

GABRIEL CASARIN DA SILVA

SIMULAÇÃO DIRIGIDA POR EVENTOS:
Aplicação da técnica à simulação de dispositivos do tipo autômato

Relatório do Projeto da disciplina
PCS 2427 - Lógica Computacional

Professor: dr. João José Neto

São Paulo, 2016

1. INTRODUÇÃO

Neste Projeto buscou-se desenvolver um ambiente de simulação dirigido por eventos para simular dispositivos da classe dos autômatos. Em particular, Autômatos Finitos, Autômatos de Pilha Estruturados e, por fim, Máquinas de Turing. É necessário descrever o dispositivo que se quer simular em um arquivo e passá-lo como entrada para o simulador. Na próxima seção, vamos definir a sintaxe em que o arquivo de especificação deve ser escrito.

2. FORMATO DO ARQUIVO DE ENTRADA

O arquivo de entrada descreve uma instância de um dispositivo formal. Aquele é composto por um ou mais blocos descritivos. O bloco de descrição é dado como a seguir:

`<tipoDispositivo> <nome> is <descrição> end <nome>;`

O campo `<descrição>` varia de acordo com o tipo de dispositivo. Tal campo nada mais é do que uma justaposição de conjuntos que definem um autômato:

`<descrição> := <conjunto>+`

Um conjunto é declarado como a seguir:

`<nomeConjunto> = { <elementos> };`

com os elementos sendo separados por vírgula.

a. Autômato Finito

O Autômato Finito (AF) é descrito por apenas um bloco. Segue abaixo a estrutura deste último:

`<tipoDispositivo> = AF`

Conjuntos válidos:

Q: conjunto de estados

E: conjunto de símbolos do alfabeto (cada símbolo deve estar entre aspas simples)

I: nome do estado inicial do autômato

F: conjunto de estados finais do autômato

d: conjunto de transições, sendo que cada transição tem o seguinte formato:

$(q_i, s) \rightarrow q_j$

Exemplo:

```

AF <S> is

Q = { q0, q1, E, F }

E = { 'a', 'b', 'c' }

d = { (q0, a) -> q1, (q0, b) -> E, (q0, c) -> F,
      (q1, a) -> E, (q1, b) -> q1, (q1, c) -> F,
      (E, a) -> E, (E, b) -> E, (E, c) -> E,
      (F, a) -> E, (F, b) -> E, (F, c) -> F
      }

I = { q0 }

F = { F }

end <S>;

```

b. Autômato de Pilha Estruturado

O Autômato de Pilha Estruturado (APE) difere dos modos como os dispositivos AF e MT são declarados porque conta com - além do bloco principal - outros blocos descritivos, um para cada sub-máquina que o compõe. Cada sub-máquina é declarada como um AF. As chamadas entre sub-máquinas são declaradas dentro do bloco principal.

<tipoDispositivo> = AP

Conjuntos válidos:

S: conjunto de sub-máquinas (apenas seus nomes são declarados neste conjunto)

I: sub-máquina inicial

d: conjunto de chamadas entre sub-máquinas, seguindo o seguinte formato:

$$(S, q_i) \rightarrow E/q_j$$

onde S e E são sub-máquinas, q_i é o estado de S em que E é chamada e q_j é o estado de retorno.

Exemplo:

```

AP <P> is
  S = {<a1>}
  I = {<a1>}
  d = { (a1, q2) -> a1/q3 }
end <P>;

```

```

AF <a1> is

```

```

Q = { q1, q2, q3, q4 }
E = { 'a', 'b', 'x' }
d = { (q1, a) -> q2,
      (q1, x) -> q4,
      (q3, b) -> q4,
      }
I = { q1 }
F = { q4 }
end <a1>;

```

c. Máquina de Turing

Segue abaixo a estrutura do bloco descritivo da Máquina de Turing

(MT):

<tipoDispositivo> = MT

Conjuntos válidos:

Q: conjunto de estados

E: alfabeto de terminais

G: alfabeto de fita (símbolo de branco # é dado como implicitamente declarado)

I: estado inicial

F: estado de Halt

d: conjunto de transições, onde cada transição pode ter um dos três formatos a seguir:

i) Movimentar cursor à direita: $(q_i, s) \rightarrow (q_j, >)$

ii) Movimentar cursor à esquerda: $(q_i, s) \rightarrow (q_j, <)$

iii) Gravar símbolo na fita: $(q_i, s) \rightarrow (q_j, t)$

Exemplo:

MT <M1> is

```

Q = {q0, q1, q2, q3, q4, H}

```

```

E = {'a', 'b'}

```

```

G = {'a', 'b', 'c'}

```

```

d = { (q0, #) -> (q0, <),      (q0, a) -> (q1, b),
      (q1, b) -> (q2, <),      (q2, b) -> (q3, a),
      (q3, b) -> (H, <),       (q3, a) -> (q4, <),
      (q4, #) -> (H, >),
      (H, a) -> (H, >),       (H, b) -> (H, >)
    }

```

$F = \{H\}$

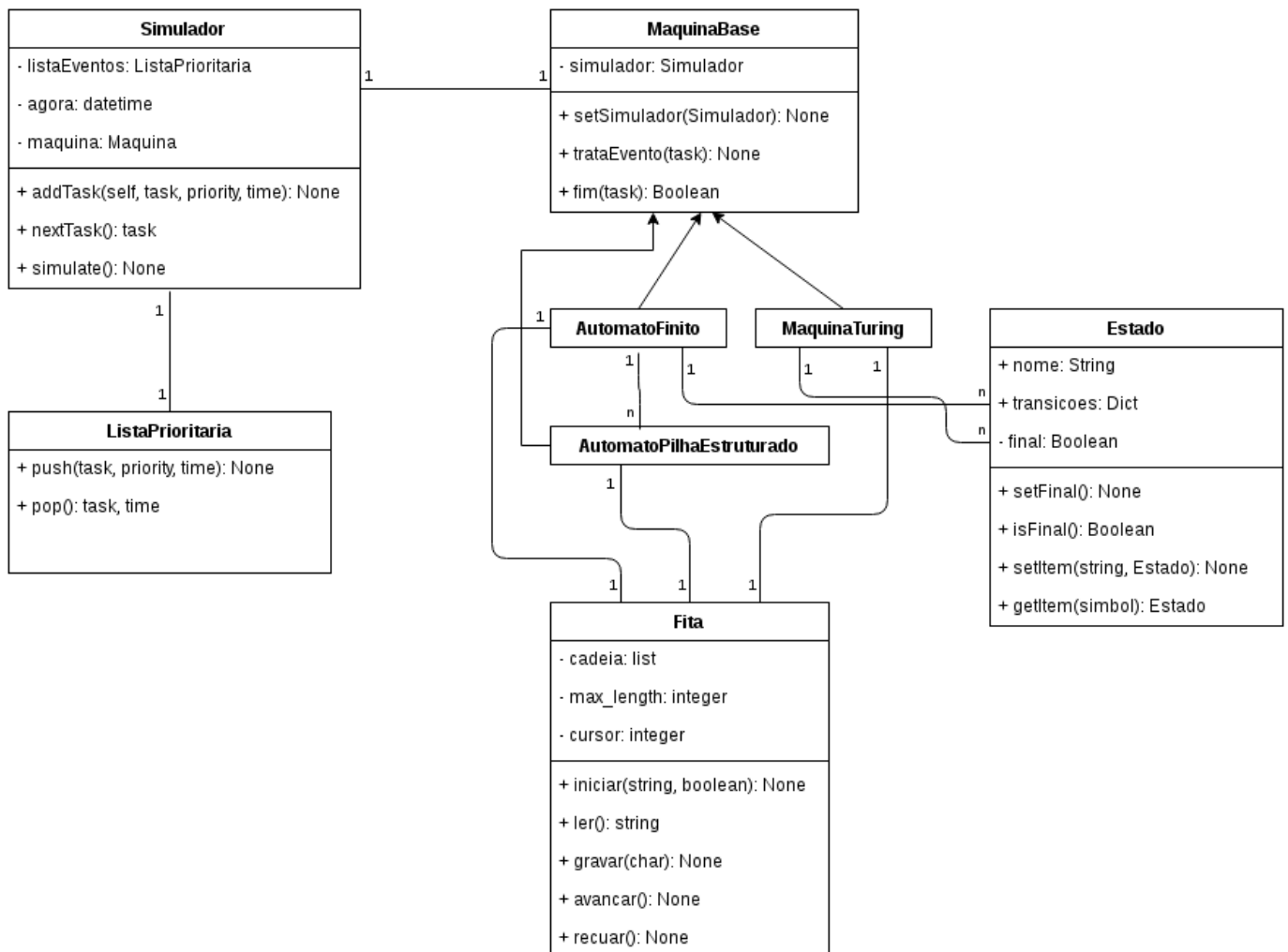
$I = \{q_0\}$

end <M1>;

3. IMPLEMENTAÇÃO

Os três dispositivos formais descritos na seção anterior são executados lançando-se mão da simulação dirigida por eventos. Nesta técnica, cada ação tomada pelo autômato é tratada como se fosse uma chegada de interrupção em uma máquina. Ou seja, para uma dada programação de eventos, o simulador pede à lista de eventos aquele de maior prioridade e, depois, executa a rotina de tratamento correspondente, sendo que a ordem em que os eventos são escalonados pela lista é dada, em primeiro lugar, pela prioridade do evento e, em segundo, pelo instante de chegada.

❑ DIAGRAMA DE CLASSES



Todas as classes foram implementadas na linguagem Python 3.

❑ EVENTOS

Cada tipo de dispositivo tem associado a si uma gama de eventos que podem ser programados e/ou gerados durante a execução da simulação. Todos têm dois tipos de evento que servem para iniciar e terminar a simulação. O de partida inicial serve para colocar o dispositivo em configuração inicial. E o de fim de simulação, que, como o próprio nome diz, serve para que o simulador termine o seu trabalho. Segue abaixo uma lista com os outros tipos de eventos considerados neste projeto, agrupados por tipo de dispositivo.

➤ Autômato Finito

O mais simples dos dispositivos formais, conta com apenas os seguintes eventos:

- <LeituraSimbolo>: utilizado para programar a chegada de um novo símbolo. Sua rotina de tratamento lê um símbolo da fita e realiza uma transição de estado, caso for possível fazê-lo; caso contrário, um evento de <Erro> é programado.
- <CabecoteParaDireita>: utilizado para avançar a fita para o próximo símbolo.
- <AtingiuEstadoFinal>: evento disparado quando o AF chegou a um estado final e todos os símbolos da fita já foram consumidos, ou seja, quando a cadeia foi aceite.
- <Erro>: quando não for possível realizar uma transição de estados após a chegada de um novo símbolo, este evento é disparado para avisar da rejeição da cadeia.

➤ Autômato de Pilha Estruturado

O APE merece um pouco mais de digressão quanto aos seus eventos. O APE nada mais é do que uma coleção de sub-máquinas (as quais podem ser modeladas como dispositivos da classe dos AFs). Há a possibilidade de que as sub-máquinas chamem-se umas às outras durante o reconhecimento da cadeia, sem que uma chamada (ou transição entre máquinas) consuma um carácter da fita. Quando ocorre uma chamada, a sub-máquina chamadora e um estado de retorno são armazenados em uma pilha, de modo a permitir que as chamadas sejam recursivas, cabendo o retorno à sub-máquina chamadora quando do término da tarefa da sub-máquina chamada. Os seguintes eventos são semelhantes aos do AF:

- <LeituraSimbolo>
- <CabecoteParaDireita>
- <AtingiuEstadoFinal>
- <Erro>

Dois novos eventos foram acrescentados:

- <ChamadaSubmaquina>: quando no estado q_i da sub-máquina a_i existe uma transição não-interna para uma sub-máquina a_j , esse evento é colocado na lista de eventos de modo que a sub-máquina a_j seja colocada em seu estado inicial e tome o controle do consumo de caracteres da cadeia, a partir do ponto em que a_i parou.
- <RetornoSubmaquina>: quando a_j atingir um estado final e não houver mais transições possíveis, ela pára e convoca este evento para que a sub-máquina que a chamou re-assuma o controle da execução e termine sua tarefa.

➤ Máquina de Turing

Em termos de implementação, a MT é muito semelhante ao AF. Ela contém os mesmos eventos que o AF, acrescidos dos eventos que são próprios à MT.

- <LeituraSimbolo>: utilizado quando da chegada de um novo símbolo. Como existem três tipos de ações que podem ser executadas para uma dada transição de estados, três tipos de eventos podem ser programados após uma leitura: <GravacaoSimbolo>, <CabecoteParaDireita> e <CabecoteParaEsquerda>.
- <GravacaoSimbolo>
- <CabecoteParaDireita>
- <CabecoteParaEsquerda>
- <AtingiuEstadoH>: a MT atinge o estado de Halt quando o estado atual for final e não exista nenhuma transição de estado possível. Essa situação configura uma aceitação da cadeia.
- <Bloqueio>: utilizada quando a MT tentar recuar aquém do começo da fita. Determina rejeição da cadeia.
- <Erro>: semelhante ao caso do <AtingiuEstadoH>, com exceção do fato de o estado atingido não ser final. Essa situação configura uma rejeição da cadeia.

❑ FUNCIONAMENTO DO ALGORITMO DE SIMULAÇÃO

Para simular um dispositivo, deve-se executar o programa main.py no terminal ou prompt de comando:

```
python3 main.py
```

Deve-se inserir (a) o nome do arquivo em que a máquina foi descrita; (b) o tipo de dispositivo que ele descreve (AF, AP ou MT); e (c) a cadeia que se quer analisar.

Exemplo:

Nome do arquivo: af1.maquina

Qual o tipo de maquina: AF

Digite a cadeia: abc

A primeira coisa que o programa faz é carregar a descrição do dispositivo em uma instância da classe a que este pertence. Depois, ele insere o evento de <PartidaInicial> na lista de eventos e chama a rotina de simulação que pertence ao simulador. Por se tratar de um simulador dirigido por eventos, cada evento tem uma prioridade e um horário associados. A lista ordena os eventos segundo o algoritmo de *heap queue*. O simulador, a cada passo da iteração, retira o evento mais prioritário da lista; chama a rotina de tratamento adequada; verifica se é o evento de fim de simulação; termina a simulação caso positivo, ou passa para o próximo passo de iteração, caso negativo.

A seguir, exemplos de simulações realizadas.

4. TESTES DE SIMULAÇÃO

a. Autômato Finito

i. $L(M1) = ab^*c$

Arquivo de entrada:

```
AF <M1> is

Q = { q0, q1, q2 }

E = { 'a', 'b', 'c' }

d = {
    (q0, a) -> q1,
    (q1, b) -> q1, (q1, c) -> q2
}

I = { q0 }

F = { q2 }

end <M1>;
```

Cadeia: ac

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato no estado q0

Conf.: q0 ac#

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo a
Conf.: q1 ac#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: a q1 c#AUTO

0:00:03 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo c
Conf.: a q2 c#

0:00:04 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: ac q2 #

0:00:05 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo #
Conf.: ac q2 #

0:00:06 <AtingiuEstadoFinal>: atingiu estado final
Resultado: cadeia ac ACEITA
Conf.: ac q2 #

0:00:07 <FimSimulacao>: Terminou da simulacao
Conf.: ac q2 #

STOPED simulation at: 0:00:07

Cadeia: abbbbbc

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato no estado q0
Conf.: q0 abbbbbc#

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo a
Conf.: q1 abbbbbc#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: a q1 bbbbbc#

0:00:03 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo b
Conf.: a q1 bbbbbc#

0:00:04 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: ab q1 bbbbc#

0:00:05 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo b
Conf.: ab q1 bbbbc#

0:00:06 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: abb q1 bbbc#

0:00:07 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo b
Conf.: abb q1 bbbc#

0:00:08 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: abbb q1 bbc#

0:00:09 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo b
Conf.: abbb q1 bbc#

0:00:10 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: abbbb q1 bc#

0:00:11 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo b
Conf.: abbbb q1 bc#

0:00:12 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: abbbbb q1 c#

0:00:13 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo c
Conf.: abbbbb q2 c#

0:00:14 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: abbbbbc q2 #

0:00:15 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo #
Conf.: abbbbbc q2 #

0:00:16 <AtingiuEstadoFinal>: atingiu estado final
Resultado: cadeia abbbbbc ACEITA
Conf.: abbbbbc q2 #

0:00:17 <FimSimulacao>: Terminou da simulacao
Conf.: abbbbbc q2 #

STOPED simulation at: 0:00:17

Cadeia: abbbbb

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato no estado q0

Conf.: q0 abbbbb#

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo a

Conf.: q1 abbbbb#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita

Conf.: a q1 bbbbb#

0:00:03 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo b

Conf.: a q1 bbbbb#

0:00:04 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita

Conf.: ab q1 bbbb#

0:00:05 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo b

Conf.: ab q1 bbbb#

0:00:06 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita

Conf.: abb q1 bbb#

0:00:07 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo b

Conf.: abb q1 bbb#

0:00:08 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita

Conf.: abbb q1 bb#

0:00:09 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo b

Conf.: abbb q1 bb#

0:00:10 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita

Conf.: abbbb q1 b#

0:00:11 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo b

Conf.: abbbb q1 b#

0:00:12 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita

Conf.: abbbbb q1 #

0:00:13 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo #
Conf.: abbbbbb q1 #

0:00:14 <Erro>: erro durante execucao
Resultado: cadeia abbbbbb REJEITADA
Conf.: abbbbbb q1 #

0:00:15 <FimSimulacao>: Terminou da simulacao
Conf.: abbbbbb q1 #

STOPED simulation at: 0:00:15

ii. $L(M3) = 0^*1+2^*$

Arquivo de entrada:

AF <M3> is

$Q = \{ q_0, q_1, q_2, q_3 \}$

$E = \{ '1', '2', '0' \}$

$\delta = \{$
 $(q_0, 0) \rightarrow q_0, (q_0, 1) \rightarrow q_1, (q_0, 2) \rightarrow q_3,$
 $(q_1, 0) \rightarrow q_3, (q_1, 1) \rightarrow q_1, (q_1, 2) \rightarrow q_2,$
 $(q_2, 0) \rightarrow q_3, (q_2, 1) \rightarrow q_3, (q_2, 2) \rightarrow q_2,$
 $(q_3, 0) \rightarrow q_3, (q_3, 1) \rightarrow q_3, (q_3, 2) \rightarrow q_3$
 $\}$

$I = \{ q_0 \}$

$F = \{ q_1, q_2 \}$

end <M3>;

Cadeia: 1

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato no estado q0
Conf.: q0 1#

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 1
Conf.: q1 1#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 1 q1 #

0:00:03 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo #
Conf.: 1 q1 #

0:00:04 <AtingiuEstadoFinal>: atingiu estado final
Resultado: cadeia 1 ACEITA
Conf.: 1 q1 #

0:00:05 <FimSimulacao>: Terminou da simulacao
Conf.: 1 q1 #

STOPPED simulation at: 0:00:05

Cadeia: 012

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato no estado q0
Conf.: q0 012#

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 0
Conf.: q0 012#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 0 q0 12#

0:00:03 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 1
Conf.: 0 q1 12#

0:00:04 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 01 q1 2#

0:00:05 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 2
Conf.: 01 q2 2#

0:00:06 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 012 q2 #

0:00:07 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo #
Conf.: 012 q2 #

0:00:08 <AtingiuEstadoFinal>: atingiu estado final
Resultado: cadeia 012 ACEITA
Conf.: 012 q2 #

0:00:09 <FimSimulacao>: Termino da simulacao
Conf.: 012 q2 #

STOPED simulation at: 0:00:09

Cadeia: 02

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato no estado q0
Conf.: q0 02#

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 0
Conf.: q0 02#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 0 q0 2#

0:00:03 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 2
Conf.: 0 q3 2#

0:00:04 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 02 q3 #

0:00:05 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo #
Conf.: 02 q3 #

0:00:06 <Erro>: erro durante execucao
Resultado: cadeia 02 REJEITADA
Conf.: 02 q3 #

0:00:07 <FimSimulacao>: Termino da simulacao
Conf.: 02 q3 #

STOPED simulation at: 0:00:07

- iii. $L(M3) = N+(\{ \backslash + - \backslash^* / \} N)^*$, onde N é o conjunto dos dígitos de 0 a 9, $\backslash +$ é o símbolo + e \backslash^* é o símbolo *.

Arquivo de entrada:

AF <M3> is

$$Q = \{q_0, q_1, q_2\}$$

```

        E = { '0', '1', '2', '3', '4', '5', '6', '7', '8', '9',
              '+', '-', '*', '/' }

        d = {      (q0, 0) -> q0, (q0, 1) -> q0, (q0, 2) -> q0,
(q0, 3) -> q0, (q0, 4) -> q0, (q0, 5) -> q0, (q0, 6) -> q0, (q0, 7) -> q0,
(q0, 8) -> q0, (q0, 9) -> q0,
                                (q0, +) -> q1, (q0, -) -> q1, (q0, *) -> q1,
(q0, /) -> q1,

                                (q1, 0) -> q2, (q1, 1) -> q2, (q1, 2) -> q2,
(q1, 3) -> q2, (q1, 4) -> q2, (q1, 5) -> q2, (q1, 6) -> q2, (q1, 7) -> q2,
(q1, 8) -> q2, (q1, 9) -> q2,

                                (q2, 0) -> q2, (q2, 1) -> q2, (q2, 2) -> q2,
(q2, 3) -> q2, (q2, 4) -> q2, (q2, 5) -> q2, (q2, 6) -> q2, (q2, 7) -> q2,
(q2, 8) -> q2, (q2, 9) -> q2,
                                (q2, +) -> q1, (q2, -) -> q1, (q2, *) -> q1,
(q2, /) -> q1,

                                }

        I = { q0 }

        F = { q0, q2 }

end <M3>;

```

Cadeia: 455*24/140

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato no estado q0

Conf.: q0 455*24/140#

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 4

Conf.: q0 455*24/140#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita

Conf.: 4 q0 55*24/140#

0:00:03 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 5

Conf.: 4 q0 55*24/140#

0:00:04 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita

Conf.: 45 q0 5*24/140#

0:00:05 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 5

Conf.: 45 q0 5*24/140#

0:00:06 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 455 q0 *24/140#

0:00:07 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo *
Conf.: 455 q1 *24/140#

0:00:08 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 455* q1 24/140#

0:00:09 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 2
Conf.: 455* q2 24/140#

0:00:10 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 455*2 q2 4/140#

0:00:11 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 4
Conf.: 455*2 q2 4/140#

0:00:12 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 455*24 q2 /140#

0:00:13 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo /
Conf.: 455*24 q1 /140#

0:00:14 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 455*24/ q1 140#

0:00:15 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 1
Conf.: 455*24/ q2 140#

0:00:16 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 455*24/1 q2 40#

0:00:17 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 4
Conf.: 455*24/1 q2 40#

0:00:18 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 455*24/14 q2 0#

0:00:19 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 0
Conf.: 455*24/14 q2 0#

0:00:20 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 455*24/140 q2 #

0:00:21 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo #
Conf.: 455*24/140 q2 #

0:00:22 <AtingiuEstadoFinal>: atingiu estado final
Resultado: cadeia 455*24/140 ACEITA
Conf.: 455*24/140 q2 #

0:00:23 <FimSimulacao>: Terminou da simulacao
Conf.: 455*24/140 q2 #

STOPED simulation at: 0:00:23

Cadeia: 45++2

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato no estado q0
Conf.: q0 45++2#

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 4
Conf.: q0 45++2#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 4 q0 5++2#

0:00:03 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 5
Conf.: 4 q0 5++2#

0:00:04 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 45 q0 ++2#

0:00:05 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo +
Conf.: 45 q1 ++2#

0:00:06 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 45+ q1 +2#

0:00:07 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo +
Conf.: 45+ q1 +2#

0:00:08 <Erro>: erro durante execucao
Resultado: cadeia 45++2 REJEITADA
Conf.: 45+ q1 +2#

0:00:09 <FimSimulacao>: Terminou da simulacao
Conf.: 45+ q1 +2#

STOPED simulation at: 0:00:09

Cadeia: 28*

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato no estado q0
Conf.: q0 28*#

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 2
Conf.: q0 28*#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 2 q0 8*#

0:00:03 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 8
Conf.: 2 q0 8*#

0:00:04 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 28 q0 *#

0:00:05 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo *
Conf.: 28 q1 *#

0:00:06 <CabecoteParaDireita>: moveu o cabecote para a direita
Conf.: 28* q1 #

0:00:07 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo #
Conf.: 28* q1 #

0:00:08 <Erro>: erro durante execucao
Resultado: cadeia 28* REJEITADA
Conf.: 28* q1 #

0:00:09 <FimSimulacao>: Termino da simulacao
Conf.: 28* q1 #

STOPED simulation at: 0:00:09

b. Autômato de Pilha Estruturado

i. $L(P1) = a^n x b^n$

Arquivo de entrada:

```
AF <a1> is
  Q = { q1, q2, q3, q4 }
  E = { 'a', 'b', 'x' }
  d = {
    (q1, a) -> q2,
    (q1, x) -> q4,
    (q3, b) -> q4,
  }
  I = { q1 }
  F = { q4 }
end <a1>;

AP <P1> is
  S = { <a1> }
  I = { <a1> }
  d = {
    (a1, q2) -> a1/q3
  }
end <P1>;
```

Cadeia: aaaxbbb

Saida simulador:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato na maquina inicial

<a1> no estado q1

Conf.: q1 aaaxbbb#

Pilha:

|Z0|

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

Conf.: q2 aaaxbbb#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para

direita

Conf.: a q2 aaxbbb#

0:00:03 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <a1>

Conf.: a q1 aaxbbb#

Pilha:

a1/q3

0:00:04 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

Conf.: a q2 aaxbbb#

direita

0:00:05 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para

Conf.: aa q2 axbbb#

0:00:06 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <a1>

Conf.: aa q1 axbbb#

Pilha:

| a1/q3 | a1/q3 |

0:00:07 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

Conf.: aa q2 axbbb#

direita

0:00:08 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para

Conf.: aaa q2 xbbb#

0:00:09 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <a1>

Conf.: aaa q1 xbbb#

Pilha:

| a1/q3 | a1/q3 | a1/q3 |

0:00:10 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'x'

Conf.: aaa q4 xbbb#

direita

0:00:11 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para

Conf.: aaax q4 bbb#

0:00:12 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'b'

Conf.: aaax q4 bbb#

<a1>

0:00:13 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina

Conf.: aaax q3 bbb#

Pilha:

| a1/q3 | a1/q3 |

0:00:14 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'b'

Conf.: aaax q4 bbb#

direita

0:00:15 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para

Conf.: aaaxb q4 bb#

0:00:16 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'b'

Conf.: aaaxb q4 bb#

<a1>

0:00:17 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina

Conf.: aaaxb q3 bb#

Pilha:

a1/q3

0:00:18 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'b'

Conf.: aaaxb q4 bb#

direita

0:00:19 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para

Conf.: aaaxbb q4 b#

0:00:20 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'b'

Conf.: aaaxbb q4 b#

<a1>

0:00:21 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina

Conf.: aaaxbb q3 b#

Pilha:

|Z0|

0:00:22 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'b'

Conf.: aaaxbb q4 b#

direita

0:00:23 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para

Conf.: aaaxbbb q4 #

0:00:24 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '#'

Conf.: aaaxbbb q4 #

q4

0:00:25 <AtingiuEstadoFinal>: o Automato atingiu estado final

Resultado: cadeia aaaxbbb ACEITA

Conf.: aaaxbbb q4 #

0:00:26 <FimSimulacao>: simulacao atingiu o seu termino

Conf.: aaaxbbb q4 #

STOPED simulation at: 0:00:26

Cadeia: aaaxbba

Saida simulador:

STARTED simulation at: 0:00:00

<a1> no estado q1

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato na maquina inicial

Conf.: q1 aaaxbba#

Pilha:

|Z0|

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

Conf.: q2 aaaxbba#

direita

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para

Conf.: a q2 aaxbba#

0:00:03 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <a1>

Conf.: a q1 aaxbba#

Pilha:

a1/q3

0:00:04 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

Conf.: a q2 aaxbba#

direita

0:00:05 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para

Conf.: aa q2 axbba#

0:00:06 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <a1>

Conf.: aa q1 axbba#

Pilha:

| a1/q3 | a1/q3 |

0:00:07 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

Conf.: aa q2 axbba#

direita

0:00:08 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para

Conf.: aaa q2 xbba#

0:00:09 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <a1>

Conf.: aaa q1 xbba#

Pilha:

| a1/q3 | a1/q3 | a1/q3 |

0:00:10 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'x'

Conf.: aaa q4 xbba#

direita	0:00:11 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para Conf.: aaax q4 bba#
	0:00:12 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'b' Conf.: aaax q4 bba#
<a1>	0:00:13 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina Conf.: aaax q3 bba# Pilha: ----- a1/q3 a1/q3 -----
	0:00:14 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'b' Conf.: aaax q4 bba#
direita	0:00:15 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para Conf.: aaaxb q4 ba#
	0:00:16 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'b' Conf.: aaaxb q4 ba#
<a1>	0:00:17 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina Conf.: aaaxb q3 ba# Pilha: ----- a1/q3 -----
	0:00:18 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'b' Conf.: aaaxb q4 ba#
direita	0:00:19 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para Conf.: aaaxbb q4 a#
	0:00:20 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

<a1>

Conf.: aaaxbb q4 a#

0:00:21 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina

Conf.: aaaxbb q3 a#

Pilha:

|Z0|

0:00:22 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

Conf.: aaaxbb q3 a#

0:00:23 <Erro>: erro durante execucao do reconhecimento

Resultado: cadeia aaaxbba NAO foi aceita

Conf.: aaaxbb q3 a#

0:00:24 <FimSimulacao>: simulacao atingiu o seu termino

Conf.: aaaxbb q3 a#

STOPED simulation at: 0:00:24

- ii. $L = P(P)^*$
 $P = X|Y|Z$
 $X = \set{a^n | Y^n | Z^n}$
 $Y = \set{a^n | X^n | Z^n}$
 $Z = \set{a^n | X^n | Y^n}$

Arquivo de entrada:

```
AF <S> is
Q = { q1, q2, q3, q4, q5, q6, q7, q8 }
E = { 'a', '(', '[', '{', '}', ']', ')', '}', '}', '}' }
d = {
    (q1, a) -> q4, (q1, '(') -> q2, (q1, '[') -> q5,
    (q1, '{') -> q7,
    (q3, ')') -> q4,
    (q4, ',') -> q1,
    (q6, ']') -> q4,
    (q8, '}') -> q4
}
I = { q1 }
F = { q4 }
```

```

end <S>;

AP <P2> is
  S = {<S>}
  I = {<S>}
  d = {
    (S, q2) -> S/q3,
    (S, q5) -> S/q6,
    (S, q7) -> S/q8,
  }

```

Cadeia: ((a)),[a]

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato na maquina inicial
<S> no estado q1

Conf.: q1 ((a)),[a]#

Pilha:

|Z0|

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '('

Conf.: q2 ((a)),[a]#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para
direita

Conf.: (q2 (a)),[a]#

0:00:03 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <S>

Conf.: (q1 (a)),[a]#

Pilha:

| S/q3 |

0:00:04 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '('

Conf.: (q2 (a)),[a]#

0:00:05 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para
direita

Conf.: ((q2 a)),[a]#

0:00:06 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <S>

Conf.: ((q1 a)),[a]#

Pilha:

| S/q3 | S/q3 |

0:00:07 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

Conf.: ((q4 a)),[a]#

0:00:08 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para
direita

Conf.: ((a q4)),[a]#

0:00:09 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ')

Conf.: ((a q4)),[a]#

0:00:10 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina <S>

Conf.: ((a q3)),[a]#

Pilha:

| S/q3 |

0:00:11 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ')

Conf.: ((a q4)),[a]#

0:00:12 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para
direita

Conf.: ((a) q4),[a]#

0:00:13 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ')

Conf.: ((a) q4),[a]#

0:00:14 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina <S>

Conf.: ((a) q3),[a]#

Pilha:

|Z0|

0:00:15 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ')

Conf.: ((a) q4),[a]#

0:00:16 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita

Conf.: ((a)) q4 ,[a]#

0:00:17 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ','

Conf.: ((a)) q1 ,[a]#

0:00:18 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita

Conf.: ((a)), q1 [a]#

0:00:19 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '['

Conf.: ((a)), q5 [a]#

0:00:20 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita

Conf.: ((a)), [q5 a]#

0:00:21 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <S>

Conf.: ((a)), [q1 a]#

Pilha:

| S/q6 |

0:00:22 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

Conf.: ((a)), [q4 a]#

0:00:23 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita

Conf.: ((a)), [a q4]#

0:00:24 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ']'

Conf.: ((a)), [a q4]#

0:00:25 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina <S>

Conf.: ((a)), [a q6]#

Pilha:

| Z0 |

0:00:26 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'j'
Conf.: ((a)),[a q4]#

0:00:27 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para
direita
Conf.: ((a)),[a] q4 #

0:00:28 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '#'
Conf.: ((a)),[a] q4 #

0:00:29 <AtingiuEstadoFinal>: o Automato atingiu estado final
q4
Resultado: cadeia ((a)),[a] ACEITA
Conf.: ((a)),[a] q4 #

0:00:30 <FimSimulacao>: simulacao atingiu o seu termino
Conf.: ((a)),[a] q4 #

STOPED simulation at: 0:00:30

Cadeia: ([[a]])

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

0:00:00 <PartidaInicial>: Iniciou o Automato na maquina inicial
<S> no estado q1
Conf.: q1 ([[a]])#

Pilha:

|Z0|

0:00:01 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '('
Conf.: q2 ([[a]])#

0:00:02 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para
direita
Conf.: (q2 ([[a]])#

0:00:03 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <S>
Conf.: (q1 ([[a]])#

Pilha:

S/q3

0:00:04 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '['
Conf.: (q5 [(a)])#

0:00:05 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita
Conf.: ([q5 {(a)})#

0:00:06 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <S>
Conf.: ([q1 {(a)})#
Pilha:

| S/q3 | S/q6 |

0:00:07 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '{'
Conf.: ([q7 {(a)})#

0:00:08 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita
Conf.: ([{ q7 (a)})#

0:00:09 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <S>
Conf.: ([{ q1 (a)})#
Pilha:

| S/q3 | S/q6 | S/q8 |

0:00:10 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '('
Conf.: ([{ q2 (a)})#

0:00:11 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita
Conf.: ([{(q2 a)})#

0:00:12 <ChamadaSubmaquina>: Entrou na sub-maquina <S>
Conf.: ([{(q1 a)})#

Pilha:

| S/q3 | S/q6 | S/q8 | S/q3 |

0:00:13 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo 'a'

Conf.: ([[(q4 a)]])#

0:00:14 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita

Conf.: ([[(a q4)]])#

0:00:15 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ')

Conf.: ([[(a q4)]])#

0:00:16 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina <S>

Conf.: ([[(a q3)]])#

Pilha:

| S/q3 | S/q6 | S/q8 |

0:00:17 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ')

Conf.: ([[(a q4)]])#

0:00:18 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita

Conf.: ([[(a) q4]]])#

0:00:19 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '}'

Conf.: ([[(a) q4]]])#

0:00:20 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina <S>

Conf.: ([[(a) q8]]])#

Pilha:

| S/q3 | S/q6 |

0:00:21 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '}'

Conf.: ([[(a) q4]]])#

0:00:22 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita

Conf.: ({{(a)} q4 })#

0:00:23 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ']

Conf.: ({{(a)} q4 })#

0:00:24 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina <S>

Conf.: ({{(a)} q6 })#

Pilha:

| S/q3 |

0:00:25 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ']

Conf.: ({{(a)} q4 })#

0:00:26 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita

Conf.: ({{(a)}} q4)#

0:00:27 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ')

Conf.: ({{(a)}} q4)#

0:00:28 <RetornoSubmaquina>: voltou para a sub-maquina <S>

Conf.: ({{(a)}} q3)#

Pilha:

|Z0|

0:00:29 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo ')

Conf.: ({{(a)}} q4)#

0:00:30 <CabecoteParaDireita>: Moveu o cursor da fita para direita

Conf.: ({{(a)}}) q4 #

0:00:31 <LeituraSimbolo>: Leu o simbolo '#'

Conf.: ({{(a)}}) q4 #

0:00:32 <AtingiuEstadoFinal>: o Automato atingiu estado final q4

Resultado: cadeia ({(a)}) ACEITA

Conf.: ({(a)}) q4 #

0:00:33 <FimSimulacao>: simulacao atingiu o seu termino

Conf.: ({(a)}) q4 #

STOPED simulation at: 0:00:33

c. Máquina de Turing

- i. M1 percorre toda a cadeia, trocando a's por b's e vice-versa.

Arquivo de entrada:

MT <M1> is

$Q = \{q_0, q_1, q_2, H\}$

$E = \{'a', 'b'\}$

$G = \{'a', 'b'\}$

$\delta = \{$
(q0, a) -> (q1, <), (q0, b) -> (q1, <), (q0, #) -> (q1, <),
(q1, a) -> (q0, b), (q1, b) -> (q0, a), (q1, #) -> (q2, >),
(q2, a) -> (q2, >), (q2, b) -> (q2, >), (q2, #) -> (H, #)
 $\}$

$F = \{H\}$

$I = \{q_0\}$

end <M1>;

Cadeia: abbabba

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

<PartidaInicial>: a Maquina iniciou no estado q0

Conf.: #abbabba q0 #

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: #abbabba q1 #

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para

ESquerda

Conf.: #abbabb q1 a#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita
Conf.: #abbabb q0 a#

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo 'b' na fita
Conf.: #abbabb q0 b#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'b' da fita
Conf.: #abbabb q1 b#

ESQuerd

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para
Conf.: #abbab q1 bb#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'b' da fita
Conf.: #abbab q0 bb#

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo 'a' na fita
Conf.: #abbab q0 ab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita
Conf.: #abbab q1 ab#

ESQuerd

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para
Conf.: #abba q1 bab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'b' da fita
Conf.: #abba q0 bab#

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo 'a' na fita
Conf.: #abba q0 aab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita
Conf.: #abba q1 aab#

ESQuerd

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para
Conf.: #abb q1 aaab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita
Conf.: #abb q0 aaab#

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo 'b' na fita
Conf.: #abb q0 baab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'b' da fita
Conf.: #abb q1 baab#

ESQuerda

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para
Conf.: #ab q1 bbaab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'b' da fita
Conf.: #ab q0 bbaab#

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo 'a' na fita
Conf.: #ab q0 abaab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita
Conf.: #ab q1 abaab#

ESQuerda

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para
Conf.: #a q1 babaab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'b' da fita
Conf.: #a q0 babaab#

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo 'a' na fita
Conf.: #a q0 aabaab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita
Conf.: #a q1 aabaab#

ESQuerda

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para
Conf.: # q1 aaabaab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita
Conf.: # q0 aaabaab#

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo 'b' na fita
Conf.: # q0 baabaab#

	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'b' da fita Conf.: # q1 baabaab#
ESQuerda	<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para Conf.: q1 #baabaab#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita Conf.: q2 #baabaab#
DIReita	<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para Conf.: # q2 baabaab#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'b' da fita Conf.: # q2 baabaab#
DIReita	<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para Conf.: #b q2 aabaab#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita Conf.: #b q2 aabaab#
DIReita	<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para Conf.: #ba q2 abaab#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita Conf.: #ba q2 abaab#
DIReita	<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para Conf.: #baa q2 baab#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'b' da fita Conf.: #baa q2 baab#
DIReita	<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para Conf.: #baab q2 aab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita
 Conf.: #baab q2 aab#

DIReita
 <CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para
 Conf.: #baaba q2 ab#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'a' da fita
 Conf.: #baaba q2 ab#

DIReita
 <CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para
 Conf.: #baabaa q2 b#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo 'b' da fita
 Conf.: #baabaa q2 b#

DIReita
 <CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para
 Conf.: #baabaab q2 #

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita
 Conf.: #baabaab H #

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo '#' na fita
 Conf.: #baabaab H ##

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita
 Conf.: #baabaab H ##

<AtingiuEstadoH>:
 Conf.: #baabaab H ##

STOPED simulation at: 0:00:50

- ii. M2 reconhece ww^R , onde w são cadeias sobre o alfabeto $E = \{0, 1\}$

Arquivo de entrada:

MT <M2> is

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_{04}, q_{01}, q_{23}, q_{53}, q_6, q_a, q_{00}\}$

E = {'0', '1', }

G = {'0', '1'}

d = {

(q00, #) -> (q6, <),

(q0, 0) -> (q04, #), (q04, #) -> (q4, >),

(q0, 1) -> (q01, #), (q01, #) -> (q1, >),

(q1, 0) -> (q1, >), (q1, 1) -> (q1, >), (q1, #) -> (q2, <),

(q2, 1) -> (q23, #), (q23, #) -> (q3, <),

(q3, 0) -> (q3, <), (q3, 1) -> (q3, <), (q3, #) -> (q0, >),

(q4, 0) -> (q4, >), (q4, 1) -> (q4, >), (q4, #) -> (q5, <),

(q5, 0) -> (q53, #), (q53, #) -> (q3, <),

(q0, #) -> (qa, #),

(q6, 0) -> (q6, <), (q6, 1) -> (q6, <), (q6, #) -> (q0, >),

}

F = {qa}

I = {q00}

end <M2>;

Cadeia: 0110

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

<PartidaInicial>: a Maquina iniciou no estado q00

Conf.: #0110 q00 #

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: #0110 q6 #

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para

ESquerda

Conf.: #011 q6 0#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '0' da fita

Conf.: #011 q6 0#

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para

ESquerda

Conf.: #01 q6 10#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita

Conf.: #01 q6 10#

ESQuerda	<p><CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para</p> <p>Conf.: #0 q6 110#</p>
	<p><LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita</p> <p>Conf.: #0 q6 110#</p>
ESQuerda	<p><CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para</p> <p>Conf.: # q6 0110#</p>
	<p><LeituraSimbolo>: leu o simbolo '0' da fita</p> <p>Conf.: # q6 0110#</p>
ESQuerda	<p><CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para</p> <p>Conf.: q6 #0110#</p>
	<p><LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita</p> <p>Conf.: q0 #0110#</p>
DIReita	<p><CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para</p> <p>Conf.: # q0 0110#</p>
	<p><LeituraSimbolo>: leu o simbolo '0' da fita</p> <p>Conf.: # q04 0110#</p>
	<p><GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo '#' na fita</p> <p>Conf.: # q04 #110#</p>
	<p><LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita</p> <p>Conf.: # q4 #110#</p>
DIReita	<p><CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para</p> <p>Conf.: ## q4 110#</p>
	<p><LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita</p> <p>Conf.: ## q4 110#</p>

DIReita

<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ##1 q4 10#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita

Conf.: ##1 q4 10#

DIReita

<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ##11 q4 0#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '0' da fita

Conf.: ##11 q4 0#

DIReita

<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ##110 q4 #

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: ##110 q5 #

ESQuerda

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ##11 q5 0#

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '0' da fita

Conf.: ##11 q53 0#

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo '#' na fita

Conf.: ##11 q53 ##

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: ##11 q3 ##

ESQuerda

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ##1 q3 1##

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita

Conf.: ##1 q3 1##

ESQuerda

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ## q3 11##

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita

Conf.: ## q3 11##

ESQuerda

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: # q3 #11##

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: # q0 #11##

DIReita

<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ## q0 11##

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita

Conf.: ## q01 11##

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo '#' na fita

Conf.: ## q01 #1##

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: ## q1 #1##

DIReita

<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ### q1 1##

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita

Conf.: ### q1 1##

DIReita

<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ###1 q1 ##

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: ###1 q2 ##

ESQuerda

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ### q2 1##

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita

Conf.: ### q23 1##

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo '#' na fita

Conf.: ### q23 ###

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: ### q3 ###

ESQuerda

<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ## q3 #####

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: ## q0 #####

DIReita

<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para

Conf.: ### q0 ###

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: ### qa ###

<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo '#' na fita

Conf.: ### qa ###

<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita

Conf.: ### qa ###

<AtingiuEstadoH>:

Conf.: ### qa ###

STOPED simulation at: 0:00:52

Cadeia: 001

Saída da simulação:

STARTED simulation at: 0:00:00

<PartidaInicial>: a Maquina iniciou no estado q00

	Conf.: #001 q00 #
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita
	Conf.: #001 q6 #
ESQuerd	<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para
	Conf.: #00 q6 1#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita
	Conf.: #00 q6 1#
ESQuerd	<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para
	Conf.: #0 q6 01#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '0' da fita
	Conf.: #0 q6 01#
ESQuerd	<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para
	Conf.: # q6 001#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '0' da fita
	Conf.: # q6 001#
ESQuerd	<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para
	Conf.: q6 #001#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita
	Conf.: q0 #001#
DIReita	<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para
	Conf.: # q0 001#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '0' da fita
	Conf.: # q04 001#
	<GravacaoSimbolo>: gravou o simbolo '#' na fita
	Conf.: # q04 #01#

	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita Conf.: # q4 #01#
DIReita	<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para Conf.: ## q4 01#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '0' da fita Conf.: ## q4 01#
DIReita	<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para Conf.: ##0 q4 1#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita Conf.: ##0 q4 1#
DIReita	<CabecoteParaDireita>: movimentou o cursor da fita para Conf.: ##01 q4 #
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '#' da fita Conf.: ##01 q5 #
ESQuerda	<CabecoteParaEsquerda>: movimentou o cursor da fita para Conf.: ##0 q5 1#
	<LeituraSimbolo>: leu o simbolo '1' da fita Conf.: ##0 q5 1#
	<Erro>: atingiu estado de erro. Resultado: cadeia #001 REJEITADA Conf.: ##0 q5 1#
	## STOPED simulation at: 0:00:22 ##

5. CONCLUSÃO

Utilizando-se da técnica da simulação dirigida por eventos, foi possível construir um ambiente em que instâncias de reconhecedores de linguagem puderam

ser executadas com sucesso. Buscou-se gerar saídas com o passo a passo da execução, nas quais ou a aceitação ou a rejeição de uma cadeia dada é indicada.

6. BIBLIOGRAFIA

NETO, João José. **Linguagens Formais**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

McDOUGALL, M. H. **Computer System Simulation** - an Introduction. ACM Computing Surveys, vol. 2 n. 3, setembro de 1970, p. 191-209