



TEC0001 – Teoria da Computação

Aula 02

Máquina de Turing

Karina Girardi Roggia
karina.roggia@udesc.br

Departamento de Ciência da Computação
Centro de Ciências Tecnológicas
Universidade do Estado de Santa Catarina

2016



Sumário

Turing

Conceituação

Definição Formal

Computação

Exemplos



Alan Turing





Alan Turing



- Cientista da Computação, Matemático, Lógico, Criptoanalista e Biomatemático
- Pai da Computação Teórica e da Inteligência Artificial



Conceito

Procura reproduzir uma pessoa trabalhando na solução de um problema:

- Instrumento para escrever, outro para apagar
- Folha de papel dividida em regiões
- Movimentos para troca de regiões.

Durante o trabalho:

- Pode-se ler um símbolo
- Símbolo existente pode ser alterado
- Ação a ser executada depende do símbolo lido e do “estado mental” do trabalhador



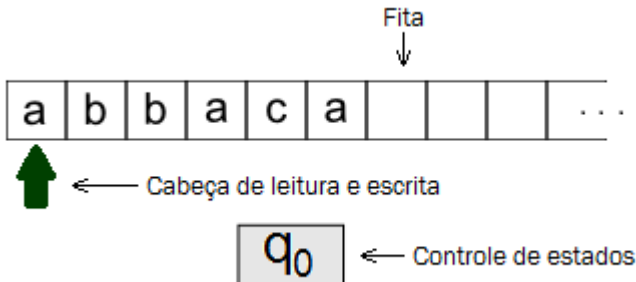
Conceito

Algumas Simplificações:

- A folha de papel tem dimensões tão grandes quanto necessárias
- Ela é organizada de forma unidimensional e dividida em células
- O conjunto de símbolos é finito
- O conjunto de estados mentais é finito
- Apenas um símbolo é lido de cada vez
- A atenção se desloca apenas para as células adjacentes



Componentes





Definição Formal

Definição (Máquina de Turing)

Uma máquina de Turing é uma estrutura algébrica $M = \langle Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, q_{aceita}, q_{rejeita} \rangle$ onde Q, Σ, Γ são conjuntos **finitos** e

- Q é o conjunto de estados
- Σ é o alfabeto de entrada
- Γ é o alfabeto da fita sendo que
 - $\sqcup \in \Gamma$
 - $\sqcup \notin \Sigma$
 - $\Sigma \subseteq \Gamma$
- $\delta : Q \times \Gamma \rightarrow Q \times \Gamma \times \{E, D\}$ é a função de transição
- q_0 é o estado inicial
- q_{aceita} é o estado de aceitação
- $q_{rejeita}$ é o estado de rejeição onde $q_{aceita} \neq q_{rejeita}$

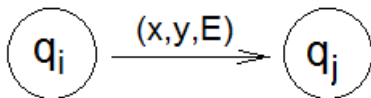


Diagrama de Estados

Se

$$\delta(q_i, x) = (q_j, y, E)$$

então





Computação

Configuração Inicial:

- Entrada $w = \sigma_1\sigma_2 \dots \sigma_n$ com $\sigma_i \in \Sigma$ para $i = 1, 2, \dots, n$ é colocada nas n células mais à esquerda da fita
- Restante da fita está preenchida com o caracter especial \sqcup
- Cabeçote posicionado na célula mais à esquerda da fita
- Controle de estado está no estado inicial q_0



Computação

Processamento

- Estando-se no estado $q_i \neq q_{aceita}, q_{rejeita}$, ao ler um símbolo $\gamma \in \Gamma$, verifica-se qual o resultado de $\delta(q_i, \gamma)$
- Caso $\delta(q_i, \gamma) = (q_j, \rho, X)$, sendo $\rho \in \Gamma$ e $X \in \{E, D\}$
 - Escreve-se ρ na célula atual da fita
 - O cabeçote move-se para a esquerda (direita) caso $X = E$ ($X = D$)
 - O controle de estado passa para o estado q_j . Se $q_j = q_{aceita}$ ($q_j = q_{rejeita}$) a máquina para aceitando (rejeitando) a entrada
- Caso $\delta(q_i, \gamma)$ não esteja definido, a máquina para, indo para o estado de rejeição $q_{rejeita}$



Computação

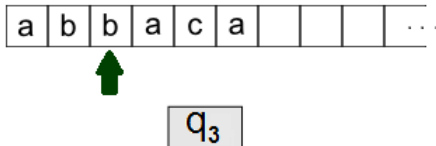
Observação

Caso o cabeçote esteja posicionado na célula mais à esquerda da fita e o movimento da função programa seja E , o cabeçote permanece onde está. Cabe ao programa(dor) controlar tal comportamento da máquina.



Configuração

Supondo



Escreveremos esta **configuração** como

abq_3baca



Exemplos

Definir uma Máquina de Turing que...

- ① Reconhece a linguagem $\{w\#w \mid w \in \{a, b\}^*\}$
- ② Reconhece a linguagem $\{a^n b^n \mid n > 0\}$
- ③ Computa um número inteiro multiplicado por 2, sendo a representação do número n :
 - a) uma sequência de n vezes o símbolo 1
 - b) em binário