

Linguagens Formais

UNICAP

Eduardo Araújo Oliveira
<http://sites.google.com/site/eaoufpe>



Estrutura

- Máquina de Turing
- Linguagens Reconhecidas

Teoria da Computação

- De todos os modelos conhecidos, a *"Máquina de Turing"* é o mais poderoso
 - Alan Turing (1936)
- O que acontece se for usada no reconhecimento de linguagens formais?

3

Máquina de Turing

- Nenhum outro modelo matemático é capaz de representar mais linguagens do que ela
- São usadas como base para o estudo teórico dos limites dos computadores reais criados pelo homem. Acredita-se, por exemplo, que nunca haverá um computador capaz de resolver mais problemas do que as máquinas de Turing

slide 4

Princípio de Funcionamento das MTs

- Parecidas com os autômatos estudados
- Possuem uma memória linear infinita chamada de **fita**
 - cada posição da fita guarda algum símbolo
 - os símbolos são lidos em sequência, um por vez, como faz a “cabeça” ou “cabeçote” com as fitas magnéticas reais
- A palavra de entrada da máquina de Turing é automaticamente gravada na fita quando a máquina é iniciada. Como a fita é infinita, as (infinitas) posições mais à esquerda e mais à direita da palavra são preenchidas com um símbolo especial que chamaremos de **símbolo branco**.

slide 5

Máquina de Turing

- Formalismo reconhecedor, extensão dos autômatos estudados
- A diferença é que a fita é usada não só para leitura, mas também para escrita
 - Entrada
 - Saída
 - Memória auxiliar

6

Máquina de Turing

- Fita
 - Inicialmente, recebe a palavra a ser reconhecida
 - Limitada à esquerda
 - Representação do início da fita: \$
 - Infinita à direita
 - Símbolos brancos β , após a palavra

7

Máquina de Turing

- Fita
 - Pode ser lida ou escrita uma posição por vez
 - Alfabeto (símbolos terminais)
 - Alfabeto auxiliar
 - Após uma operação, anda uma posição
 - Esquerda ou Direita
 - Não pode ir para a esquerda se estiver em \$

8

Função de Transição

- Recebe como entrada
 - O estado atual
 - O símbolo da posição atual
- Resultados
 - O próximo estado
 - Símbolo a ser gravado
 - Direção do movimento da fita
 - D: direita
 - E: esquerda

9

Princípio de Funcionamento das MTs

- Se considerarmos que a palavra de entrada é **abab** e que o símbolo branco é representado por \square , a fita da MT seria iniciada assim:



A cada etapa, a MT faz três ações na fita: ela lê o símbolo que está sob a cabeça, escreve outro símbolo sobre ele (substituindo-o) e move a cabeça uma única posição, para a esquerda ou para a direita.

slide 10

Representação da MT

Cada transição tem um rótulo:

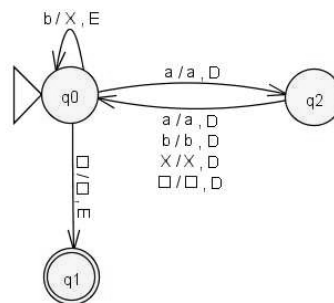
$X / Y, M$, onde:

- **X** é o símbolo que precisa ser lido da fita (pela cabeça)
- **Y** é símbolo que será escrito na fita (substituindo X)
- **M** indica a direção para onde a cabeça se moverá na fita, podendo assumir apenas dois valores:
 - **E**, para “esquerda” (também pode ser usado L, do inglês *left*)
 - **D**, para “direita” (também pode ser usado R, do inglês *right*)

slide 11

Máquina de Turing

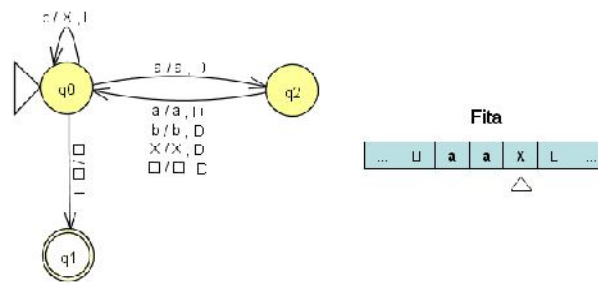
exemplo de MT, que aceita palavras sobre o alfabeto {a,b}:



slide 12

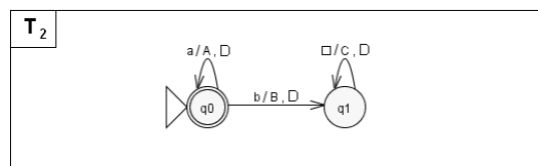
Máquina de Turing

Vamos começar analisando o comportamento da MT dada quando ela recebe a palavra **aab** como entrada. A configuração inicial da MT é exibida graficamente abaixo:



slide 13

Máquina de Turing



Entrada: ab

slide 14

MT - Definição Formal

$T = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, s, \square, F)$, onde:

- Q é conjunto finito de **estados**
- Σ (sigma) é o conjunto dos **símbolos de entrada**
- Γ (gama) é o conjunto dos **símbolos de fita**, que são os símbolos que podem ser lidos e escritos na pilha, incluindo todo o conjunto Σ
- δ (delta) é a **função de transição**, que deixaremos para descrever melhor abaixo
- s é o elemento de Q que serve de **estado inicial**
- \square é o **símbolo branco**, que é um elemento de Γ mas não de Σ , ou seja, ele aparece na fita mas não pode aparecer em palavras de entrada
- F é o conjunto de **estados de aceitação** ou estados finais

slide 15

MT - Função de Transição

$$\delta : Q \times \Gamma \rightarrow Q \times \{E, D\}$$

recebe como argumento um par assim $\delta(q, X)$, onde:

- q é o estado de onde sai a transição
- X é o símbolo na próxima posição da fita

O valor da função, se estiver definido, é uma tripla (p, Y, M) onde:

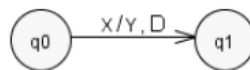
- p é o próximo estado
- Y é o símbolo que será escrito sobre o X (substituindo-o)
- M é a direção de movimento da cabeça, podendo assumir apenas os valores E (esquerda) ou D (direita)

$$\delta(q_0, X) = (q_1, Y, D)$$

slide 16

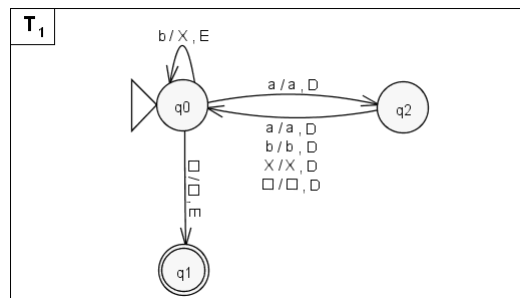
MT - Função de Transição

$$\delta(q_0, X) = (q_1, Y, D)$$



slide 17

MT - Representação Formal



Os estados de T1 são facilmente identificáveis: $\{q_0, q_1, q_2\}$

q_0 é estado inicial

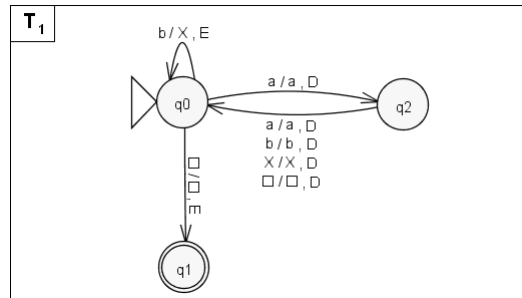
conjunto de estados de aceitação é o conjunto unitário $\{q_1\}$

Símbolos de entrada $\{a, b\}$.

símbolos da fita incluem todos os símbolos usados: $\{a, b, X, \square\}$

slide 18

MT - Representação Formal

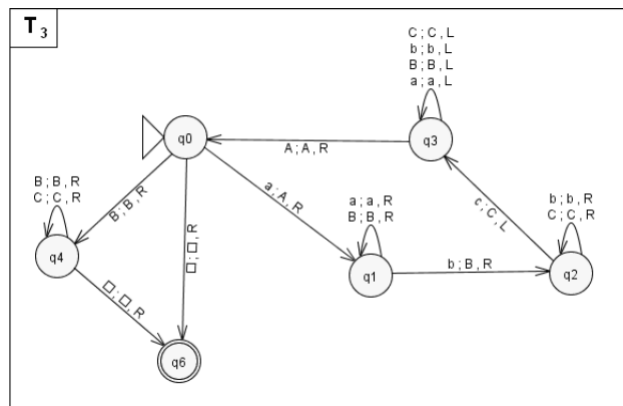


	a	b	X	□
q ₀	(q ₂ , a, D)	(q ₀ , X, E)	-	(q ₁ , □, E)
q ₁	-	-	-	-
q ₂	(q ₀ , a, D)	(q ₀ , b, D)	(q ₀ , X, D)	(q ₀ , □, D)

se houver a tripla, a MT faz o movimento; se não houver, a MT pára
 MT = DETERMINÍSTICAS!

slide 19

MT

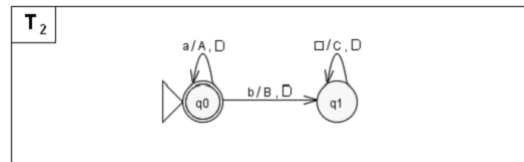


Palavra abc é aceita?
 Palavra aabc é aceita?
 Palavra aabbc é aceita?

slide 20

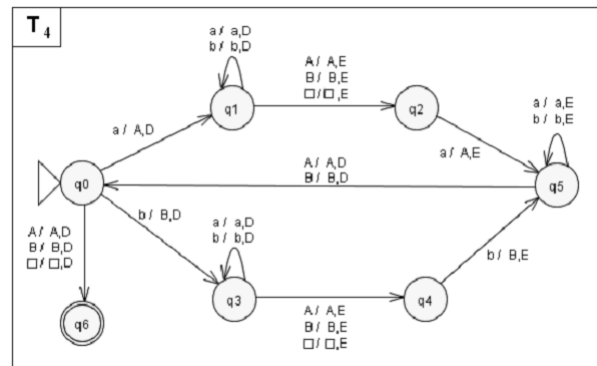
MT

Questão 2: Represente formalmente o autômato T2 do exemplo de loop.



slide 21

MT



Questão 3: Tomando como base a máquina de Turing T4 com alfabeto de entrada $\{a,b\}$ dada abaixo, mostre a computação de cada uma das seguintes cadeias e diga se cada cadeia é aceita:

- aa
- abba
- aab
- bb

slide 22

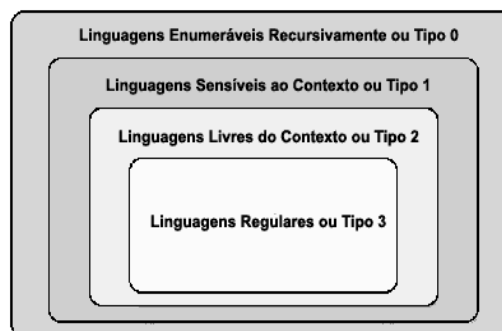
Reconhecimento

- A Máquina de Turing é não-determinística pois permite transições múltiplas para um mesmo símbolo
- Além disso, algumas Máquinas de Turing podem entrar em loop infinito

23

Hierarquia de Chomsky

- Completamos o estudo da hierarquia de Chomsky



24

Linguagens Formais

UNICAP

Eduardo Araújo Oliveira
<http://sites.google.com/site/eaoufpe>

