insegnamenti consigliati - competenze di comune utilità
  - Ingegneria del software II
  - Interazione uomo-macchina
  - Sistemi informativi multimediali

### 3. **Ingegneria del Software Avanzata (Tema Ingegneria del Software)**

Il Piano di Studi è orientato ad approfondire le tecniche e le metodologie per lo sviluppo dei sistemi informatici complessi, concentrandosi sulle metodologie di analisi e descrizione dei requisiti e sulla fase della verifica e validazione del software rispetto ai requisiti descritti ed attesi. A tal fine, sono previsti due corsi introduttivi alle metodologie per la specifica e a quelle per la verifica delle proprietà descritte e attese dei sistemi informatici. Tra le tecniche avranno particolare attenzione quelle di tipo automatico o automatizzabile (in particolare il model checking), che sono alla base delle certificazioni di software e hardware avanzate, richieste per le applicazioni con elevati requisiti di sicurezza. Gli aspetti di Architetture Distribuite, Metodologie di sviluppo avanzate e Tecniche di Testing vengono trattati nell'insegnamento di Ingegneria del Software II. Ulteriori esami consigliati dal piano di studi sono tesi a completare il quadro tecnico-metodologico.

- Insegnamenti a scelta vincolata:
  - Specifica di sistemi
  - Verifica di sistemi
- Insegnamenti consigliati
  - Ingegneria del Software II
  - Linguaggi II (se non già conseguito nella Laurea Triennale)
  - Algoritmi II
  - Game design and development

### 4. **Calcolo scientifico ad alte prestazioni (Temi Data Science/Computer Vision e Multimedia)**

Il Piano di Studi orientato al Calcolo Scientifico ad Alte Prestazioni è dedicato all'approfondimento dell'indagine computazionale di problemi tecnici e scientifici, e alla utilizzazione degli strumenti di matematica che sono di supporto alle tecnologie informatiche ed alle loro applicazioni - dal Calcolo Parallelo e Distribuito, al Calcolo ad Alte Prestazioni, al Grid Computing, al Cloud Computing e alla Grafica Computazionale.

- Insegnamenti a scelta vincolata:
  - Visione computazionale
  - Grafica computazionale e laboratorio
- Insegnamenti consigliati (se non già sostenuti alla triennale)



- Calcolo scientifico mod. A
- Calcolo parallelo e distribuito mod. B
- Istituzioni di Matematica 2

## 5. Robotica intelligente e sistemi cognitivi avanzati (Tema Intelligenza Artificiale)

Il Piano di Studi copre un ampio spettro di tematiche relative a sistemi robotici, intelligenza artificiale e sistemi cognitivi. I corsi obbligatori introducono le basi teoriche e gli strumenti concettuali necessari per la progettazione di Sistemi Robotici (autonomi, interattivi, cognitivi) ed applicazioni di Intelligenza Artificiale. In questo contesto gli studenti saranno stimolati a partecipare ad attività di laboratorio e di progetto. Gli insegnamenti suggeriti per completare il piano di studi includono approfondimenti su sistemi ad intelligenza distribuita (Sistemi Multi-agente), sistemi per l'interazione (Interazione Uomo Macchina, Elaborazione del Linguaggio Naturale), scienze cognitive (Mente e Macchine), visione computazionale e robotica (Controllo dei Robot).

### ■ Insegnamenti a scelta vincolata:

- Sistemi per il governo dei robot (12 CFU)

### ■ Insegnamenti consigliati:

- Sistemi multi-agente
- Interazione uomo-macchina
- Elaborazione del linguaggio naturale
- Visione computazionale
- Fondamenti di robotica (corso di laurea in Ingegneria dell'Automazione, 9 CFU)
- Mente e macchine

## 6. Sistemi percettivi e cognitivi (Temi Intelligenza Artificiale/Computer Vision e Multimedia)

Il Piano di Studi intende approfondire le tematiche di Machine Learning focalizzando sui processi algoritmico-simbolici di carattere informatico insieme a quelli di carattere biologico e mentale. Nel particolare dei due corsi obbligatori, il corso di mente e macchine intende fornire agli studenti un quadro metodologico di base relativo alla costruzione, al controllo e alla revisione di modelli e simulazioni computazionali; il corso di visione computazionale fornirà allo studente le basi per progettare, implementare e applicare algoritmi sulle immagini nel contesto di problemi reali. Il piano di studi potrebbe essere completato sia seguendo un percorso orientato ai sistemi percettivi sia un percorso orientato alla modellistica di sistemi biologici, entrambi con applicazioni a problemi reali.

### ■ Insegnamenti a scelta vincolata:

- Visione computazionale
- Mente e macchine

### ■ Insegnamenti consigliati

- Elaborazione del linguaggio naturale
- Interazione uomo-macchina
- Sistemi informativi multimediali

## 7. Codici e linguaggio naturale

Questo Piano di Studi è rivolto a chi si interessa di modelli della comunicazione e trattamento automatico delle lingue scritte e parlate, interazione uomo macchina, teoria dell'informazione. All'interno di questo indirizzo, inoltre, potranno essere concordati specifici percorsi nel campo della teoria dei codici e della matematica discreta, orientati a studenti con interessi maggiormente teorici.

### ■ Insegnamenti a scelta vincolata:

- Elaborazione del linguaggio naturale
- Teoria dell'Informazione

### ■ Insegnamenti consigliati - tematica sistemi percettivi

- Teoria dei Codici
- Sistemi Interattivi Multimediali
- Interazione uomo-macchina
- Sistemi multi-agente
- Algoritmi II
- Visione Computazionale
- Sistemi per il governo dei robot (12 crediti)

## 10. Informazioni Generali

### **Calendario delle attività didattiche - a.a. 2019/2020**

	<b>Inizio</b>	<b>Termine</b>
<b>1° periodo didattico</b>	16 settembre 2019	18 dicembre 2019
<b>1° periodo di esami</b>	19 dicembre 2019	07 marzo 2020
<b>2° periodo didattico</b>	09 marzo 2020	12 giugno 2020
<b>2° periodo di esami</b>	15 giugno 2020	31 luglio 2020
<b>3° periodo di esami</b>	24 agosto 2020	30 settembre 2020

Appelli garantiti per periodo di esami:

- Tre appelli nel 1° periodo di esami, di cui uno nel mese di Marzo;
- Due appelli nel 2° periodo di esami;
- Due appelli nel 3° periodo di esami, di cui uno nel mese di Ottobre.

Il calendario degli esami è consultabile on-line all'indirizzo:

<http://cs-informatica.dieti.unina.it/index.php/it/servizi-per-gli-studenti/calendario-esami/magistrale>

### **Calendario degli Esami di Laurea - a.a. 2019/2020**

Il calendario degli esami di laurea è consultabile on-line all'indirizzo:

<http://cs-informatica.dieti.unina.it/index.php/it/servizi-per-gli-studenti/esami-di-laurea/magistrale>

Esami di Laurea

La media per esami di profitto viene calcolata sui voti riportati nel solo biennio della Laurea magistrale, senza attribuire un peso al curriculum maturato dallo studente nella laurea di primo livello.

### **Referenti del Corso di Studi**

Coordinatore Didattico dei Corsi di Studio in Informatica:

Prof. Adriano Peron – Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione - tel. 081/679280 - e-mail: adrperon@unina.it.

Referente del Corso di Laurea per il Programma ERASMUS+:

Prof. Sergio Di Martino – Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione - tel. 081/679272 - e-mail: sergio.dimartino@unina.it.

### **Sito web del Corso di Studi**

<http://informatica.dieti.unina.it/>

## *11.Schede Degli Insegnamenti*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Algorithms and Data Structures II**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Inglese
INF/01	6	X				X	

**Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno**

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso intende fornire un'introduzione 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 progettazione greedy e di programmazione dinamica, con applicazioni alla soluzione di vari problemi di ottimizzazione, di compressione dei dati e problemi su grafi pesati. Vengono introdotte le classi di complessità P e NP e il concetto di NP-completezza e di riduzione tra problemi. Vengono infine presentate tecniche di progettazione ed analisi di algoritmi approssimati e di algoritmi randomizzati.

**PROGRAMMA**

Il problema della correttezza degli algoritmi: dimostrazioni per induzione, dimostrazioni di correttezza di algoritmi ricorsivi. Tecniche di progettazione di algoritmi: introduzione agli algoritmi greedy ed alla programmazione dinamica 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. Introduzione all'intrattabilità computazionale. Introduzione agli algoritmi approssimati; fattore di approssimazione; esempi di algoritmi approssimati per problemi su grafi. Introduzione agli algoritmi randomizzati. Progettazione ed analisi di algoritmi randomizzati per problemi di scheduling e problemi su grafi.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni

**MATERIALE DIDATTICO**

Jon Kleinberg e Eva Tardos: Algorithm Design, Addison-Wesley

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro						

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Data Bases II**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X			X		X

**Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno**

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Obiettivo del modulo è di fornire approfondimenti tecnologici sui DBMS relazionali e di proporre modelli dei dati alternativi a quello relazionale. Si sviluppa dunque una linea di approfondimento sugli aspetti tecnologici soggiacenti i Sistemi per la gestione delle basi di dati al fine di fornire strumenti di amministrare consapevole di basi di dati di taglia medio/grande. In particolare, si considerano le tecniche di indicizzazione, l'ottimizzazione delle interrogazioni, la gestione delle transazioni. Il secondo obiettivo del corso è quello di presentare modelli dei dati alternativi a quello relazionale ed in modo particolare il modello ad oggetti ed il modello relazionale ad oggetti, insieme ad una considerazione generale sui modelli NoSQL di recente discussione. Il fine complessivo del modulo è quello di orientare consapevolmente lo studente nella scelta dei modelli di dati e delle soluzioni tecnologiche più adeguate alla risoluzione dei problemi di memorizzazione e recupero dei dati.

**PROGRAMMA**

**Data base NoSQL e limitazioni del relazionale; Basi di dati ad oggetti: definizione dei dati e OQL. Basi di dati relazionali ad oggetti: il caso Object relational di Oracle. Elementi di tecnologia dei DBMS relazionali. Gestione delle transazioni.** Controllo di affidabilità. Controllo di concorrenza. **Memorizzazione dei dati. Indici:** Organizzazioni per chiave con strutture ad albero. Organizzazione per attributi non chiave: liste invertite, indici bitmap, indici multi-tributo. Organizzazione per dati multidimensionali. **Implementazione degli operatori relazionali. Ottimizzazione delle interrogazioni.**

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

Cattell R.G.C. , D. Berry et al, The Object Data Standard, Morgan Kaufmann Ed.  
 Oracle database. Object relational Developer's Guide. 12c Release 1 E53227-02.  
 P. Atzeni, S. Ceri, P. Fraternali, S. Paraboschi, R. Torlone, Basi di dati Architetture e linee di evoluzione, McGraw-Hill  
 A. Albano, Cosstruire sistemi per basi di dati, Addison-Wesley.

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro	Progetto facoltativo					

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Data Bases II**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X				X	X

**Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno**

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Obiettivo del modulo è di fornire approfondimenti su estensioni tematiche e funzionali dei DBMS relazionali transazionali. Le evoluzioni tematiche dei sistemi per la gestione delle basi di dati considerati riguardano in particolare il datawarehousing e la gestione dei dati spaziali. Un tema di approfondimento aggiuntivo è quello dei sistemi per dati semi-strutturati con particolare attenzione alle basi di dati xml. Il fine complessivo del modulo è quello di orientare consapevolmente lo studente nella scelta delle soluzioni tecnologiche più adeguate alla risoluzione dei problemi di memorizzazione e recupero dei dati in contesti applicativi specializzati e di avvicinarlo alla discussione dei temi contemporanei dei Bigdata e delle soluzioni NoSQL.

**PROGRAMMA**

Introduzione alle funzionalità dei sistemi GIS e alle basi di dati spaziali. Linguaggi di definizione e manipolazione di dati spaziali. Indicizzazione per dati spaziali. Estensione del linguaggio SQL con operatori spaziali. Il caso di Spatial Oracle. Progettazione concettuale, logica e fisica di sistemi per il Data Warehousing. OLAP, MOLAP e ROLAP. Il modello ROLAP di Oracle: viste materializzate, dimensioni, estensione della clausola GROUP BY, riscrittura di interrogazioni. Progettazione concettuale, logica e fisica di database semistrutturati. Linguaggi di interrogazione per database XML-nativi XPATH e XQUERY. Tipizzazione di dati semistrutturati.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

M. Golfarelli, S. Rizzi, Datawarehouse, McGrawHill.  
 Oracle database. Datawarehousing Guide. 11g Release 2 E25554-02.  
 Oracle database. Spatial Developer's Guide. 11g.  
 S. Abiteboul, I. Manolescu, P. Rigaux, M. Rousset, P. Senellart, Web Data Managment, Cambridge University Press, webdam.inria.fr/Jorge/files/wdm.pdf

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro	Progetto facoltativo					

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Bioinformatics**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6		X			X	Inglese

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

**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 alle 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.

**PROGRAMMA**

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.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

N. Cristianini and M.W. Hahn, Introduction to Computational Genomics, Cambridge Press

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro						



**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Parallel and distributed computing**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre	
		I	II		I	II
INF/01	6	X			X	

Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Fornire idee di base, metodologie, strumenti software per lo sviluppo di algoritmi in ambiente di calcolo paralleli e/o distribuiti ad alte prestazioni. Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.

**PROGRAMMA**

Concetto di "parallelismo" e di "alte prestazioni". I supercomputer. Classificazione e principali caratteristiche funzionali delle architetture parallele (classificazione di Flynn, rivista e aggiornata). Parametri di valutazione delle prestazioni degli algoritmi paralleli. I parametri classici di SpeedUp ed Efficiency. Metodologie per lo sviluppo di algoritmi paralleli e loro dipendenza dall'architettura. Esempi di progettazione e implementazione di algoritmi su architetture di tipo MIMD distributed memory (uso di message programming; la libreria MPI) e di tipo MIMD shared memory (l'esempio dei multicore; condivisione di memoria; la libreria OpenMP). Parametri di valutazione e scalabilità degli algoritmi paralleli. SpeedUp scalato ed Efficiency scalata. Il bilanciamento del Carico. Algoritmi tolleranti alla latenza e ai guasti. I/O parallelo. Algoritmi di base in ambiente parallelo e distribuito: ordinamenti, calcolo matriciale.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Parte integrante del corso sono le attività di laboratorio. Durante il corso, presentazione a scadenza fissata di 2-3 miniprogetti, da realizzare in ambiente MPI e/o OpenMP; la presentazione in tempo utile (e la sufficienza della qualità del lavoro) di tali miniprogetti, esonera gli studenti dalla prova d'esame al calcolatore.

**MATERIALE DIDATTICO**

Appunti e slide delle lezioni del corso:  
 A.Murli – Lezioni di Calcolo Parallelo, Liguori  
 Manuale di MPI  
 Manuale di OpenMP

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro	Sviluppo di progetti durante il corso; Prova al calcolatore					

*Calcolo Parallelo e Distribuito Modulo: B*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE : Parallel and Distributed Computing**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X				X	X

Insegnamenti propedeutici previsti: Calcolo Parallelo e Distribuito mod.A

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Fornire idee di base, metodologie, strumenti software per lo sviluppo di algoritmi in ambiente di calcolo paralleli e/o distribuiti ad alte prestazioni. Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.

**PROGRAMMA**

Differenze tra calcolo parallelo e calcolo distribuito. Il calcolo parallelo ad alte prestazioni: algoritmi a blocchi. Modelli di programmazione per gli ambienti di calcolo parallelo/distribuito più diffusi: cluster computing, multicore computing, network computing e GPU computing. Cenni alle nuove tipologie di ambienti di calcolo paralleli/distribuiti: grid computing e cloud computing. Modelli di programmazione ibridi/gerarchici. Esempi significativi di sviluppo di algoritmi in tali ambienti di calcolo.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni in laboratorio

**MATERIALE DIDATTICO**

- D. Kirk, W.W. Hwu, Programming Massively Parallel Processor second ed., Morgan Kaufman
- J. Dongarra et al., Sourcebook of parallel computing, Morgan Kaufman
- A. Murli, Lezioni di Calcolo Parallelo, Liguori ed.

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Discussione elaborati di laboratorio					

## Calcolo Scientifico Modulo A

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Scientific Computing

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
<b>MAT08</b>	<b>6</b>		<b>X</b>		<b>X</b>		<b>X</b>

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Approfondimento delle problematiche legate allo sviluppo, implementazione ed analisi degli algoritmi numerici per la risoluzione di problemi significativi del mondo reale. Lo studente sarà in grado di: -analizzare e confrontare i metodi in base al diverso problema applicativo da risolvere; -interpretare i risultati computazionali anche in relazione alle proprietà di consistenza, convergenza e stabilità; risolvere modelli matematici di problemi della scienza e dell'ingegneria scegliendo metodi numerici appropriati, mediante l'implementazione degli algoritmi in un opportuno ambiente di calcolo e/o l'uso di librerie di software scientifico.

#### PROGRAMMA

Sistemi lineari: fattorizzazione di matrici con speciali strutture (simmetriche definite positive, a banda, sparse) e risoluzione. Problemi di minimi quadrati lineari: risoluzione delle equazioni normali. Metodi iterativi per sistemi lineari: metodi stazionari, metodo del gradiente coniugato. Equazioni e sistemi non lineari: il metodo delle iterazioni a punto fisso, il metodo di Newton e le sue varianti. Modelli matematici ed equazioni differenziali ordinarie. Soluzione numerica di problemi ai valori iniziali, con metodi ad un passo, e di problemi ai limiti, con metodi alle differenze finite. Esempi ed applicazioni.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio

#### MATERIALE DIDATTICO

R.L. Burden , J.D. Faires, Numerical Analysis, Brooks/Cole Pub Co, 2015  
 J.W.Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997.  
 A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, P. Gervasio, Matematica Numerica, Springer , 2014  
 Y.Saad, Iterative Methods for Sparse Linear Systems , SIAM, 2003

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Sviluppo di progetti e prova al calcolatore					

## Calcolo Scientifico Modulo B

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Scientific Computing

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
<b>MAT08</b>	<b>6</b>		<b>X</b>			<b>X</b>	<b>X</b>

Insegnamenti propedeutici previsti: Calcolo Scientifico mod. A

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Introduzione ai moderni strumenti software per la risoluzione efficiente di problemi scientifici mediante calcolatore, ponendo l'accento sull'influenza che gli strumenti di calcolo esercitano sull'efficienza ed accuratezza degli algoritmi e sull'uso di librerie di software scientifico esistente con riguardo anche alla visualizzazione dei risultati. Parte integrante del corso è l'attività di laboratorio.

#### PROGRAMMA

Metodi, algoritmi e software per problemi di calcolo matriciale, studio dell'influenza dell'ambiente di calcolo sullo sviluppo di software efficiente e loro utilizzo in vari ambiti applicativi. Applicazione della Trasformata discreta di Fourier e relativo software e loro utilizzo in vari ambiti applicativi. Metodi, algoritmi e software per la risoluzione di problemi descritti da equazioni differenziali e relativo software.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali ed esercitazioni in laboratorio

#### MATERIALE DIDATTICO

R.L. Burden , J.D. Faires, Numerical Analysis, Brooks/Cole Pub Co, 2015  
 J.W.Demmel, Applied Numerical Linear Algebra, SIAM, 1997.  
 A. Quarteroni, R. Sacco, F. Saleri, P. Gervasio, Matematica Numerica, Springer , 2014  
 Y.Saad, Iterative Methods for Sparse Linear Systems , SIAM, 2003

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Sviluppo di progetti e prova al calcolatore					

## Complessità computazionale

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Computational complexity

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X				X	X

**Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno.**

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Questo corso estende e completa la preparazione algoritmica spostando l'attenzione dalla complessità dei singoli algoritmi alla complessità intrinseca dei problemi, espressa rispetto alle risorse computazionali necessarie per la loro risoluzione. In questo modo si apprendono criteri per stimare l'ottimalità degli algoritmi, si identificano tecniche comuni per la risoluzione sistematica di ampie classi di problemi, si acquisiscono approcci più scientifici alla risoluzione di nuovi problemi. Verranno spiegate le relazioni tra consumo di memoria e lunghezza della computazione e il ruolo del nondeterminismo nell'analisi dei problemi la cui complessità esatta non è nota. Verranno altresì analizzate le relazioni tra questi aspetti e aree applicative importanti quali crittografia, ricerca operativa e ottimizzazione combinatoria.

#### PROGRAMMA

Problemi e algoritmi: formulazioni intuitive e formalizzazioni mediante linguaggi e macchine di Turing multinastro. Misure appropriate di complessità in termini di spazio e di tempo. Teoremi di speedup. Confronti con altre formalizzazioni delle computazioni e tesi di Church (cenni). Classi di complessità, teoremi di gerarchia e teorema di Savitch. Riduzioni e completezza come formalizzazioni delle difficoltà relative e della complessità caratteristica dei problemi. Alcuni risultati di separazione. Problemi logici, su grafi e su insiemi completi per NP e coNP. Teorema di Cook. La gerarchia polinomiale e PSPACE. Relazioni con la crittografia moderna. Breve analisi dell'impatto del quantum computing sulla risoluzione di problemi e sulla crittografia. Cenni delle classi oltre PSPACE: problemi che richiedono risorse esponenziali e problemi indecidibili.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Esercitazioni.

#### MATERIALE DIDATTICO

Christos H. Papadimitriou, *Computational complexity*. Addison-Wesley 1994, ISBN 978-0-201-53082-7, pp. I-XV, 1-523

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla	X	A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro						

## Computer Forensics

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Computer Forensics

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua
		I	II	III	I	II	Italiano
INF/01	6		X			X	

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si pone l'obiettivo di far acquisire agli studenti le competenze di base nell'ambito della Computer Forensics su aspetti teorici, tecnici, metodologie e regole giuridiche alle quali deve attenersi chi opera nel settore, con illustrazione delle tecniche paradigmatiche di indagine scientifica laddove è possibile ricorrere a prove in formato digitale sia per i casi di reati strettamente informatici, sia per gli altri tipi di illeciti in cui il dato informatico può rappresentare una prova, e relativa declinazione nel contesto normativo italiano.

#### PROGRAMMA

Introduzione all'informatica forense. Elementi, ruolo, criticità e approccio metodologico dell'informatica forense. Normative e aspetti pragmatici relativi alla costruzione della prova. Aspetti legali e tecnologici relativi all'attendibilità del dato informatico e al trattamento del reperto informatico - nello specifico la disk forensics, e il trattamento dei file systems per la corretta acquisizione e la ricostruzione di informazioni. Strumenti Hardware e Software utilizzati nella digital forensics, ivi compresi la network forensics, la mobile forensics e l'embedded forensics. Metodologie per l'acquisizione di dati crittografati.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali ed esercitazioni.

#### MATERIALE DIDATTICO

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla	X	A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)						

*Economia e organizzazione aziendale*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Economics**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
ING-IND/35	6	X				X	X

**Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno**

**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.

**PROGRAMMA**

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.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro						

## Elaborazione del Linguaggio Naturale

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Natural Language Processing

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
Inf/01	6		X		X		

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

#### 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.

#### PROGRAMMA

Dopo una introduzione alla Linguistica Generale (cenni) e una descrizione delle principali sottodiscipline in cui la Linguistica si articola, il corso procede articolandosi in due rami principali: elaborazione del testo scritto ed elaborazione della lingua parlata. **Gli argomenti per elaborazione del testo sono:** Espressioni Regolari, normalizzazione dei testi, Minimum Edit Distance, N-grammi, Part-of-Speech Tagging. Parsing sintattico a costituenti e a dipendenze, Word sense disambiguation e Wordnet, Rappresentazione di lessici e semantica in database a grafi.

**Gli argomenti per la elaborazione della lingua parlata sono:** Cenni di fonetica acustica e di fonologia articolatoria, L'uso del software PRAAT e del suo linguaggio di scripting, Hidden Markov Models, Sintesi Vocale, Riconoscimento Automatico del Parlato, Sistemi di dialogo con agenti artificiali, Spoken Language Understanding.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali, esercitazioni in aula

#### MATERIALE DIDATTICO

Jurafsky D. & Martin J.H. Speech and Language Processing, Prentice Hall 3<sup>rd</sup> ed.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Progetto di un tool per l'Elaborazione di testi e/o segnali vocali					



*Elaborazione di segnali multimediali*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Multimedia Signal Processing**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua	
		I	II		I	II	Italiano	
ING-INF/03	9	X	X			X		

**MUTUAZIONE DAL CORSO DI LAUREA Magistrale in Ingegneria Elettronica**

Insegnamenti propedeutici previsti:

**OBIETTIVI FORMATIVI**

--

**PROGRAMMA**

--

**MODALITA' DIDATTICHE**

--

**MATERIALE DIDATTICO**

--

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

*Elementi di automatica*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua	
		I	II		I	II	Italiano	
ING-INF/04	6	X	X			X		

**MUTUAZIONE DAL CORSO DI LAUREA Ingegneria Elettrica**

Insegnamenti propedeutici previsti:

**OBIETTIVI FORMATIVI**

--

**PROGRAMMA**

--

**MODALITA' DIDATTICHE**

--

**MATERIALE DIDATTICO**

--

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

*Fondamenti di robotica*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Robotics fundamentals**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua	
		I	II		I	II	Italiano	
ING-INF/04	9	X	X		X			

**MUTUAZIONE DAL CORSO DI LAUREA Magistrale in Ingegneria dell'Automazione**

Insegnamenti propedeutici previsti:

**OBIETTIVI FORMATIVI**

--

**PROGRAMMA**

--

**MODALITA' DIDATTICHE**

--

**MATERIALE DIDATTICO**

--

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

## Game Design and Development

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Game Design and Development

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua	
		I	II		I	II	Inglese	
INF/01	6		X			X	X	

**Insegnamenti propedeutici previsti:** Machine learning e applicazioni

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Al termine del corso, ci si aspetta che lo studente abbia acquisito le seguenti conoscenze ed abilità:

- conoscere le diverse tipologie di videogiochi
- conoscere gli elementi fondamentali che compongono l'esperienza di gioco
- saper realizzare applicazioni Java per device mobili
- saper strutturare un'applicazione grafica interattiva ad alta performance
- saper utilizzare una libreria di simulazione della meccanica dei corpi rigidi
- saper interagire programmaticamente con i sensori tipici dei device mobili
- saper ideare e realizzare semplici giochi per device mobili

#### PROGRAMMA

Storia e tipologie di videogiochi. Elementi di Game Design.

Richiami di Java. Android come ambiente di programmazione. Struttura di un game engine.

Tecniche di programmazione per la grafica e l'audio. Tecniche di programmazione per la simulazione della meccanica dei corpi rigidi. Uso programmatico di touch-screen e sensori di localizzazione.

Tecniche di programmazione ad alta performance.

Elementi di Teoria dei Giochi ed Intelligenza Artificiale.

Sviluppo guidato di un progetto di videogioco.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Esercitazioni, tra cui un'esercitazione di gruppo su game design.

#### MATERIALE DIDATTICO

- Robert Green e Mario Zechner, Beginning Android Games (2a edizione), Apress 2012
- Jesse Schell, The Art of Game Design, CRC Press
- Ian Millington, Artificial Intelligence for Games, Morgan Kaufmann
- trasparenze disponibili sul sito del docente

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Sviluppo di un progetto software.					

*Grafica computazionale e laboratorio*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Computational graphics**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6		X		X		X

Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno.

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Fornire agli studenti i metodi di base e i fondamenti della progettazione degli algoritmi per la sintesi di immagini bi-tridimensionali tramite calcolatore. Fornire agli studenti alcune tecniche implementative e le conoscenze basilari degli strumenti software per la modellazione e la visualizzazione di oggetti tramite calcolatore.

**PROGRAMMA**

Introduzione a sistemi grafici, tecniche di composizione della scena. Pipeline grafica per illuminazione locale: dal modello al rendering dell'immagine finale. Metodi, algoritmi e software per proiezioni geometriche, illuminazione, ombreggiatura e tessitura delle superfici tridimensionali, rimozione delle superfici nascoste, ritaglio degli oggetti al di fuori dell'inquadratura (libreria OpenGL). Strumenti per la gestione di una interfaccia real-time (libreria glut). Metodi, algoritmi e software per la modellazione e la manipolazione di oggetti geometrici, rappresentazioni poligonali, curve, superfici di Bezier e NURBS (libreria GLU). Metodi, algoritmi e software per l'illuminazione globale. Programmazione dei processori grafici (GPU). Studio e sviluppo di un case study che riprenda concetti, algoritmi e software discussi, ed utilizzati in particolari ambiti applicativi.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

--

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro	Prova di laboratorio e colloquio orale e/o prova scritta.					

## Griglie computazionali

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Grid computing

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X				X	X

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

#### 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 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 affrontate le tecniche di utilizzo di sistemi GRID in applicazioni general purpose.

#### PROGRAMMA

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, Grid Monitoring. Uso di una griglia per semplici applicazioni.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Laboratorio.

#### MATERIALE DIDATTICO

Ian Foster, Carl Kesselman, Steven Tuecke., The Anatomy of the Grid  
 Ian Foster, Carl Kesselman, The Grid 2 Blueprint for a New Computing Infrastructure.  
 European Grid Infrastructure (EGI) documentations..

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro						

## Ingegneria del Software II

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Software Engineering II

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua	
		I	II		I	II	Italiano	
INF/01	6		X		X			

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

#### 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, quali quelle basate su web, Cloud e Microservizi, 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.

#### PROGRAMMA

Concetti di Software Maintenance. La Manutenzione del Software. Manutenzione Adattiva, Correttiva ed Evolutiva. Il processo di sviluppo di interventi di Manutenzione. Program Comprehension, Software Visualization. Reverse Engineering, Re-Engineering, Evoluzioni Architetture.

Gestione di forniture software per la Pubblica Amministrazione Italiana. Le linee guida AGID.

Architetture Distribuite: Il Cloud Computing, i Microservizi

Metriche del Software. Teoria della Misura. Metriche Procedurali e O-O, i Function Points

Refactoring e Bad Smells

Continuous Integration, Delivery e Deployment.

Testing di GUI

Behaviour Driven Development

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali, Realizzazione di progetti

#### MATERIALE DIDATTICO

I. Sommerville. Software Engineering, X ed., Addison Wesley, 2015.

C. Larman, Applicare UML e i Pattern - Analisi e Progettazione orientata agli Oggetti, III ed. Prentice-Hall, 2016

B. Bruegge, A. Dutoit. Object-Oriented Software Engineering, Pearson, 2008.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Progetto o tesina					

*Istituzioni di matematica 2*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Calculus II**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
MAT/05	6	X			X		X

Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno

**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.

**PROGRAMMA**

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.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

--

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro						



*Laboratorio di sistemi digitali*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Digital Systems laboratory**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua	
		I	II		I	II	Italiano	
FIS/01	8	X	X			X		

**MUTUAZIONE DAL CORSO DI LAUREA in Fisica**

Insegnamenti propedeutici previsti:

**OBIETTIVI FORMATIVI**

--

**PROGRAMMA**

--

**MODALITA' DIDATTICHE**

--

**MATERIALE DIDATTICO**

--

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

## Linguaggi di Programmazione II

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Programming Languages II

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X				X	X

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso intende esporre gli studenti ad un'ampia gamma di problematiche di programmazione avanzata, con particolare riguardo alla programmazione orientata agli oggetti in linguaggio Java. Dal punto di vista della progettazione, verranno discussi principi generali ed esempi specifici di organizzazione di gerarchie di classi, avendo come riferimento i più comuni Design Pattern. Dal punto di vista dell'implementazione, verranno presentate tecnologie e caratteristiche avanzate proprie dei linguaggi di programmazione moderni, come la programmazione generica (o template), il multithreading e le librerie di collezioni.

#### PROGRAMMA

Richiami di linguaggio Java.  
 Classi interne, locali e anonime.  
 Il sistema dei tipi Java e l'algoritmo di risoluzione del binding dinamico.  
 Confronto e ordinamento tra oggetti. Clonazione.  
 Classi e metodi parametrici (*generics*). Programmare con le collezioni: insiemi, liste e array associativi.  
 Programmazione multithread; comunicazione e sincronizzazione tra thread.  
 Riflessione.  
 Design Pattern e loro implementazione in Java.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Esercitazioni, anche con uso del sistema web CrowdGrader.

#### MATERIALE DIDATTICO

- P. Sestoft, Java Precisely (3a edizione). MIT Press 2016
- C.S. Horstmann, Core Java - Volume I (10a edizione). Pearson/Prentice Hall
- trasparenze disponibili sul sito del docente

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro						

## Logica

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE *Logic*

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
M-FIL/02	6	X			X		

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Acquisire una conoscenza delle principali proprietà sintattiche e semantiche della logica classica proposizionale e della logica del primo ordine. Acquisire familiarità con i principali sistemi deduttivi della logica classica che sono di interesse per l'informatica. Acquisire la capacità di formalizzare enunciati dichiarativi e problemi nel linguaggio della logica classica, nonché di verificare la correttezza di un ragionamento informale.

#### PROGRAMMA

Logica proposizionale: sintassi e semantica. Forme normali congiuntiva e disgiuntiva. La deduzione naturale. Calcolo dei sequenti. Tableaux analitici. Risoluzione, procedura di Davis-Putnam e metodo refutazionale. Correttezza, completezza e compattezza della logica proposizionale. Logica del primo ordine: elementi di sintassi e di semantica tarskiana. Tableaux analitici. Universo di Herbrand, clausole ground e metodo refutazionale. Formalizzazione e verifica formale di ragionamenti informali. Forma normale prenessa e skolemizzazione. Correttezza, completezza e compattezza della logica del primo ordine. Teorema di Skolem-Lowenheim e modelli non-standard. Cenni ai teoremi di incompletezza di Goedel. Dimostrabilità, verità e insiemi ricorsivamente enumerabili.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali ad argomento teorico ed esercitazioni per la soluzione di esercizi e problemi elementari di logica.

#### MATERIALE DIDATTICO

Capitoli scelti dai seguenti libri di testo:

D. Mundici, *Logica: metodo breve*, Springer Italia, Milano.

R. Smullyan, *First-order Logic*, Springer Verlag, Berlino.

J. Lemmon, *Introduzione alla logica*, Laterza, Roma.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro						

## *Machine Learning e applicazioni Modulo A*

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Machine Learning and applications

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X			X		

**Insegnamenti propedeutici previsti:** Nessuno

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si prefigge di fornire allo studente le competenze riguardanti tutta quella serie di approcci basati sull'apprendimento automatico (meglio conosciuto come machine learning) che vengono applicati in moltissimi campi per l'analisi di dati di natura molto diversa. Infatti, per ottenere buone prestazioni strumenti di analisi dei dati e di business intelligence occorre scegliere lo strumento più opportuno e adattarne l'applicazione al caso specifico. Pur salvaguardando la generalità degli approcci nella scelta dei contenuti del corso, essi saranno presentati nel contesto dell'information retrieval.

#### PROGRAMMA

ML applicato all'Information retrieval. Verranno introdotti i sistemi di information retrieval e i problemi che pongono. Partendo dal modello booleano, verranno considerate le diverse componenti, quali l'indice invertito, il dizionario e i diversi tipi di query, comprese quelle contenenti wildcard. Si passerà poi allo schema tf-idf, al modello a spazio vettoriale e al relevance feedback. Per quel che riguarda la classificazione, con particolare attenzione alla categorizzazione di testi, si considereranno kNN, Rocchio, Naive Bayes con modello di Bernoulli e multinomiale e Support Vector Machine (SVM). Per quel che riguarda gli approcci senza supervisione e in particolare la funzione degli algoritmi di clustering in un sistema di information retrieval, verranno discussi l'algoritmo K-means, quello gerarchico e il problema del cluster labeling. Cenni di feature selection.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali.

#### MATERIALE DIDATTICO

Chris Manning, Prabhakar Raghavan and Hinrich Schütze, Introduction to Information Retrieval, Cambridge University Press. 2007.

Materiale fornito dal docente.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro						

*Machine Learning ed applicazioni Modulo B*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Machine Learning and applications**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X				X	X

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso si prefigge di fornire allo studente le competenze riguardanti tutta quella serie di approcci basati sull'apprendimento automatico, meglio conosciuto come Machine Learning (ML), che vengono applicati in moltissimi campi per l'analisi di dati di natura molto diversa. Infatti, per ottenere buone prestazioni strumenti di analisi dei dati e di business intelligence occorre scegliere lo strumento più opportuno e adattarne l'applicazione al caso specifico. Pur salvaguardando la generalità degli approcci nella scelta dei contenuti del corso, essi saranno presentati in contesti applicativi estremamente attuali e importanti: information retrieval, analisi delle immagini e data mining.

**PROGRAMMA**

ML applicato all'analisi di immagini e al data mining. Il secondo modulo partirà da modelli lineari applicati sia alla classificazione che alla regressione, per passare poi alle reti neurali feed-forward per la classificazione. Si passerà poi alle problematiche introdotte negli approcci di machine learning dalla grande dimensione dei dati coinvolti (Big Data). Un aspetto cruciale per un uso accurato e proficuo delle tecniche di machine learning riguarda la rappresentazione dell'ingresso e quindi il progetto delle caratteristiche (feature design) che comprende selezione, riduzione, trasformazione e fusione. A seguire, verrà approfondito il problema del clustering, considerando le self-organizing maps e il clustering gerarchico e spettrale. Infine, si farà cenno a metodi ensemble e di boosting per la classificazione. In tutto questo secondo modulo, i diversi approcci verranno esemplificati con significativi problemi tratti dai campi dell'analisi delle immagini e del data mining.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

C.M. Bishop, Neural Networks for pattern recognition, 1995., OXFORD University Press

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro						

## Matematica per la Crittografia

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Mathematics for Cryptography

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
MAT/05	6		X		X		X

**Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno**

#### 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.

#### PROGRAMMA

Richiami su crittografia e crittoanalisi: crittosistemi, cifrari storici, teoria di Shannon e cifrari perfetti, problema dello scambio delle chiavi, sistemi asimmetrici. Divisibilità e problemi di fattorizzazione in un dominio di integrità. Aritmetica modulare, algoritmo euclideo; funzioni aritmetiche; pseudoprime e numeri di Carmichael; struttura dell'anello degli interi mod  $n$  e dei gruppi di interi mod  $n$  invertibili; residui quadratici, simboli di Legendre e di Jacobi, legge di reciprocità quadratica. Proprietà aritmetiche dei numeri primi e criteri di primalità. Richiami su algoritmi e complessità computazionale. Il problema della fattorizzazione e il problema del logaritmo discreto. Panoramica di metodi di fattorizzazione. Crittografia a chiave pubblica, esempi classici. Campi finiti e polinomi. Curve ellittiche e iperellittiche. Crittosistemi su curve ellittiche. Uno sguardo sul futuro: cenni sulla crittografia quantistica.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali ed esercitazioni

#### MATERIALE DIDATTICO

Slides delle lezioni

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro	Elaborato su argomento a scelta					

*Mente e macchine*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Minds and machines**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X			X		

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Lo studente acquisirà la capacità di analizzare le problematiche etiche e sociali collegate a uno sviluppo tecnologico responsabile e in particolare quelle collegate alla progettazione e all'uso di sistemi ICT, dell'intelligenza artificiale e della robotica. Lo studente acquisirà la capacità di applicare concetti e tecniche fondamentali dell'informatica allo studio dei processi di elaborazione dell'informazione dei sistemi biologici. Lo studente acquisirà conoscenze di base sui principali snodi storici nello sviluppo della cibernetica, dell'IA, della robotica cognitiva e di discipline affini.

**PROGRAMMA**

Introduzione alle tematiche ELSE (Ethical, Legal and Socio-Economic) dell'informatica e della robotica. Analisi di casi di studio reali allo scopo di elaborare una valutazione ELSE nelle fasi di progettazione, test ed uso. Introduzione alle metodologie per lo studio scientifico dei sistemi adattativi e cognitivi biologici mediante simulazioni informatiche e robotiche. Analisi di casi di studio specifici nei settori della psicologia cognitiva, della neuropsicologia, dell'etologia e della neuroscienza cognitive. Introduzione a snodi storici fondamentali nello sviluppo della cibernetica e dell'IA: Norbert Wiener e la cibernetica; Alan Turing, i fondamenti dell'informatica e la nascita dell'IA; IA e scienze cognitive; biorobotica; reti neurali e studio funzionale del sistema nervoso centrale.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali; analisi seminariali di articoli scientifici sulle tematiche del corso.

**MATERIALE DIDATTICO**

Articoli specialistici e altri materiali reperibili liberamente in rete oppure tramite il sistema bibliotecario di ateneo

**MODALITA' DI ESAME**

<b>L'esame si articola in prova</b>	<b>Scritta e orale</b>	X	<b>Solo scritta</b>		<b>Solo orale</b>	
<b>In caso di prova scritta i quesiti sono</b>	<b>A risposta multipla</b>		<b>A risposta libera</b>	X	<b>Esercizi numerici</b>	
<b>Altro</b>	Sviluppo di un elaborato (tesina) individuale su uno degli argomenti trattati nel corso.					

*Misure per l'automazione e la produzione industriale*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua	
		I	II		I	II	Italiano	
ING-INF/07	6	X	X		X			

**MUTUAZIONE DAL CORSO DI LAUREA in Ingegneria Informatica**

Insegnamenti propedeutici previsti:

**OBIETTIVI FORMATIVI**

--

**PROGRAMMA**

--

**MODALITA' DIDATTICHE**

--

**MATERIALE DIDATTICO**

--

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						



*Neurobiologia*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Neurobiology**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua	
		I	II		I	II	Italiano	
BIO/09	6		X			X		

**MUTUAZIONE DAL CORSO DI LAUREA in Scienze Biologiche**

Insegnamenti propedeutici previsti:

**OBIETTIVI FORMATIVI**

--

**PROGRAMMA**

--

**MODALITA' DIDATTICHE**

--

**MATERIALE DIDATTICO**

--

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

## Ottimizzazione Combinatoria

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Combinatorial Optimization

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
MAT/09	6		X			X	X

Insegnamenti propedeutici previsti: Ricerca Operativa

#### 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. Allo studio teorico di questi problemi viene affiancata la descrizione delle loro applicazioni in scenari del mondo reale, inclusi il controllo ottimo, le comunicazioni, la logistica, i servizi e la produzione industriale.

Per quanto riguarda i modelli di programmazione a variabili intere con regione ammissibile finita (problemi combinatorici sia lineari che non lineari), il corso mira a fornire un trattamento completo e rigoroso della loro classificazione computazionale. Per quei problemi computazionalmente intrattabili, oltre ai metodi di soluzione esatti, il corso si prefigge di illustrare anche metodi più sofisticati, come algoritmi di approssimazione e algoritmi euristici e metaeuristici.

#### PROGRAMMA

Introduzione all'Ottimizzazione Combinatoria: definizioni di problema di ottimizzazione e di problemi di decisione; definizione di un generico problema di ottimizzazione combinatoria lineare; definizione di un generico problema di ottimizzazione combinatoria non lineare; proprietà della regione ammissibile di un problema di ottimizzazione combinatoria. Funzioni di Karp-riducibilità polinomialmente calcolabili. Classi di Complessità Computazionale: classe P e sue proprietà; classe NP e sue proprietà; classe NP-ardua e sue proprietà; classe NP-completa e sue proprietà; classe fortemente NP-completa e sue proprietà. Classificazione dei metodi di soluzione: metodi esatti; metodi approssimazione; metodi euristici. Metodi esatti: Upper e Lower Bounds; Branch & Bound; Branch & Cut; Piani di Taglio; Programmazione Dinamica. Fondamenti teorici per i metodi greedy – Teoria delle Matroidi: definizione di matroide e sue proprietà; algoritmi greedy per problemi su matroidi pesate e dimostrazione delle loro correttezza; esempi di problema di ottimizzazione combinatoria risolvibili all'ottimo tramite tecnica greedy in quanto riconducibili a problemi su matrodi pesate: il Problema dell'Albero di Copertura Minimo di un grafo; un Problema di Schedulazione. Algoritmi di Approssimazione: definizione e calcolo del rapporto di prestazione nel caso peggiore (errore assoluto) di un algoritmo di approssimazione; definizione di errore relativo nel caso peggiore di un algoritmo di approssimazione. Classi di Approssimazione: classe APX e sue proprietà; classe PTAS e sue proprietà; classe FPTAS e sue proprietà. Problema del Vertex Cover Minimo di un grafo: descrizione verbale e logico-matematica; teorema dell'approssimabilità; un algoritmo di approssimazione di tipo greedy: dimostrazione della convergenza; calcolo dell'errore; analisi della complessità computazionale; un algoritmo di approssimazione di tipo random: dimostrazione della convergenza; calcolo dell'errore; analisi della complessità computazionale. Problema del Massimo Insieme Indipendente di un grafo: descrizione verbale e logico-matematica; teorema dell'inapprossimabilità; un algoritmo di tipo greedy non di approssimazione: dimostrazione della convergenza; calcolo dell'errore; analisi della complessità computazionale. Classificazione dei Metodi Euristici. Definizione di Neighborhood di una soluzione. Procedure di Ricerca Locale. Algoritmi Metaeuristici: algoritmi genetici; algoritmi tabù search; algoritmi simulated annealing; algoritmi GRASP (Greedy Randomized Adaptive Search Procedure): un algoritmo GRASP per il Problema Max-Cut. Il Problema dello Zaino 0/1: descrizione verbale e logico-matematica; rilassamento continuo: il Problema dello Zaino Frazionario; un algoritmo Branch & Bound; due algoritmi di Programmazione Dinamica; due upper bounds; un algoritmo 1/2 approssimato: dimostrazione della convergenza; calcolo dell'errore; analisi della complessità computazionale; un PTAS: dimostrazione della convergenza; calcolo dell'errore; analisi della complessità computazionale; un FPTAS: dimostrazione della convergenza; calcolo dell'errore; analisi della complessità computazionale; Il Problema del Commesso Viaggiatore (TSP): descrizione verbale e logico-matematica; teorema dell'inapprossimabilità; un algoritmo Branch & Bound; varianti del Problema dello Commesso Viaggiatore (TSP): TSP su grafi generici; TSP grafico; TSP asimmetrico; TSP bottleneck. un algoritmo 2-approssimato per il TSP simmetrico con disuguaglianza triangolare: dimostrazione della convergenza; calcolo dell'errore; analisi della complessità computazionale; un algoritmo 3/2-approssimato per il TSP simmetrico con disuguaglianza triangolare: dimostrazione della convergenza; calcolo dell'errore; analisi della complessità computazionale; algoritmi euristici per il TSP standard; algoritmi di costruzione di una soluzione ammissibile per il TSP standard; insiemi neighborhoods di una soluzione; algoritmi di ricerca locale: 2-opt exchange; k-opt exchange; analisi della complessità

computazionale di 2-k-opt exchange. Metaeuristiche per il TSP standard: un algoritmo genetico; un algoritmo tabù search; un algoritmo simulated annealing; un algoritmo GRASP.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Esercitazioni.

#### MATERIALE DIDATTICO

Appunti e Dispense del Corso

P. Festa. Ottimizzazione Combinatoria, UTET Università – De Agostini Scuola, 2017.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

## Reti di calcolatori II

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Computer network II

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X				II	

**Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno**

#### 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.

#### PROGRAMMA

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.).

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali con esercitazioni

#### MATERIALE DIDATTICO

Slide del corso.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro	Elaborato su argomento concordato.					

## Ricerca Operativa

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Operations Research

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
MAT/09	6		X		X		X

#### OBIETTIVI FORMATIVI

L'insegnamento si prefigge quale obiettivo principale l'introduzione degli studenti all'uso dei modelli di programmazione matematica ed in particolare ai modelli di ottimizzazione lineare (sia continui che a variabili intere) ed alle loro applicazioni nei campi della logistica, dei servizi e della produzione industriale. L'impostazione metodologica del Corso, inoltre, punta al conseguimento dei seguenti ulteriori obiettivi intermedi: capacità di formalizzazione dei modelli di ottimizzazione per problemi di logistica, organizzazione, pianificazione, scheduling, trasporto, flusso su reti e problemi su grafi ed alberi; conoscenza della teoria e dei metodi di ottimizzazione lineare continua, di ottimizzazione lineare discreta e di ottimizzazione su grafi, alberi e reti di flusso; capacità di utilizzazione dei modelli matematici dei classici problemi di ottimizzazione e dei relativi algoritmi di risoluzione nei campi della Pianificazione della Produzione, della Localizzazione, della Gestione delle Scorte e della Logistica.

#### PROGRAMMA

Problemi di Programmazione Lineare e Metodo del Simplex. Definizione e classificazione dei problemi di ottimizzazione e dei problemi di decisione e classificazione dei relativi metodi risolutivi (metodi esatti, metodi di approssimazione e metodi euristici). Programmazione Lineare (PL): il Metodo del Simplex. Problemi di Programmazione Lineare Intera (1 credito) Metodi esatti per la risoluzione dei problemi di Programmazione Lineare Intera (Branch & Bound; piani di taglio; programmazione dinamica). Esempi di problemi di PLI con matrice dei vincoli uni-modulare: il problema del trasporto ed il problema dell'assegnamento. Problemi dello Zaino. Un algoritmo Branch and Bound per il problema dello Zaino 0/1; un algoritmo greedy per il problema dello Zaino Frazionario; due algoritmi di Programmazione Dinamica per il problema dello Zaino 0/1. Problemi di Ottimizzazione su grafi ed alberi: Vertex Cover ed Albero di Copertura Minimo. Il problema del Vertex Cover: un algoritmo 2-approssimato per il problema del Vertex Cover. Il problema dell'albero di copertura di un grafo a costo minimo (MST): l'algoritmo di Kruskal. Problemi di Ottimizzazione su grafi ed alberi: Problemi di Cammino Minimo. Cammini in un grafo orientato: il problema della raggiungibilità (visita in ampiezza; visita in profondità). Il problema dei cammini minimi: l'algoritmo di Dijkstra; l'algoritmo di Floyd e Warshall. Problemi di Ottimizzazione su grafi ed alberi: Pianificazione di un Progetto e Problema del Massimo Flusso. Pianificazione di un progetto: il Metodo CPM. Problemi di flusso su reti: il problema del massimo flusso; teorema max-flow min-cut; algoritmo di Ford-Fulkerson.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Esercitazioni.

#### MATERIALE DIDATTICO

Appunti e Dispense del Corso

D. Bertsimas e J.N. Tsitsiklis, Introduction to Linear Optimization, Belmont - Massachusetts (USA), Dynamic Ideas and Athena Scientific, 2008

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	X
Altro						

## Semantic Web

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Semantic Web

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
			X		X		X

Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si propone di fornire allo studente le basi teoriche e implementative per lo sviluppo di ontologie nell'ambito del web semantico. Nello specifico si affronterà lo standard OWL e le Logiche Descrittive soggiacenti. In tale contesto vengono studiate sia le proprietà tecniche delle logiche trattate (tra le quali il rapporto fra espressività e complessità) che le tecniche di implementazione (ottimizzazioni comprese). Infine, particolare enfasi verrà data all'uso delle logiche medesime per rappresentare diversi domini applicativi.

#### PROGRAMMA

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. Logiche descrittive: sintassi, semantica e reasoning tasks. Logiche descrittive e lo standard OWL. Espressività e complessità dei diversi frammenti logici. Strumenti di sviluppo di Ontologie (Protegé). Modellazione di domini tramite OWL (definizione di ontologie). Risultati negativi: indecidibilità di alcune logiche descrittive. Logiche a bassa complessità e il profilo OWL-EL. Meccanismi di ragionamento automatico basati su tableaux e relative tecniche di ottimizzazione. Meccanismi di ragionamento per la logica EL. Elementi di programmazione logica: il linguaggio Prolog, esempi di programmi logici, negazione come fallimento.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Esercitazioni.

#### MATERIALE DIDATTICO

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro						

*Sicurezza e Privacy.*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Security and Privacy**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II	III	I	II	Italiano
			X		X		X

**Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno**

**OBIETTIVI FORMATIVI**

Il corso si propone di fornire allo studente una panoramica il più possibile completa delle problematiche relative alla sicurezza e alla privacy informatiche 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.

**PROGRAMMA**

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. Approcci *game theoretic* alla privacy. 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, PGP, SSL, SSH, Kerberos.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO (max 4 righe, Times New Roman 10)**

Stallings: *Sicurezza delle reti*. Mc Graw Hill  
 Articoli, dispense e slides forniti dal docente

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro						

## *Sistemi informativi multimediali*

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Multimedia information systems

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6		X			X	X

**Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno**

#### 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. Particolare attenzione è rivolta a sistemi di localizzazione quali GPS, Fingerprinting ed INS.

#### PROGRAMMA

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. Sistemi di Localizzazione, GPS, Fingerprinting ed Inertial Measurement System.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Esercitazioni.

#### MATERIALE DIDATTICO

Guojun Lu, Multimedia Database Management Systems, Artech House.  
 Blanken, de Vries, Blok, Feng, Multimedia Retrieval, Springer.  
 Ahmed El-Rabbany, Introduction to GPS, Artech House.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						



## Sistemi Multi-Agente

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Multi-Agent Systems

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre	
		I	II		I	II
INF/01	6		X			X

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

#### OBIETTIVI FORMATIVI

La crescente distribuzione e interconnessione dei sistemi informatici spinge alla realizzazione di sistemi costituiti da diverse entità, chiamate agenti, che interagiscono fra loro in ambienti complessi. Un sistema multi-agente è composto, infatti, da entità autonome, con informazioni distribuite, capacità computazionali e possibilmente interessi divergenti. I sistemi basati su agenti sono impiegati in svariati ambiti: dal commercio elettronico, al controllo dei processi industriali, alla domotica, al grid/cloud computing, ai web service, alla robotica. Scopo del corso è presentare una introduzione alla teoria, alle metodologie e agli algoritmi per la progettazione e la realizzazione di sistemi multi-agente. In particolare, saranno presentati metodi per la progettazione di agenti singoli, in grado di prendere decisioni razionali, e per la progettazione di sistemi composti da più agenti, con particolare riguardo alla comunicazione e ai processi di decisione e interazione fra gli agenti. Alla fine del corso gli studenti acquisiranno la capacità di progettare e sviluppare sistemi distribuiti basati sul paradigma degli agenti.

#### PROGRAMMA

Introduzione al concetto di agente autonomo e di sistema multi-agente. Basi algoritmiche per la realizzazione di sistemi multi-agente, includendo problemi di ottimizzazione distribuita e risoluzione di problemi. Gli agenti intelligenti come decisori ottimali e subottimali: funzioni di utilità, problemi di decisione. Algoritmi per problemi di soddisfacimento di vincoli distribuiti. La comunicazione fra agenti: atti comunicativi, linguaggi di comunicazione fra agenti. L'interazione fra agenti: teoria dei giochi non cooperativi e cooperativi, social choice, mechanism design, negoziazione, aste, coalizioni e meccanismi di voto. Strumenti di sviluppo per sistemi software basati su agenti.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Esercitazioni.

#### MATERIALE DIDATTICO

R.H. Bordini, J.F. Hubner, and M. Wooldridge. 2007. Programming Multi-Agent Systems in Agentspeak Using Jason (Wiley Series in Agent Technology). John Wiley and Sons;  
 Wooldridge, An Introduction to MultiAgent Systems - Second Edition. John Wiley and Sons, 2009;  
 Y. Shoham and K. Leyton-Brown. Multiagent Systems: Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations. Cambridge UP, 2008.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta	X	Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Progetto					

## Sistemi Operativi II

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Operating Systems II

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X				X	X

Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si pone come obiettivo principale quello di analizzare in modo approfondito e dettagliato gli algoritmi e le strutture dati implementati in un sistema operativo (Linux 2.6). In secondo luogo esso affronta le stesse problematiche, in contesti differenti, quali i dispositivi mobile ed il Cloud.

#### PROGRAMMA

Il corso di Sistemi Operativi II ha una duplice finalità. In primo luogo, esso intende completare lo studio dei sistemi operativi tradizionali affrontati nel corso di Sistemi Operativi 1, approfondendo alcuni concetti come la gestione della memoria, dei processi e degli interrupt in un sistema operativo specifico, ossia Linux con kernel 2.6. D'altro canto approfondisce i medesimi aspetti nel contesto dei sistemi operativi mobile con particolare attenzione a MAC iOS e Android. L'ultima parte del corso è invece dedicata all'approfondimento di tematiche legate ai sistemi operativi real-time e Cloud. Nello specifico, i principali temi affrontati riguardano: 1) I Sistemi Operativi Open-Source Linux OS, 2) La Gestione della Memoria in Linux, 3) La Gestione dei Processi in Linux, 4) Lo Scheduling dei Processi, 5) I Processi e la Memoria, 6) Il Virtual File System, 7) I sistemi Grid e Cloud, 8) Dispositivi e Sistemi Mobile, 9) Symbian OS, 10) Android OS, 11) Mac iOS, 12) La sicurezza nei sistemi operativi mobile (SELinux vs. SEAndroid), 13) Accesso sicuro ad un dispositivo mobile e/o tramite un dispositivo mobile.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali.

#### MATERIALE DIDATTICO

Libro di testo: Daniel P. Bovet, Marco Cesati. Understanding the Linux Kernel (3° Edition). O'Reilly. 2005.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

*Sistemi per il governo dei robot Modulo A*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Robotic Architectures**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre	
		I	II		I	II
INF/01	6		X		X	

**Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno**

**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.

**PROGRAMMA**

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. Interazione Uomo-Robot.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

MURPHY R.R. - INTRODUCTION TO AI ROBOTICS - MIT PRESS - 2000

ARKIN R.C. - BEHAVIOR-BASED ROBOTICS - MIT PRESS - 1998

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta	X	Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Progetto					

*Sistemi per il Governo dei Robot Modulo B*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Robotic Architectures**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6		X			X	X

**Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno**

**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.

**PROGRAMMA**

Introduzione alla robotica probabilistica: filtri bayesiani; metodi per localizzazione, mapping, localizzazione e mapping simultanei. Metodi per la navigazione autonoma di robot mobili: pianificazione di percorsi e traiettorie; mapping, esplorazione, pianificazione dinamica. Sistemi deliberativi: pianificazione probabilistica e apprendimento per rinforzo; pianificazione classica, pianificazione ad ordine parziale, pianificazione gerarchica, pianificazione e schedulazione temporale; metodi per l'esecuzione ed il monitoraggio di piani. Progettazione di un sistema robotico: architetture ibride e cognitive (metodi e casi di studio); modelli cognitivi; percezione attiva, attenzione esecutiva ed integrazione senso-motoria; progettazione di sistemi di monitoraggio dell'esecuzione e deliberazione dinamica; sistemi multi-robot; metodi per l'interazione uomo-robot e la robotica sociale.

**MODALITA' DIDATTICHE**

Lezioni frontali. Esercitazioni.

**MATERIALE DIDATTICO**

Introduction to AI Robotics, R. Murphy - MIT Press  
 Behavior-Based Robotics, Arkin - MIT PRESS  
 Probabilistic Robotics, Sebastian Thrun, Wolfram Burgard and Dieter - MIT Press

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta	X	Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Progetto					

## Specifica di sistemi

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE System specification

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Inglese
			X			X	

Insegnamenti propedeutici previsti: nessuno

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Il corso si propone di fornire le nozioni di base per il problema della modellizzazione formale di sistemi Hardware e Software finalizzate alla verifica delle proprietà di correttezza. In particolare, il corso riguarderà la modellizzazione di sistemi a stati finiti o infiniti sia "chiusi" (non interagenti con l'ambiente) che "aperti"(interagenti con l'ambiente). Per i sistemi aperti, in particolare, verrà considerata come tecnica di modellazione la teoria dei giochi e il module checking. Si creerà dimestichezza con gli ambienti attualmente più evoluti di Model Checking.

#### PROGRAMMA

Introduzione ai fondamenti dei linguaggi di specifica e ai loro problemi decisionali: automi a stati finiti; automi su alberi; automi gerarchici; automi temporizzati. Nozioni di teoria dei giochi per la verifica di sistemi interagenti con l'ambiente: giochi su sistemi a stati finiti; giochi con informazione parziale. Introduzione agli ambienti di verifica SPIN e NuSMV, e ai linguaggi di specifica adottati (Promela per SPIN). Introduzione ai linguaggi di specifica delle proprietà con particolare riguardo alle logiche temporali LTL (Linear Temporal Logic) CTL (Computation Tree Logic) ATL (Alternating Temporal Logic) ed SL (Strategy Logic). Il model checking. Studio di applicazioni in contesti AI multi agente.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Esercitazioni.

#### MATERIALE DIDATTICO

C. Baier, J. Katoen, Principles of model checking, The MIT Press

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro	Sviluppo di un caso di studio					

## Tecnologie Web

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Web Technologies

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6	X	X		X		

Insegnamenti propedeutici previsti: Nessuno

#### OBIETTIVI FORMATIVI

Scopo del corso è di fornire concetti e tecniche per la progettazione di sistemi web. Alla fine del corso, lo studente dovrebbe quindi essere in grado di progettare un'applicazione web scegliendo gli strumenti più adatti e di seguire l'evoluzione delle tecnologie legate a questo campo di applicazione.

#### PROGRAMMA

Introduzione al web: protocollo HTTP, architettura a tre e più strati, web statico e web dinamico, il web come ipertesto e come grafo, linguaggi di mark-up. Session tracking. Programmazione lato server: CGI; strumenti basati su Java; cenni di PHP. Programmazione lato client: JavaScript, fogli di stile (CSS e XSL), DOM, AJAX. Servizi web. Introduzione alla programmazione su web (bots, spiders e crawlers). Frameworks e CMS.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali.

#### MATERIALE DIDATTICO

Dispense distribuite dal docente. Sito del W3C.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale	X	Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera	X	Esercizi numerici	
Altro	Sviluppo di un progetto. L'orale consiste nella discussione del progetto.					

## Teoria dei Codici

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Coding Theory

SSD	CFU	Anno di corso (I, II o III)			Semestre (I o II)		Lingua
		I	II	III	I	II	Italiano
INF/01	6		X			X	X

Insegnamenti propedeutici previsti:

#### OBIETTIVI FORMATIVI

L'obiettivo principale del corso è di fornire le basi matematiche, sia di natura algebrica che combinatoria e probabilistica, necessarie per lo studio della codifica nell'ambito del problema della comunicazione così come sviluppato da C. Shannon. Un ulteriore scopo consiste nell'inquadrare la teoria dei codici a lunghezza variabile (codifica di sorgente) nell'ambito della teoria dei linguaggi formali, illustrando metodi di combinatoria delle parole con applicazioni quali o l'analisi di sequenze biologiche, oltre evidentemente alla compressione dei dati. Ultimo obiettivo è mostrare il naturale collegamento tra correzione di errori (codifica di canale) e questioni di algebra lineare.

#### PROGRAMMA

Il corso affronta alcuni classici problemi della comunicazione delle informazioni, secondo l'impronta data da Claude Shannon. Concetti di base in questo approccio sono quelli di sorgente d'informazione e della sua entropia. Una prima, consistente parte del corso è dedicata alla codifica efficiente dell'informazione proveniente da una sorgente discreta (compressione dei dati). In tale ambito si inserisce la teoria dei codici a lunghezza variabile, preceduta nel corso da un riepilogo delle nozioni algebriche necessarie (semigrupp e monoidi liberi). Alcuni contenuti in dettaglio: caratterizzazioni dei codici (univocamente decifrabili): teoremi di Sardinas-Patterson e Levenshtein; misura: disuguaglianza di Kraft-McMillan e teorema di Kraft; codici massimali e completi; costo di una codifica, primo teorema di Shannon e codici ottimali; ritardo di decifrazione e di sincronizzazione. Si accennerà poi al caso di sorgenti con memoria, ripassando i concetti probabilistici di base richiesti. Nella seconda parte, l'attenzione si sposta al canale di comunicazione e alla capacità di trasmissione senza errori anche in presenza di rumore (cenni al secondo teorema di Shannon). Si conclude quindi con le basi della teoria algebrica dei codici lineari, con esempi a partire dal controllo di parità e dai codici di Hamming.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali.

#### MATERIALE DIDATTICO

Aldo de Luca, F. D'Alessandro. Teoria degli Automi Finiti. Springer Italia, 2013  
 J. Berstel, D. Perrin, C. Reutenauer. Codes and Automata. Cambridge University Press, 2009  
 T.M. Cover, J.A. Thomas. Elements of Information Theory. 2a edizione, Wiley, 2006.

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro (es: sviluppo progetti, prova al calcolatore ...)						

*Teoria dell'Informazione*

**TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Information Theory**

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
ING-INF/03	6		X		X	X	

**MUTUATO DALLA LAUREA MAGISTRALE IN TELECOMUNICAZIONI**

Insegnamenti propedeutici previsti:

**OBIETTIVI FORMATIVI**

--

**PROGRAMMA**

--

**MODALITA' DIDATTICHE**

--

**MATERIALE DIDATTICO**

--

**MODALITA' DI ESAME**

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						



## Verifica dei sistemi

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE System verification

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
INF/01	6		X			X	

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

#### 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 in uso nelle realtà produttive coinvolte nello sviluppo di sistemi sia hardware che software, sistemi embedded e safety-critical.

#### PROGRAMMA

La parte iniziale del corso riguarderà lo sviluppo dei prerequisiti relativi agli strumenti di base per la modellazione di sistemi e delle loro proprietà di correttezza. In questa fase, verranno richiamati elementi di logica classica e logica modale; automi a stati finiti su parole finite e automi su parole infinite; tecniche di base per la rappresentazione formale di sistemi (macchine a stati finiti) e delle loro proprietà (logiche temporali LTL e CTL). In seguito, verranno descritte le tecniche algoritmiche per la soluzione automatica dei problemi di verifica: 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. Verranno, inoltre, impiegati tool di model checking (NuSMV, SPIN) con esempi di utilizzo. Infine, verranno fatti cenni a tecniche avanzate come, ad esempio, tecniche di Model Checking simbolico basato su soddisfacibilità proposizionale e tecniche di astrazione per sistemi a stati finiti e a stati infiniti.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali.

#### MATERIALE DIDATTICO

Libro di testo: E. M. Clarke, O. Grumberg D. Peled: "Model Checking"  
Lucidi utilizzati per le lezioni frontali del corso

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	X
In caso di prova scritta i quesiti sono (*)	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						

## Visione Computazionale I

### TITOLO INSEGNAMENTO IN INGLESE Computer Vision I

SSD	CFU	Anno di corso			Semestre		Lingua
		I	II		I	II	Italiano
<b>INF/01</b>	<b>6</b>		<b>X</b>			<b>X</b>	<b>X</b>

**Insegnamenti propedeutici previsti:**

#### 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.

#### PROGRAMMA

Introduzione alle tecniche di Image Processing con particolare riguardo alle tecniche di Image Enhancement nel dominio spaziale: trasformazione puntuali (es., trasformata gamma), equalizzazione e histogram matching, filtri digitali lineari, filtri non-lineari, sogliatura, sharpening..

Modelli di rappresentazione dell'immagine. Estrazione di caratteristiche dalle immagini: contorni, curve parametriche (Hough transform) e punti caratteristici. Introduzione alla rappresentazione scale-space. Estrazione di punti caratteristici dalla rappresentazione scale-space. Sscale invariant feature transform. Il problema della segmentazione e della interpretazione delle immagini.

Stereo visione e ricostruzione 3D. Introduzione alle coordinate omogenee. Calibrazione di una telecamera. Geometria di un sistema stereo. Ricostruzione 3D. Stereo matching.

#### MODALITA' DIDATTICHE

Lezioni frontali. Sviluppo di un progetto in gruppo.

#### MATERIALE DIDATTICO

R.C. Gonzalez, R.E. Woods, Elaborazione delle immagini digitali (3 edizione), Pearson-Prentice Hall

M. Nixon, A. Aguado, Feature extraction and image processing, Academic Press

Materiale fornito dal docente

#### MODALITA' DI ESAME

L'esame si articola in prova	Scritta e orale		Solo scritta		Solo orale	<b>X</b>
In caso di prova scritta i quesiti sono	A risposta multipla		A risposta libera		Esercizi numerici	
Altro						