

Autômato Finito com Saída

Linguagens Formais A

Prof. Giovani Rubert Librelotto

Autômato Finito com Saída

- O conceito básico de Autômato Finito possui aplicações restritas, pois a informação de saída é limitada à lógica binária aceita/rejeita.
- Sem alterar a classe de linguagens reconhecidas, é possível estender a definição de Autômato Finito incluindo a geração de uma palavra de saída.
- As saídas podem ser associadas às transições (Máquina de Mealy) ou aos estados (Máquina de Moore).

Autômato Finito com Saída

- Em ambas as máquinas, a saída não pode ser lida, ou seja, não pode ser usada como memória auxiliar, e é como segue:
 - é definida sobre um alfabeto especial, denominado Alfabeto de Saída (pode ser igual ao alfabeto de entrada);
 - a saída é armazenada em uma fita independente da de entrada;
 - a cabeça da fita de saída move uma célula para direita a cada símbolo gravado;
 - o resultado do processamento do Autômato Finito é o seu estado final (condição de aceita/rejeita) e a informação contida na fita de saída.

Autômato Finito com Saída

- As Máquinas de Mealy e Moore são modificações sobre o Autômato Finito Determinístico.
- A extensão da definição prevendo as facilidades de Não-Determinismo e Movimentos Vazios, é sugerida como exercício.

Máquina de Mealy

- A Máquina de Mealy é um Autômato Finito modificado de forma a gerar uma palavra de saída para cada transição.

Definição de Máquina de Mealy

- Uma *Máquina de Mealy* M é Autômato Finito Determinístico com saídas associadas às transições. É representada por uma 6-upla:

$$M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F, \Delta)$$

onde:

Σ - alfabeto de símbolos de entrada

Q – conjunto de estados possíveis do autômato

δ – funções de transições

q_0 – estado inicial do autômato

F – conjunto de estados finais do autômato

Δ – alfabeto de estados de saída

Observação

- As componentes Σ , Q , q_0 e F são como no Autômato Finito Determinístico.
- A função programa pode ser representada como um grafo finito direto como nos AFD, adicionando, na etiqueta de cada transição, a saída associada, quando diferente da palavra vazia.

Observação

- O processamento de uma Máquina de Mealy, para uma palavra de entrada w , consiste na sucessiva aplicação da função programa para cada símbolo de w (da esquerda para a direita) até ocorrer uma condição de parada.
- A palavra vazia como saída da função programa indica que nenhuma gravação é realizada e, obviamente, não move a cabeça da fita de saída.

Observação

- Se todas as transições geram saída vazia, então a Máquina de Mealy processa como se fosse um Autômato Finito.
- A definição formal da função programa estendida de uma Máquina de Mealy é sugerida como exercício.

Exemplo de Máquina de Mealy (1)

- *Repetição de um mesmo símbolo final:*
 - Construir uma máquina de Mealy que reconheça as palavras compostas por 0 e 1 que terminam com a repetição do mesmo símbolo.
 - ER: $(0+1)^*(00+11)$
 - Construa graficamente a máquina de Mealy.

Exemplo de Máquina de Mealy (1)

$$M = (\{0,1\}, \{q_0, q_1, q_2\}, \delta, q_0, \{q_1, q_2\}, \{s,n\})$$

$$\delta = (q_0, 0) = q_1 \quad (q_0, 1) = q_2$$

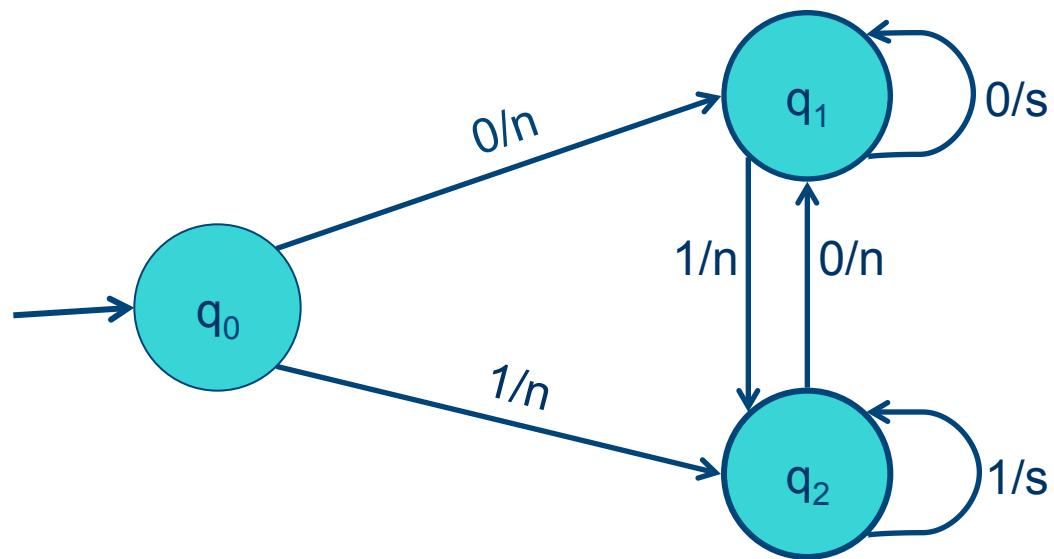
$$(q_1, 0) = q_1 \quad (q_1, 1) = q_2$$

$$(q_2, 0) = q_1 \quad (q_2, 1) = q_2$$

$$\Delta = (q_0, 0) = n \quad (q_0, 1) = n$$

$$(q_1, 0) = s \quad (q_1, 1) = n$$

$$(q_2, 0) = n \quad (q_2, 1) = s$$



Exemplo de Máquina de Mealy (2)

- Uma aplicação comum e freqüentemente recomendada para os autômatos com saída é o projeto de diálogo entre um programa (de computador) e o seu usuário.
- Basicamente, um diálogo pode ser de dois tipos:
 - comandado pelo programa;
 - comandado pelo usuário.

Exemplo de Máquina de Mealy (2)

- Em qualquer caso, uma das principais dificuldades do projetista é a visualização do conjunto de eventos e ações que definam um diálogo adequado para as diversas situações possíveis.
- O exemplo que segue é uma Máquina de Mealy que trata algumas situações típicas de um diálogo que cria e atualiza arquivos.

Exemplo de Máquina de Mealy (2)

- A seguinte simbologia é adotada no grafo da função de transição:
 - ... : entrada fornecida pelo usuário (em um teclado, por exemplo);
 - "...": saída gerada pelo programa (em um vídeo, por exemplo);
 - [...]: ação interna ao programa, sem comunicação com o usuário;
 - (...): resultado de uma ação interna ao programa; é usado como entrada no grafo.

Exemplo de Máquina de Mealy (2)

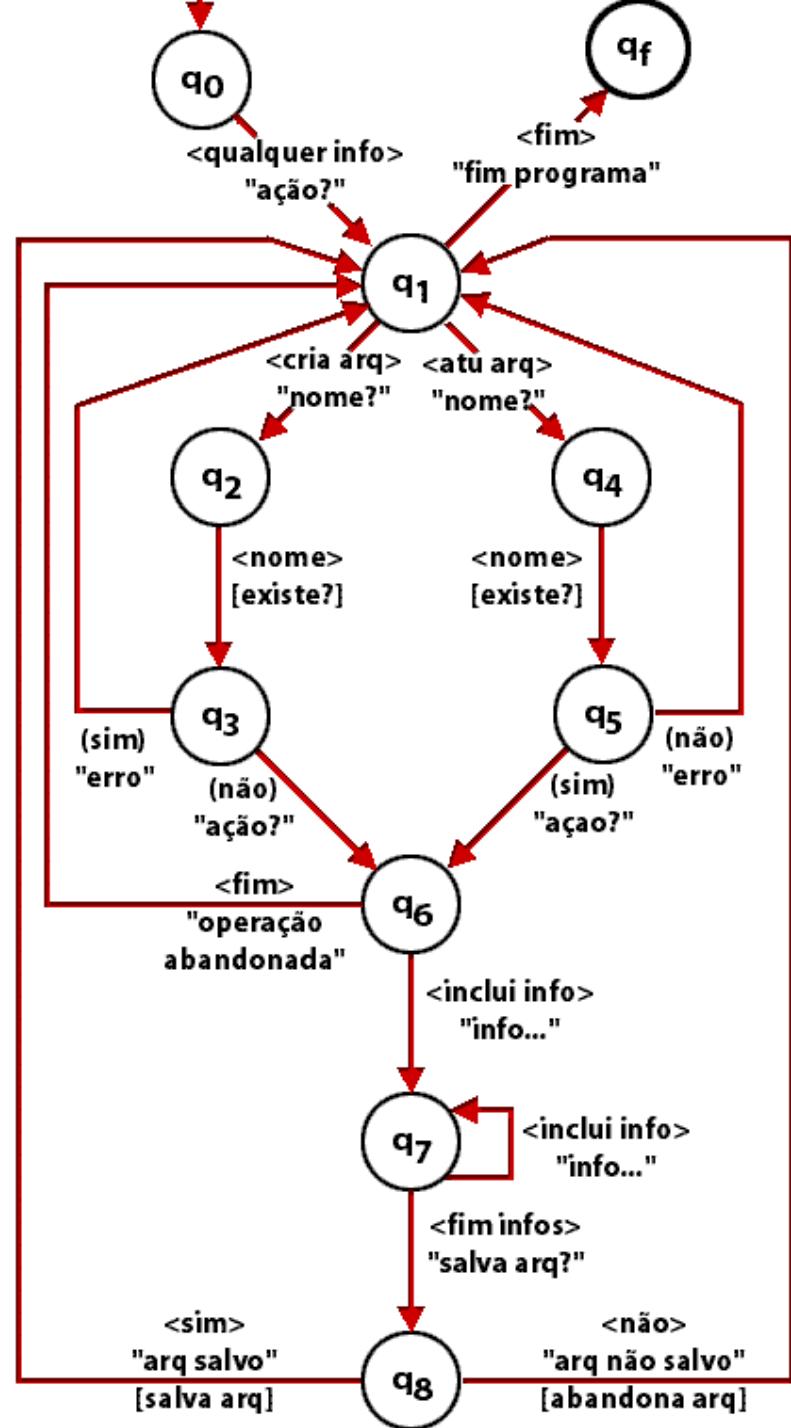
- A Máquina de Mealy é:

$M = (\Sigma, \{q_0, q_1, \dots, q_8, q_f\}, \delta, q_0, \{q_f\}, \Delta)$, onde

- $\Sigma = \Delta$ representam o conjunto de símbolos (palavras do português) válidos no diálogo.

Grafo da Máquina de Mealy (2)

$$M = (\Sigma, \{q_0, q_1, \dots, q_8, q_f\}, \delta, q_0, \{q_f\}, \Delta)$$



Máquina de Moore

- A Máquina de Moore possui uma segunda função, que gera uma palavra de saída (que pode ser vazia) para cada estado da máquina.

Definição de Máquina de Moore

- Uma *Máquina de Moore* M é um Autômato Finito Determinístico com saídas associadas aos estados. É representada por uma 7-upla:

$$M = (\Sigma, Q, \delta, q_0, F, \Delta, \delta_s)$$

onde:

Σ - alfabeto de símbolos de entrada

Q – conjunto de estados possíveis do autômato

δ – funções de transições

q_0 – estado inicial do autômato

F – conjunto de estados finais do autômato

Δ – alfabeto de estados de saída

δ_s – função de saída

Observação

- As componentes Σ , Q , δ , q_0 , F são como no Autômato Finito Determinístico e Δ é como na Máquina de Mealy.
- A função programa pode ser representada como um grafo finito direto como nos AFD, adicionando, na etiqueta de cada estado, a saída associada, quando diferente da palavra vazia.

Observação

- O processamento de uma Máquina de Moore, para uma palavra de entrada w , consiste na sucessiva aplicação da função programa para cada símbolo de w (da esquerda para a direita) até ocorrer uma condição de parada.
- A palavra vazia resultado da função de saída indica que nenhuma gravação é realizada e, obviamente, não move a cabeça da fita de saída.

Observação

- Se todos os estados geram saída vazia, então a Máquina de Moore processa como se fosse um Autômato Finito.
- A definição formal da função programa estendida de uma Máquina de Moore é sugerida como exercício.

Exemplo de Máquina de Moore

- Um exemplo comum de aplicação do conceito de Máquina de Moore é o desenvolvimento de Analisadores Léxicos de compiladores ou tradutores de linguagens em geral.
- Basicamente, um analisador léxico é um Autômato Finito (em geral, determinístico) que identifica os componentes básicos da linguagem como, por exemplo, números, identificadores, separadores, etc.

Exemplo de Máquina de Moore

- Uma Máquina de Moore como um Analisador Léxico é como segue:
 - um estado final é associado a cada unidade léxica;
 - cada estado final possui uma saída (definida pela Função de Saída) que descreve ou codifica a unidade léxica identificada;
 - para os demais estados (não-finais) a saída gerada é a palavra vazia.

Autômato Finito com Saída

Linguagens Formais A

Prof. Giovani Rubert Librelotto