

Introdução à Teoria da Computação

AFNs (cont.)

Professor Murilo V. G. da Silva

Departamento de Informática
Universidade Federal do Paraná

2026/2

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$,

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Base: $w = \epsilon$

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Base: $w = \epsilon$

$$\hat{\delta}(q, \epsilon) = \{q\}$$

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Base: $w = \epsilon$

$$\hat{\delta}(q, \epsilon) = \{q\}$$

Indução: $|w| > 0$

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Base: $w = \epsilon$

$$\hat{\delta}(q, \epsilon) = \{q\}$$

Indução: $|w| > 0$

Seja $w \in \Sigma^*$ da forma xa , onde $x \in \Sigma^*$ e $a \in \Sigma$.

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Base: $w = \epsilon$

$$\hat{\delta}(q, \epsilon) = \{q\}$$

Indução: $|w| > 0$

Seja $w \in \Sigma^*$ da forma xa , onde $x \in \Sigma^*$ e $a \in \Sigma$.

Suponha $\hat{\delta}(q, x) = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$.

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Base: $w = \epsilon$

$$\hat{\delta}(q, \epsilon) = \{q\}$$

Indução: $|w| > 0$

Seja $w \in \Sigma^*$ da forma xa , onde $x \in \Sigma^*$ e $a \in \Sigma$.

Suponha $\hat{\delta}(q, x) = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$.

$$\text{Então } \hat{\delta}(q, w) = \bigcup_{i=1}^k \delta(p_i, a)$$

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Base: $w = \epsilon$

$$\hat{\delta}(q, \epsilon) = \{q\}$$

Indução: $|w| > 0$

Seja $w \in \Sigma^*$ da forma xa , onde $x \in \Sigma^*$ e $a \in \Sigma$.

Suponha $\hat{\delta}(q, x) = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$.

$$\text{Então } \hat{\delta}(q, w) = \bigcup_{i=1}^k \delta(p_i, a)$$

Exercício:

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Base: $w = \epsilon$

$$\hat{\delta}(q, \epsilon) = \{q\}$$

Indução: $|w| > 0$

Seja $w \in \Sigma^*$ da forma xa , onde $x \in \Sigma^*$ e $a \in \Sigma$.

Suponha $\hat{\delta}(q, x) = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$.

$$\text{Então } \hat{\delta}(q, w) = \bigcup_{i=1}^k \delta(p_i, a)$$

Exercício: Seja N um AFN com conjunto de estados Q .

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Base: $w = \epsilon$

$$\hat{\delta}(q, \epsilon) = \{q\}$$

Indução: $|w| > 0$

Seja $w \in \Sigma^*$ da forma xa , onde $x \in \Sigma^*$ e $a \in \Sigma$.

Suponha $\hat{\delta}(q, x) = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$.

$$\text{Então } \hat{\delta}(q, w) = \bigcup_{i=1}^k \delta(p_i, a)$$

Exercício: Seja N um AFN com conjunto de estados Q .

Dado (q, w) , onde $q \in Q$ e w é uma string sobre o alfabeto de N .

Aceitação de strings por AFNs

Def.: A função $\hat{\delta}$

Dado um AFN $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, definimos $\hat{\delta} : Q \times \Sigma^* \rightarrow \mathcal{P}(Q)$:

Base: $w = \epsilon$

$$\hat{\delta}(q, \epsilon) = \{q\}$$

Indução: $|w| > 0$

Seja $w \in \Sigma^*$ da forma xa , onde $x \in \Sigma^*$ e $a \in \Sigma$.

Suponha $\hat{\delta}(q, x) = \{p_1, p_2, \dots, p_k\}$.

$$\text{Então } \hat{\delta}(q, w) = \bigcup_{i=1}^k \delta(p_i, a)$$

Exercício: Seja N um AFN com conjunto de estados Q .

Dado (q, w) , onde $q \in Q$ e w é uma string sobre o alfabeto de N .

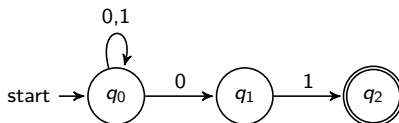
- Descreva o valor de $\hat{\delta}(q, w)$ em função da árvore de computações possíveis do autômato N com a string w

Aceitação de strings por AFNs

Exercício: Calcule $\hat{\delta}(q_0, 01001)$ do AFN abaixo

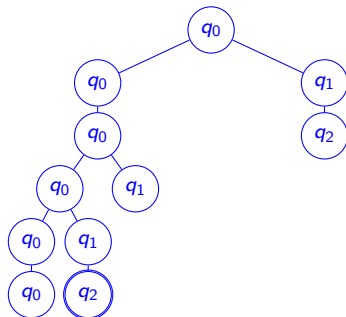
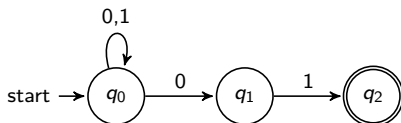
Aceitação de strings por AFNs

Exercício: Calcule $\hat{\delta}(q_0, 01001)$ do AFN abaixo



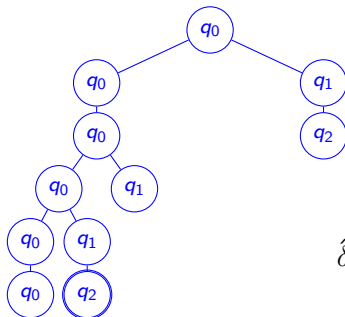
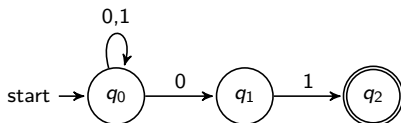
Aceitação de strings por AFNs

Exercício: Calcule $\hat{\delta}(q_0, 01001)$ do AFN abaixo



Aceitação de strings por AFNs

Exercício: Calcule $\hat{\delta}(q_0, 01001)$ do AFN abaixo



$$\hat{\delta}(q_0, 01001) = \{q_0, q_2\}$$

Strings aceitas e rejeitadas

Dado $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ e $w \in \Sigma^*$

Strings aceitas e rejeitadas

Dado $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ e $w \in \Sigma^*$

- Se $\hat{\delta}(q_0, w) \cap F \neq \emptyset$, então **N aceita w**

Strings aceitas e rejeitadas

Dado $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ e $w \in \Sigma^*$

- Se $\hat{\delta}(q_0, w) \cap F \neq \emptyset$, então **N aceita w**
- Se $\hat{\delta}(q_0, w) \cap F = \emptyset$, então **N rejeita w**

Strings aceitas e rejeitadas

Dado $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ e $w \in \Sigma^*$

- Se $\hat{\delta}(q_0, w) \cap F \neq \emptyset$, então **N aceita w**
- Se $\hat{\delta}(q_0, w) \cap F = \emptyset$, então **N rejeita w**

Linguagens de AFNs

Se $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ é um AFN, então

Strings aceitas e rejeitadas

Dado $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ e $w \in \Sigma^*$

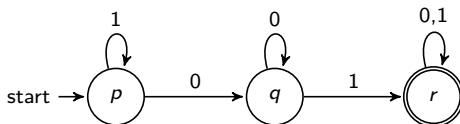
- Se $\hat{\delta}(q_0, w) \cap F \neq \emptyset$, então **N aceita w**
- Se $\hat{\delta}(q_0, w) \cap F = \emptyset$, então **N rejeita w**

Linguagens de AFNs

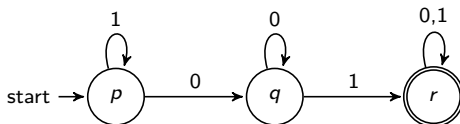
Se $N = (Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$ é um AFN, então

$L(N) = \{w : \hat{\delta}(q_0, w) \cap F \neq \emptyset\}$ é a linguagem de N .

AFNs generalizam AFDs



AFNs generalizam AFDs



	0	1
$\rightarrow p$	q	p
q	q	r
$*r$	r	r

	0	1
$\rightarrow p$	$\{q\}$	$\{p\}$
q	$\{q\}$	$\{r\}$
$*r$	$\{r\}$	$\{r\}$

AFNs generalizam AFDs

Exercício: Dado um AFD $D=(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, apresente um AFN N , tal que $L(D)=L(N)$.

AFNs generalizam AFDs

Exercício: Dado um AFD $D=(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, apresente um AFN N , tal que $L(D)=L(N)$.

Solução: O AFN N é o seguinte:

AFNs generalizam AFDs

Exercício: Dado um AFD $D=(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, apresente um AFN N , tal que $L(D)=L(N)$.

Solução: O AFN N é o seguinte: $N = (Q, \Sigma, \delta', q_0, F)$, tal que

AFNs generalizam AFDs

Exercício: Dado um AFD $D=(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, apresente um AFN N , tal que $L(D)=L(N)$.

Solução: O AFN N é o seguinte: $N = (Q, \Sigma, \delta', q_0, F)$, tal que

se $\delta(x, y) = z$, então $\delta'(x, y) = \{z\}$.

AFNs generalizam AFDs

Exercício: Dado um AFD $D=(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, apresente um AFN N , tal que $L(D)=L(N)$.

Solução: O AFN N é o seguinte: $N = (Q, \Sigma, \delta', q_0, F)$, tal que

se $\delta(x, y) = z$, então $\delta'(x, y) = \{z\}$.

Terminologia: N é dito o AFN *equivalente* à D .

AFNs generalizam AFDs

Exercício: Dado um AFD $D=(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, apresente um AFN N , tal que $L(D)=L(N)$.

Solução: O AFN N é o seguinte: $N = (Q, \Sigma, \delta', q_0, F)$, tal que

se $\delta(x, y) = z$, então $\delta'(x, y) = \{z\}$.

Terminologia: N é dito o AFN *equivalente* à D .

Árvore de computações possíveis de D : é a árvore de N .

AFNs generalizam AFDs

Exercício: Dado um AFD $D=(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, apresente um AFN N , tal que $L(D)=L(N)$.

Solução: O AFN N é o seguinte: $N = (Q, \Sigma, \delta', q_0, F)$, tal que

se $\delta(x, y) = z$, então $\delta'(x, y) = \{z\}$.

Terminologia: N é dito o AFN *equivalente* à D .

Árvore de computações possíveis de D : é a árvore de N .

- Note: Se L é regular, existe um AFN N que aceita L

AFNs generalizam AFDs

Exercício: Dado um AFD $D=(Q, \Sigma, \delta, q_0, F)$, apresente um AFN N , tal que $L(D)=L(N)$.

Solução: O AFN N é o seguinte: $N = (Q, \Sigma, \delta', q_0, F)$, tal que

se $\delta(x, y) = z$, então $\delta'(x, y) = \{z\}$.

Terminologia: N é dito o AFN *equivalente* à D .

Árvore de computações possíveis de D : é a árvore de N .

- Note: Se L é regular, existe um AFN N que aceita L