

# Linguagens Formais e Autômatos

---

Prof. Alex Luciano Roesler Rese, MSc.

Adaptado: Rafael de Santiago, Dr.

# Eliminando $\epsilon$ -Produções

---

- Em uma linguagem sem produções  $\epsilon$ , não há cadeia vazia
- Algoritmo
  1. Encontrar variáveis com produções vazias e marcá-las como NULLABLE
  2. Se as variáveis marcadas como NULLABLE aparecem no corpo de uma produção, deve-se ajustar as produções de modo a considerar todas as possibilidades da geração de  $\epsilon$

# Eliminando $\epsilon$ -Produções

---

- Exemplo

NULLABLE = {S, A, B}

- $S \rightarrow AB$
- $A \rightarrow aAA \mid \epsilon$
- $B \rightarrow bBB \mid \epsilon$

PASSO 1

# Eliminando $\varepsilon$ -Produções

- Exemplo

NULLABLE = {A, B}

- $S \rightarrow AB \mid A \mid B$
- $A \rightarrow aAA \mid \varepsilon$
- $B \rightarrow bBB \mid \varepsilon$

PASSO 2

# Eliminando $\epsilon$ -Produções

- Exemplo

NULLABLE = {B}

- $S \rightarrow AB \mid A \mid B$
- $A \rightarrow aAA \mid \underline{aA} \mid \underline{aA} \mid a$
- $B \rightarrow bBB \mid \epsilon$

PASSO 2

# Eliminando $\epsilon$ -Produções

- Exemplo

NULLABLE = {B}

- $S \rightarrow AB \mid A \mid B$
- $A \rightarrow aAA \mid \underline{aA} \mid a$
- $B \rightarrow bBB \mid \epsilon$

PASSO 2

# Eliminando $\epsilon$ -Produções

- Exemplo

NULLABLE = {}

- $S \rightarrow AB \mid A \mid B$
- $A \rightarrow aAA \mid aA \mid a$
- $B \rightarrow bBB \mid \underline{bB} \mid \underline{bB} \mid b$

PASSO 2

# Eliminando $\epsilon$ -Produções

- Exemplo

NULLABLE = {}

- $S \rightarrow AB \mid A \mid B$
- $A \rightarrow aAA \mid aA \mid a$
- $B \rightarrow bBB \mid \underline{bB} \mid b$

PASSO 2



# Eliminando Produções Unitárias

---

- Exemplo de produção unitária:
  - $A \rightarrow B$ , onde  $A$  e  $B$  são variáveis
- Algoritmo:
  1. Adicione todas as produções unitárias de  $P$  em  $P1$
  2. Para cada produção unitária  $A \rightarrow B$ , adicione a  $P1$  todas as produções de  $A \rightarrow a$ , onde  $B \rightarrow a$  é uma produção unitária em  $P$
  3. Apague todas as produções unitárias

# Eliminando Produções Unitárias

---

- Exemplo
  - $S \rightarrow ABA \mid BA \mid AA \mid AB \mid A \mid B$
  - $A \rightarrow aA \mid a$
  - $B \rightarrow bB \mid b$

# Elimidando Produções Unitárias

- Exemplo
  - $S \rightarrow ABA \mid BA \mid AA \mid AB \mid A \mid B$
  - $A \rightarrow aA \mid a$
  - $B \rightarrow bB \mid b$

PASSO 1

# Eliminando Produções Unitárias

- Exemplo

- $S \rightarrow ABA \mid BA \mid AA \mid AB \mid A \mid B$   
 $\quad \quad \quad / aA \mid a \mid bB \mid b$
- $A \rightarrow aA \mid a$
- $B \rightarrow bB \mid b$

PASSO 2

# Eliminando Produções Unitárias

- Exemplo
  - $S \rightarrow ABA \mid BA \mid AA \mid AB \mid \cancel{A} \mid \cancel{B}$   
 $\quad \quad \quad / aA \mid a \mid bB \mid b$
  - $A \rightarrow aA \mid a$
  - $B \rightarrow bB \mid b$

PASSO 3

# Eliminando Produções Unitárias

- Exemplo
  - $S \rightarrow ABA \mid BA \mid AA \mid AB \mid aA \mid a \mid bB \mid b$
  - $A \rightarrow aA \mid a$
  - $B \rightarrow bB \mid b$

PASSO 3

# Eliminando Produções Inutilizáveis

---

- Diz-se que uma variável  $X$  é utilizável, quando suas derivações permitam gerar cadeiras de terminais apenas (atingíveis)
- Algoritmo:
  1. Verificar todas as produções inatingíveis
  2. Remover produções com símbolos inatingíveis

# Eliminando Produções Inutilizáveis

- Exemplo

- $S \rightarrow AB \mid a$

- $A \rightarrow b$

PASSO 1



# Eliminando Produções Inutilizáveis

- Exemplo

- $S \rightarrow \text{AB} \mid a$

- $A \rightarrow b$

PASSO 2

# Eliminando Produções Inutilizáveis

- Exemplo

- $S \rightarrow a$

- $A \rightarrow b$

PASSO 1

# Eliminando Produções Inutilizáveis

- Exemplo

•  $S \rightarrow a$

•  ~~$A \rightarrow b$~~

PASSO 2

# Eliminando Produções Inutilizáveis

---

- Exemplo

- $S \rightarrow a$

PASSO 2

# Algoritmo Chomsky

---

- Etapa 1: simplificação da gramática
  - eliminar produções vazias
  - eliminar produções unitárias
  - eliminar produções inutilizáveis
- Etapa 2: transformação do lado direito das produções de comprimento maior ou igual a dois
- Etapa 3: transformação do lado direito das produções de comprimento maior ou igual a três em produções com exatamente duas variáveis

# Algoritmo Chomsky::ETAPA 2

---

- Exemplo

$$E \rightarrow E + E \mid E * E \mid [E] \mid x$$

**Excetuando  $E \rightarrow x$ ,  
todas devem ser  
substituídas**

# Algoritmo Chomsky::ETAPA 2

---

- Exemplo

$$E \rightarrow EC_+E \mid E^*E \mid [E] \mid x$$

$$C_+ \rightarrow +$$

# Algoritmo Chomsky::ETAPA 2

---

- Exemplo

$$E \rightarrow EC_+E \mid EC_*E \mid C_+[EC_] \mid x$$
$$C_+ \rightarrow +$$
$$C_* \rightarrow *$$
$$C_+ \rightarrow [$$
$$C_- \rightarrow ]$$

**Transformação envolve  
essencialmente os  
terminais**



# Algoritmo Chomsky::ETAPA 3

- Exemplo

$$E \rightarrow EC_+E \mid EC_*E \mid C_+[EC_] \mid x$$

**Produções que necessitam  
ser substituídas**

$$C_+ \rightarrow +, C_* \rightarrow *, C_[] \rightarrow [, C_] \rightarrow ]$$

# Algoritmo Chomsky::ETAPA 3

---

- Exemplo

$$E \rightarrow ED_1 \mid EC_*E \mid C[EC] \mid x$$

$$D_1 \rightarrow C_+E$$

# Algoritmo Chomsky::ETAPA 3

---

- Exemplo

$$E \rightarrow ED_1 \mid ED_2 \mid C[D_3 \mid x$$

$$D_1 \rightarrow C_+E$$

$$D_2 \rightarrow C_*E$$

$$D_3 \rightarrow EC_]$$

# Algoritmo Chomsky::FINAL

---

- Exemplo

$$E \rightarrow ED_1 \mid ED_2 \mid C_{[}D_3 \mid x$$

$$D_1 \rightarrow C_{+}E$$

$$D_2 \rightarrow C_{*}E$$

$$D_3 \rightarrow EC_{]}$$

$$C_{+} \rightarrow +$$

$$C_{*} \rightarrow *$$

$$C_{[} \rightarrow [$$

$$C_{]} \rightarrow ]$$