

IN410 Calcolabilità e Complessità

A.A. 2018/2019

Prof. Marco Pedicini

1. Computabilità, complessità e rappresentabilità

- Introduzione ai problemi di decisione, procedure algoritmiche e non algoritmiche, computazioni deterministiche, procedure discrete, nozione di alfabeto, di parola. Decidibilità e semidecidibilità di un insieme. Computazioni deterministiche, finitarie e discrete. Algoritmi formali: definizione formale di algoritmo, configurazioni di input, di output, funzione di transizione. Esempio di formalizzazione di un algoritmo. Decidibilità per automa finito. Rappresentazione degli automi mediante matrici. Monoide libero delle parole. Semianelli formali. Formula dell'Esecuzione. Automi Finiti Non-deterministici. Linguaggi Regolari. Equivalenza tra automi deterministici e non-deterministici.
- Macchine di Turing: definizione, decidibilità per macchina di Turing, tempo di arresto, spazio di arresto. Costo della computazione. Complessità: caso peggiore e caso medio. Indipendenza del tempo di decisione da un numero finito di configurazioni di input. Funzioni di complessità, classi di complessità DTIME e DSPACE. Inclusione $DTIME(T(n)) \subset DSPACE(T(n)) \subset DTIME(2^{cT(n)})$.
- Pumping Lemma per gli insiemi decidibili in tempo lineare. Simulazione di algoritmi, simulazione della macchina di Turing a seminastro, simulazione di una macchina multinastro. Macchine di Turing speciali. Teorema di Speedup lineare per macchine di Turing con alfabeto esteso. Valutazione del coefficiente di accelerazione in relazione agli alfabeti. Decidibilità di insiemi di numeri naturali. Indipendenza dalla rappresentazione. Considerazioni sulla complessità.
- Turing calcolabilità: definizione di funzione Turing calcolabile, funzioni caratteristiche di insiemi Turing decidibili, la classe delle funzioni Turing calcolabili chiusa per composizione, coppia, ricorsione primitiva e minimalizzazione. Esempi di funzioni Turing calcolabili. Funzioni Ricorsive: equivalenza tra Turing computabilità e funzioni ricorsive. Funzione di Ackermann ([1] capp. 1,2,3,4,5 e [4] cap. 1).
- Funzioni costruibili in tempo. Nozione di T-orologio. Esempi di alcune funzioni costruibili in tempo. Chiusura per composizione.
- Macchine di Turing non-deterministiche: caratterizzazione mediante la decidibilità di insiemi proiezione. Definizione della classe delle funzioni non-deterministiche polinomiali. Problemi NP-completi.

2. Lambda calcolo e programmazione funzionale

- Programmazione dichiarativa: cenni storici sul lambda calcolo, definizioni di base, i termini del lambda calcolo, la sostituzione semplice. Relazioni sui lambda termini. Congruenze, passaggio al contesto. α -equivalenza. L' α -equivalenza passa al contesto. Chiusura transitiva di una relazione, proprietà di Church-Rosser. Quozientamento dei lambda-termini rispetto all' α equivalenza.
- Definizione di beta-redesso e di beta-riduzione. Teorema di Church-Rosser per la beta-riduzione. Forme normali per beta-riduzione. Strategie di beta-riduzione. Strategia normalizzante: riduzione di sinistra (left most-outer most). Riduzione di testa.
- Rappresentazione delle funzioni ricorsive: teorema di lambda definibilità. Rappresentazione di altri tipi di dato nel lambda-calcolo: coppie, liste, alberi, soluzione di equazioni ricorsive sui lambda-termini ([2] capp. 1, 2, 5).

TESTI CONSIGLIATI

- [1] DEHORNOY, P., *Complexité et Decidabilité*. Springer-Verlag, (1993).
- [2] KRIVINE, J.-L., *Lambda Calculus: Types and Models*. Masson,
- [3] SETHI, R., *Programming Languages: concepts and constructs*. Addison-Wesley (ed. italiana Zanichelli),
- [4] SIPSER, *Introduction to the theory of computation..*

BIBLIOGRAFIA SUPPLEMENTARE

- [5] AHO, HOPCROFT, ULLMAN, *Design and Analysis of Computer Programming..*

MODALITÀ D'ESAME

- valutazione in itinere (“esoneri”)	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- esame finale	scritto <input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
	orale <input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
- altre prove di valutazione del profitto (meglio descritte sotto)	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO

L'esame consiste di un esame scritto.

La prova orale è prevista per riparare le insufficienze lievi o per migliorare la valutazione delle prove scritte.

Le due prove di esonero sostituiscono la prova scritta. Il voto finale si compone al 65% del voto del secondo esonero e al 35% da quello del primo esonero.