

Gramáticas Livre de Contexto

Sumário

- 1 Gramáticas Livre de Contexto
 - Gramáticas e Linguagens Livre de Contexto
 - Árvore de Derivação

Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Livre de Contexto

Um **Gramática Livre de Contexto** (GLC) é uma gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras)
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

OBS.: toda regra $r \in P$ é da forma $X \rightarrow w$, em que $X \in V$ e $w \in (V \cup \Sigma)^*$.

Linguagem Livre de Contexto

Uma linguagem L é **Linguagem Livre de Contexto** (LLC) se existir uma GLC G tal que $L = L(G)$, isto é, L é gerada por G .

Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Livre de Contexto

Um **Gramática Livre de Contexto** (GLC) é uma gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras)
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

OBS.: toda regra $r \in P$ é da forma $X \rightarrow w$, em que $X \in V$ e $w \in (V \cup \Sigma)^*$.

Linguagem Livre de Contexto

Uma linguagem L é **Linguagem Livre de Contexto** (LLC) se existir uma GLC G tal que $L = L(G)$, isto é, L é gerada por G .

Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Livre de Contexto

Um **Gramática Livre de Contexto** (GLC) é uma gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras)
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

OBS.: toda regra $r \in P$ é da forma $X \rightarrow w$, em que $X \in V$ e $w \in (V \cup \Sigma)^*$.

Linguagem Livre de Contexto

Uma linguagem L é **Linguagem Livre de Contexto** (LLC) se existir uma GLC G tal que $L = L(G)$, isto é, L é gerada por G .

Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Livre de Contexto

Um **Gramática Livre de Contexto** (GLC) é uma gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras)
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

OBS.: toda regra $r \in P$ é da forma $X \rightarrow w$, em que $X \in V$ e $w \in (V \cup \Sigma)^*$.

Linguagem Livre de Contexto

Uma linguagem L é **Linguagem Livre de Contexto** (LLC) se existir uma GLC G tal que $L = L(G)$, isto é, L é gerada por G .

Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Livre de Contexto

Um **Gramática Livre de Contexto** (GLC) é uma gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras)
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

OBS.: toda regra $r \in P$ é da forma $X \rightarrow w$, em que $X \in V$ e $w \in (V \cup \Sigma)^*$.

Linguagem Livre de Contexto

Uma linguagem L é **Linguagem Livre de Contexto** (LLC) se existir uma GLC G tal que $L = L(G)$, isto é, L é gerada por G .

Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Livre de Contexto

Um **Gramática Livre de Contexto** (GLC) é uma gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras)
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

OBS.: toda regra $r \in P$ é da forma $X \rightarrow w$, em que $X \in V$ e $w \in (V \cup \Sigma)^*$.

Linguagem Livre de Contexto

Uma linguagem L é **Linguagem Livre de Contexto** (LLC) se existir uma GLC G tal que $L = L(G)$, isto é, L é gerada por G .

Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Livre de Contexto

Um **Gramática Livre de Contexto** (GLC) é uma gramática $G = (V, \Sigma, P, S)$ em que:

- $V \equiv$ conjunto de símbolos não-terminais (ou variáveis)
- $\Sigma \equiv$ conjunto de símbolos terminais (alfabeto), $V \cap \Sigma = \emptyset$
- $P \equiv$ conjunto de produções (ou regras)
- $S \equiv$ símbolo inicial (ou variável de partida), $S \in V$

OBS.: toda regra $r \in P$ é da forma $X \rightarrow w$, em que $X \in V$ e $w \in (V \cup \Sigma)^*$.

Linguagem Livre de Contexto

Uma linguagem L é **Linguagem Livre de Contexto** (LLC) se existir uma GLC G tal que $L = L(G)$, isto é, L é gerada por G .

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

\vdots

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \overset{n}{\Rightarrow} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \stackrel{n}{\Rightarrow} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (1)

Seja $G_1 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1 \Rightarrow 00P11 \Rightarrow 0011$$

$$\vdots$$

$$P \xRightarrow{n} 0^n P 1^n \Rightarrow 0^n 1^n$$

Logo:

$$L(G_1) = \{0^n 1^n \mid n \geq 0\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$\begin{array}{lll}
 P \Rightarrow \lambda & P \Rightarrow 0 & P \Rightarrow 1 \\
 P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010 \\
 P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111 \\
 \vdots & &
 \end{array}$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00$$

$$P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11$$

⋮

$$P \Rightarrow 0$$

$$P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000$$

$$P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101$$

$$P \Rightarrow 1$$

$$P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010$$

$$P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00$$

$$P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11$$

⋮

$$P \Rightarrow 0$$

$$P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000$$

$$P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101$$

$$P \Rightarrow 1$$

$$P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010$$

$$P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$\begin{array}{lll}
 P \Rightarrow \lambda & P \Rightarrow 0 & P \Rightarrow 1 \\
 P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010 \\
 P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111 \\
 \vdots & &
 \end{array}$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00$$

$$P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11$$

⋮

$$P \Rightarrow 0$$

$$P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000$$

$$P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101$$

$$P \Rightarrow 1$$

$$P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010$$

$$P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$\begin{array}{lll}
 P \Rightarrow \lambda & P \Rightarrow 0 & P \Rightarrow 1 \\
 P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010 \\
 P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111 \\
 \vdots & &
 \end{array}$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$\begin{array}{lll}
 P \Rightarrow \lambda & P \Rightarrow 0 & P \Rightarrow 1 \\
 P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010 \\
 P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111 \\
 \vdots & &
 \end{array}$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$\begin{array}{lll}
 P \Rightarrow \lambda & P \Rightarrow 0 & P \Rightarrow 1 \\
 P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010 \\
 P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111 \\
 \vdots & &
 \end{array}$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$\begin{array}{lll}
 P \Rightarrow \lambda & P \Rightarrow 0 & P \Rightarrow 1 \\
 P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010 \\
 P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111 \\
 \vdots & &
 \end{array}$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$\begin{array}{lll}
 P \Rightarrow \lambda & P \Rightarrow 0 & P \Rightarrow 1 \\
 P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010 \\
 P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111 \\
 \vdots & &
 \end{array}$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$\begin{array}{lll}
 P \Rightarrow \lambda & P \Rightarrow 0 & P \Rightarrow 1 \\
 P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010 \\
 P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111 \\
 \vdots & &
 \end{array}$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (2)

Seja $G_2 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P0 \mid 1P1 \mid 0 \mid 1 \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$\begin{array}{lll}
 P \Rightarrow \lambda & P \Rightarrow 0 & P \Rightarrow 1 \\
 P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 00 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 000 & P \Rightarrow 0P0 \Rightarrow 010 \\
 P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 11 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 101 & P \Rightarrow 1P1 \Rightarrow 111 \\
 \vdots & &
 \end{array}$$

Logo:

$$L(G_2) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid w = w^R\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

\vdots

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

⋮

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

\vdots

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

\vdots

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

\vdots

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de GLC (3)

Seja $G_3 = (\{P\}, \{0, 1\}, \{P \rightarrow 0P1P \mid 1P0P \mid \lambda\}, P)$

Então:

$$P \Rightarrow \lambda$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0101$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1001$$

\vdots

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10$$

$$P \Rightarrow 0P1P \Rightarrow 01P \Rightarrow 0110$$

$$P \Rightarrow 1P0P \Rightarrow 10P \Rightarrow 1010$$

Logo:

$$L(G_3) = \{w \in \{0, 1\}^* \mid n_0(w) = n_1(w)\}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$E \Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ \Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t)$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned}
 E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\
 &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t)
 \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$E \Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ \Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t)$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$E \Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ \Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t)$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$E \Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ \Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t)$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$E \Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ \Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t)$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$E \Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ \Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t)$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$E \Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ \Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t)$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

E	$\Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
	$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
	$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
	$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
	$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
	$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
	$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
	$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
	$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
	$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
	$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Derivação

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então um exemplo de derivação da sentença $t^*(t+t)$:

$$\begin{aligned} E &\Rightarrow T \Rightarrow T * F \Rightarrow F * F \Rightarrow t * F \Rightarrow t * (E) \Rightarrow t * (E + T) \\ &\Rightarrow t * (T + T) \Rightarrow t * (F + T) \Rightarrow t * (t + T) \Rightarrow t * (t + F) \Rightarrow t * (t + t) \end{aligned}$$

OU

$E \Rightarrow T$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow T * F$	(Regra $T \rightarrow T * F$)
$\Rightarrow F * F$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * F$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (E)$	(Regra $F \rightarrow (E)$)
$\Rightarrow t * (E + T)$	(Regra $E \rightarrow E + T$)
$\Rightarrow t * (T + T)$	(Regra $E \rightarrow T$)
$\Rightarrow t * (F + T)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + T)$	(Regra $F \rightarrow t$)
$\Rightarrow t * (t + F)$	(Regra $T \rightarrow F$)
$\Rightarrow t * (t + t)$	(Regra $F \rightarrow t$)

Gramáticas Livre de Contexto

Árvore de Derivação

Seja uma GLC $G = (V, \Sigma, P, S)$. Uma **Árvore de Derivação** (AD) de uma forma sentencial de G é uma árvore ordenada construída recursivamente como segue:

- 1 uma árvore sem arestas cujo único vértice tem rótulo S é uma AD de S ;
- 2 se $X \in V$ é rótulo de uma folha f de uma AD A , então:

se $(X \rightarrow \alpha) \in P$, então a AD A pode ser substituída por uma AD A' tal que A' é construída a partir de A substituindo a folha f por uma árvore B cujo rótulo da raiz é α e cujas folhas são os símbolos de α . Se $\alpha = a_1 a_2 \dots a_n$, então B é uma árvore com n filhos e os rótulos dos filhos são a_1, a_2, \dots, a_n .

Se a sequência dos rótulos da fronteira da AD é igual a forma sentencial w , diz-se que a AD é uma árvore de derivação de w .

Gramáticas Livre de Contexto

Árvore de Derivação

Seja uma GLC $G = (V, \Sigma, P, S)$. Uma **Árvore de Derivação** (AD) de uma forma sentencial de G é uma árvore ordenada construída recursivamente como segue:

- 1 uma árvore sem arestas cujo único vértice tem rótulo S é uma AD de S ;
- 2 se $X \in V$ é rótulo de uma folha f de uma AD A , então:
 - se $X \rightarrow \lambda \in P$, logo a árvore obtida acrescentando-se a A mais um vértice v com rótulo λ e uma aresta $\{f, v\}$ é uma AD;
 - se $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_n \in P$, logo a árvore obtida acrescentando-se a A mais n vértices v_1, v_2, \dots, v_n com rótulos Y_1, Y_2, \dots, Y_n e as arestas $\{f, v_1\}, \{f, v_2\}, \dots, \{f, v_n\}$ é uma AD.

Se a sequência dos rótulos da fronteira da AD é igual a forma sentencial w , diz-se que a AD é uma árvore de derivação de w .

Gramáticas Livre de Contexto

Árvore de Derivação

Seja uma GLC $G = (V, \Sigma, P, S)$. Uma **Árvore de Derivação** (AD) de uma forma sentencial de G é uma árvore ordenada construída recursivamente como segue:

- ① uma árvore sem arestas cujo único vértice tem rótulo S é uma AD de S ;
- ② se $X \in V$ é rótulo de uma folha f de uma AD A , então:
 - se $X \rightarrow \lambda \in P$, logo a árvore obtida acrescentando-se a A mais um vértice v com rótulo λ e uma aresta $\{f, v\}$ é uma AD;
 - se $X \rightarrow x_1 x_2 \dots x_n \in P$, em que $x_1, x_2, \dots, x_n \in V \cup \Sigma$, logo a árvore obtida acrescentando-se a A mais n vértices v_1, v_2, \dots, v_n com rótulos x_1, x_2, \dots, x_n , nesta ordem, e n arestas $\{f, v_1\}, \{f, v_2\}, \dots, \{f, v_n\}$ é uma AD.

Se a sequência dos rótulos da fronteira da AD é igual a forma sentencial w , diz-se que a AD é uma árvore de derivação de w .

Gramáticas Livre de Contexto

Árvore de Derivação

Seja uma GLC $G = (V, \Sigma, P, S)$. Uma **Árvore de Derivação** (AD) de uma forma sentencial de G é uma árvore ordenada construída recursivamente como segue:

- ① uma árvore sem arestas cujo único vértice tem rótulo S é uma AD de S ;
- ② se $X \in V$ é rótulo de uma folha f de uma AD A , então:
 - se $X \rightarrow \lambda \in P$, logo a árvore obtida acrescentando-se a A mais um vértice v com rótulo λ e uma aresta $\{f, v\}$ é uma AD;
 - se $X \rightarrow x_1 x_2 \dots x_n \in P$, em que $x_1, x_2, \dots, x_n \in V \cup \Sigma$, logo a árvore obtida acrescentando-se a A mais n vértices v_1, v_2, \dots, v_n com rótulos x_1, x_2, \dots, x_n , nesta ordem, e n arestas $\{f, v_1\}, \{f, v_2\}, \dots, \{f, v_n\}$ é uma AD.

Se a sequência dos rótulos da fronteira da AD é igual a forma sentencial w , diz-se que a AD é uma árvore de derivação de w .

Gramáticas Livre de Contexto

Árvore de Derivação

Seja uma GLC $G = (V, \Sigma, P, S)$. Uma **Árvore de Derivação** (AD) de uma forma sentencial de G é uma árvore ordenada construída recursivamente como segue:

- ① uma árvore sem arestas cujo único vértice tem rótulo S é uma AD de S ;
- ② se $X \in V$ é rótulo de uma folha f de uma AD A , então:
 - se $X \rightarrow \lambda \in P$, logo a árvore obtida acrescentando-se a A mais um vértice v com rótulo λ e uma aresta $\{f, v\}$ é uma AD;
 - se $X \rightarrow x_1 x_2 \dots x_n \in P$, em que $x_1, x_2, \dots, x_n \in V \cup \Sigma$, logo a árvore obtida acrescentando-se a A mais n vértices v_1, v_2, \dots, v_n com rótulos x_1, x_2, \dots, x_n , nesta ordem, e n arestas $\{f, v_1\}, \{f, v_2\}, \dots, \{f, v_n\}$ é uma AD.

Se a sequência dos rótulos da fronteira da AD é igual a forma sentencial w , diz-se que a AD é uma árvore de derivação de w .

Gramáticas Livre de Contexto

Árvore de Derivação

Seja uma GLC $G = (V, \Sigma, P, S)$. Uma **Árvore de Derivação** (AD) de uma forma sentencial de G é uma árvore ordenada construída recursivamente como segue:

- ① uma árvore sem arestas cujo único vértice tem rótulo S é uma AD de S ;
- ② se $X \in V$ é rótulo de uma folha f de uma AD A , então:
 - se $X \rightarrow \lambda \in P$, logo a árvore obtida acrescentando-se a A mais um vértice v com rótulo λ e uma aresta $\{f, v\}$ é uma AD;
 - se $X \rightarrow x_1 x_2 \dots x_n \in P$, em que $x_1, x_2, \dots, x_n \in V \cup \Sigma$, logo a árvore obtida acrescentando-se a A mais n vértices v_1, v_2, \dots, v_n com rótulos x_1, x_2, \dots, x_n , nesta ordem, e n arestas $\{f, v_1\}, \{f, v_2\}, \dots, \{f, v_n\}$ é uma AD.

Se a sequência dos rótulos da fronteira da AD é igual a forma sentencial w , diz-se que a AD é uma árvore de derivação de w .

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:



Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:

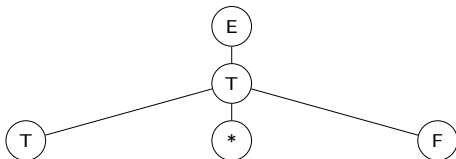


Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:

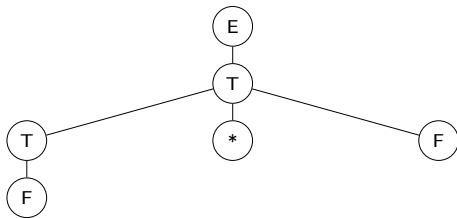


Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

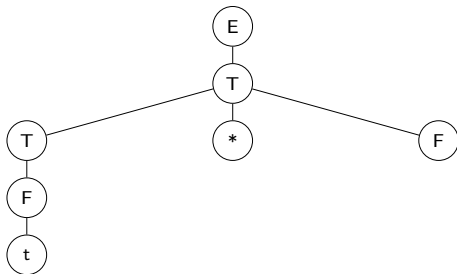
Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:



Exemplo de AD

Então são exemplos de ADs:

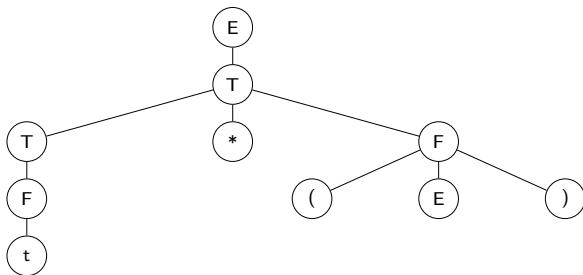


Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:

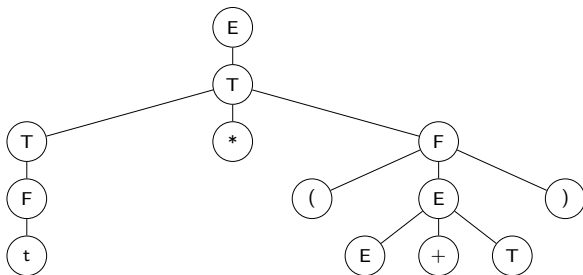


Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:

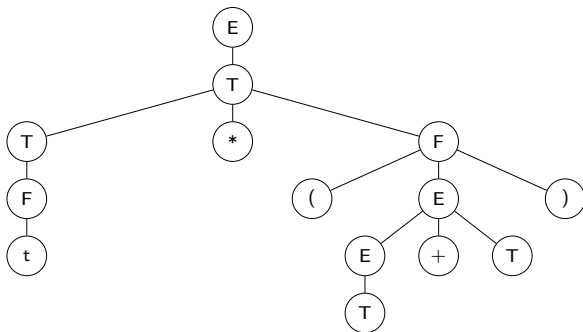


Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:

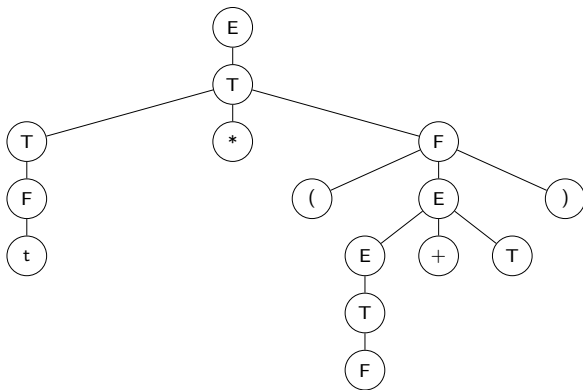


Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:

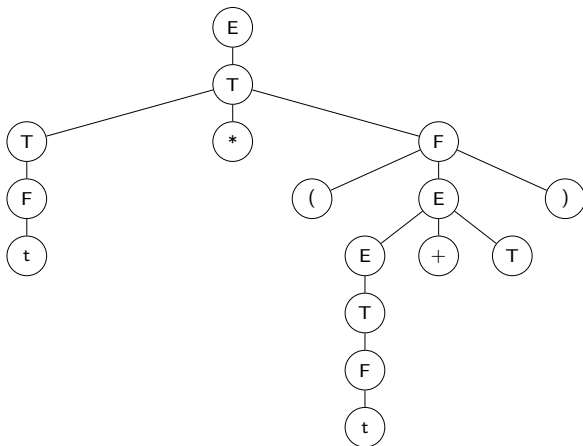


Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:

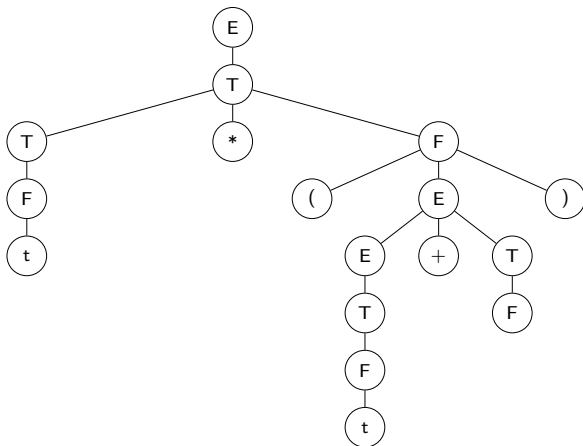


Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

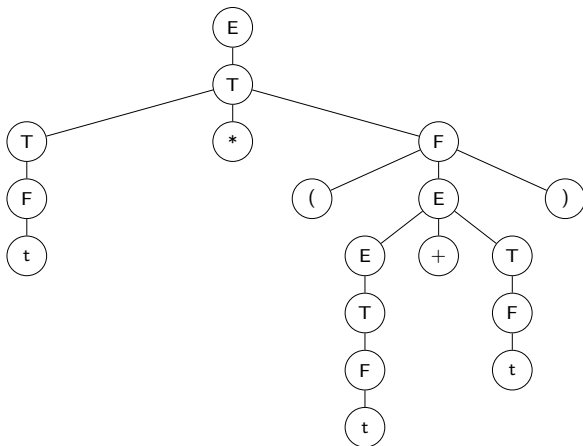
Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:



Exemplo de AD

Então são exemplos de ADs:

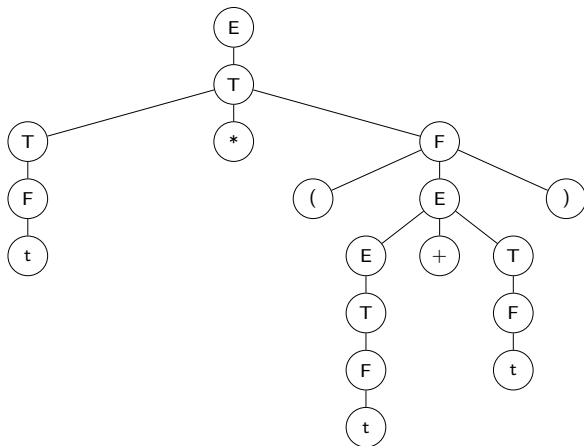


Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de AD

Seja $G = (\{E, T, F\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + T \mid T, T \rightarrow T * F \mid F, F \rightarrow (E) \mid t\}, E)$

Então são exemplos de ADs:



Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença **$t+t*t$**



Gramáticas Livre de Contexto

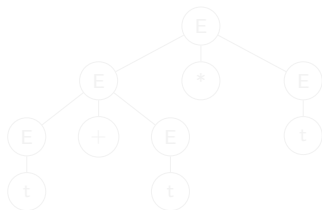
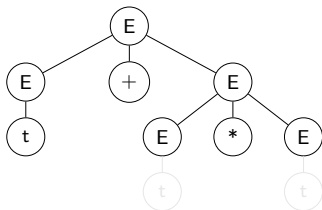
Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

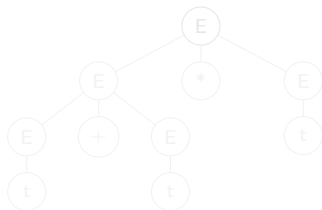
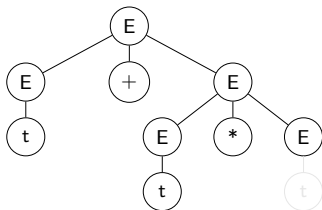
Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

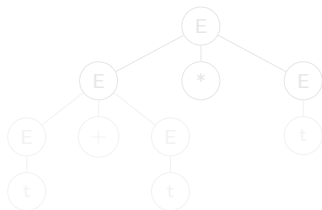
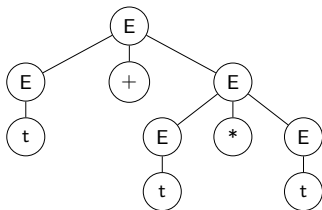
Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

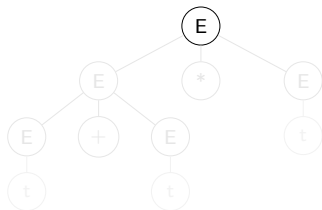
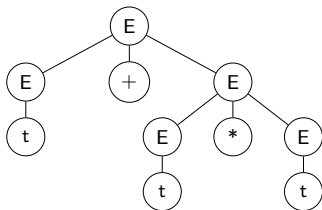
Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

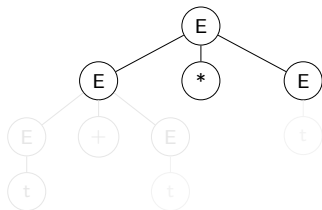
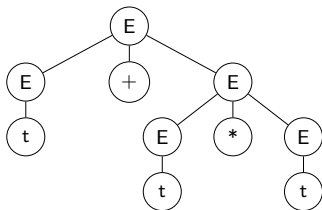
Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

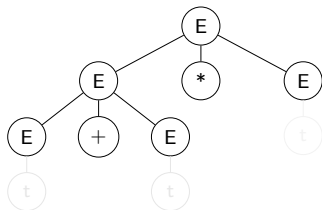
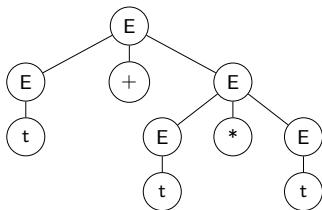
Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

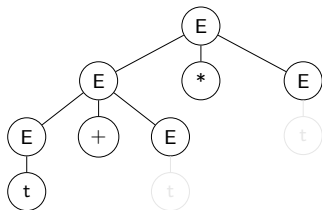
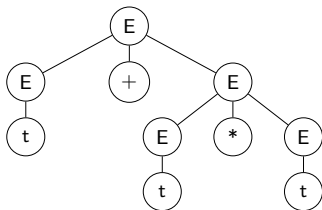
Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

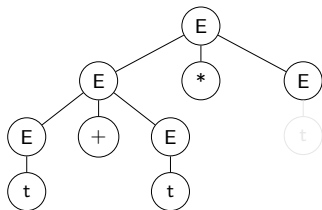
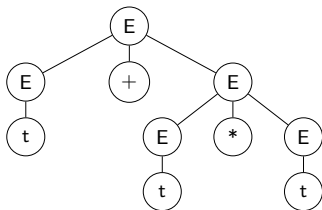
Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

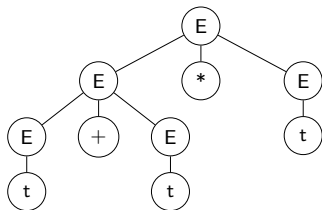
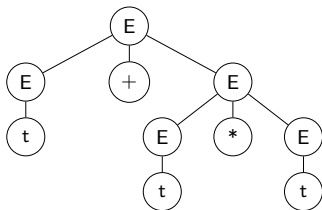
Gramática Ambígua

Uma GLC G é denominada ambígua quando existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G .

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow_D AA \Rightarrow_D AAB \Rightarrow_D AABAA \Rightarrow_D AABAAAb \Rightarrow_D AABAAAbA$
 (com derivações locais para $AA \Rightarrow_D AAB$ e $AA \Rightarrow_D AABAA$)

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$$S \Rightarrow_D AA \Rightarrow_D Aa \Rightarrow_D AAAa \Rightarrow_D AAbAa \Rightarrow_D AAbaa \Rightarrow_D AbAbaa \\ \Rightarrow_D Ababaa \Rightarrow_D ababaa$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow_D AA \Rightarrow_D Aa \Rightarrow_D AAAa \Rightarrow_D AAbAa \Rightarrow_D AAbaa \Rightarrow_D AbAbaa$
 $\Rightarrow_D Ababaa \Rightarrow_D ababaa$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$$S \Rightarrow_D AA \Rightarrow_D Aa \Rightarrow_D AAAa \Rightarrow_D AAbAa \Rightarrow_D AAbaa \Rightarrow_D AbAbaa \\ \Rightarrow_D Ababaa \Rightarrow_D ababaa$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$$S \Rightarrow_D AA \Rightarrow_D Aa \Rightarrow_D AAAa \Rightarrow_D AAbAa \Rightarrow_D AAbaa \Rightarrow_D AbAbaa \\ \Rightarrow_D Ababaa \Rightarrow_D ababaa$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$$S \Rightarrow_D AA \Rightarrow_D Aa \Rightarrow_D AAAa \Rightarrow_D AAbAa \Rightarrow_D AAbaa \Rightarrow_D AbAbaa \\ \Rightarrow_D Ababaa \Rightarrow_D ababaa$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$$S \Rightarrow_D AA \Rightarrow_D Aa \Rightarrow_D AAAa \Rightarrow_D AAbAa \Rightarrow_D AAbaa \Rightarrow_D AbAbaa \\ \Rightarrow_D Ababaa \Rightarrow_D ababaa$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$$S \Rightarrow_D AA \Rightarrow_D Aa \Rightarrow_D AAAa \Rightarrow_D AAbAa \Rightarrow_D AAbaa \Rightarrow_D AbAbaa \\ \Rightarrow_D Ababaa \Rightarrow_D ababaa$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$$S \Rightarrow_D AA \Rightarrow_D Aa \Rightarrow_D AAAa \Rightarrow_D AAbAa \Rightarrow_D AAbaa \Rightarrow_D AbAbaa \\ \Rightarrow_D Ababaa \Rightarrow_D ababaa$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$$S \Rightarrow_D AA \Rightarrow_D Aa \Rightarrow_D AAAa \Rightarrow_D AAbAa \Rightarrow_D AAbaa \Rightarrow_D AbAbaa \\ \Rightarrow_D Ababaa \Rightarrow_D ababaa$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Direita (DMD)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à direita. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_D para enfatizar que uma derivação é mais à direita.

Exemplo de DMD

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DMD da sentença *ababaa* é dada por:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow_D AA \Rightarrow_D Aa \Rightarrow_D AAAa \Rightarrow_D AAbAa \Rightarrow_D AAbaa \Rightarrow_D AbAbaa \\ &\Rightarrow_D Ababaa \Rightarrow_D ababaa \end{aligned}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow_E AA \Rightarrow_E AAAAA \Rightarrow_E AAAAAA \Rightarrow_E AAAAAAa \Rightarrow_E AAAAAAb \Rightarrow_E AAAAAAbA \Rightarrow_E AAAAAAbAa \Rightarrow_E AAAAAAbAab \Rightarrow_E AAAAAAbAaba \Rightarrow_E AAAAAAbAabaa$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$$S \Rightarrow_E AA \Rightarrow_E aA \Rightarrow_E aAAA \Rightarrow_E abAAA \Rightarrow_E abaAA \Rightarrow_E ababAA \\ \Rightarrow_E ababaA \Rightarrow_E ababaa$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$S \Rightarrow_E AA \Rightarrow_E aA \Rightarrow_E aAAA \Rightarrow_E abAAA \Rightarrow_E abaAA \Rightarrow_E ababAA$
 $\Rightarrow_E ababaA \Rightarrow_E ababaa$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$$\begin{aligned}
 S &\Rightarrow_E AA \Rightarrow_E aA \Rightarrow_E aAAA \Rightarrow_E abAAA \Rightarrow_E abaAA \Rightarrow_E ababAA \\
 &\Rightarrow_E ababaA \Rightarrow_E ababaa
 \end{aligned}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$$\begin{aligned}
 S &\Rightarrow_E AA \Rightarrow_E aA \Rightarrow_E aAAA \Rightarrow_E abAAA \Rightarrow_E abaAA \Rightarrow_E ababAA \\
 &\Rightarrow_E ababaA \Rightarrow_E ababaa
 \end{aligned}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$$\begin{aligned}
 S &\Rightarrow_E AA \Rightarrow_E aA \Rightarrow_E aAAA \Rightarrow_E abAAA \Rightarrow_E abaAA \Rightarrow_E ababAA \\
 &\Rightarrow_E ababaA \Rightarrow_E ababaa
 \end{aligned}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$$S \Rightarrow_E AA \Rightarrow_E aA \Rightarrow_E aAAA \Rightarrow_E abAAA \Rightarrow_E abaAA \Rightarrow_E ababAA \\ \Rightarrow_E ababaA \Rightarrow_E ababaa$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$$\begin{aligned}
 S &\Rightarrow_E AA \Rightarrow_E aA \Rightarrow_E aAAA \Rightarrow_E abAAA \Rightarrow_E abaAA \Rightarrow_E ababAA \\
 &\Rightarrow_E ababaA \Rightarrow_E ababaa
 \end{aligned}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$$\begin{aligned}
 S &\Rightarrow_E AA \Rightarrow_E aA \Rightarrow_E aAAA \Rightarrow_E abAAA \Rightarrow_E abaAA \Rightarrow_E ababAA \\
 &\quad \Rightarrow_E ababaA \Rightarrow_E ababaa
 \end{aligned}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$$\begin{aligned}
 S &\Rightarrow_E AA \Rightarrow_E aA \Rightarrow_E aAAA \Rightarrow_E abAAA \Rightarrow_E abaAA \Rightarrow_E ababAA \\
 &\Rightarrow_E ababaA \Rightarrow_E ababaa
 \end{aligned}$$

Gramáticas Livre de Contexto

Derivação Mais à Esquerda (DME)

Durante o processo de derivação o não-terminal expandido de cada forma sentencial é sempre o mais à esquerda. Pode-se usar o símbolo \Rightarrow_E para enfatizar que uma derivação é mais à esquerda.

Exemplo de DME

Seja $G = (\{S, A\}, \{a, b\}, \{S \rightarrow AA, A \rightarrow AAA \mid bA \mid Ab \mid a\}, S)$

Então uma DME da sentença *ababaa* é dada por:

$$\begin{aligned} S &\Rightarrow_E AA \Rightarrow_E aA \Rightarrow_E aAAA \Rightarrow_E abAAA \Rightarrow_E abaAA \Rightarrow_E ababAA \\ &\Rightarrow_E ababaA \Rightarrow_E ababaa \end{aligned}$$

Gramáticas Livre de Contexto

$AD \times DMD \times DME$

Existe uma única DMD e uma única DME correspondentes a uma dada AD.

Gramática Ambígua

Seja G uma GLC ambígua, então as seguintes afirmações são equivalentes:

- 1 existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G ;
- 2 existe mais de uma DMD para alguma sentença gerada por G ; e
- 3 existe mais de uma DME para alguma sentença gerada por G .

Gramáticas Livre de Contexto

$AD \times DMD \times DME$

Existe uma única DMD e uma única DME correspondentes a uma dada AD.

Gramática Ambígua

Seja G uma GLC ambígua, então as seguintes afirmações são equivalentes:

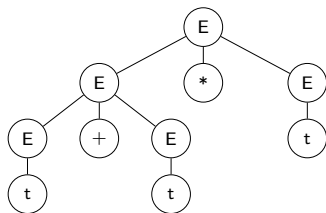
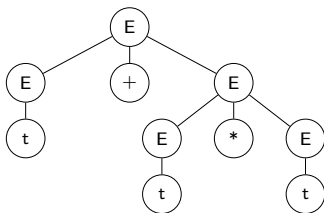
- 1 existe mais de uma AD para alguma sentença gerada por G ;
- 2 existe mais de uma DMD para alguma sentença gerada por G ; e
- 3 existe mais de uma DME para alguma sentença gerada por G .

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Existem duas DMDs para a sentença $t+t*t$

$E \Rightarrow_D E + E$
 $\Rightarrow_D E + E * E$
 $\Rightarrow_D E + E * t$
 $\Rightarrow_D E + t * t$
 $\Rightarrow_D t + t * t$

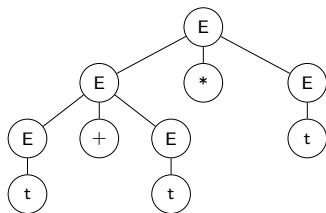
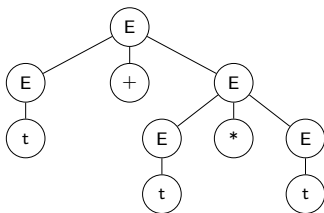
$E \Rightarrow_D E * E$
 $\Rightarrow_D E * t$
 $\Rightarrow_D E + E * t$
 $\Rightarrow_D E + t * t$
 $\Rightarrow_D t + t * t$

Gramáticas Livre de Contexto

Exemplo de Gramática Ambígua

Seja $G = (\{E\}, \{t, +, *, (,)\}, \{E \rightarrow E + E \mid E * E \mid (E) \mid t\}, E)$

Existem duas ADs para a sentença $t+t*t$



Existem duas DMDs para a sentença $t+t*t$

$$\begin{aligned}
 E &\Rightarrow_D E + E \\
 &\Rightarrow_D E + E * E \\
 &\Rightarrow_D E + E * t \\
 &\Rightarrow_D E + t * t \\
 &\Rightarrow_D t + t * t
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E &\Rightarrow_D E * E \\
 &\Rightarrow_D E * t \\
 &\Rightarrow_D E + E * t \\
 &\Rightarrow_D E + t * t \\
 &\Rightarrow_D t + t * t
 \end{aligned}$$