

Autômatos Finitos Não-Determinísticos

Seção 1.2

Prof. Thiago Braga Marcilon

Universidade Federal do Cariri

CC0028 – Autômatos, computabilidade e complexidade

Autômato Finito Não-Determinístico

Não-determinismo

Autômato Finito Não-Determinístico

Não-determinismo

- A definição anterior de autômato é chamada de AF Determinístico (AFD);

Autômato Finito Não-Determinístico

Não-determinismo

- A definição anterior de autômato é chamada de AF Determinístico (AFD);
 - Para cada cadeia, o AFD sempre visita a mesma sequência de estados;

Autômato Finito Não-Determinístico

Não-determinismo

- A definição anterior de autômato é chamada de AF Determinístico (AFD);
 - Para cada cadeia, o AFD sempre visita a mesma sequência de estados;
- Em um AF não-determinístico (AFN), para uma dada cadeia, a sequência de estados que ele visita não está obrigatoriamente determinada;

Autômato Finito Não-Determinístico

Não-determinismo

- A definição anterior de autômato é chamada de AF Determinístico (AFD);
 - Para cada cadeia, o AFD sempre visita a mesma sequência de estados;
- Em um AF não-determinístico (AFN), para uma dada cadeia, a sequência de estados que ele visita não está obrigatoriamente determinada;
 - há sempre um conjunto de estados (possivelmente vazio ou unitário) que representa as possibilidades de estados que o AFN pode estar;

Autômato Finito Não-Determinístico

Não-determinismo

- A definição anterior de autômato é chamada de AF Determinístico (AFD);
 - Para cada cadeia, o AFD sempre visita a mesma sequência de estados;
- Em um AF não-determinístico (AFN), para uma dada cadeia, a sequência de estados que ele visita não está obrigatoriamente determinada;
 - há sempre um conjunto de estados (possivelmente vazio ou unitário) que representa as possibilidades de estados que o AFN pode estar;
 - Assim, dada uma cadeia, o estado que o AFN está (de um modo geral) não pode ser determinada, o que há é um conjunto de possibilidades;

Autômato Finito Não-Determinístico

Não-determinismo

- A definição anterior de autômato é chamada de AF Determinístico (AFD);
 - Para cada cadeia, o AFD sempre visita a mesma sequência de estados;
- Em um AF não-determinístico (AFN), para uma dada cadeia, a sequência de estados que ele visita não está obrigatoriamente determinada;
 - há sempre um conjunto de estados (possivelmente vazio ou unitário) que representa as possibilidades de estados que o AFN pode estar;
 - Assim, dada uma cadeia, o estado que o AFN está (de um modo geral) não pode ser determinada, o que há é um conjunto de possibilidades;
- Uma outra forma de se racionalizar o conceito de AFN é de imaginá-la como uma máquina multiprocesso, onde cada processo está em um único estado e os processos não se comunicam;

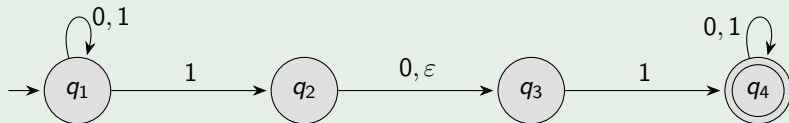
Autômato Finito Não-Determinístico

Não-determinismo

- A definição anterior de autômato é chamada de AF Determinístico (AFD);
 - Para cada cadeia, o AFD sempre visita a mesma sequência de estados;
- Em um AF não-determinístico (AFN), para uma dada cadeia, a sequência de estados que ele visita não está obrigatoriamente determinada;
 - há sempre um conjunto de estados (possivelmente vazio ou unitário) que representa as possibilidades de estados que o AFN pode estar;
 - Assim, dada uma cadeia, o estado que o AFN está (de um modo geral) não pode ser determinada, o que há é um conjunto de possibilidades;
- Uma outra forma de se racionalizar o conceito de AFN é de imaginá-la como uma máquina multiprocesso, onde cada processo está em um único estado e os processos não se comunicam;
- O conceito de AFN é uma extensão do conceito de AFD. Portanto, todo AFD também é um AFN.

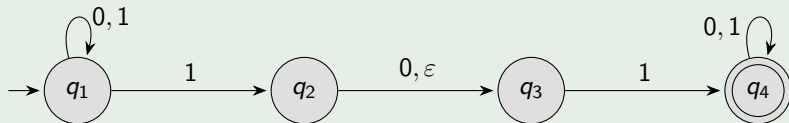
Autômato Finito Não-Determinístico

Diagrama de estados de um AFN



Autômato Finito Não-Determinístico

Diagrama de estados de um AFN

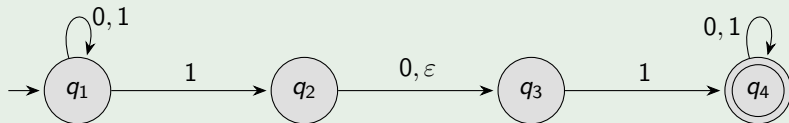


Não-determinismo

Um AFN pode conter:

Autômato Finito Não-Determinístico

Diagrama de estados de um AFN



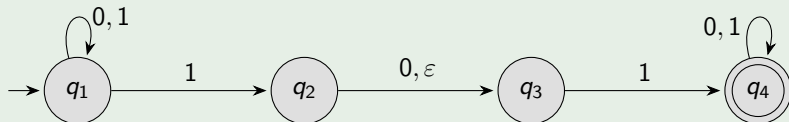
Não-determinismo

Um AFN pode conter:

- transições ε ;

Autômato Finito Não-Determinístico

Diagrama de estados de um AFN



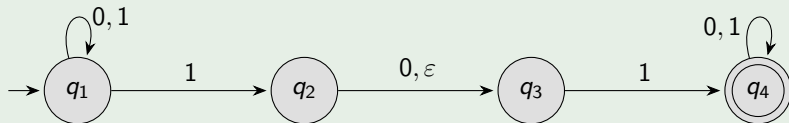
Não-determinismo

Um AFN pode conter:

- transições ε ;
- transições com o mesmo símbolo saindo do mesmo estado;

Autômato Finito Não-Determinístico

Diagrama de estados de um AFN



Não-determinismo

Um AFN pode conter:

- transições ε ;
- transições com o mesmo símbolo saindo do mesmo estado;
- estados que não possuem transições para um determinado símbolo;

Autômato Finito Não-Determinístico

Transições Não-determinísticas

Seja A um AFN . Sejam q e $Q = \{q_1, \dots, q_k\}$ estados de A :

Autômato Finito Não-Determinístico

Transições Não-determinísticas

Seja A um AFN . Sejam q e $Q = \{q_1, \dots, q_k\}$ estados de A :

- Se q possui k transições x para Q e A lê x , A se divide em k processos;

Autômato Finito Não-Determinístico

Transições Não-determinísticas

Seja A um AFN . Sejam q e $Q = \{q_1, \dots, q_k\}$ estados de A :

- Se q possui k transições x para Q e A lê x , A se divide em k processos;
- Cada processo estará em um estado de Q diferente;

Autômato Finito Não-Determinístico

Transições Não-determinísticas

Seja A um AFN . Sejam q e $Q = \{q_1, \dots, q_k\}$ estados de A :

- Se q possui k transições x para Q e A lê x , A se divide em k processos;
 - Cada processo estará em um estado de Q diferente;
 - Nenhum processo estará em q ;

Autômato Finito Não-Determinístico

Transições Não-determinísticas

Seja A um AFN . Sejam q e $Q = \{q_1, \dots, q_k\}$ estados de A :

- Se q possui k transições x para Q e A lê x , A se divide em k processos;
 - Cada processo estará em um estado de Q diferente;
 - Nenhum processo estará em q ;
- Se q possui k transições ε para Q , antes de A fazer a leitura do próximo símbolo, A se divide em $k + 1$ processos;

Autômato Finito Não-Determinístico

Transições Não-determinísticas

Seja A um AFN . Sejam q e $Q = \{q_1, \dots, q_k\}$ estados de A :

- Se q possui k transições x para Q e A lê x , A se divide em k processos;
 - Cada processo estará em um estado de Q diferente;
 - Nenhum processo estará em q ;
- Se q possui k transições ε para Q , antes de A fazer a leitura do próximo símbolo, A se divide em $k + 1$ processos;
 - Cada processo estará em um estado de $Q \cup \{q\}$ diferente;

Autômato Finito Não-Determinístico

Transições Não-determinísticas

Seja A um AFN. Sejam q e $Q = \{q_1, \dots, q_k\}$ estados de A :

- Se q possui k transições x para Q e A lê x , A se divide em k processos;
 - Cada processo estará em um estado de Q diferente;
 - Nenhum processo estará em q ;
- Se q possui k transições ε para Q , antes de A fazer a leitura do próximo símbolo, A se divide em $k + 1$ processos;
 - Cada processo estará em um estado de $Q \cup \{q\}$ diferente;
 - Tal operação é repetida enquanto houver transições ε ;

Autômato Finito Não-Determinístico

Transições Não-determinísticas

Seja A um AFN. Sejam q e $Q = \{q_1, \dots, q_k\}$ estados de A :

- Se q possui k transições x para Q e A lê x , A se divide em k processos;
 - Cada processo estará em um estado de Q diferente;
 - Nenhum processo estará em q ;
- Se q possui k transições ε para Q , antes de A fazer a leitura do próximo símbolo, A se divide em $k + 1$ processos;
 - Cada processo estará em um estado de $Q \cup \{q\}$ diferente;
 - Tal operação é repetida enquanto houver transições ε ;
- Se q não possui transição x e A lê x , o processo atual “morre”;

Autômato Finito Não-Determinístico

Transições Não-determinísticas

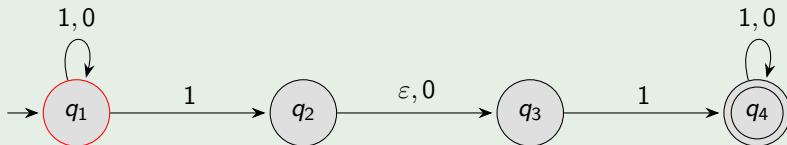
Seja A um AFN. Sejam q e $Q = \{q_1, \dots, q_k\}$ estados de A :

- Se q possui k transições x para Q e A lê x , A se divide em k processos;
 - Cada processo estará em um estado de Q diferente;
 - Nenhum processo estará em q ;
- Se q possui k transições ε para Q , antes de A fazer a leitura do próximo símbolo, A se divide em $k + 1$ processos;
 - Cada processo estará em um estado de $Q \cup \{q\}$ diferente;
 - Tal operação é repetida enquanto houver transições ε ;
- Se q não possui transição x e A lê x , o processo atual “morre”;
- Uma cadeia é aceita se e somente se existe um processo em um estado de aceitação após a leitura da entrada.

Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

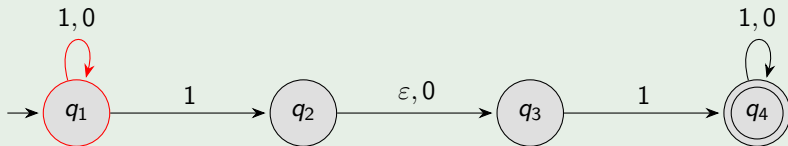
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

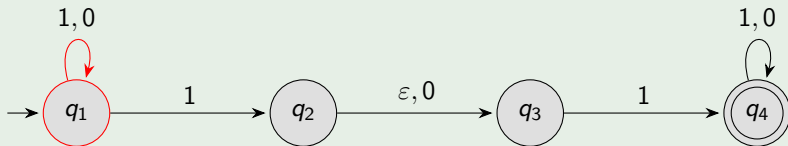
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

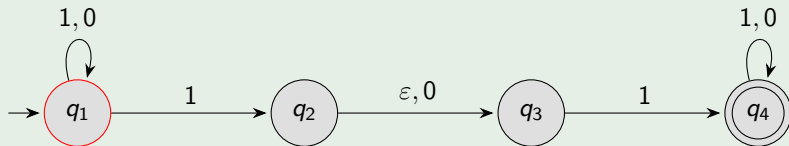
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

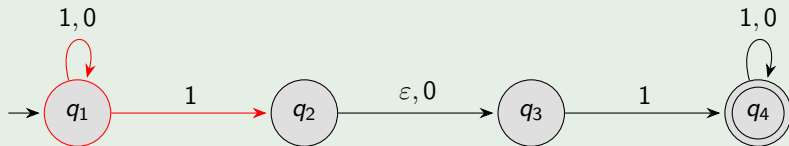
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

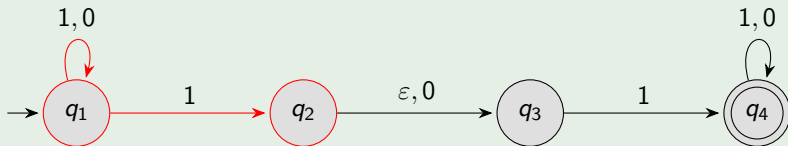
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

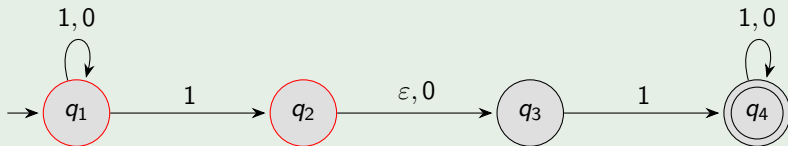
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

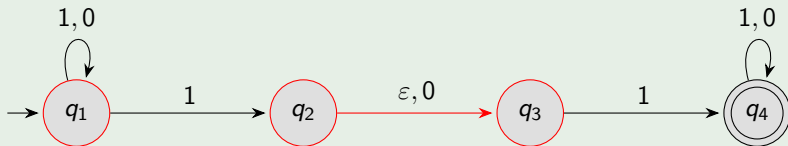
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

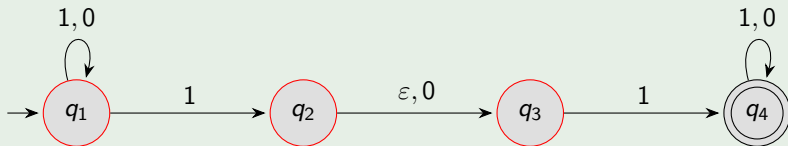
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

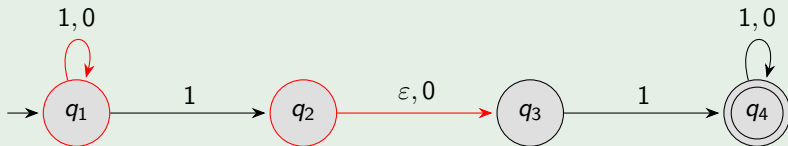
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

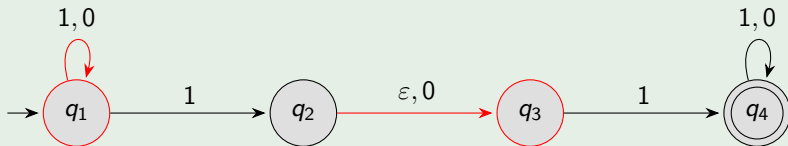
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

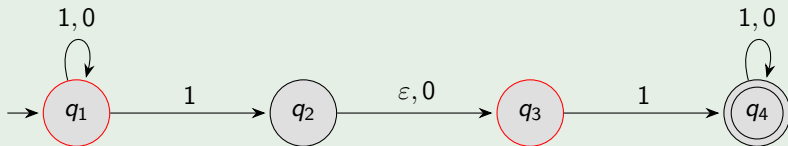
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

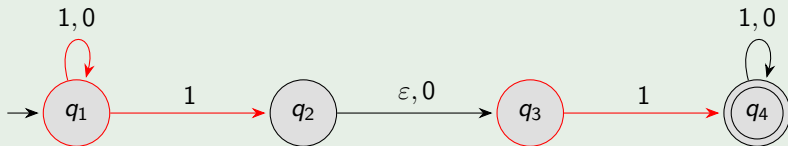
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

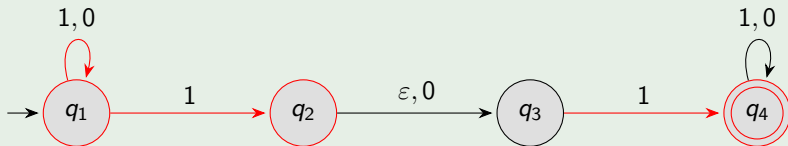
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

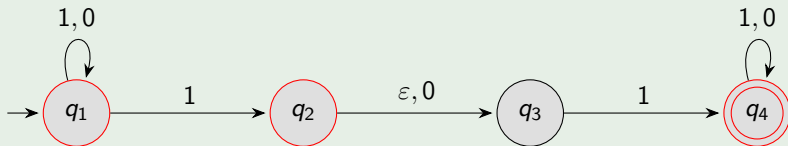
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

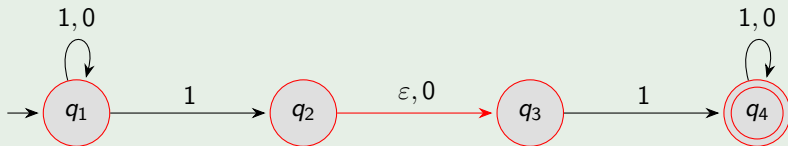
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

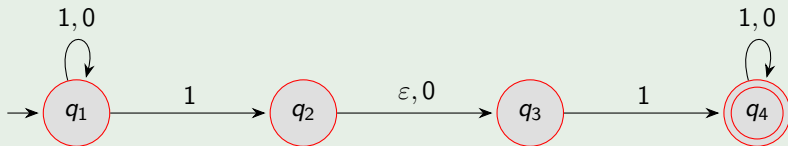
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

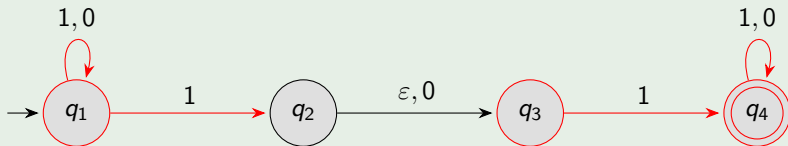
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

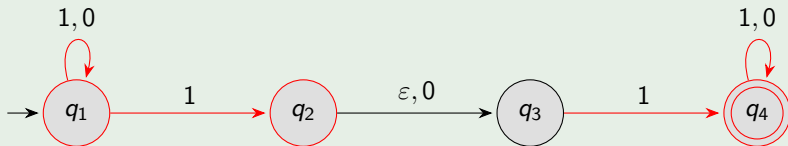
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

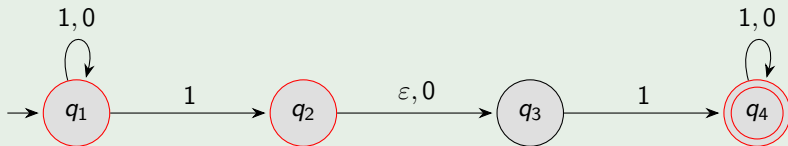
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

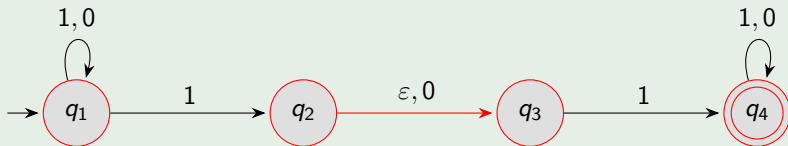
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

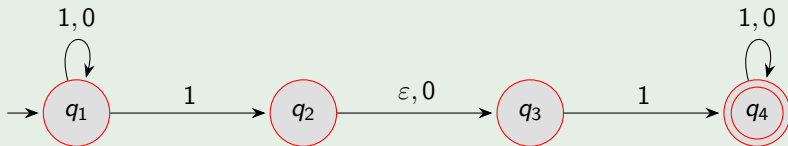
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

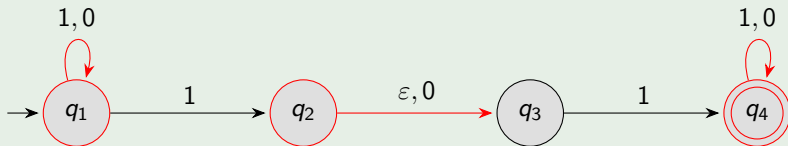
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

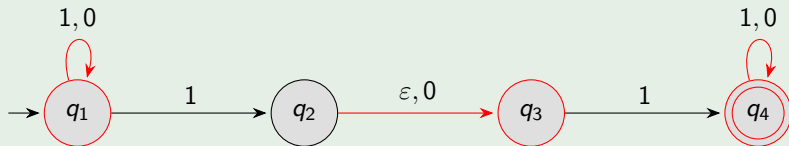
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

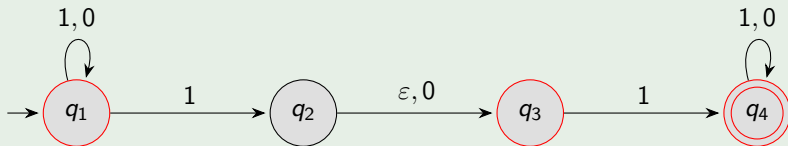
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

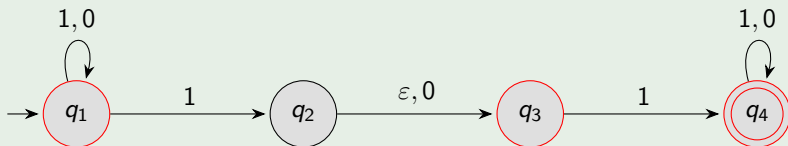
Entrada = 010110



Computação de cadeias

Computação da cadeia 010110

Entrada = 010110



Saída = Aceita

Exemplo de Computação de cadeias

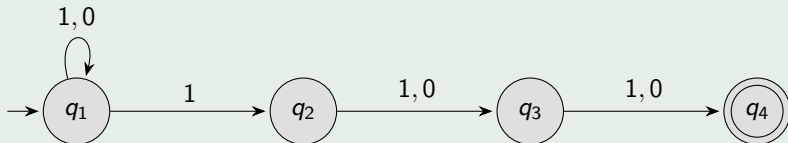
Exemplo

AFN no alfabeto $\Sigma = \{0, 1\}$ cuja linguagem consiste em todas as string com um 1 na antepenúltima posição.

Exemplo de Computação de cadeias

Exemplo

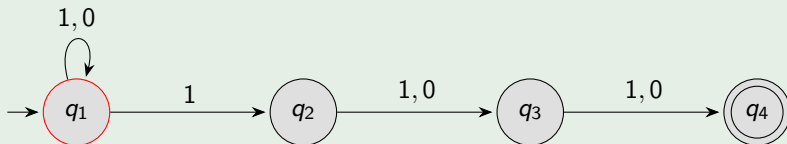
AFN em $\Sigma = \{0, 1\}$ contendo todas as string com um 1 na antepenúltima posição.



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

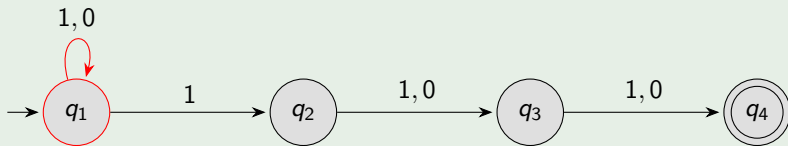
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

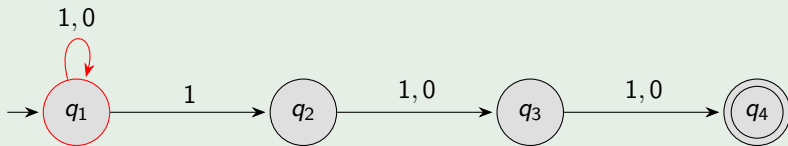
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

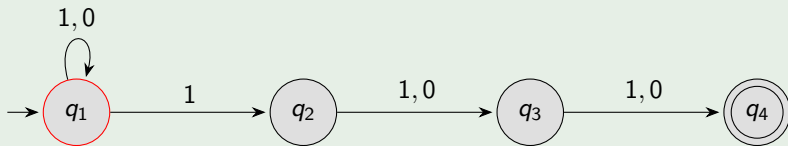
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

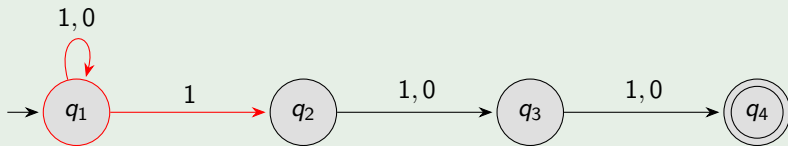
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

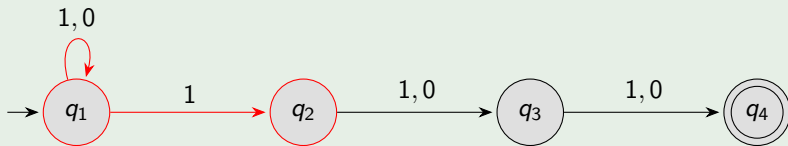
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

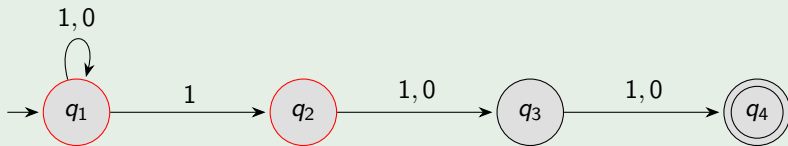
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

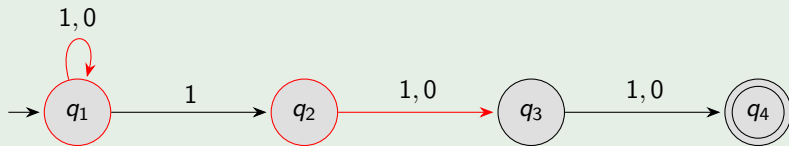
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

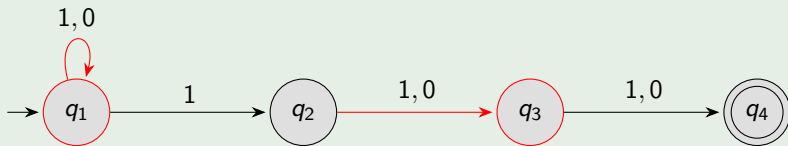
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

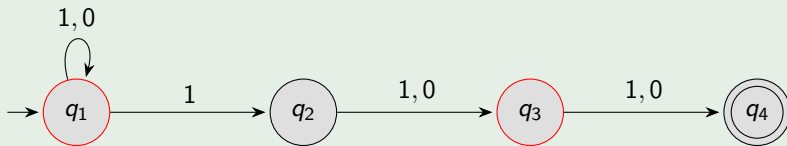
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

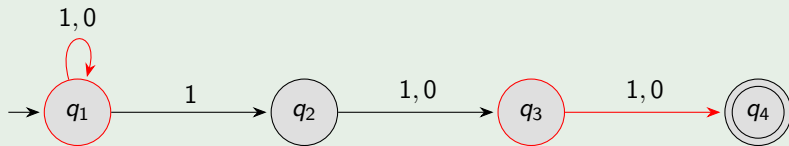
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

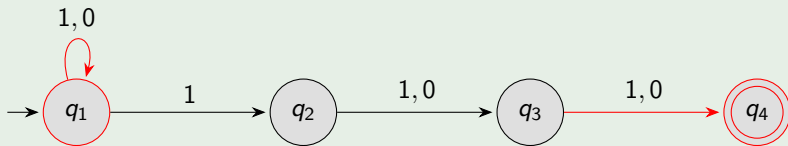
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

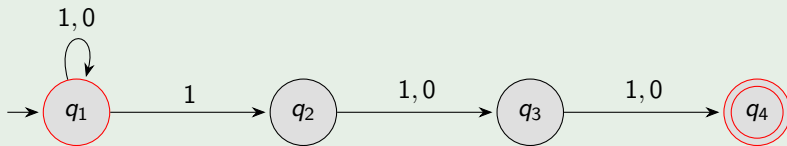
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

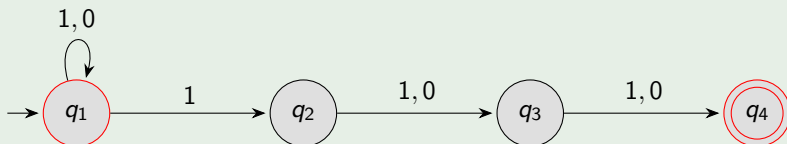
Entrada = 0100



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na entrada 0100

Entrada = 0100

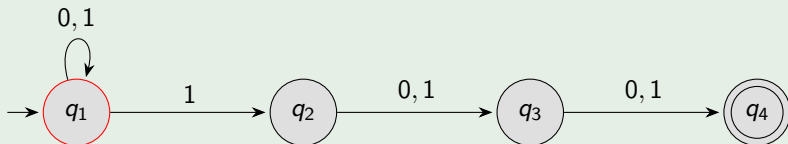


Saída = Aceita

Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0, 1\}$ na entrada 1000

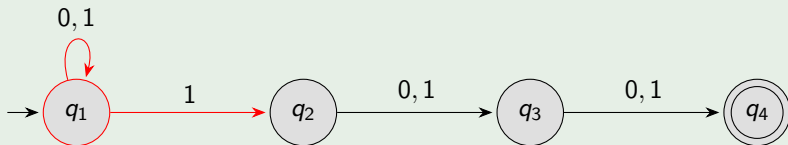
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0, 1\}$ na entrada 1000

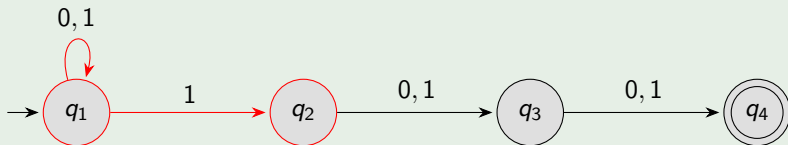
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0,1\}$ na entrada 1000

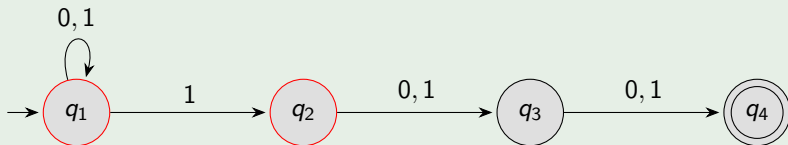
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0,1\}$ na entrada 1000

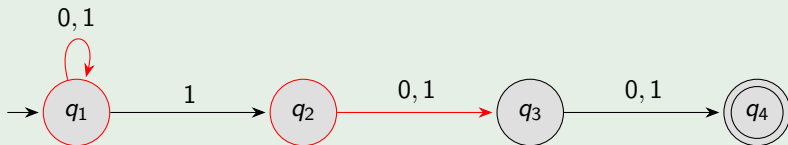
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0,1\}$ na entrada 1000

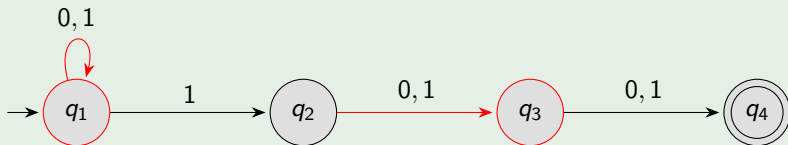
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0,1\}$ na entrada 1000

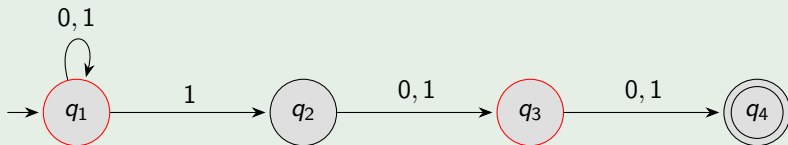
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0,1\}$ na entrada 1000

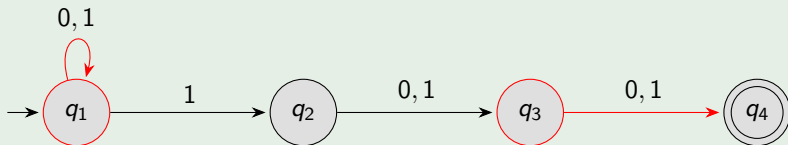
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0,1\}$ na entrada 1000

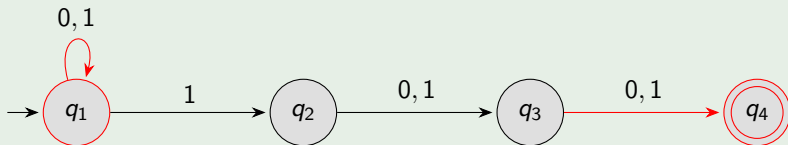
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0, 1\}$ na entrada 1000

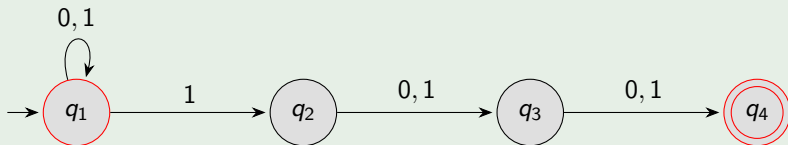
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0, 1\}$ na entrada 1000

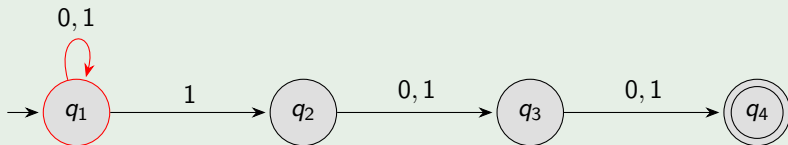
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0,1\}$ na entrada 1000

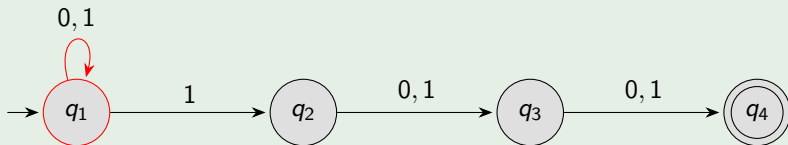
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0,1\}$ na entrada 1000

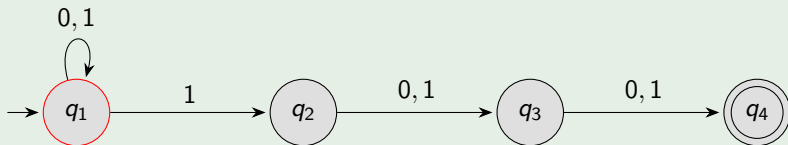
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0, 1\}$ na entrada 1000

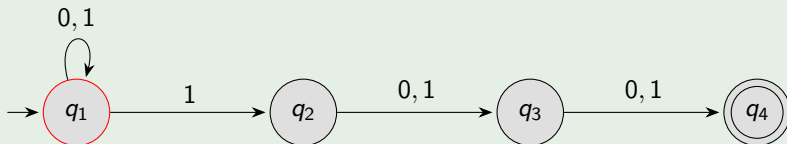
Entrada = 1000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN em $\Sigma = \{0, 1\}$ na entrada 1000

Entrada = 1000



Saída = Rejeita

Exemplo de Computação de cadeias

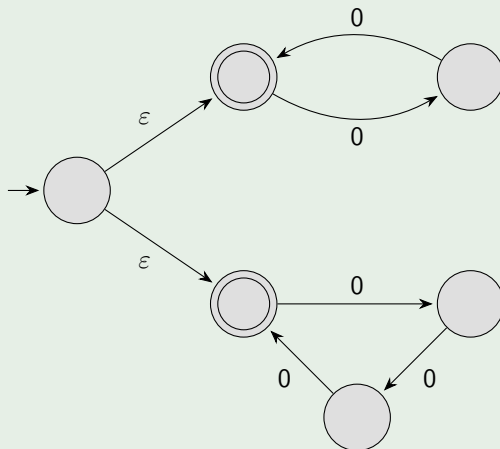
Exemplo

AFN no alfabeto $\Sigma = \{0\}$ (unário) cuja linguagem contem todas as string com um número múltiplo de 2 ou 3 de símbolos 0.

Exemplo de Computação de cadeias

Exemplo

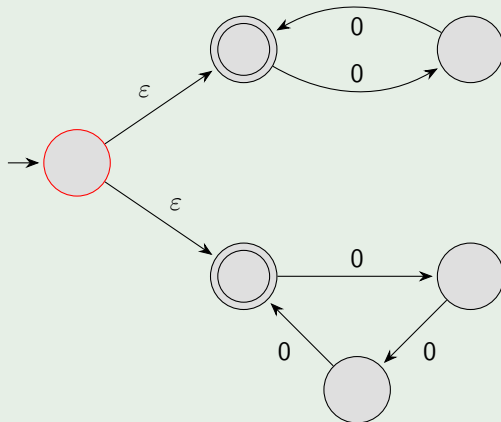
AFN em $\Sigma = \{0\}$ contendo todas as string com o tamanho sendo múltiplo de 2 ou 3.



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

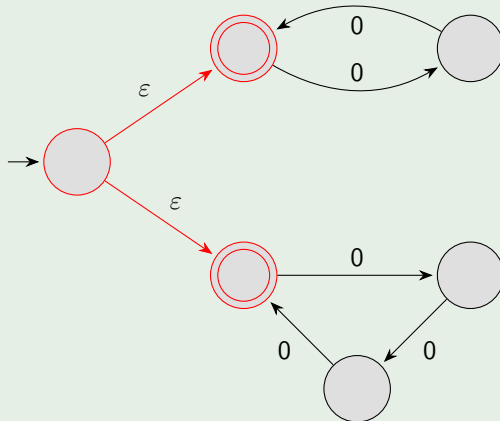
Entrada = 000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

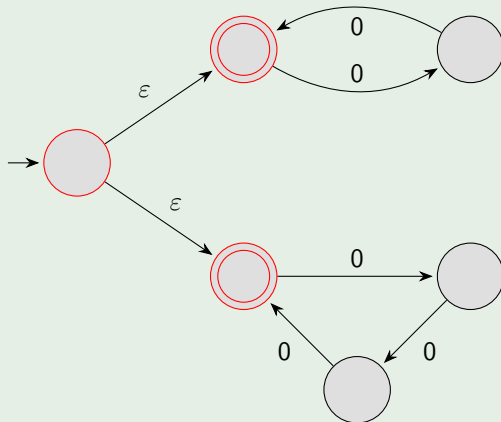
Entrada = 000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

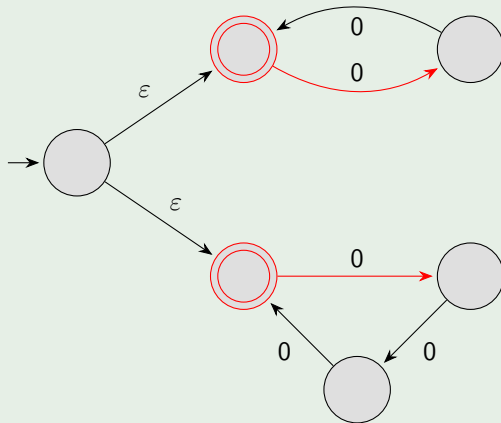
Entrada = 000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

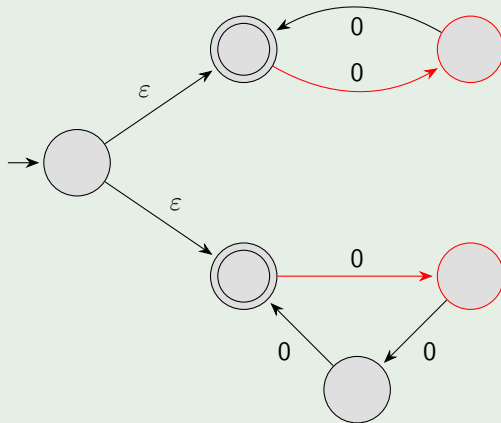
Entrada = 000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

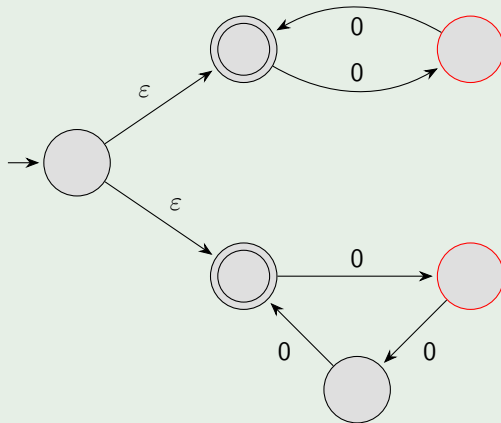
Entrada = 000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

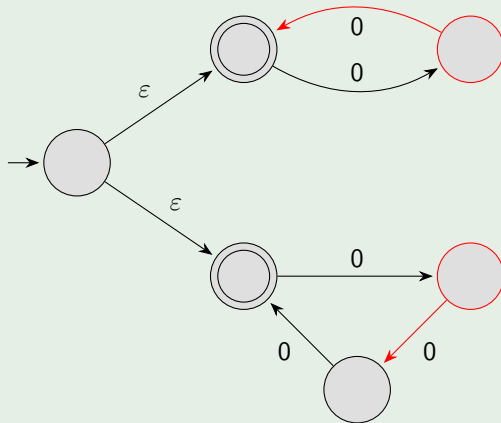
Entrada = 000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

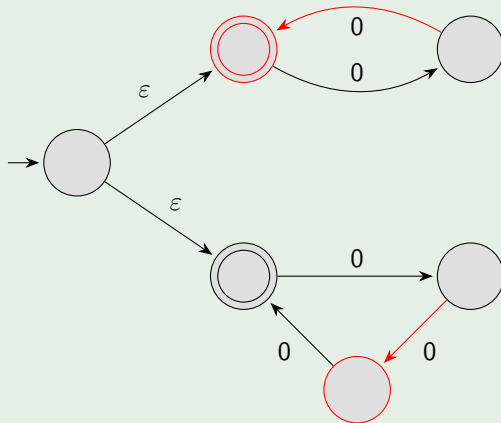
Entrada = 000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

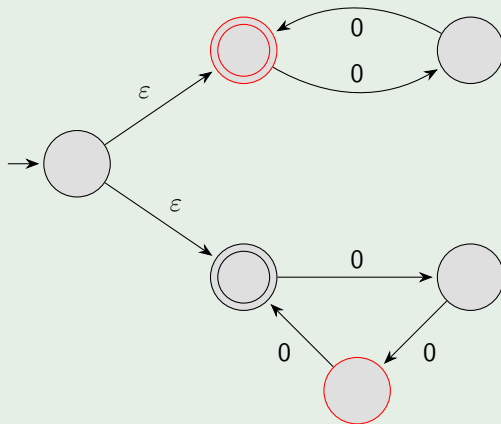
Entrada = 000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

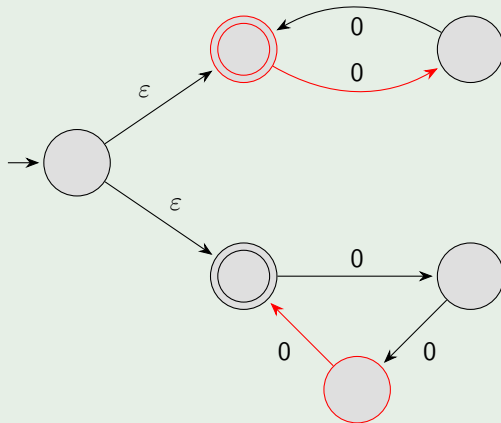
Entrada = 000



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

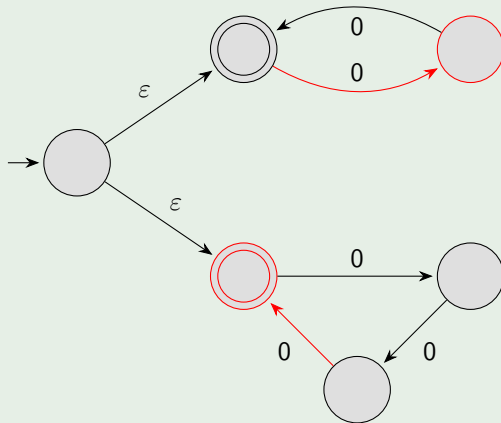
Entrada = 00**0**



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

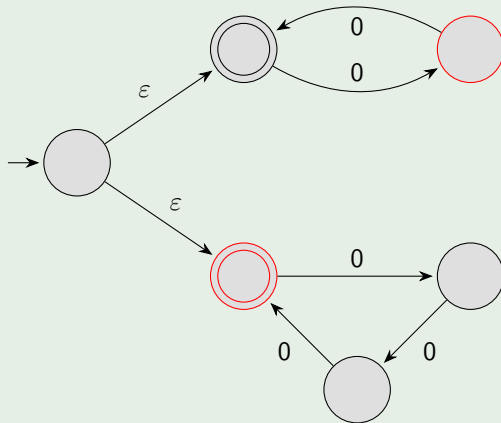
Entrada = 00**0**



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

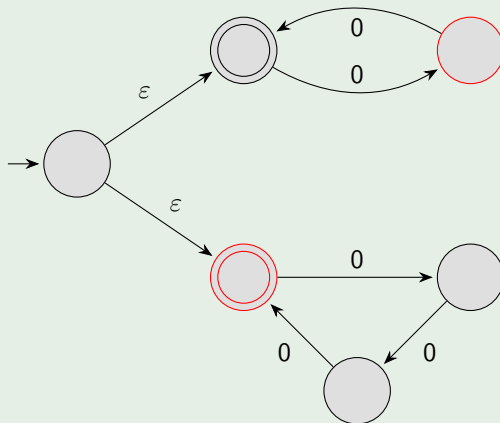
Entrada = 00**0**



Exemplo de Computação de cadeias

AFN anterior na cadeia 000

Entrada = 000



Saída = Aceita

Definição Formal

Definição formal

Um Autômato Finito Não-Determinístico é uma 5-upla $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, onde:

Definição Formal

Definição formal

Um Autômato Finito Não-Determinístico é uma 5-upla $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, onde:

- Q é o conjunto finito de estados do AF;

Definição Formal

Definição formal

Um Autômato Finito Não-Determinístico é uma 5-upla $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, onde:

- Q é o conjunto finito de estados do AF;
- Σ é o alfabeto;

Definição Formal

Definição formal

Um Autômato Finito Não-Determinístico é uma 5-upla $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, onde:

- Q é o conjunto finito de estados do AF;
- Σ é o alfabeto;
- $\delta : Q \times \Sigma_{\epsilon} \rightarrow \mathcal{P}(Q)$ é a função de transição;

Definição Formal

Definição formal

Um Autômato Finito Não-Determinístico é uma 5-upla $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, onde:

- Q é o conjunto finito de estados do AF;
- Σ é o alfabeto;
- $\delta : Q \times \Sigma_{\epsilon} \rightarrow \mathcal{P}(Q)$ é a função de transição;
- $q_0 \in Q$ é o estado inicial; e

Definição Formal

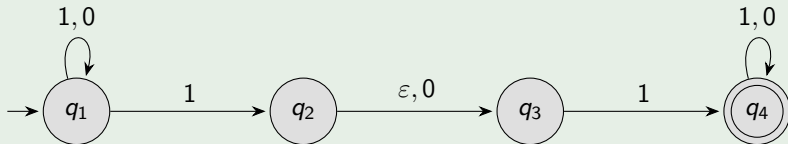
Definição formal

Um Autômato Finito Não-Determinístico é uma 5-upla $(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, onde:

- Q é o conjunto finito de estados do AF;
- Σ é o alfabeto;
- $\delta : Q \times \Sigma_{\epsilon} \rightarrow \mathcal{P}(Q)$ é a função de transição;
- $q_0 \in Q$ é o estado inicial; e
- $F \subseteq Q$ é o conjunto de estados de aceitação.

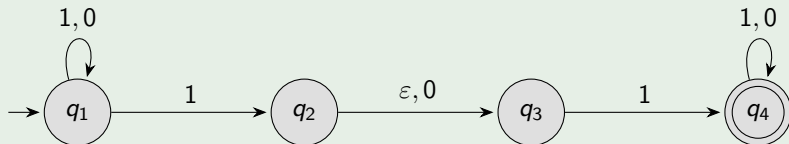
Definição Formal

Exemplo



Definição Formal

Exemplo



Definição formal: $(\{q_1, q_2, q_3, q_4\}, \{0, 1\}, \delta, q_1, \{q_4\})$, onde δ é a função:

	0	1	ϵ
q_1	$\{q_1\}$	$\{q_1, q_2\}$	\emptyset
q_2	$\{q_3\}$	\emptyset	$\{q_3\}$
q_3	\emptyset	$\{q_4\}$	\emptyset
q_4	$\{q_4\}$	$\{q_4\}$	\emptyset

Equivalência entre AFNs e AFDs

Poder de expressão

Equivalência entre AFNs e AFDs

Poder de expressão

- O conjunto de linguagens aceitas por um AFD é o conjunto das linguagens regulares;

Equivalência entre AFNs e AFDs

Poder de expressão

- O conjunto de linguagens aceitas por um AFD é o conjunto das linguagens regulares;
- Considerando os recursos adicionais que um AFN possui...

Equivalência entre AFNs e AFDs

Poder de expressão

- O conjunto de linguagens aceitas por um AFD é o conjunto das linguagens regulares;
- Considerando os recursos adicionais que um AFN possui...
- ... existe alguma linguagem não-regular aceita por um AFN?

Equivalência entre AFNs e AFDs

Poder de expressão

- O conjunto de linguagens aceitas por um AFD é o conjunto das linguagens regulares;
- Considerando os recursos adicionais que um AFN possui...
- ... existe alguma linguagem não-regular aceita por um AFN?
- Em outras palavras, os AFNs tem mais poder de expressão do que os AFDs?

Equivalência entre AFNs e AFDs

Teorema

Para todo AFN M , existe um AFD M' tal que $L(M') = L(M)$, ou seja, M' e M são equivalentes.

Equivalência entre AFNs e AFDs

Teorema

Para todo AFN M , existe um AFD M' tal que $L(M') = L(M)$, ou seja, M' e M são equivalentes.

Definição

Seja M um AFN e R um subconjunto de seus estados. Definimos como $E(R)$ como o conjunto de estados que podem ser alcançados a partir de algum estado em R usando apenas transições ε . Chamamos $E(R)$ de *fecho epsilon* de R .

Equivalência entre AFNs e AFDs

Teorema

Para todo AFN M , existe um AFD M' tal que $L(M') = L(M)$, ou seja, M' e M são equivalentes.

Equivalência entre AFNs e AFDs

Teorema

Para todo AFN M , existe um AFD M' tal que $L(M') = L(M)$, ou seja, M' e M são equivalentes.

Prova

Equivalência entre AFNs e AFDs

Teorema

Para todo AFN M , existe um AFD M' tal que $L(M') = L(M)$, ou seja, M' e M são equivalentes.

Prova

- Seja $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$. Defina $M' = (Q', \Sigma, \delta', q'_0, F')$, onde:

Equivalência entre AFNs e AFDs

Teorema

Para todo AFN M , existe um AFD M' tal que $L(M') = L(M)$, ou seja, M' e M são equivalentes.

Prova

- Seja $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$. Defina $M' = (Q', \Sigma, \delta', q'_0, F')$, onde:
 - $Q' = \mathcal{P}(Q)$;

Equivalência entre AFNs e AFDs

Teorema

Para todo AFN M , existe um AFD M' tal que $L(M') = L(M)$, ou seja, M' e M são equivalentes.

Prova

- Seja $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$. Defina $M' = (Q', \Sigma, \delta', q'_0, F')$, onde:
 - $Q' = \mathcal{P}(Q)$;
 - $q'_0 = E(\{q_0\})$;

Equivalência entre AFNs e AFDs

Teorema

Para todo AFN M , existe um AFD M' tal que $L(M') = L(M)$, ou seja, M' e M são equivalentes.

Prova

- Seja $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$. Defina $M' = (Q', \Sigma, \delta', q'_0, F')$, onde:
 - $Q' = \mathcal{P}(Q)$;
 - $q'_0 = E(\{q_0\})$;
 - $\delta'(R, a) = \bigcup_{r \in R} E(\delta(r, a))$ para todo $R \in Q'$ e $a \in \Sigma$;

Equivalência entre AFNs e AFDs

Teorema

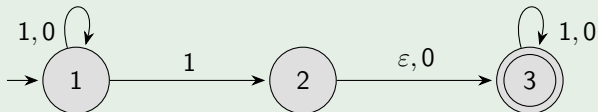
Para todo AFN M , existe um AFD M' tal que $L(M') = L(M)$, ou seja, M' e M são equivalentes.

Prova

- Seja $M = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$. Defina $M' = (Q', \Sigma, \delta', q'_0, F')$, onde:
 - $Q' = \mathcal{P}(Q)$;
 - $q'_0 = E(\{q_0\})$;
 - $\delta'(R, a) = \bigcup_{r \in R} E(\delta(r, a))$ para todo $R \in Q'$ e $a \in \Sigma$;
 - $F' = \{R \in Q' \mid R \cap F \neq \emptyset\}$;

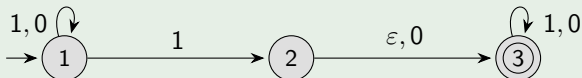
Exemplo de transformação AFN \rightarrow AFD

Exemplo de AFN

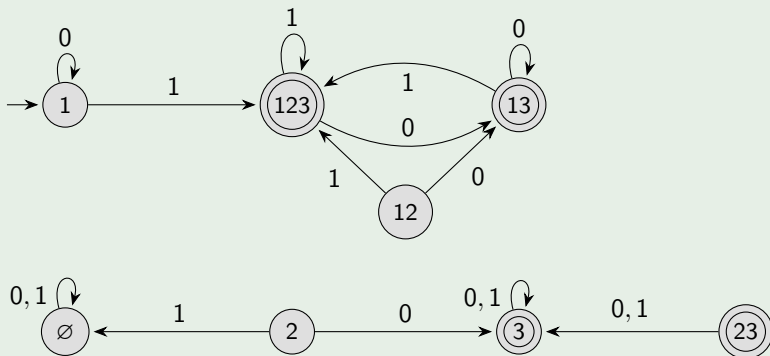


Exemplo de transformação AFN \rightarrow AFD

Exemplo de AFN

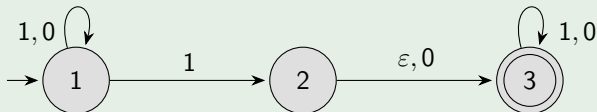


AFD equivalente ao AFN acima

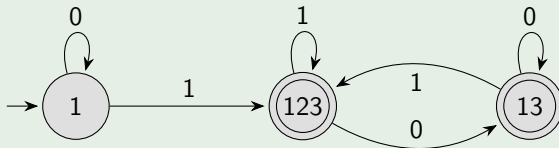


Exemplo de transformação AFN \rightarrow AFD

Exemplo de AFN



AFD equivalente ao AFN acima após eliminado os estados inalcançáveis



Equivalência entre AFNs e AFDs

Corolário

Uma linguagem é regular se e somente se é aceita por um AFN.