



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DE COMPUTAÇÃO

Departamento de Ciências de Computação

<http://www.icmc.usp.br>

SCC-205

Teoria da Computação e Linguagens Formais

João Luís Garcia Rosa¹

¹Departamento de Ciências de Computação
Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação
Universidade de São Paulo - São Carlos
<http://www.icmc.usp.br/~joaoluiz>

2009

Sumário

- 1 Teoria da Computação e Linguagens Formais
 - A disciplina SCC 205
 - Objetivos e Programa
 - Avaliação

Sumário

- 1 Teoria da Computação e Linguagens Formais
 - A disciplina SCC 205
 - Objetivos e Programa
 - Avaliação

A disciplina

- A disciplina é composta de três partes centrais da Teoria da Computação que têm o objetivo de tentar responder quais são as capacidades e as limitações dos computadores:
 - 1 Teoria das Linguagens Formais e dos Autômatos
 - 2 Teoria da Computabilidade
 - 3 Teoria da Complexidade
- A primeira parte trata das definições e propriedades de modelos matemáticos de computação que têm um papel fundamental em várias áreas da Computação como o processamento de textos, compiladores, definição de linguagens de programação, dentre outras.
- Além desse lado prático, do ponto de vista teórico, para se definir o que é ou não computável é necessário utilizar um modelo matemático que represente o que se entende por computação.

A disciplina

- A segunda parte do curso é centralizada na Tese de Church-Turing e nas evidências dela.
- Church usou um sistema chamado cálculo- λ para definir algoritmo e Turing fez o mesmo com o uso da Máquina de Turing (MT).
- As duas definições foram mostradas serem equivalentes e a conexão entre a noção informal de algoritmo (solúvel efetivamente) e a definição precisa por uma MT foi chamada Tese de Church-Turing: se um problema algorítmico não pode ser resolvido por uma máquina de Turing, então não existe nenhuma solução computável para ele.

A disciplina

- Vários outros modelos de computação (por exemplo, as funções recursivas de Kleene, linguagens formais, RAMs, algoritmos de Markov, linguagens de programação, a máquina de Post) foram propostos e provados terem poder equivalente a Máquina de Turing.
- Assim, estudando qualquer um destes modelos, por exemplo um modelo simples como a Máquina de Turing, é possível aprender sobre as limitações teóricas de todos os computadores.

A disciplina

- Nem todos os problemas algorítmicos, que podem ser resolvidos em princípio, podem ser resolvidos na prática: os recursos computacionais requeridos (tempo ou espaço) podem ser proibitivos.
- Esta observação motiva o estudo da complexidade computacional que será tratada na terceira parte do curso.
- A meta principal da teoria da complexidade é a classificação de problemas de acordo com a dificuldade computacional.
- A meta da teoria da computabilidade é a classificação de problemas em solúveis, parcialmente solúveis e não solúveis e se forem problemas de decisão em problemas decidíveis, parcialmente decidíveis e indecidíveis.

Sumário

- 1 Teoria da Computação e Linguagens Formais
 - A disciplina SCC 205
 - **Objetivos e Programa**
 - Avaliação

Objetivos

- Dar ao aluno noção formal de algoritmo, computabilidade e do problema de decisão, de modo a deixá-lo consciente das limitações da ciência da computação.
- Aparelhá-lo com as ferramentas de modo a habilitá-lo a melhor enfrentar a solução de problemas com o auxílio do computador.
- Dar subsídios para o aluno poder definir linguagens de programação, isto é, sua sintaxe e semântica, através do estudo das gramáticas formais.

Programa

1 Linguagens Regulares e Autômatos Finitos

① Gramáticas e Linguagens

- A Primeira Linguagem
- Gramáticas e Linguagens
- Linguagens Regulares e de Estados Finitos

② Autômatos de Estados Finitos

- Autômatos Finitos
- Arcos- λ
- Autômato Mínimo

③ Autômatos Finitos com Saída

- Máquinas de Mealy
- Máquinas de Moore
- Exemplos

Programa

2 Linguagens Livres de Contexto e Autômatos de Pilha

① Linguagens Livres de Contexto

- Linguagens Livres de Contexto
- Lema do Bombeamento para Linguagens Livres de Contexto
- Formas Normais para Gramáticas Livres de Contexto

② Autômatos de Pilha

- A Pilha como Processador de Linguagem
- O Autômato de Pilha
- O Teorema da Equivalência

③ Programas, Linguagens e *Parsing*

- Linguagens de Programação
- *Parsing*
- Gramáticas Livres de Contexto e a Língua Natural

Programa

3 Linguagens Sensíveis ao Contexto e Autômatos Limitados Linearmente

① Gramáticas e Linguagens Sensíveis ao Contexto

- Gramáticas e Linguagens Sensíveis ao Contexto
- O Lema da Cadeia Vazia
- Prova do Lema da Cadeia Vazia

② Máquinas de Turing

- Máquinas de Turing e a Computabilidade
- Conjunto de Aceitação de uma Máquina de Turing

③ Autômatos Limitados Linearmente

- Autômatos Limitados Linearmente
- O Lema do Alfabeto

Programa

4 Linguagens Recursivamente Enumeráveis e Máquinas de Turing

① Gramáticas Irrestritas

- Gramáticas Irrestritas
- Das Gramáticas para as Máquinas de Turing
- Das Máquinas de Turing para as Gramáticas

② A Máquina de Turing Universal

- A Máquina de Turing e Funções Numéricas
- A Tese de Church-Turing
- A Máquina Universal

Programa

5 Computabilidade e Complexidade

1 Indecidibilidade

- Máquinas de Turing Não Determinísticas
- Uma Linguagem que não é Recursivamente Enumerável
- O Problema da Parada e a Indecidibilidade

2 Teoria de Complexidade

- Complexidade de Tempo
- Complexidade de Espaço

3 Tratabilidade e Problemas \mathcal{NP} -Completo

- Tratabilidade
- A Classe \mathcal{NP}
- Outras Classes de Problemas

• Aulas:

- Turma C: Terças/Quintas: 19h00-20h40 - sala 4-005

Sumário

- 1 Teoria da Computação e Linguagens Formais
 - A disciplina SCC 205
 - Objetivos e Programa
 - Avaliação

Avaliação

- 3 provas:
 - $P_1 = 22/09$
 - $P_2 = 05/11$
 - $P_3 = 15/12$
- Exercícios e Trabalhos Práticos em grupo, com implementação T_1 e T_2 :
 - Apresentação do Trabalho T_1 : 28/9 a 02/10.
 - Apresentação do Trabalho T_2 : 30/11 a 04/12.
- MP = Média Ponderada das Provas:
 - $MP = P_1 * 0,4 + P_2 * 0,3 + P_3 * 0,3$
- MT = Média Aritmética dos Trabalhos
- MF = Média Final:
 - Se $MP \geq 5,0$ e $MT \geq 5,0$ então $MF = (7*MP + 3*MT)/10$
 - Se $MP < 5,0$ ou $MT < 5,0$ então MF = menor valor entre MP e MT

Avaliação: Recuperação

- **Norma de Recuperação**

- 1 prova de recuperação P_R
- Realização: Até a primeira semana de aulas do semestre posterior.
- Critério de Aprovação:
 - Média = $MF + (P_R/2, 5)$, se $P_R \geq 7,5$; ou
 - Média = $Max\{MF, P_R\}$, se $P_R < 5,0$; ou
 - Média = $5,0$, se $5,0 \leq P_R < 7,5$.

Bibliografia I



[1] Hopcroft, J. E., Ullman, J. D.
Formal Languages and Their Relation to Automata.
Addison-Wesley Publishing Company, 1969.



[2] Hopcroft, J. E., Ullman, J. D. e Motwani, R.
Introdução à Teoria de Autômatos, Linguagens e Computação.
Tradução da segunda edição americana. Editora Campus, 2003.



[3] JFLAP Version 6.0.
Ferramenta para Diagrama de Estados.
www.jflap.org.

Bibliografia II



[4] Mealy, G. H.

A method for synthesizing sequential circuits.

Bell Systems Technical Journal 34:5, pp. 1045-1079, 1955.



[5] Menezes, P. B.

Linguagens Formais e Autômatos.

Série Livros Didáticos. 4a. Edição. Instituto de Informática da UFRGS. Editora Sagra Luzzatto, 1997.



[6] Moll, R. N., Arbib, M. A., and Kfoury, A. J.

An Introduction to Formal Language Theory.

Springer-Verlag, 1988.

Bibliografia III



[7] Moore, E. F.

Gedanken experiments on sequential machines.
in C. E. Shannon and J. McCarthy (Eds.), *Automata Studies*, Princeton University Press, pp. 129-153, 1956.



[8] Rosa, J. L. G.

SCE-185 - Teoria da Computação e Linguagens Formais.
Notas de Aula. Ciências de Computação. ICMC-USP, 2008.



[9] Sipser, M.

Introduction to the Theory of Computation.
Second Edition, Thomson, 2006.

Bibliografia IV



[10] Taylor, R. G. and Taylor, S.
Models of Computation and Formal Languages.
Oxford University Press, 1997. Deus Ex Machina:
www.ics.uci.edu/~savoIU/dem/