



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Matematica e Informatica		
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2023/2024		
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2024/2025		
CORSO DILAUREA	INFORMATICA		
INSEGNAMENTO	INFORMATICA TEORICA		
TIPO DI ATTIVITA'	B		
AMBITO	50166-Discipline Informatiche		
CODICE INSEGNAMENTO	16671		
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	INF/01		
DOCENTE RESPONSABILE	CASTIGLIONE GIUSEPPA	Ricercatore	Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI			
CFU	9		
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	153		
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	72		
PROPEDEUTICITA'	05880 - PROGRAMMAZIONE E LABORATORIO C.I.		
MUTUAZIONI			
ANNO DI CORSO	2		
PERIODO DELLE LEZIONI	1° semestre		
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa		
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi		
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	CASTIGLIONE GIUSEPPA Martedì 14:00 15:00 Dipartimento di Matematica e Informatica. Stanza 209 secondo piano. Giovedì 14:00 15:00 Dipartimento di Matematica e Informatica. Stanza 209 secondo piano.		

PREREQUISITI	Nozioni di base di logica matematica, matematica discreta, teoria degli insiemi
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione Acquisizione dei concetti fondamentali della Teoria degli Automi, dei Linguaggi Formali e della Teoria della calcolabilità con particolare riferimento ai principali modelli matematici utilizzati: automi a stati finiti, espressioni regolari, grammatiche. Sviluppo delle capacità di formalizzazione, astrazione, modellazione di sistemi e analisi di problemi complessi. Comprendere la chiara distinzione tra aspetti sintattici e semantici. Conoscere l'esistenza di problemi non risolubili o di problemi "difficilmente" risolubili, in termini di risorse di calcolo, e quindi la necessità di una loro classificazione in classi di complessità. Capacità di applicare conoscenza e comprensione Utilizzare le conoscenze acquisite alla costruzione di automi e grammatiche in campi applicativi specifici, con particolare riferimento all'elaborazione di testi e alla descrizione astratta di un algoritmo. Sapere collegare e contestualizzare i concetti con gli altri acquisiti negli altri corsi del secondo anno attraverso progetti congiunti. Progettare una macchina a stati finiti deterministica che accetta un linguaggio che può essere richiesto in ambito aziendale e generare un'espressione regolare per rappresentare il linguaggio. Acquisizione degli strumenti per leggere e comprendere gli aspetti basilari della letteratura specialistica della disciplina. Capacità di utilizzare il linguaggio tecnico proprio della disciplina. Autonomia di giudizio Essere in grado di valutare la rilevanza degli argomenti della disciplina, e di contestualizzare gli aspetti teorici della teoria degli automi, dei linguaggi formali e della teoria della calcolabilità ad ambiti applicativi. Abilità comunicative Esporre in modo formale rigoroso le tematiche trattate della teoria degli automi, dei linguaggi formali e della teoria della calcolabilità anche a un pubblico non esperto, mostrando come metodi e risultati matematici si rapportano a ambiti applicativi specifici. Applicare regole di inferenza per costruire prove e presentare risultati a un gruppo di professionisti, prove appropriate o ragionamenti logici per risolvere un problema strategico. Capacità d'apprendimento Capacità di aggiornamento con la consultazione delle pubblicazioni scientifiche proprie del settore. Capacità di seguire, utilizzando le conoscenze acquisite nel corso, i corsi di anni successivi, di laurea magistrale, i master di secondo livello, corsi d'approfondimento e seminari specialistici nei settori trattati.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La valutazione dell'apprendimento avviene attraverso una prova in itinere scritta (opzionale per gli studenti) svolta durante la pausa didattica, una prova finale scritta ed una prova orale. La prova in itinere ha durata di 1 ora e mezza e consiste nello svolgimento di tre esercizi su automi ed espressioni regolari. Ogni esercizio avrà una valutazione da 0/30 a 5/30, la prova risulta superata con una valutazione totale di almeno 9/30. La prova scritta finale ha la durata di due ore e consiste nello svolgimento di 6 esercizi (tre se la prova in itinere è superata). Ogni esercizio avrà una valutazione da 0/30 a 5/30 da sommare eventualmente alla valutazione della prova in itinere. La prova risulta superata con una valutazione totale di almeno 18/30. Durante la prova orale lo studente dovrà rispondere a minimo tre domande poste oralmente, su argomenti del corso con riferimento ai testi consigliati e al materiale didattico fornito (slide, dispense, esercizi svolti). La prova ha l'obiettivo di valutare le conoscenze e le abilità acquisite, la comprensione degli argomenti, e l'acquisizione del linguaggio specifico. Alla prova orale la soglia della sufficienza sarà raggiunta se lo studente mostrerà di conoscere i concetti fondamentali e sarà in grado di esporli ed argomentarli autonomamente. Al di sotto di tale soglia, l'esame risulterà non superato. I livelli di valutazione saranno proporzionali alle abilità di linguaggio, all'esposizione corretta e dettagliata degli argomenti e alla capacità di applicare, collegare e contestualizzare i concetti. In particolare si individuano quattro fasce di valutazione della prova orale: 18-21/30 lo studente espone gli aspetti essenziali degli argomenti con linguaggio semplice, sa applicare i concetti a problemi semplici solo se guidato, contestualizza solo se guidato, 22-24/30 lo studente espone tutti gli aspetti degli argomenti con linguaggio adeguato, sa applicare autonomamente i concetti a problemi semplici, contestualizza solo se guidato, 25-27/30 lo studente espone tutti gli aspetti degli argomenti con linguaggio adeguato, sa applicare i concetti a tutti i problemi proposti, contestualizza solo se guidato, 28-30/30 lo studente espone tutti gli aspetti degli argomenti con linguaggio

	adeguato, sa applicare i concetti a tutti i problemi proposti, contestualizza autonomamente. La lode verrà attribuita agli studenti valutati nella fascia 28-30 e capaci di dimostrare i teoremi esposti a lezione. La valutazione avviene in trentesimi e sarà la media delle valutazioni delle due prove (scritta itinere+finale e prova orale).
OBIETTIVI FORMATIVI	Conoscere le capacità computazionali degli automi a stati finiti e la capacità generativa delle grammatiche non contestuali. Rapporti tra modelli deterministici e non deterministici. Capacità di convertire un formalismo in un altro equivalente: ad esempio, grammatiche e automi, automi e espressioni regolari, automi deterministici e non deterministici. Saper progettare automi che riconoscono linguaggi fissati. Saper progettare grammatiche che generano linguaggi fissati. Saper usare automi e grammatiche nella progettazione di algoritmi. Conoscere l'utilizzo degli automi e delle grammatiche per progettare compilatori, circuiti digitali, software per esaminare vaste collezioni di testi con particolare riferimento a possibili esigenze aziendali.
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali
TESTI CONSIGLIATI	J. E. Hopcroft, R. Motwani, J. D. Ullman, Automi, Linguaggi e Calcolabilità, Addison-wesley (Pearson Education Italia) III edizione 2009. ISBN: 9788891907806

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
6	Automi a Stati Finiti. Motivazioni, applicazioni e descrizione informale. I concetti centrali della teoria degli automi. Definizione di automa a stati finiti deterministico (DFA). Automi riconoscitori. Rappresentazione di un DFA con grafo degli stati e tabella delle transizioni. Automi a stati finiti non deterministici (NFA). Teorema di equivalenza tra DFA e NFA. La "subset construction". Discussione sulla "state complexity" di DFA e NFA. Applicazioni alle ricerche testuali. Automi con epsilon-transizioni. Eliminazione delle epsilon-transizioni.
6	Espressioni regolari. Linguaggi regolari. Applicazioni di espressioni regolari. Equivalenza tra linguaggi regolari e linguaggi riconosciuti da DFA (Teorema di Kleene). Algoritmo di eliminazione degli stati per convertire un automa in un'espressione regolare. Algoritmo di Berry e Sethi per convertire un'espressione in un automa.
6	Chiusura dei linguaggi regolari rispetto alle operazioni booleane e reverse. Il "pumping lemma" per i linguaggi regolari. Applicazioni del pumping lemma. Problema di decisione se un linguaggio regolare è vuoto. Problema di inclusione ed equivalenza dei linguaggi regolari.
6	Equivalenza tra automi. Problema di decisione dell'equivalenza di due DFA. Minimizzazione di automi deterministici tramite gli algoritmi classici di minimizzazione. La relazione di indistinguibilità degli stati. Automa ridotto. Equivalenza tra automa ridotto e automa minimale. Teorema di Myhill-Nerode. Unicità dell'automa deterministico minimale.
6	Grammatiche e Linguaggi Liberi dal Contesto (CF). Motivazioni e descrizione informale. Definizione di grammatica. Derivazioni delle grammatiche. Linguaggio generato da una grammatica. La gerarchia di Chomsky. Le grammatiche e i linguaggi CF. Alberi sintattici. Ambiguità nelle grammatiche e nei linguaggi CF: grammatiche ambigue, eliminazione delle ambiguità, ambiguità inerente. Alcune applicazioni delle grammatiche libere dal contesto.
6	Automi a pila. Definizione, linguaggio accettato. Equivalenza tra automi a pila e grammatiche context-free.
6	Forme normali. Forma normale di Chomsky. Pumping lemma per i linguaggi CF. Applicazioni del pumping lemma. Proprietà di chiusura dei linguaggi CF. Problemi di decisione per i linguaggi CF.
6	Breve introduzione alla teoria della calcolabilità. La macchina di Turing. Funzioni calcolate da una macchina di Turing. Linguaggi riconosciuti da una macchina di Turing. La tesi di Turing-Church.
8	La macchina universale di Turing. Esistenza di funzioni non calcolabili. Il problema della fermata di una macchina di Turing. Problemi decidibili e indecidibili. Problemi intrattabili. P ed NP. Problemi NP-completi. Modelli particolari di macchine di Turing. Gerarchia di Chomsky e decidibilità.
4	Uso di strumenti software per la manipolazione di automi. Determinizzazione, minimizzazione di automi con Jflap.
4	Uso di strumenti software per la manipolazione di espressioni regolari, trasformazione di una espressione regolare in Automa e viceversa.
4	Uso di strumenti software per la manipolazione di grammatiche. Alberi di derivazione con Jflap.
4	Pumping lemma per i linguaggi regolari e per i linguaggi context-free con l'uso di Jflap.