

Máquina de Turing II

Esdras Lins Bispo Jr.
bispojr@ufg.br

Teoria da Computação
Bacharelado em Ciência da Computação

10 de março de 2020

Plano de Aula

1 Revisão

2 Configuração de MT

Sumário

1 Revisão

2 Configuração de MT

O que é Teoria da Computação?

Pode ser dividida em três grandes áreas:

- Teoria dos Autômatos;
- Teoria da Computabilidade;
- Teoria da Complexidade.

São interligadas pela pergunta:

Quais são as capacidades e limitações fundamentais dos computadores?

O que é Teoria da Computação?

Teoria dos Autômatos

Quais são as definições e propriedades dos modelos matemáticos de computação?

Teoria da Computabilidade

O que faz alguns problemas serem solúveis e outros não?

Teoria da Complexidade

O que faz alguns problemas serem computacionalmente difíceis e outros fáceis?

Modelos Básicos Computacionais

AFDs, AFNs, e Expressões Regulares

- Potencialidades: reconhecem linguagens como $(10 \cup 1)^*$;
- Fragilidades: não reconhecem linguagens como $A = \{0^n 1^n \mid n \geq 0 \text{ e } n \in \mathbb{N}\}$.

GLCs e Autômatos com Pilha

- Potencialidades: reconhecem linguagens como $A = \{0^n 1^n \mid n \geq 0 \text{ e } n \in \mathbb{N}\}$;
- Fragilidades: não reconhecem linguagens como $A = \{a^n b^n c^n \mid n \geq 0 \text{ e } n \in \mathbb{N}\}$.

Portanto são bem restritos para servir de modelo de computadores de propósito geral.

Máquinas de Turing (MT)

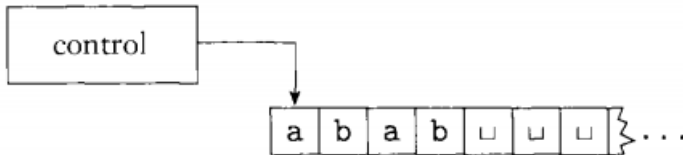
- Modelo mais poderoso que GLCs e AFDs;
- Turing, 1936;
- Características importantes:
 - ① faz tudo o que um computador real pode fazer;
 - ② existem certos problemas que uma MT não pode resolver.

Máquinas de Turing (MT)



- *Salaminh salah-mês...* tranforme as figuras em inglês!

Máquinas de Turing (MT)



Máquinas de Turing (MT)

Diferenças entre MT e AFDs

- Uma MT pode tanto escrever sobre a fita quanto ler a partir dela;
- A cabeça de leitura-escrita pode mover-se tanto para a esquerda quanto para a direita;
- A fita é infinita;
- Os estados especiais para rejeitar e aceitar fazem efeito imediatamente.

Máquinas de Turing (MT)

Construindo uma MT

Construir M_1 que reconheça a linguagem $B = \{\omega\#\omega \mid \omega \in \{0, 1\}^*\}$.

Máquinas de Turing (MT)

Descrição de M_1

$M_1 =$ “Sobre a cadeia de entrada ω :

- 1 Faça um zigue-zague ao longo da fita checando posições correspondentes de ambos os lados do símbolo $\#$ para verificar se elas contêm o mesmo símbolo. Se elas não contêm, ou se nenhum $\#$ for encontrado, *rejeite*. Marque os símbolos à medida que eles são verificados para manter registro de quais símbolos têm correspondência.
- 2 Quando todos os símbolos à esquerda do $\#$ tiverem sido marcados, verifique a existência de algum símbolo remanecente à direita do $\#$. Se resta algum símbolo, *rejeite*; caso contrário, *aceite*.

Máquinas de Turing (MT)

```

    ↓
    0 1 1 0 0 0 # 0 1 1 0 0 0 □ ...
      ↓
    x 1 1 0 0 0 # 0 1 1 0 0 0 □ ...
        ↓
    x 1 1 0 0 0 # x 1 1 0 0 0 □ ...
      ↓
    x 1 1 0 0 0 # x 1 1 0 0 0 □ ...
        ↓
    x x 1 0 0 0 # x 1 1 0 0 0 □ ...
            ↓
    x x x x x x # x x x x x x □ ...
                                   accept
  
```

Máquinas de Turing (MT)

Uma **máquina de Turing** é uma 7-upla $(Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, q_{aceita}, q_{rejeita})$, de forma que Q, Σ, Γ são todos conjuntos finitos e

- 1 Q é o conjunto de estados,
- 2 Σ é o alfabeto de entrada sem o **símbolo branco** \sqcup ,
- 3 Γ é o alfabeto da fita, em que $\sqcup \in \Gamma$ e $\Sigma \subseteq \Gamma$,
- 4 $\delta : Q \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times \{E, D\}$ é a função de transição,
- 5 $q_0 \in Q$ é o estado inicial,
- 6 $q_{aceita} \in Q$ é o estado de aceitação, e
- 7 $q_{rejeita} \in Q$ é o estado de rejeição, em que $q_{rejeita} \neq q_{aceita}$.

Configuração de uma MT

Uma configuração de uma MT leva em consideração:

- o estado atual da fita;
- o conteúdo atual da fita;
- a posição atual da cabeça.

Uma forma especial de representar...

uqv em que

- u e v são cadeias sobre Γ ;
- uv é o conteúdo atual da fita;
- q é o estado atual; e
- a posição atual da cabeça está sobre o primeiro símbolo de v .



Configuração de uma MT



- *Salaminh salah-mês...* tranforme as figuras para português!

Configuração de uma MT

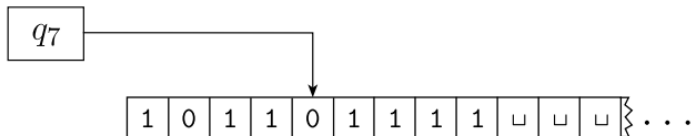


FIGURA 3.4

Uma máquina de Turing com configuração $1011q_701111$

Sumário

1 Revisão

2 Configuração de MT

Configuração de uma MT

A configuração C_1 **origina** a configuração C_2 , se a máquina de Turing puder legitimamente ir de C_1 para C_2 .

Mais formalmente...

Para:

- $a, b, c \in \Gamma$,
- $u, v \in \Gamma^*$,
- os estados q_i e q_j ,
- as configurações uaq_ibv e uq_jacv .

Configuração de uma MT

A configuração C_1 **origina** a configuração C_2 , se a máquina de Turing puder legitimamente ir de C_1 para C_2 .

Mais formalmente...

Para:

- $a, b, c \in \Gamma$,
- $u, v \in \Gamma^*$,
- os estados q_i e q_j ,
- as configurações $uaq_i bv$ e $uq_j acv$.

Digamos que

$$uaq_i bv \text{ origina } uq_j acv$$

se na função de transição $\delta(q_i, b) = (q_j, c, E)$.

Configuração de uma MT

Mais formalmente...

Digamos que

$u a q_i b v$ origina $u q_j a c v$

se na função de transição $\delta(q_i, b) = (q_j, c, E)$. Ou

$u a q_i b v$ origina $u a c q_j v$

se na função de transição $\delta(q_i, b) = (q_j, c, D)$.

Configuração de uma MT

Termos importantes:

- configuração inicial;
- configuração de aceitação;
- configuração de rejeição;
- configuração de parada.

Linguagem de uma MT

Uma máquina de Turing M **aceita** a entrada ω se uma sequência de configurações C_1, C_2, \dots, C_k existe, de forma que

- C_1 é a configuração inicial de M sobre a entrada ω ;
- cada C_i origina C_{i+1} ;
- C_k é uma configuração de aceitação.

Linguagem de uma MT

Uma máquina de Turing M **aceita** a entrada ω se uma sequência de configurações C_1, C_2, \dots, C_k existe, de forma que

- C_1 é a configuração inicial de M sobre a entrada ω ;
- cada C_i origina C_{i+1} ;
- C_k é uma configuração de aceitação.

Linguagem de M

É a coleção de cadeias que M aceita. Também chamada de **linguagem reconhecida por M** e denotada por $L(M)$.

Definições

Definição

Chame uma linguagem de **Turing-reconhecível**, se alguma máquina de Turing a reconhece.

Definições

Definição

Chame uma linguagem de **Turing-reconhecível**, se alguma máquina de Turing a reconhece.

Definição

Chame uma linguagem de **Turing-decidível**, se alguma máquina de Turing a decide.

Definições

Definição

Chame uma linguagem de **Turing-reconhecível**, se alguma máquina de Turing a reconhece.

Definição

Chame uma linguagem de **Turing-decidível**, se alguma máquina de Turing a decide.

Corolário

Toda linguagem Turing-decidível é Turing-reconhecível.

Exemplos

Uma máquina de Turing M_2 que decide $A = \{0^{2^n} \mid n \geq 0\}$:

Exemplos

Uma máquina de Turing M_2 que decide $A = \{0^{2^n} \mid n \geq 0\}$:

M_2 = “Sobre a cadeia de entrada w :

1. Faça uma varredura da esquerda para a direita na fita, marcando um 0 não e outro sim.
2. Se no estágio 1, a fita continha um único 0, *aceite*.
3. Se no estágio 1, a fita continha mais que um único 0 e o número de 0s era ímpar, *rejeite*.
4. Retorne a cabeça para a extremidade esquerda da fita.
5. Vá para o estágio 1.”

Máquina de Turing II

Esdras Lins Bispo Jr.
bispojr@ufg.br

Teoria da Computação
Bacharelado em Ciência da Computação

10 de março de 2020