Computación y Estructuras Discretas III

Andrés A. Aristizábal P.
aaaristizabal@icesi.edu.co

Departamento de Computación y Sistemas Inteligentes
UNIVERSIDAD ICESI

2023-2

Agenda del día

1. **Lenguajes y gramáticas independientes de contexto**
   - Presentación del tema
   - Ejercicios

Agenda del día

1. **Lenguajes y gramáticas independientes de contexto**
   - Presentación del tema
   - Ejercicios

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿En GIC cuáles son las variables inútiles?

¿En GIC cuáles son las variables inútiles?

En una GIC puede haber dos tipos de variables inútiles:

¿En GIC cuáles son las variables inútiles?

En una GIC puede haber dos tipos de variables inútiles:

1. Las que nunca aparecen en el curso de una derivación

¿En GIC cuáles son las variables inútiles?

En una GIC puede haber dos tipos de variables inútiles:

1. Las que nunca aparecen en el curso de una derivación
2. Aquéllas que no se pueden convertir en cadenas de terminales.

¿En GIC cuáles son las variables inútiles?

En una GIC puede haber dos tipos de variables inútiles:

1. Las que nunca aparecen en el curso de una derivación
2. Aquéllas que no se pueden convertir en cadenas de terminales.

¿Qué es una variable alcanzable o accesible?

¿En GIC cuáles son las variables inútiles?

En una GIC puede haber dos tipos de variables inútiles:

1. Las que nunca aparecen en el curso de una derivación
2. Aquéllas que no se pueden convertir en cadenas de terminales.

¿Qué es una variable alcanzable o accesible?

Definition

Una variable A es alcanzable o accesible si existen $u, v \in (V \cup \Sigma)^*$ tales que $S \stackrel{*}{\Longrightarrow} uAv$. La variable inicial S es alcanzable por definición.

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Qué es una variable terminable?

¿Qué es una variable terminable?

Definition

Una variable A es terminable si existe $w \in \Sigma^*$ tal que $A \stackrel{*}{\Longrightarrow} w$. En particular, si $A \to \lambda$ es una producción entonces A es terminable.

¿Qué es una variable terminable?

Definition

Una variable A es terminable si existe $w \in \Sigma^*$ tal que $A \stackrel{*}{\Longrightarrow} w$. En particular, si $A \to \lambda$ es una producción entonces A es terminable.

¿Qué es una variable inútil?

¿Qué es una variable terminable?

Definition

Una variable A es terminable si existe $w \in \Sigma^*$ tal que $A \stackrel{*}{\Longrightarrow} w$. En particular, si $A \rightarrow \lambda$ es una producción entonces A es terminable.

¿Qué es una variable inútil?

Definition

A es una variable inútil si no es alcanzable o no es terminable.

¿Qué es una variable terminable?

Definition

Una variable A es terminable si existe $w \in \Sigma^*$ tal que $A \overset{*}{\Longrightarrow} w$. En particular, si $A \to \lambda$ es una producción entonces A es terminable.

¿Qué es una variable inútil?

Definition

A es una variable inútil si no es alcanzable o no es terminable.

¿Como se puede construir una GIC sin variables inútiles?

¿Qué es una variable terminable?

Definition

Una variable A es terminable si existe $w \in \Sigma^*$ tal que $A \stackrel{*}{\Longrightarrow} w$. En particular, si $A \to \lambda$ es una producción entonces A es terminable.

¿Qué es una variable inútil?

Definition

A es una variable inútil si no es alcanzable o no es terminable.

¿Como se puede construir una GIC sin variables inútiles?

Existen algoritmos para detectar todas las variables inútiles de una GIC, permitiendo construir una gramática G' equivalente a una gramática G dada, de manera que G' no tenga variables inútiles.

¿Cuál es el algoritmo para encontrar las variables terminables de una GIC?

¿Cuál es el algoritmo para encontrar las variables terminables de una GIC?

INICIALIZAR:
TERM $:= \{A \in V \mid \exists$ producción $A \to w,\ w \in \Sigma^*\}$
REPETIR:
TERM $:=$ **TERM** $\cup \{A \in V \mid \exists$ producción $A \to w,\ w \in (\Sigma \cup \textbf{TERM})^*\}$
HASTA:
No se añaden nuevas variables a **TERM**

Ejemplo

Encuentre las variables terminables de la siguiente gramática:

Ejemplo

Encuentre las variables terminables de la siguiente gramática:

$$G : \begin{cases} S \to ACD \mid bBd \mid ab \\ A \to aB \mid aA \mid C \\ B \to aDS \mid aB \\ C \to aCS \mid CB \mid CC \\ D \to bD \mid ba \\ E \to AB \mid aDb \end{cases}$$

Ejemplo

Encuentre las variables terminables de la siguiente gramática:

$$G : \begin{cases} S \to ACD \mid bBd \mid ab \\ A \to aB \mid aA \mid C \\ B \to aDS \mid aB \\ C \to aCS \mid CB \mid CC \\ D \to bD \mid ba \\ E \to AB \mid aDb \end{cases}$$

Solución

$$\textbf{TERM}_1 = \{S, D\}.$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Ejemplo

Encuentre las variables terminables de la siguiente gramática:

$$G : \begin{cases} S \rightarrow ACD \mid bBd \mid ab \\ A \rightarrow aB \mid aA \mid C \\ B \rightarrow aDS \mid aB \\ C \rightarrow aCS \mid CB \mid CC \\ D \rightarrow bD \mid ba \\ E \rightarrow AB \mid aDb \end{cases}$$

Solución

$$\mathbf{TERM_1} = \{S, D\}.$$
$$\mathbf{TERM_2} = \{S, D\} \cup \{B, E\} = \{S, D, B, E\}.$$

Ejemplo

Encuentre las variables terminables de la siguiente gramática:

$$G : \begin{cases} S \to ACD \mid bBd \mid ab \\ A \to aB \mid aA \mid C \\ B \to aDS \mid aB \\ C \to aCS \mid CB \mid CC \\ D \to bD \mid ba \\ E \to AB \mid aDb \end{cases}$$

Solución

$$\begin{aligned} &\mathbf{TERM_1} = \{S, D\}. \\ &\mathbf{TERM_2} = \{S, D\} \cup \{B, E\} = \{S, D, B, E\}. \\ &\mathbf{TERM_3} = \{S, D, B, E\} \cup \{A\} = \{S, D, B, E, A\}. \end{aligned}$$

Ejemplo

Encuentre las variables terminables de la siguiente gramática:

$$G : \begin{cases} S \to ACD \mid bBd \mid ab \\ A \to aB \mid aA \mid C \\ B \to aDS \mid aB \\ C \to aCS \mid CB \mid CC \\ D \to bD \mid ba \\ E \to AB \mid aDb \end{cases}$$

Solución

$$\begin{aligned} \mathbf{TERM_1} &= \{S, D\}. \\ \mathbf{TERM_2} &= \{S, D\} \cup \{B, E\} = \{S, D, B, E\}. \\ \mathbf{TERM_3} &= \{S, D, B, E\} \cup \{A\} = \{S, D, B, E, A\}. \\ \mathbf{TERM_4} &= \{S, D, B, E, A\} \cup \{\,\} = \{S, D, B, E, A\}. \end{aligned}$$

¿Cuál es el algoritmo para encontrar las variables alcanzables de una GIC?

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cuál es el algoritmo para encontrar las variables alcanzables de una GIC?

INICIALIZAR:
  ALC $:= \{S\}$
REPETIR:
  ALC $:=$ **ALC** $\cup \{A \in V \mid \exists$ producción $B \to uAv,\ B \in$ **ALC** y $u, v \in (V \cup \Sigma)^* \}$
HASTA:
  No se añaden nuevas variables a **ALC**

Ejemplo

Encuentre las variables alcanzables de la siguiente gramática:

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Ejemplo

Encuentre las variables alcanzables de la siguiente gramática:

$$G : \begin{cases} S \rightarrow aS \mid AaB \mid ACS \\ A \rightarrow aS \mid AaB \mid AC \\ B \rightarrow bB \mid DB \mid BB \\ C \rightarrow aDa \mid ABD \mid ab \\ D \rightarrow aD \mid DD \mid ab \\ E \rightarrow FF \mid aa \\ F \rightarrow aE \mid EF \end{cases}$$

Ejemplo

Encuentre las variables alcanzables de la siguiente gramática:

$$G : \begin{cases} S \to aS \mid AaB \mid ACS \\ A \to aS \mid AaB \mid AC \\ B \to bB \mid DB \mid BB \\ C \to aDa \mid ABD \mid ab \\ D \to aD \mid DD \mid ab \\ E \to FF \mid aa \\ F \to aE \mid EF \end{cases}$$

Solución

$$\mathbf{ALC_1} = \{S\}.$$

Ejemplo

Encuentre las variables alcanzables de la siguiente gramática:

$$G : \begin{cases} S \to aS \mid AaB \mid ACS \\ A \to aS \mid AaB \mid AC \\ B \to bB \mid DB \mid BB \\ C \to aDa \mid ABD \mid ab \\ D \to aD \mid DD \mid ab \\ E \to FF \mid aa \\ F \to aE \mid EF \end{cases}$$

Solución

$$\mathbf{ALC_1} = \{S\}.$$
$$\mathbf{ALC_2} = \{S\} \cup \{A, B, C\} = \{S, A, B, C\}.$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Ejemplo

Encuentre las variables alcanzables de la siguiente gramática:

$$G : \begin{cases} S \to aS \mid AaB \mid ACS \\ A \to aS \mid AaB \mid AC \\ B \to bB \mid DB \mid BB \\ C \to aDa \mid ABD \mid ab \\ D \to aD \mid DD \mid ab \\ E \to FF \mid aa \\ F \to aE \mid EF \end{cases}$$

Solución

$$\begin{aligned} \mathbf{ALC_1} &= \{S\}. \\ \mathbf{ALC_2} &= \{S\} \cup \{A, B, C\} = \{S, A, B, C\}. \\ \mathbf{ALC_3} &= \{S, A, B, C\} \cup \{D\} = \{S, A, B, C, D\}. \end{aligned}$$

Ejemplo

Encuentre las variables alcanzables de la siguiente gramática:

$$G : \begin{cases} S \to aS \mid AaB \mid ACS \\ A \to aS \mid AaB \mid AC \\ B \to bB \mid DB \mid BB \\ C \to aDa \mid ABD \mid ab \\ D \to aD \mid DD \mid ab \\ E \to FF \mid aa \\ F \to aE \mid EF \end{cases}$$

Solución

$$\begin{aligned} \mathbf{ALC_1} &= \{S\}. \\ \mathbf{ALC_2} &= \{S\} \cup \{A, B, C\} = \{S, A, B, C\}. \\ \mathbf{ALC_3} &= \{S, A, B, C\} \cup \{D\} = \{S, A, B, C, D\}. \\ \mathbf{ALC_4} &= \{S, A, B, C, D\} \cup \{\ \} = \{S, A, B, C, D\}. \end{aligned}$$

Ejemplo

Elimine las variables inútiles de la siguiente gramática G.

Ejemplo

Elimine las variables inútiles de la siguiente gramática G.

$$G: \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ A \to AA \mid aA \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid ACC \mid abb \\ D \to aAB \mid ab \\ E \to aS \mid bAA \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Ejemplo

Elimine las variables inútiles de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ A \to AA \mid aA \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid ACC \mid abb \\ D \to aAB \mid ab \\ E \to aS \mid bAA \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

Solución

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables terminables.*

Ejemplo

Elimine las variables inútiles de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ A \to AA \mid aA \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid ACC \mid abb \\ D \to aAB \mid ab \\ E \to aS \mid bAA \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

Solución

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables terminables.*
2. *Eliminamos las variables no terminables.*

Ejemplo

Elimine las variables inútiles de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ A \to AA \mid aA \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid ACC \mid abb \\ D \to aAB \mid ab \\ E \to aS \mid bAA \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

Solución

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables terminables.*
2. *Eliminamos las variables no terminables.*
3. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables alcanzables.*

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Ejemplo

Elimine las variables inútiles de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ A \to AA \mid aA \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid ACC \mid abb \\ D \to aAB \mid ab \\ E \to aS \mid bAA \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

Solución

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables terminables.*
2. *Eliminamos las variables no terminables.*
3. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables alcanzables.*
4. *Eliminamos las variables no alcanzables.*

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ A \rightarrow AA \mid aA \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid ACC \mid abb \\ D \rightarrow aAB \mid ab \\ E \rightarrow aS \mid bAA \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G : \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ A \rightarrow AA \mid aA \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid ACC \mid abb \\ D \rightarrow aAB \mid ab \\ E \rightarrow aS \mid bAA \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{array} \right.$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

Solución

$$G: \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ A \to AA \mid aA \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid ACC \mid abb \\ D \to aAB \mid ab \\ E \to aS \mid bAA \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\mathbf{TERM_1} = \{B, C, D\}.$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ A \rightarrow AA \mid aA \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid ACC \mid abb \\ D \rightarrow aAB \mid ab \\ E \rightarrow aS \mid bAA \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\begin{aligned} \mathbf{TERM_1} &= \{B, C, D\}. \\ \mathbf{TERM_2} &= \{B, C, D\} \cup \{S, F\} = \{B, C, D, S, F\}. \end{aligned}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ A \to AA \mid aA \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid ACC \mid abb \\ D \to aAB \mid ab \\ E \to aS \mid bAA \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\begin{aligned} \mathbf{TERM_1} &= \{B, C, D\}. \\ \mathbf{TERM_2} &= \{B, C, D\} \cup \{S, F\} = \{B, C, D, S, F\}. \\ \mathbf{TERM_3} &= \{B, C, D, S, F\} \cup \{E\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \end{aligned}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ A \rightarrow AA \mid aA \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid ACC \mid abb \\ D \rightarrow aAB \mid ab \\ E \rightarrow aS \mid bAA \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\begin{aligned} \mathbf{TERM_1} &= \{B, C, D\}. \\ \mathbf{TERM_2} &= \{B, C, D\} \cup \{S, F\} = \{B, C, D, S, F\}. \\ \mathbf{TERM_3} &= \{B, C, D, S, F\} \cup \{E\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \\ \mathbf{TERM_4} &= \{B, C, D, S, F, E\} \cup \{\,\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \end{aligned}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ A \rightarrow AA \mid aA \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid ACC \mid abb \\ D \rightarrow aAB \mid ab \\ E \rightarrow aS \mid bAA \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\begin{aligned} \textbf{TERM}_1 &= \{B, C, D\}. \\ \textbf{TERM}_2 &= \{B, C, D\} \cup \{S, F\} = \{B, C, D, S, F\}. \\ \textbf{TERM}_3 &= \{B, C, D, S, F\} \cup \{E\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \\ \textbf{TERM}_4 &= \{B, C, D, S, F, E\} \cup \{\,\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \end{aligned}$$

2. *La única variable no-terminable de G es A. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_1 :*

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ A \to AA \mid aA \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid ACC \mid abb \\ D \to aAB \mid ab \\ E \to aS \mid bAA \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\begin{aligned} \textbf{TERM}_1 &= \{B, C, D\}. \\ \textbf{TERM}_2 &= \{B, C, D\} \cup \{S, F\} = \{B, C, D, S, F\}. \\ \textbf{TERM}_3 &= \{B, C, D, S, F\} \cup \{E\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \\ \textbf{TERM}_4 &= \{B, C, D, S, F, E\} \cup \{\ \} = \{B, C, D, S, F, E\}. \end{aligned}$$

2. *La única variable no-terminable de G es A. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_1 :*

$$G_1 : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G:\left\{\begin{array}{l} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ A \rightarrow AA \mid aA \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid ACC \mid abb \\ D \rightarrow aAB \mid ab \\ E \rightarrow aS \mid bAA \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{array}\right.$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\begin{array}{l} \mathbf{TERM_1} = \{B, C, D\}. \\ \mathbf{TERM_2} = \{B, C, D\} \cup \{S, F\} = \{B, C, D, S, F\}. \\ \mathbf{TERM_3} = \{B, C, D, S, F\} \cup \{E\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \\ \mathbf{TERM_4} = \{B, C, D, S, F, E\} \cup \{\ \} = \{B, C, D, S, F, E\}. \end{array}$$

2. *La única variable no-terminable de G es A. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_1 :*

$$G_1:\left\{\begin{array}{l} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ \\ \\ \\ \\ \end{array}\right.$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ A \to AA \mid aA \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid ACC \mid abb \\ D \to aAB \mid ab \\ E \to aS \mid bAA \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\begin{aligned} \textbf{TERM}_1 &= \{B, C, D\}. \\ \textbf{TERM}_2 &= \{B, C, D\} \cup \{S, F\} = \{B, C, D, S, F\}. \\ \textbf{TERM}_3 &= \{B, C, D, S, F\} \cup \{E\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \\ \textbf{TERM}_4 &= \{B, C, D, S, F, E\} \cup \{\ \} = \{B, C, D, S, F, E\}. \end{aligned}$$

2. *La única variable no-terminable de G es A. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_1 :*

$$G_1 : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid abb \end{cases}$$

Solución

$$G:\left\{\begin{array}{l} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ A \rightarrow AA \mid aA \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid ACC \mid abb \\ D \rightarrow aAB \mid ab \\ E \rightarrow aS \mid bAA \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{array}\right.$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\begin{array}{l} \textbf{TERM}_1 = \{B, C, D\}. \\ \textbf{TERM}_2 = \{B, C, D\} \cup \{S, F\} = \{B, C, D, S, F\}. \\ \textbf{TERM}_3 = \{B, C, D, S, F\} \cup \{E\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \\ \textbf{TERM}_4 = \{B, C, D, S, F, E\} \cup \{\ \} = \{B, C, D, S, F, E\}. \end{array}$$

2. *La única variable no-terminable de G es A. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_1 :*

$$G_1:\left\{\begin{array}{l} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid abb \\ D \rightarrow ab \\ \\ \\ \end{array}\right.$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ A \rightarrow AA \mid aA \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid ACC \mid abb \\ D \rightarrow aAB \mid ab \\ E \rightarrow aS \mid bAA \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\begin{aligned} \mathbf{TERM_1} &= \{B, C, D\}. \\ \mathbf{TERM_2} &= \{B, C, D\} \cup \{S, F\} = \{B, C, D, S, F\}. \\ \mathbf{TERM_3} &= \{B, C, D, S, F\} \cup \{E\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \\ \mathbf{TERM_4} &= \{B, C, D, S, F, E\} \cup \{\ \} = \{B, C, D, S, F, E\}. \end{aligned}$$

2. *La única variable no-terminable de G es A. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_1 :*

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid abb \\ D \rightarrow ab \\ E \rightarrow aS \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ A \to AA \mid aA \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid ACC \mid abb \\ D \to aAB \mid ab \\ E \to aS \mid bAA \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el primer algoritmo.*

$$\begin{aligned} \textbf{TERM}_1 &= \{B, C, D\}. \\ \textbf{TERM}_2 &= \{B, C, D\} \cup \{S, F\} = \{B, C, D, S, F\}. \\ \textbf{TERM}_3 &= \{B, C, D, S, F\} \cup \{E\} = \{B, C, D, S, F, E\}. \\ \textbf{TERM}_4 &= \{B, C, D, S, F, E\} \cup \{\ \} = \{B, C, D, S, F, E\}. \end{aligned}$$

2. *La única variable no-terminable de G es A. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_1 :*

$$G_1 : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid abb \\ D \to ab \\ E \to aS \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid abb \\ D \rightarrow ab \\ E \rightarrow aS \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el segundo algoritmo.*

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to SBS \mid BC \mid Bb \\ B \to aBCa \mid b \\ C \to aC \mid abb \\ D \to ab \\ E \to aS \\ F \to aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el segundo algoritmo.*

$$\mathbf{ALC_1} = \{S\}.$$

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid abb \\ D \rightarrow ab \\ E \rightarrow aS \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el segundo algoritmo.*

$$\mathbf{ALC_1} = \{S\}.$$
$$\mathbf{ALC_2} = \{S\} \cup \{B, C\} = \{S, B, C\}.$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid abb \\ D \rightarrow ab \\ E \rightarrow aS \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el segundo algoritmo.*

$$\begin{aligned} \textbf{ALC}_\mathbf{1} &= \{S\}. \\ \textbf{ALC}_\mathbf{2} &= \{S\} \cup \{B, C\} = \{S, B, C\}. \\ \textbf{ALC}_\mathbf{3} &= \{S, B, C\} \cup \{\ \} = \{S, B, C\}. \end{aligned}$$

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid abb \\ D \rightarrow ab \\ E \rightarrow aS \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el segundo algoritmo.*

$$\begin{aligned} \textbf{ALC}_1 &= \{S\}. \\ \textbf{ALC}_2 &= \{S\} \cup \{B, C\} = \{S, B, C\}. \\ \textbf{ALC}_3 &= \{S, B, C\} \cup \{\,\} = \{S, B, C\}. \end{aligned}$$

2. *Las variables D, E, F son no alcanzables. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_2, que no tiene variables inútiles.*

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid abb \\ D \rightarrow ab \\ E \rightarrow aS \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el segundo algoritmo.*

$$\begin{aligned} \mathbf{ALC_1} &= \{S\}. \\ \mathbf{ALC_2} &= \{S\} \cup \{B, C\} = \{S, B, C\}. \\ \mathbf{ALC_3} &= \{S, B, C\} \cup \{\ \} = \{S, B, C\}. \end{aligned}$$

2. *Las variables D, E, F son no alcanzables. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_2, que no tiene variables inútiles.*

$$G_2 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid abb \\ D \rightarrow ab \\ E \rightarrow aS \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el segundo algoritmo.*

$$\begin{aligned} \mathbf{ALC_1} &= \{S\}. \\ \mathbf{ALC_2} &= \{S\} \cup \{B, C\} = \{S, B, C\}. \\ \mathbf{ALC_3} &= \{S, B, C\} \cup \{\,\} = \{S, B, C\}. \end{aligned}$$

2. *Las variables D, E, F son no alcanzables. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_2, que no tiene variables inútiles.*

$$G_2 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \end{cases}$$

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid abb \\ D \rightarrow ab \\ E \rightarrow aS \\ F \rightarrow aDb \mid aF \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el segundo algoritmo.*

$$\begin{aligned} \mathbf{ALC_1} &= \{S\}. \\ \mathbf{ALC_2} &= \{S\} \cup \{B, C\} = \{S, B, C\}. \\ \mathbf{ALC_3} &= \{S, B, C\} \cup \{\ \} = \{S, B, C\}. \end{aligned}$$

2. *Las variables D, E, F son no alcanzables. Por lo tanto, G es equivalente a la siguiente gramática G_2, que no tiene variables inútiles.*

$$G_2 : \begin{cases} S \rightarrow SBS \mid BC \mid Bb \\ B \rightarrow aBCa \mid b \\ C \rightarrow aC \mid abb \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Qué es una producción λ?

¿Qué es una producción λ?

Definition

Una producción de la forma $A \to \lambda$ *se llama producción* λ*.*

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Qué es una producción λ?

Definition

Una producción de la forma $A \to \lambda$ *se llama producción* λ.

¿Qué es una variable anulable?

¿Qué es una producción λ?

Definition

Una producción de la forma $A \to \lambda$ se llama producción λ.

¿Qué es una variable anulable?

Definition

Una variable A se llama anulable si $A \overset{*}{\Longrightarrow} \lambda$.

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Qué es una producción λ?

Definition

Una producción de la forma $A \to \lambda$ *se llama producción* λ.

¿Qué es una variable anulable?

Definition

Una variable A *se llama anulable si* $A \stackrel{*}{\Longrightarrow} \lambda$.

¿Cuál es el algoritmo para encontrar las variables anulables de una GIC?

¿Qué es una producción λ?

Definition

Una producción de la forma $A \rightarrow \lambda$ se llama producción λ.

¿Qué es una variable anulable?

Definition

Una variable A se llama anulable si $A \stackrel{*}{\Longrightarrow} \lambda$.

¿Cuál es el algoritmo para encontrar las variables anulables de una GIC?

INICIALIZAR:

$\quad\quad$ **ANUL** $:= \{A \in B \,|\, A \rightarrow \lambda$ es una producción$\}$

REPETIR:

$\quad\quad$ **ANUL** $:=$ **ANUL** $\cup \{A \in V \,|\, \exists$ producción $A \rightarrow w,\ w \in (\textbf{ANUL})^*\}$

HASTA:

$\quad\quad$ No se añaden nuevas variables a **ANUL**

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Se puede construir una GIC sin producciones λ?

¿Se puede construir una GIC sin producciones λ?

Teorema

Dada una GIC G, se puede construir una GIC G' equivalente a G sin producciones λ, excepto (posiblemente) $S \to \lambda$.

¿Se puede construir una GIC sin producciones λ?

Teorema

Dada una GIC G, se puede construir una GIC G' equivalente a G sin producciones λ, excepto (posiblemente) $S \to \lambda$.

Ejemplo

Elimine las producciones λ de la siguiente gramática G.

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Se puede construir una GIC sin producciones λ?

Teorema

Dada una GIC G, se puede construir una GIC G' equivalente a G sin producciones λ, excepto (posiblemente) $S \rightarrow \lambda$.

Ejemplo

Elimine las producciones λ de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid ACA \mid ab \\ A \rightarrow aAa \mid B \mid CD \\ B \rightarrow bB \mid bA \\ C \rightarrow cC \mid \lambda \\ D \rightarrow aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

¿Se puede construir una GIC sin producciones λ?

Teorema

Dada una GIC G, se puede construir una GIC G' equivalente a G sin producciones λ, excepto (posiblemente) $S \to \lambda$.

Ejemplo

Elimine las producciones λ de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

Solución

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Se puede construir una GIC sin producciones λ?

Teorema

Dada una GIC G, se puede construir una GIC G' equivalente a G sin producciones λ, excepto (posiblemente) $S \to \lambda$.

Ejemplo

Elimine las producciones λ de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

Solución

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*
2. *Eliminamos las producciones λ a excepción de $S \to \lambda$, añadiendo nuevas producciones que simulen el efecto de las producciones λ eliminadas.*

¿Se puede construir una GIC sin producciones λ?

Teorema

Dada una GIC G, se puede construir una GIC G' equivalente a G sin producciones λ, excepto (posiblemente) $S \to \lambda$.

Ejemplo

Elimine las producciones λ de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

Solución

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*
2. *Eliminamos las producciones λ a excepción de $S \to \lambda$, añadiendo nuevas producciones que simulen el efecto de las producciones λ eliminadas. Es decir, por cada producción $A \to u$ de G se añaden las producciones de la forma $A \to v$ obtenidas suprimiendo de la cadena u una, dos o más variables anulables presentes, de todas las formas posibles.*

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid ACA \mid ab \\ A \rightarrow aAa \mid B \mid CD \\ B \rightarrow bB \mid bA \\ C \rightarrow cC \mid \lambda \\ D \rightarrow aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\textbf{ANUL}_{\mathbf{1}} = \{C\}.$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\textbf{ANUL}_1 = \{C\}.$$
$$\textbf{ANUL}_2 = \{C\} \cup \{D\} = \{C, D\}.$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned} \mathbf{ANUL_1} &= \{C\}. \\ \mathbf{ANUL_2} &= \{C\} \cup \{D\} = \{C, D\}. \\ \mathbf{ANUL_3} &= \{C, D\} \cup \{A\} = \{C, D, A\}. \end{aligned}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\textbf{ANUL}_1 = \{C\}.$$
$$\textbf{ANUL}_2 = \{C\} \cup \{D\} = \{C, D\}.$$
$$\textbf{ANUL}_3 = \{C, D\} \cup \{A\} = \{C, D, A\}.$$
$$\textbf{ANUL}_4 = \{C, D, A\} \cup \{S\} = \{C, D, A, S\}.$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid ACA \mid ab \\ A \rightarrow aAa \mid B \mid CD \\ B \rightarrow bB \mid bA \\ C \rightarrow cC \mid \lambda \\ D \rightarrow aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned} \textbf{ANUL}_1 &= \{C\}. \\ \textbf{ANUL}_2 &= \{C\} \cup \{D\} = \{C, D\}. \\ \textbf{ANUL}_3 &= \{C, D\} \cup \{A\} = \{C, D, A\}. \\ \textbf{ANUL}_4 &= \{C, D, A\} \cup \{S\} = \{C, D, A, S\}. \\ \textbf{ANUL}_5 &= \{C, D, A, S\} \cup \{\ \} = \{C, D, A, S\}. \end{aligned}$$

Solución

$$G: \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned} \mathbf{ANUL_1} &= \{C\}. \\ \mathbf{ANUL_2} &= \{C\} \cup \{D\} = \{C, D\}. \\ \mathbf{ANUL_3} &= \{C, D\} \cup \{A\} = \{C, D, A\}. \\ \mathbf{ANUL_4} &= \{C, D, A\} \cup \{S\} = \{C, D, A, S\}. \\ \mathbf{ANUL_5} &= \{C, D, A, S\} \cup \{\,\} = \{C, D, A, S\}. \end{aligned}$$

2. *Al eliminar de G la producciones λ (la única es $C \to \lambda$) y añadir las nuevas producciones que simulan el efecto de las producciones λ se obtiene la siguiente gramática equivalente a G:*

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned} \textbf{ANUL}_1 &= \{C\}. \\ \textbf{ANUL}_2 &= \{C\} \cup \{D\} = \{C, D\}. \\ \textbf{ANUL}_3 &= \{C, D\} \cup \{A\} = \{C, D, A\}. \\ \textbf{ANUL}_4 &= \{C, D, A\} \cup \{S\} = \{C, D, A, S\}. \\ \textbf{ANUL}_5 &= \{C, D, A, S\} \cup \{\ \} = \{C, D, A, S\}. \end{aligned}$$

2. *Al eliminar de G la producciones λ (la única es $C \to \lambda$) y añadir las nuevas producciones que simulan el efecto de las producciones λ se obtiene la siguiente gramática equivalente a G:*

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \mid B \mid CA \mid AA \mid AC \mid A \mid C \mid \lambda \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid ACA \mid ab \\ A \rightarrow aAa \mid B \mid CD \\ B \rightarrow bB \mid bA \\ C \rightarrow cC \mid \lambda \\ D \rightarrow aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned} \mathbf{ANUL_1} &= \{C\}. \\ \mathbf{ANUL_2} &= \{C\} \cup \{D\} = \{C, D\}. \\ \mathbf{ANUL_3} &= \{C, D\} \cup \{A\} = \{C, D, A\}. \\ \mathbf{ANUL_4} &= \{C, D, A\} \cup \{S\} = \{C, D, A, S\}. \\ \mathbf{ANUL_5} &= \{C, D, A, S\} \cup \{\ \} = \{C, D, A, S\}. \end{aligned}$$

2. *Al eliminar de G la producciones λ (la única es $C \rightarrow \lambda$) y añadir las nuevas producciones que simulan el efecto de las producciones λ se obtiene la siguiente gramática equivalente a G:*

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid ACA \mid ab \mid B \mid CA \mid AA \mid AC \mid A \mid C \mid \lambda \\ A \rightarrow aAa \mid B \mid CD \mid aa \mid C\ D \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned} \textbf{ANUL}_1 &= \{C\}. \\ \textbf{ANUL}_2 &= \{C\} \cup \{D\} = \{C, D\}. \\ \textbf{ANUL}_3 &= \{C, D\} \cup \{A\} = \{C, D, A\}. \\ \textbf{ANUL}_4 &= \{C, D, A\} \cup \{S\} = \{C, D, A, S\}. \\ \textbf{ANUL}_5 &= \{C, D, A, S\} \cup \{\ \} = \{C, D, A, S\}. \end{aligned}$$

2. *Al eliminar de G la producciones λ (la única es $C \to \lambda$) y añadir las nuevas producciones que simulan el efecto de las producciones λ se obtiene la siguiente gramática equivalente a G:*

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \mid B \mid CA \mid AA \mid AC \mid A \mid C \mid \lambda \\ A \to aAa \mid B \mid CD \mid aa \mid C\ D \\ B \to bB \mid bA \mid b \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G:\begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned} \textbf{ANUL}_1 &= \{C\}. \\ \textbf{ANUL}_2 &= \{C\} \cup \{D\} = \{C, D\}. \\ \textbf{ANUL}_3 &= \{C, D\} \cup \{A\} = \{C, D, A\}. \\ \textbf{ANUL}_4 &= \{C, D, A\} \cup \{S\} = \{C, D, A, S\}. \\ \textbf{ANUL}_5 &= \{C, D, A, S\} \cup \{\ \} = \{C, D, A, S\}. \end{aligned}$$

2. *Al eliminar de G la producciones λ (la única es $C \to \lambda$) y añadir las nuevas producciones que simulan el efecto de las producciones λ se obtiene la siguiente gramática equivalente a G:*

$$G_1:\begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \mid B \mid CA \mid AA \mid AC \mid A \mid C \mid \lambda \\ A \to aAa \mid B \mid CD \mid aa \mid C\ D \\ B \to bB \mid bA \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \\ A \to aAa \mid B \mid CD \\ B \to bB \mid bA \\ C \to cC \mid \lambda \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned} \textbf{ANUL}_1 &= \{C\}. \\ \textbf{ANUL}_2 &= \{C\} \cup \{D\} = \{C, D\}. \\ \textbf{ANUL}_3 &= \{C, D\} \cup \{A\} = \{C, D, A\}. \\ \textbf{ANUL}_4 &= \{C, D, A\} \cup \{S\} = \{C, D, A, S\}. \\ \textbf{ANUL}_5 &= \{C, D, A, S\} \cup \{\ \} = \{C, D, A, S\}. \end{aligned}$$

2. *Al eliminar de G la producciones λ (la única es $C \to \lambda$) y añadir las nuevas producciones que simulan el efecto de las producciones λ se obtiene la siguiente gramática equivalente a G:*

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid ACA \mid ab \mid B \mid CA \mid AA \mid AC \mid A \mid C \mid \lambda \\ A \to aAa \mid B \mid CD \mid aa \mid C\ D \\ B \to bB \mid bA \mid b \\ C \to cC \mid c \\ D \to aDc \mid CC \mid ABb \mid ac \mid C \mid Bb \end{cases}$$

¿Qué es una producción unitaria?

¿Qué es una producción unitaria?

Definition

Una producción de la forma $A \rightarrow B$ donde A y B son variables, se llama producción unitaria.

¿Qué es una producción unitaria?

Definition

Una producción de la forma $A \to B$ donde A y B son variables, se llama producción unitaria.

¿Qué es el conjunto unitario de una variable?

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Qué es una producción unitaria?

Definition

Una producción de la forma $A \to B$ donde A y B son variables, se llama producción unitaria.

¿Qué es el conjunto unitario de una variable?

Definition

El conjunto unitario de una variable A se define de la siguiente manera:

¿Qué es una producción unitaria?

Definition

Una producción de la forma $A \to B$ *donde* A *y* B *son variables, se llama producción unitaria.*

¿Qué es el conjunto unitario de una variable?

Definition

El conjunto unitario de una variable A *se define de la siguiente manera:*

$$\textbf{\textit{UNIT}}(A) := \{X \in V \mid \exists \text{ una derivación } A \stackrel{*}{\Longrightarrow} X \text{ que usa únicamente producciones unitarias}\}.$$

¿Qué es una producción unitaria?

Definition

Una producción de la forma $A \to B$ donde A y B son variables, se llama producción unitaria.

¿Qué es el conjunto unitario de una variable?

Definition

El conjunto unitario de una variable A se define de la siguiente manera:

$$\textbf{\textit{UNIT}}(A) := \{X \in V \mid \exists \text{ una derivación } A \overset{*}{\Longrightarrow} X \text{ que usa únicamente producciones unitarias}\}.$$

Por definición, $A \in \textbf{\textit{UNIT}}(A)$.

¿Cuál es el algoritmo para encontrar las variables unitarias de una GIC?

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cuál es el algoritmo para encontrar las variables unitarias de una GIC?

INICIALIZAR:

  UNIT(A) $:= \{A\}$

REPETIR:

  UNIT(A) $:=$ **UNIT**$(A) \cup \{X \in V \mid \exists$ una producción $Y \rightarrow X,$ con $Y \in$ **UNIT**$(A)\}$

HASTA:

  No se añaden nuevas variables a **UNIT**(A)

¿Cuál es el algoritmo para encontrar las variables unitarias de una GIC?

INICIALIZAR:

  UNIT(A) $:= \{A\}$

REPETIR:

  UNIT(A) $:=$ **UNIT**$(A) \cup \{X \in V \mid \exists$ una producción $Y \to X,$ con $Y \in$ **UNIT**$(A)\}$

HASTA:

  No se añaden nuevas variables a **UNIT**(A)

¿Se puede construir una GIC sin producciones unitarias?

¿Cuál es el algoritmo para encontrar las variables unitarias de una GIC?

INICIALIZAR:
  UNIT(A) $:= \{A\}$
REPETIR:
  UNIT(A) $:=$ **UNIT**$(A) \cup \{X \in V \mid \exists$ una producción $Y \rightarrow X,$ con $Y \in$ **UNIT**$(A)\}$
HASTA:
  No se añaden nuevas variables a **UNIT**(A)

¿Se puede construir una GIC sin producciones unitarias?

Teorema

Dada una GIC G, se puede construir una GIC G' equivalente a G sin producciones unitarias.

Ejemplo

Elimine las producciones unitarias de la siguiente gramática G.

Ejemplo

Elimine las producciones unitarias de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

Ejemplo

Elimine las producciones unitarias de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \to AS \,|\, AA \,|\, BA \,|\, \lambda \\ A \to aA \,|\, a \\ B \to bB \,|\, bC \,|\, C \\ C \to aA \,|\, bA \,|\, B \,|\, ab \end{cases}$$

Solución

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables unitarias.*

Ejemplo

Elimine las producciones unitarias de la siguiente gramática G.

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

Solución

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables unitarias.*
2. *Eliminamos las producciones unitarias, añadiendo para cada variable A de G las producciones (no unitarias) de las variables contenidas en el conjunto unitario **UNIT**(A).*

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

Solución

$$G : \left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \rightarrow aA \mid a \\ B \rightarrow bB \mid bC \mid C \\ C \rightarrow aA \mid bA \mid B \mid ab \end{array} \right.$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(S) = \{S\}.$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\textbf{UNIT}_1(S) = \{S\}.$$
$$\textbf{UNIT}_2(S) = \{S\} \cup \{\ \} = \{S\}.$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}.$$
$$\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{\ \} = \{S\}.$$
$$\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}.$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \rightarrow aA \mid a \\ B \rightarrow bB \mid bC \mid C \\ C \rightarrow aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{array}{l} \textbf{UNIT}_{\mathbf{1}}(S) = \{S\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{2}}(S) = \{S\} \cup \{\ \} = \{S\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{1}}(A) = \{A\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{2}}(A) = \{A\} \cup \{\ \} = \{A\}. \end{array}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned} &\textbf{UNIT}_1(S) = \{S\}. \\ &\textbf{UNIT}_2(S) = \{S\} \cup \{\,\} = \{S\}. \\ &\textbf{UNIT}_1(A) = \{A\}. \\ &\textbf{UNIT}_2(A) = \{A\} \cup \{\,\} = \{A\}. \\ &\textbf{UNIT}_1(B) = \{B\}. \end{aligned}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \rightarrow aA \mid a \\ B \rightarrow bB \mid bC \mid C \\ C \rightarrow aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned} &\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}. \\ &\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{\ \} = \{S\}. \\ &\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}. \\ &\mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{\ \} = \{A\}. \\ &\mathbf{UNIT_1}(B) = \{B\}. \\ &\mathbf{UNIT_2}(B) = \{B\} \cup \{C\} = \{B, C\}. \end{aligned}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \rightarrow AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \rightarrow aA \mid a \\ B \rightarrow bB \mid bC \mid C \\ C \rightarrow aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned}
&\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(S) = \{S\}. \\
&\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(S) = \{S\} \cup \{\,\} = \{S\}. \\
&\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(A) = \{A\}. \\
&\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(A) = \{A\} \cup \{\,\} = \{A\}. \\
&\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(B) = \{B\}. \\
&\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(B) = \{B\} \cup \{C\} = \{B, C\}. \\
&\textbf{UNIT}_\mathbf{3}(B) = \{B, C\} \cup \{B\} = \{B, C\}.
\end{aligned}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned}
&\textbf{UNIT}_1(S) = \{S\}.\\
&\textbf{UNIT}_2(S) = \{S\} \cup \{\ \} = \{S\}.\\
&\textbf{UNIT}_1(A) = \{A\}.\\
&\textbf{UNIT}_2(A) = \{A\} \cup \{\ \} = \{A\}.\\
&\textbf{UNIT}_1(B) = \{B\}.\\
&\textbf{UNIT}_2(B) = \{B\} \cup \{C\} = \{B, C\}.\\
&\textbf{UNIT}_3(B) = \{B, C\} \cup \{B\} = \{B, C\}.\\
&\textbf{UNIT}_1(C) = \{C\}.
\end{aligned}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned}
&\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}.\\
&\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{\,\} = \{S\}.\\
&\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}.\\
&\mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{\,\} = \{A\}.\\
&\mathbf{UNIT_1}(B) = \{B\}.\\
&\mathbf{UNIT_2}(B) = \{B\} \cup \{C\} = \{B, C\}.\\
&\mathbf{UNIT_3}(B) = \{B, C\} \cup \{B\} = \{B, C\}.\\
&\mathbf{UNIT_1}(C) = \{C\}.\\
&\mathbf{UNIT_2}(C) = \{C\} \cup \{B\} = \{C, B\}.
\end{aligned}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned}
&\mathbf{UNIT}_1(S) = \{S\}. \\
&\mathbf{UNIT}_2(S) = \{S\} \cup \{\,\} = \{S\}. \\
&\mathbf{UNIT}_1(A) = \{A\}. \\
&\mathbf{UNIT}_2(A) = \{A\} \cup \{\,\} = \{A\}. \\
&\mathbf{UNIT}_1(B) = \{B\}. \\
&\mathbf{UNIT}_2(B) = \{B\} \cup \{C\} = \{B, C\}. \\
&\mathbf{UNIT}_3(B) = \{B, C\} \cup \{B\} = \{B, C\}. \\
&\mathbf{UNIT}_1(C) = \{C\}. \\
&\mathbf{UNIT}_2(C) = \{C\} \cup \{B\} = \{C, B\}. \\
&\mathbf{UNIT}_3(C) = \{C, B\} \cup \{C\} = \{C, B\}.
\end{aligned}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned}
&\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}. \\
&\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{\,\} = \{S\}. \\
&\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}. \\
&\mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{\,\} = \{A\}. \\
&\mathbf{UNIT_1}(B) = \{B\}. \\
&\mathbf{UNIT_2}(B) = \{B\} \cup \{C\} = \{B, C\}. \\
&\mathbf{UNIT_3}(B) = \{B, C\} \cup \{B\} = \{B, C\}. \\
&\mathbf{UNIT_1}(C) = \{C\}. \\
&\mathbf{UNIT_2}(C) = \{C\} \cup \{B\} = \{C, B\}. \\
&\mathbf{UNIT_3}(C) = \{C, B\} \cup \{C\} = \{C, B\}.
\end{aligned}$$

2. *Eliminando las producciones unitarias se obtiene una gramática G' equivalente:*

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G: \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{array}{l}
\textbf{UNIT}_1(S) = \{S\}. \\
\textbf{UNIT}_2(S) = \{S\} \cup \{\,\} = \{S\}. \\
\textbf{UNIT}_1(A) = \{A\}. \\
\textbf{UNIT}_2(A) = \{A\} \cup \{\,\} = \{A\}. \\
\textbf{UNIT}_1(B) = \{B\}. \\
\textbf{UNIT}_2(B) = \{B\} \cup \{C\} = \{B, C\}. \\
\textbf{UNIT}_3(B) = \{B, C\} \cup \{B\} = \{B, C\}. \\
\textbf{UNIT}_1(C) = \{C\}. \\
\textbf{UNIT}_2(C) = \{C\} \cup \{B\} = \{C, B\}. \\
\textbf{UNIT}_3(C) = \{C, B\} \cup \{C\} = \{C, B\}.
\end{array}$$

2. *Eliminando las producciones unitarias se obtiene una gramática G' equivalente:*

$$G': \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{aligned}
&\textbf{UNIT}_1(S) = \{S\}.\\
&\textbf{UNIT}_2(S) = \{S\} \cup \{\ \} = \{S\}.\\
&\textbf{UNIT}_1(A) = \{A\}.\\
&\textbf{UNIT}_2(A) = \{A\} \cup \{\ \} = \{A\}.\\
&\textbf{UNIT}_1(B) = \{B\}.\\
&\textbf{UNIT}_2(B) = \{B\} \cup \{C\} = \{B, C\}.\\
&\textbf{UNIT}_3(B) = \{B, C\} \cup \{B\} = \{B, C\}.\\
&\textbf{UNIT}_1(C) = \{C\}.\\
&\textbf{UNIT}_2(C) = \{C\} \cup \{B\} = \{C, B\}.\\
&\textbf{UNIT}_3(C) = \{C, B\} \cup \{C\} = \{C, B\}.
\end{aligned}$$

2. *Eliminando las producciones unitarias se obtiene una gramática G' equivalente:*

$$G' : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{array}{l} \textbf{UNIT}_{\mathbf{1}}(S) = \{S\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{2}}(S) = \{S\} \cup \{\,\} = \{S\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{1}}(A) = \{A\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{2}}(A) = \{A\} \cup \{\,\} = \{A\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{1}}(B) = \{B\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{2}}(B) = \{B\} \cup \{C\} = \{B, C\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{3}}(B) = \{B, C\} \cup \{B\} = \{B, C\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{1}}(C) = \{C\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{2}}(C) = \{C\} \cup \{B\} = \{C, B\}. \\ \textbf{UNIT}_{\mathbf{3}}(C) = \{C, B\} \cup \{C\} = \{C, B\}. \end{array}$$

2. *Eliminando las producciones unitarias se obtiene una gramática G' equivalente:*

$$G' : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid aA \mid bA \mid ab \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid C \\ C \to aA \mid bA \mid B \mid ab \end{cases}$$

1. *Ejecutamos el algoritmo para encontrar las variables anulables.*

$$\begin{array}{l} \mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}. \\ \mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{\,\} = \{S\}. \\ \mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}. \\ \mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{\,\} = \{A\}. \\ \mathbf{UNIT_1}(B) = \{B\}. \\ \mathbf{UNIT_2}(B) = \{B\} \cup \{C\} = \{B, C\}. \\ \mathbf{UNIT_3}(B) = \{B, C\} \cup \{B\} = \{B, C\}. \\ \mathbf{UNIT_1}(C) = \{C\}. \\ \mathbf{UNIT_2}(C) = \{C\} \cup \{B\} = \{C, B\}. \\ \mathbf{UNIT_3}(C) = \{C, B\} \cup \{C\} = \{C, B\}. \end{array}$$

2. *Eliminando las producciones unitarias se obtiene una gramática G' equivalente:*

$$G' : \begin{cases} S \to AS \mid AA \mid BA \mid \lambda \\ A \to aA \mid a \\ B \to bB \mid bC \mid aA \mid bA \mid ab \\ C \to aA \mid bA \mid ab \mid bB \mid bC \end{cases}$$

¿Cuándo está una GIC G en Forma Normal de Chomsky?

¿Cuándo está una GIC G en Forma Normal de Chomsky?

1. G no tiene variables inútiles.

¿Cuándo está una GIC G en Forma Normal de Chomsky?

1. G no tiene variables inútiles.
2. G no tiene producciones λ (excepto posiblemente $S \to \lambda$).

¿Cuándo está una GIC G en Forma Normal de Chomsky?

1. G no tiene variables inútiles.
2. G no tiene producciones λ (excepto posiblemente $S \to \lambda$).
3. Todas las producciones son de la forma: $A \to a$ ó $A \to BC$ (producciones binarias).

¿Cuándo está una GIC G en Forma Normal de Chomsky?

1. G no tiene variables inútiles.
2. G no tiene producciones λ (excepto posiblemente $S \to \lambda$).
3. Todas las producciones son de la forma: $A \to a$ ó $A \to BC$ (producciones binarias).

En particular, una gramática en FNC no tiene producciones unitarias.

¿Cuándo está una GIC G en Forma Normal de Chomsky?

1. G no tiene variables inútiles.
2. G no tiene producciones λ (excepto posiblemente $S \to \lambda$).
3. Todas las producciones son de la forma: $A \to a$ ó $A \to BC$ (producciones binarias).

En particular, una gramática en FNC no tiene producciones unitarias.

¿Se puede convertir una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

¿Cuándo está una GIC G en Forma Normal de Chomsky?

1. G no tiene variables inútiles.
2. G no tiene producciones λ (excepto posiblemente $S \to \lambda$).
3. Todas las producciones son de la forma: $A \to a$ ó $A \to BC$ (producciones binarias).

En particular, una gramática en FNC no tiene producciones unitarias.

¿Se puede convertir una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

Teorema

Toda GIC G es equivalente a una gramática en Forma Normal de Chomsky.

¿Cómo se convierte una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

¿Cómo se convierte una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

1. Se eliminan las variables no terminables.

¿Cómo se convierte una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

1. Se eliminan las variables no terminables.
2. Se suprimen las variables no alcanzables.

¿Cómo se convierte una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

1. Se eliminan las variables no terminables.
2. Se suprimen las variables no alcanzables.
3. Se quitan las producciones λ (excepto, posiblemente, $S \to \lambda$).

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se convierte una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

1. Se eliminan las variables no terminables.
2. Se suprimen las variables no alcanzables.
3. Se quitan las producciones λ (excepto, posiblemente, $S \to \lambda$).
4. Se eliminan las producciones unitarias.

¿Cómo se convierte una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

1. Se eliminan las variables no terminables.
2. Se suprimen las variables no alcanzables.
3. Se quitan las producciones λ (excepto, posiblemente, $S \to \lambda$).
4. Se eliminan las producciones unitarias.
5. Las producciones resultantes (diferentes de $S \to \lambda$) deben quedar de la forma $A \to a$ ó de la forma $A \to w$, donde $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ y $|w| \geq 2$.

¿Cómo se convierte una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

1. Se eliminan las variables no terminables.
2. Se suprimen las variables no alcanzables.
3. Se quitan las producciones λ (excepto, posiblemente, $S \to \lambda$).
4. Se eliminan las producciones unitarias.
5. Las producciones resultantes (diferentes de $S \to \lambda$) deben quedar de la forma $A \to a$ ó de la forma $A \to w$, donde $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ y $|w| \geq 2$. Estas últimas se pueden simular con producciones de la forma $A \to BC$ ó $A \to a$.

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se convierte una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

1. Se eliminan las variables no terminables.
2. Se suprimen las variables no alcanzables.
3. Se quitan las producciones λ (excepto, posiblemente, $S \to \lambda$).
4. Se eliminan las producciones unitarias.
5. Las producciones resultantes (diferentes de $S \to \lambda$) deben quedar de la forma $A \to a$ ó de la forma $A \to w$, donde $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ y $|w| \geq 2$. Estas últimas se pueden simular con producciones de la forma $A \to BC$ ó $A \to a$. Se introduce primero, para cada $a \in \Sigma$, una variable nueva T_a cuya única producción es $T_a \to a$.

¿Cómo se convierte una GIC G a una gramática en FNC equivalente?

1. Se eliminan las variables no terminables.
2. Se suprimen las variables no alcanzables.
3. Se quitan las producciones λ (excepto, posiblemente, $S \to \lambda$).
4. Se eliminan las producciones unitarias.
5. Las producciones resultantes (diferentes de $S \to \lambda$) deben quedar de la forma $A \to a$ ó de la forma $A \to w$, donde $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ y $|w| \geq 2$. Estas últimas se pueden simular con producciones de la forma $A \to BC$ ó $A \to a$. Se introduce primero, para cada $a \in \Sigma$, una variable nueva T_a cuya única producción es $T_a \to a$. A continuación, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones deseadas.

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \rightarrow abBaC$ *con producciones simples y binarias.*

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \longrightarrow abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \longrightarrow a$ y $T_b \longrightarrow b$. Entonces $A \longrightarrow abBaC$ se simula con:

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \to abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \to a$ y $T_b \to b$. Entonces $A \to abBaC$ se simula con:

$$\left\{ \begin{array}{l} A \to T_a T_b B T_a C \\ \\ \end{array} \right.$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \rightarrow abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \rightarrow a$ y $T_b \rightarrow b$. Entonces $A \rightarrow abBaC$ se simula con:

$$\left\{ \begin{array}{l} A \rightarrow T_a T_b B T_a C \\ t_a \rightarrow a \\ \end{array} \right.$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \rightarrow abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \rightarrow a$ y $T_b \rightarrow b$. Entonces $A \rightarrow abBaC$ se simula con:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_b B T_a C \\ t_a \rightarrow a \\ t_b \rightarrow b \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \longrightarrow abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \longrightarrow a$ y $T_b \longrightarrow b$. Entonces $A \longrightarrow abBaC$ se simula con:

$$\begin{cases} A \longrightarrow T_a T_b B T_a C \\ t_a \longrightarrow a \\ t_b \longrightarrow b \end{cases}$$

Se introducen nuevas variables T_1, T_2, T_3 y las producciones binarias necesarias. Las únicas producciones de estas nuevas variables son las siguientes:

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \rightarrow abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \rightarrow a$ y $T_b \rightarrow b$. Entonces $A \rightarrow abBaC$ se simula con:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_b B T_a C \\ t_a \rightarrow a \\ t_b \rightarrow b \end{cases}$$

Se introducen nuevas variables T_1, T_2, T_3 y las producciones binarias necesarias. Las únicas producciones de estas nuevas variables son las siguientes:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_1 \\ \\ \\ \\ \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \rightarrow abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \rightarrow a$ y $T_b \rightarrow b$. Entonces $A \rightarrow abBaC$ se simula con:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_b B T_a C \\ t_a \rightarrow a \\ t_b \rightarrow b \end{cases}$$

Se introducen nuevas variables T_1, T_2, T_3 y las producciones binarias necesarias. Las únicas producciones de estas nuevas variables son las siguientes:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_1 \\ T_1 \rightarrow T_b T_2 \\ \\ \\ \\ \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \rightarrow abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \rightarrow a$ y $T_b \rightarrow b$. Entonces $A \rightarrow abBaC$ se simula con:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_b B T_a C \\ t_a \rightarrow a \\ t_b \rightarrow b \end{cases}$$

Se introducen nuevas variables T_1, T_2, T_3 y las producciones binarias necesarias. Las únicas producciones de estas nuevas variables son las siguientes:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_1 \\ T_1 \rightarrow T_b T_2 \\ T_2 \rightarrow B T_3 \\ \\ \\ \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \rightarrow abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \rightarrow a$ y $T_b \rightarrow b$. Entonces $A \rightarrow abBaC$ se simula con:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_b B T_a C \\ t_a \rightarrow a \\ t_b \rightarrow b \end{cases}$$

Se introducen nuevas variables T_1, T_2, T_3 y las producciones binarias necesarias. Las únicas producciones de estas nuevas variables son las siguientes:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_1 \\ T_1 \rightarrow T_b T_2 \\ T_2 \rightarrow B T_3 \\ T_3 \rightarrow T_a C \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \rightarrow abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \rightarrow a$ y $T_b \rightarrow b$. Entonces $A \rightarrow abBaC$ se simula con:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_b B T_a C \\ t_a \rightarrow a \\ t_b \rightarrow b \end{cases}$$

Se introducen nuevas variables T_1, T_2, T_3 y las producciones binarias necesarias. Las únicas producciones de estas nuevas variables son las siguientes:

$$\begin{cases} A \rightarrow T_a T_1 \\ T_1 \rightarrow T_b T_2 \\ T_2 \rightarrow B T_3 \\ T_3 \rightarrow T_a C \\ T_a \rightarrow a \end{cases}$$

¿Cómo se puede simular una producción utilizando tan sólo producciones simples y binarias?

Ejemplo

Simule la producción $A \to abBaC$ con producciones simples y binarias.

Solución

Se introducen las variables T_a y T_b, y las producciones $T_a \to a$ y $T_b \to b$. Entonces $A \to abBaC$ se simula con:

$$\begin{cases} A \to T_a T_b B T_a C \\ t_a \to a \\ t_b \to b \end{cases}$$

Se introducen nuevas variables T_1, T_2, T_3 y las producciones binarias necesarias. Las únicas producciones de estas nuevas variables son las siguientes:

$$\begin{cases} A \to T_a T_1 \\ T_1 \to T_b T_2 \\ T_2 \to B T_3 \\ T_3 \to T_a C \\ T_a \to a \\ T_b \to b \end{cases}$$

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

$$\begin{cases} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \\ A \rightarrow aA \mid C \\ B \rightarrow bbB \mid b \\ C \rightarrow cC \mid \lambda \end{cases}$$

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

1. *Se encuentran las variables terminables:*

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

1. *Se encuentran las variables terminables:*

$$\mathbf{TERM_1} = \{B, C\}.$$

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

1. *Se encuentran las variables terminables:*

$$\begin{aligned} \textbf{TERM}_1 &= \{B, C\}. \\ \textbf{TERM}_2 &= \{B, C\} \cup \{A, S\} = \{B, C, A, S\}. \end{aligned}$$

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

1. *Se encuentran las variables terminables:*

$$\begin{aligned} \textbf{TERM}_1 &= \{B, C\}. \\ \textbf{TERM}_2 &= \{B, C\} \cup \{A, S\} = \{B, C, A, S\}. \\ \textbf{TERM}_4 &= \{B, C, A, S\} \cup \{\ \} = \{B, C, A, S\}. \end{aligned}$$

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

1. *Se encuentran las variables terminables:*

$$\begin{aligned} \textbf{TERM}_1 &= \{B, C\}. \\ \textbf{TERM}_2 &= \{B, C\} \cup \{A, S\} = \{B, C, A, S\}. \\ \textbf{TERM}_4 &= \{B, C, A, S\} \cup \{\ \} = \{B, C, A, S\}. \end{aligned}$$

Se encuentran las variables alcanzables:

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

1. *Se encuentran las variables terminables:*

$$\begin{aligned} \textbf{TERM}_1 &= \{B, C\}. \\ \textbf{TERM}_2 &= \{B, C\} \cup \{A, S\} = \{B, C, A, S\}. \\ \textbf{TERM}_4 &= \{B, C, A, S\} \cup \{\ \} = \{B, C, A, S\}. \end{aligned}$$

   Se encuentran las variables alcanzables:

$$\textbf{ALC}_1 = \{S\}.$$

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

1. *Se encuentran las variables terminables:*

$$\begin{aligned} \mathbf{TERM_1} &= \{B, C\}. \\ \mathbf{TERM_2} &= \{B, C\} \cup \{A, S\} = \{B, C, A, S\}. \\ \mathbf{TERM_4} &= \{B, C, A, S\} \cup \{\ \} = \{B, C, A, S\}. \end{aligned}$$

Se encuentran las variables alcanzables:

$$\begin{aligned} \mathbf{ALC_1} &= \{S\}. \\ \mathbf{ALC_2} &= \{S\} \cup \{A, B, C\} = \{S, A, B, C\}. \end{aligned}$$

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

1. *Se encuentran las variables terminables:*

$$\begin{aligned} \mathbf{TERM_1} &= \{B, C\}. \\ \mathbf{TERM_2} &= \{B, C\} \cup \{A, S\} = \{B, C, A, S\}. \\ \mathbf{TERM_4} &= \{B, C, A, S\} \cup \{\,\} = \{B, C, A, S\}. \end{aligned}$$

Se encuentran las variables alcanzables:

$$\begin{aligned} \mathbf{ALC_1} &= \{S\}. \\ \mathbf{ALC_2} &= \{S\} \cup \{A, B, C\} = \{S, A, B, C\}. \\ \mathbf{ALC_3} &= \{S, A, B, C\} \cup \{\,\} = \{S, A, B, C\}. \end{aligned}$$

Ejemplo

Encuentre una GIC en FNC equivalente a la siguiente gramática:

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

1. *Se encuentran las variables terminables:*

$$\begin{aligned} \textbf{TERM}_1 &= \{B, C\}. \\ \textbf{TERM}_2 &= \{B, C\} \cup \{A, S\} = \{B, C, A, S\}. \\ \textbf{TERM}_4 &= \{B, C, A, S\} \cup \{\ \} = \{B, C, A, S\}. \end{aligned}$$

Se encuentran las variables alcanzables:

$$\begin{aligned} \textbf{ALC}_1 &= \{S\}. \\ \textbf{ALC}_2 &= \{S\} \cup \{A, B, C\} = \{S, A, B, C\}. \\ \textbf{ALC}_3 &= \{S, A, B, C\} \cup \{\ \} = \{S, A, B, C\}. \end{aligned}$$

Como en este caso no existen variables inútiles, no se eliminan variables.

Solución

$$\left\{ \begin{array}{l} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \\ A \rightarrow aA \mid C \\ B \rightarrow bbB \mid b \\ C \rightarrow cC \mid \lambda \end{array} \right.$$

Solución

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

2. *Se encuentran las variables anulables:*

$$\textbf{ANUL}_1 = \{C\}.$$

Solución

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

2. *Se encuentran las variables anulables:*

$$\mathbf{ANUL_1} = \{C\}.$$
$$\mathbf{ANUL_2} = \{C\} \cup \{A\} = \{C, A\}.$$

Solución

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

2. *Se encuentran las variables anulables:*

$$\mathbf{ANUL_1} = \{C\}.$$
$$\mathbf{ANUL_2} = \{C\} \cup \{A\} = \{C, A\}.$$
$$\mathbf{ANUL_3} = \{C, A\} \cup \{\,\} = \{C, A\}.$$

Solución

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

2. *Se encuentran las variables anulables:*

$$\begin{aligned} \mathbf{ANUL_1} &= \{C\}. \\ \mathbf{ANUL_2} &= \{C\} \cup \{A\} = \{C, A\}. \\ \mathbf{ANUL_3} &= \{C, A\} \cup \{\,\} = \{C, A\}. \end{aligned}$$

Se eliminan las producciones λ y se añaden nuevas producciones que simulan las producciones λ eliminadas, obteniendo la gramática equivalente G_1 :

Solución

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

2. *Se encuentran las variables anulables:*

$$\begin{aligned} \mathbf{ANUL_1} &= \{C\}. \\ \mathbf{ANUL_2} &= \{C\} \cup \{A\} = \{C, A\}. \\ \mathbf{ANUL_3} &= \{C, A\} \cup \{\,\} = \{C, A\}. \end{aligned}$$

Se eliminan las producciones λ y se añaden nuevas producciones que simulan las producciones λ eliminadas, obteniendo la gramática equivalente G_1 :

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$\left\{\begin{array}{l} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{array}\right.$$

2. *Se encuentran las variables anulables:*

$$\begin{array}{l} \mathbf{ANUL_1} = \{C\}. \\ \mathbf{ANUL_2} = \{C\} \cup \{A\} = \{C, A\}. \\ \mathbf{ANUL_3} = \{C, A\} \cup \{\,\} = \{C, A\}. \end{array}$$

Se eliminan las producciones λ y se añaden nuevas producciones que simulan las producciones λ eliminadas, obteniendo la gramática equivalente G_1 :

$$G_1 : \left\{\begin{array}{l} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ \\ \\ \end{array}\right.$$

Solución

$$\begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{cases}$$

2. *Se encuentran las variables anulables:*

$$\begin{aligned} \mathbf{ANUL_1} &= \{C\}. \\ \mathbf{ANUL_2} &= \{C\} \cup \{A\} = \{C, A\}. \\ \mathbf{ANUL_3} &= \{C, A\} \cup \{\,\} = \{C, A\}. \end{aligned}$$

Se eliminan las producciones λ y se añaden nuevas producciones que simulan las producciones λ eliminadas, obteniendo la gramática equivalente G_1 :

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ \end{cases}$$

Solución

$$\left\{\begin{array}{l} S \to AB \mid aBC \mid SBS \\ A \to aA \mid C \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid \lambda \end{array}\right.$$

2. *Se encuentran las variables anulables:*

$$\begin{array}{l} \textbf{ANUL}_1 = \{C\}. \\ \textbf{ANUL}_2 = \{C\} \cup \{A\} = \{C, A\}. \\ \textbf{ANUL}_3 = \{C, A\} \cup \{\,\} = \{C, A\}. \end{array}$$

Se eliminan las producciones λ y se añaden nuevas producciones que simulan las producciones λ eliminadas, obteniendo la gramática equivalente G_1 :

$$G_1 : \left\{\begin{array}{l} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{array}\right.$$

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \rightarrow aA \mid C \mid a \\ B \rightarrow bbB \mid b \\ C \rightarrow cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en* G_1 :

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

   $\textbf{UNIT}_1(S) = \{S\}.$

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

$\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}$. $\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$.

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

$$\textbf{UNIT}_1(S) = \{S\}.\ \textbf{UNIT}_2(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}.\ \textbf{UNIT}_3(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}.$$

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

   $\textbf{UNIT}_1(S) = \{S\}$. $\textbf{UNIT}_2(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\textbf{UNIT}_3(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}$.
   $\textbf{UNIT}_1(A) = \{A\}$.

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \rightarrow aA \mid C \mid a \\ B \rightarrow bbB \mid b \\ C \rightarrow cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en* G_1 :

$\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}$. $\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\mathbf{UNIT_3}(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}$. $\mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}$.

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \rightarrow aA \mid C \mid a \\ B \rightarrow bbB \mid b \\ C \rightarrow cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

$\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}$. $\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\mathbf{UNIT_3}(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}$. $\mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}$. $\mathbf{UNIT_3}(A) = \{A, C\} \cup \{\ \} = \{A, C\}$.

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

$\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}$. $\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\mathbf{UNIT_3}(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}$. $\mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}$. $\mathbf{UNIT_3}(A) = \{A, C\} \cup \{\ \} = \{A, C\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(B) = \{B\}$.

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

$\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}$. $\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\mathbf{UNIT_3}(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}$. $\mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}$. $\mathbf{UNIT_3}(A) = \{A, C\} \cup \{\ \} = \{A, C\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(B) = \{B\}$. $\mathbf{UNIT_2}(B) = \{B\} \cup \{\ \} = \{B\}$.

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(S) = \{S\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{3}(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}$.
$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(A) = \{A\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{3}(A) = \{A, C\} \cup \{\ \} = \{A, C\}$.
$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(B) = \{B\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(B) = \{B\} \cup \{\ \} = \{B\}$.
$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(C) = \{C\}$.

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \rightarrow aA \mid C \mid a \\ B \rightarrow bbB \mid b \\ C \rightarrow cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

$\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}$. $\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\mathbf{UNIT_3}(S) = \{S, B\} \cup \{\,\} = \{S, B\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}$. $\mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}$. $\mathbf{UNIT_3}(A) = \{A, C\} \cup \{\,\} = \{A, C\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(B) = \{B\}$. $\mathbf{UNIT_2}(B) = \{B\} \cup \{\,\} = \{B\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(C) = \{C\}$. $\mathbf{UNIT_2}(C) = \{C\} \cup \{\,\} = \{C\}$.

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \rightarrow aA \mid C \mid a \\ B \rightarrow bbB \mid b \\ C \rightarrow cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

$$\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}.\ \mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}.\ \mathbf{UNIT_3}(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}.$$
$$\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}.\ \mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}.\ \mathbf{UNIT_3}(A) = \{A, C\} \cup \{\ \} = \{A, C\}.$$
$$\mathbf{UNIT_1}(B) = \{B\}.\ \mathbf{UNIT_2}(B) = \{B\} \cup \{\ \} = \{B\}.$$
$$\mathbf{UNIT_1}(C) = \{C\}.\ \mathbf{UNIT_2}(C) = \{C\} \cup \{\ \} = \{C\}.$$

Se eliminan las producciones unitarias y se añaden para cada variable A de G las producciones (no unitarias) de las variables contenidas en el conjunto unitario $UNIT(A)$, obteniendo la gramática equivalente G_2 :

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \rightarrow aA \mid C \mid a \\ B \rightarrow bbB \mid b \\ C \rightarrow cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en* G_1 :

$\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}$. $\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\mathbf{UNIT_3}(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}$. $\mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}$. $\mathbf{UNIT_3}(A) = \{A, C\} \cup \{\ \} = \{A, C\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(B) = \{B\}$. $\mathbf{UNIT_2}(B) = \{B\} \cup \{\ \} = \{B\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(C) = \{C\}$. $\mathbf{UNIT_2}(C) = \{C\} \cup \{\ \} = \{C\}$.

Se eliminan las producciones unitarias y se añaden para cada variable A de G las producciones (no unitarias) de las variables contenidas en el conjunto unitario $UNIT(A)$, *obteniendo la gramática equivalente* G_2 :

$$G_2 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(S) = \{S\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{3}(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}$.
$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(A) = \{A\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{3}(A) = \{A, C\} \cup \{\ \} = \{A, C\}$.
$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(B) = \{B\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(B) = \{B\} \cup \{\ \} = \{B\}$.
$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(C) = \{C\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(C) = \{C\} \cup \{\ \} = \{C\}$.

Se eliminan las producciones unitarias y se añaden para cada variable A de G las producciones (no unitarias) de las variables contenidas en el conjunto unitario $UNIT(A)$, obteniendo la gramática equivalente G_2 :

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ \\ \\ \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \rightarrow aA \mid C \mid a \\ B \rightarrow bbB \mid b \\ C \rightarrow cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en* G_1 :

$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(S) = \{S\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{3}(S) = \{S, B\} \cup \{\ \} = \{S, B\}$.
$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(A) = \{A\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{3}(A) = \{A, C\} \cup \{\ \} = \{A, C\}$.
$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(B) = \{B\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(B) = \{B\} \cup \{\ \} = \{B\}$.
$\textbf{UNIT}_\mathbf{1}(C) = \{C\}$. $\textbf{UNIT}_\mathbf{2}(C) = \{C\} \cup \{\ \} = \{C\}$.

Se eliminan las producciones unitarias y se añaden para cada variable A de G las producciones (no unitarias) de las variables contenidas en el conjunto unitario $UNIT(A)$, *obteniendo la gramática equivalente* G_2 :

$$G_2 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \rightarrow aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \rightarrow bbB \mid b \end{cases}$$

Solución

$$G_1 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid B \mid aB \\ A \to aA \mid C \mid a \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

3. *Se calculan los conjuntos unitarios para cada una de las variables en G_1 :*

$\mathbf{UNIT_1}(S) = \{S\}$. $\mathbf{UNIT_2}(S) = \{S\} \cup \{B\} = \{S, B\}$. $\mathbf{UNIT_3}(S) = \{S, B\} \cup \{\,\} = \{S, B\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(A) = \{A\}$. $\mathbf{UNIT_2}(A) = \{A\} \cup \{C\} = \{A, C\}$. $\mathbf{UNIT_3}(A) = \{A, C\} \cup \{\,\} = \{A, C\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(B) = \{B\}$. $\mathbf{UNIT_2}(B) = \{B\} \cup \{\,\} = \{B\}$.
$\mathbf{UNIT_1}(C) = \{C\}$. $\mathbf{UNIT_2}(C) = \{C\} \cup \{\,\} = \{C\}$.

Se eliminan las producciones unitarias y se añaden para cada variable A de G las producciones (no unitarias) de las variables contenidas en el conjunto unitario $UNIT(A)$, obteniendo la gramática equivalente G_2 :

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada* $a \in \Sigma : T_a, T_b, T_c$

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada* $a \in \Sigma$: T_a, T_b, T_c *y las nuevas transiciones:* $T_a \to a$, $T_b \to b$, $T_c \to c$.

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada* $a \in \Sigma : T_a, T_b, T_c$ *y las nuevas transiciones:* $T_a \to a$, $T_b \to b$, $T_c \to c$. *Esto con el fin de que todas las producciones sean de la forma* $A \to a$ *o de la forma* $A \to w$*, donde* $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$.

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada* $a \in \Sigma : T_a, T_b, T_c$ *y las nuevas transiciones:* $T_a \to a, T_b \to b, T_c \to c$. *Esto con el fin de que todas las producciones sean de la forma* $A \to a$ *o de la forma* $A \to w$, *donde* $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$. *Así llegamos a la gramática* G_3 :

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada $a \in \Sigma$: T_a, T_b, T_c y las nuevas transiciones: $T_a \to a$, $T_b \to b$, $T_c \to c$. Esto con el fin de que todas las producciones sean de la forma $A \to a$ o de la forma $A \to w$, donde $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ y $|w| \geq 2$. Así llegamos a la gramática G_3 :*

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada* $a \in \Sigma : T_a, T_b, T_c$ *y las nuevas transiciones:* $T_a \to a$, $T_b \to b$, $T_c \to c$. *Esto con el fin de que todas las producciones sean de la forma* $A \to a$ *o de la forma* $A \to w$, *donde* $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$. *Así llegamos a la gramática* G_3 :

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada* $a \in \Sigma : T_a, T_b, T_c$ *y las nuevas transiciones:* $T_a \to a$, $T_b \to b$, $T_c \to c$. *Esto con el fin de que todas las producciones sean de la forma* $A \to a$ *o de la forma* $A \to w$, *donde* $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$. *Así llegamos a la gramática* G_3 :

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada $a \in \Sigma : T_a, T_b, T_c$ y las nuevas transiciones: $T_a \to a, T_b \to b, T_c \to c$. Esto con el fin de que todas las producciones sean de la forma $A \to a$ o de la forma $A \to w$, donde $a \in \Sigma, w \in V^*$ y $|w| \geq 2$. Así llegamos a la gramática G_3 :*

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \end{cases}$$

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada* $a \in \Sigma$: T_a, T_b, T_c *y las nuevas transiciones:* $T_a \to a$, $T_b \to b$, $T_c \to c$. *Esto con el fin de que todas las producciones sean de la forma* $A \to a$ *o de la forma* $A \to w$, *donde* $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$. *Así llegamos a la gramática* G_3 :

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada $a \in \Sigma : T_a, T_b, T_c$ y las nuevas transiciones: $T_a \to a$, $T_b \to b$, $T_c \to c$. Esto con el fin de que todas las producciones sean de la forma $A \to a$ o de la forma $A \to w$, donde $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ y $|w| \geq 2$. Así llegamos a la gramática G_3 :*

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \end{cases}$$

Solución

$$G_2 : \begin{cases} S \to AB \mid aBC \mid SBS \mid aB \mid bbB \mid b \\ A \to aA \mid a \mid cC \mid c \\ B \to bbB \mid b \\ C \to cC \mid c \end{cases}$$

4. *Se introducen las nuevas variables para cada $a \in \Sigma$: T_a, T_b, T_c y las nuevas transiciones: $T_a \to a$, $T_b \to b$, $T_c \to c$. Esto con el fin de que todas las producciones sean de la forma $A \to a$ o de la forma $A \to w$, donde $a \in \Sigma$, $w \in V^*$ y $|w| \geq 2$. Así llegamos a la gramática G_3 :*

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \\ T_c \to c \end{cases}$$

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \\ T_c \to c \end{cases}$$

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \rightarrow T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \rightarrow T_bT_bB \mid b \\ C \rightarrow T_cC \mid c \\ T_a \rightarrow a \\ T_b \rightarrow b \\ T_c \rightarrow c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma* $A \rightarrow w$*, donde* $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$ *y se obtiene la gramática equivalente* G_4 *:*

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \\ T_c \to c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma* $A \to w$, *donde* $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$ *y se obtiene la gramática equivalente* G_4 :

$$G_4 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aT_1 \mid ST_2 \mid T_aB \mid T_bT_3 \mid b \\ \\ \\ \\ \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \\ T_c \to c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma* $A \to w$*, donde* $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$ *y se obtiene la gramática equivalente* G_4 :

$$G_4 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aT_1 \mid ST_2 \mid T_aB \mid T_bT_3 \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \end{cases}$$

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \\ T_c \to c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma* $A \to w$, *donde* $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$ *y se obtiene la gramática equivalente* G_4 :

$$G_4 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aT_1 \mid ST_2 \mid T_aB \mid T_bT_3 \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_3 \mid b \\ \\ \\ \\ \\ \end{cases}$$

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \\ T_c \to c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma* $A \to w$, *donde* $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$ *y se obtiene la gramática equivalente* G_4 :

$$G_4 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aT_1 \mid ST_2 \mid T_aB \mid T_bT_3 \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_3 \mid b \\ C \to T_cC \mid c \end{cases}$$

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \rightarrow T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \rightarrow T_bT_bB \mid b \\ C \rightarrow T_cC \mid c \\ T_a \rightarrow a \\ T_b \rightarrow b \\ T_c \rightarrow c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma $A \rightarrow w$, donde $w \in V^*$ y $|w| \geq 2$ y se obtiene la gramática equivalente G_4 :*

$$G_4 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid T_aT_1 \mid ST_2 \mid T_aB \mid T_bT_3 \mid b \\ A \rightarrow T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \rightarrow T_bT_3 \mid b \\ C \rightarrow T_cC \mid c \\ T_1 \rightarrow BC \end{cases}$$

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \\ T_c \to c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma $A \to w$, donde $w \in V^*$ y $|w| \geq 2$ y se obtiene la gramática equivalente G_4 :*

$$G_4 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aT_1 \mid ST_2 \mid T_aB \mid T_bT_3 \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_3 \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_1 \to BC \\ T_2 \to BS \end{cases}$$

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \\ T_c \to c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma* $A \to w$*, donde* $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$ *y se obtiene la gramática equivalente* G_4 *:*

$$G_4 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aT_1 \mid ST_2 \mid T_aB \mid T_bT_3 \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_3 \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_1 \to BC \\ T_2 \to BS \\ T_3 \to T_bB \end{cases}$$

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \\ T_c \to c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma* $A \to w$, *donde* $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$ *y se obtiene la gramática equivalente* G_4 :

$$G_4 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aT_1 \mid ST_2 \mid T_aB \mid T_bT_3 \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_3 \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_1 \to BC \\ T_2 \to BS \\ T_3 \to T_bB \\ T_a \to a \end{cases}$$

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_bB \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_a \to a \\ T_b \to b \\ T_c \to c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma* $A \to w$, *donde* $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$ *y se obtiene la gramática equivalente* G_4 :

$$G_4 : \begin{cases} S \to AB \mid T_aT_1 \mid ST_2 \mid T_aB \mid T_bT_3 \mid b \\ A \to T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \to T_bT_3 \mid b \\ C \to T_cC \mid c \\ T_1 \to BC \\ T_2 \to BS \\ T_3 \to T_bB \\ T_a \to a \\ T_b \to b \end{cases}$$

Solución

$$G_3 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid T_aBC \mid SBS \mid T_aB \mid T_bT_bB \mid b \\ A \rightarrow T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \rightarrow T_bT_bB \mid b \\ C \rightarrow T_cC \mid c \\ T_a \rightarrow a \\ T_b \rightarrow b \\ T_c \rightarrow c \end{cases}$$

5. *Finalmente, se introducen nuevas variables, con producciones binarias, para simular las producciones de la forma* $A \rightarrow w$, *donde* $w \in V^*$ *y* $|w| \geq 2$ *y se obtiene la gramática equivalente* G_4 :

$$G_4 : \begin{cases} S \rightarrow AB \mid T_aT_1 \mid ST_2 \mid T_aB \mid T_bT_3 \mid b \\ A \rightarrow T_aA \mid a \mid T_cC \mid c \\ B \rightarrow T_bT_3 \mid b \\ C \rightarrow T_cC \mid c \\ T_1 \rightarrow BC \\ T_2 \rightarrow BS \\ T_3 \rightarrow T_bB \\ T_a \rightarrow a \\ T_b \rightarrow b \\ T_c \rightarrow c \end{cases}$$

¿Qué exigencia adicional se puede necesitar para la aplicación de la FNC?

¿Qué exigencia adicional se puede necesitar para la aplicación de la FNC?

En algunas aplicaciones de la FNC es necesario exigir que la variable inicial S no aparezca en el cuerpo de ninguna producción.

¿Qué exigencia adicional se puede necesitar para la aplicación de la FNC?

En algunas aplicaciones de la FNC es necesario exigir que la variable inicial S no aparezca en el cuerpo de ninguna producción.

¿Cómo se le llama a S si aparece al lado derecho de alguna producción en una GIC?

¿Qué exigencia adicional se puede necesitar para la aplicación de la FNC?

En algunas aplicaciones de la FNC es necesario exigir que la variable inicial S no aparezca en el cuerpo de ninguna producción.

¿Cómo se le llama a S si aparece al lado derecho de alguna producción en una GIC?

Si S aparece en el lado derecho de alguna producción se dice que S es recursiva ya que esto da lugar a derivaciones de la forma $S \stackrel{+}{\Longrightarrow} uSv$, con $u, v \in (V \cup \Sigma)$.

Lenguajes y gramáticas independientes de contexto

¿Es posible transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

¿Es posible transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

Teorema

Dada una GIC $G = (V, \Sigma, S, P)$ se puede construir una GIC $G' = (V', \Sigma, S', P')$ equivalente a G de tal manera que el símbolo inicial S' de G' no aparezca en el lado derecho de las producciones de G'.

¿Es posible transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

Teorema

Dada una GIC $G = (V, \Sigma, S, P)$ se puede construir una GIC $G' = (V', \Sigma, S', P')$ equivalente a G de tal manera que el símbolo inicial S' de G' no aparezca en el lado derecho de las producciones de G'.

Pero, ¿cómo es el proceso para transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

¿Es posible transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

Teorema

Dada una GIC $G = (V, \Sigma, S, P)$ se puede construir una GIC $G' = (V', \Sigma, S', P')$ equivalente a G de tal manera que el símbolo inicial S' de G' no aparezca en el lado derecho de las producciones de G'.

Pero, ¿cómo es el proceso para transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

La nueva gramática G' debe tener una variable más, la variable S', que actuará como la nueva variable inicial. Es decir, $V' = V \cup \{S'\}$.

¿Es posible transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

Teorema

Dada una GIC $G = (V, \Sigma, S, P)$ se puede construir una GIC $G' = (V', \Sigma, S', P')$ equivalente a G de tal manera que el símbolo inicial S' de G' no aparezca en el lado derecho de las producciones de G'.

Pero, ¿cómo es el proceso para transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

La nueva gramática G' debe tener una variable más, la variable S', que actuará como la nueva variable inicial. Es decir, $V' = V \cup \{S'\}$. El conjunto de producciones P' estará dado por $P' = P \cup \{S' \to S\}$.

¿Es posible transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

Teorema

Dada una GIC $G = (V, \Sigma, S, P)$ se puede construir una GIC $G' = (V', \Sigma, S', P')$ equivalente a G de tal manera que el símbolo inicial S' de G' no aparezca en el lado derecho de las producciones de G'.

Pero, ¿cómo es el proceso para transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

La nueva gramática G' debe tener una variable más, la variable S', que actuará como la nueva variable inicial. Es decir, $V' = V \cup \{S'\}$. El conjunto de producciones P' estará dado por $P' = P \cup \{S' \to S\}$. Es claro que $L(G) = L(G')$ y el símbolo inicial S' no aparecerá en el cuerpo de las producciones.

¿Es posible transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

Teorema

Dada una GIC $G = (V, \Sigma, S, P)$ se puede construir una GIC $G' = (V', \Sigma, S', P')$ equivalente a G de tal manera que el símbolo inicial S' de G' no aparezca en el lado derecho de las producciones de G'.

Pero, ¿cómo es el proceso para transformar una GIC en una GIC equivalente en la cual la variable inicial no sea recursiva?

La nueva gramática G' debe tener una variable más, la variable S', que actuará como la nueva variable inicial. Es decir, $V' = V \cup \{S'\}$. El conjunto de producciones P' estará dado por $P' = P \cup \{S' \to S\}$. Es claro que $L(G) = L(G')$ y el símbolo inicial S' no aparecerá en el cuerpo de las producciones. Como se puede observar, el único papel de S' será el de iniciar las derivaciones.

Ejemplo

Encuentre una GIC G' equivalente a la siguiente gramática G de tal manera que la variable inicial de G' no sea recursiva.

Ejemplo

Encuentre una GIC G' equivalente a la siguiente gramática G de tal manera que la variable inicial de G' no sea recursiva.

$$G : \begin{cases} S \to ASB \mid BB \\ A \to aA \mid a \\ B \to bBS \mid \lambda \end{cases}$$

Ejemplo

Encuentre una GIC G' equivalente a la siguiente gramática G de tal manera que la variable inicial de G' no sea recursiva.

$$G : \begin{cases} S \to ASB \mid BB \\ A \to aA \mid a \\ B \to bBS \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

Como se indicó anteriormente, el único cambio es el añadir S' de manera que S' no aparezca al lado derecho de ninguna producción. Es así como se llega a:

Ejemplo

Encuentre una GIC G' equivalente a la siguiente gramática G de tal manera que la variable inicial de G' no sea recursiva.

$$G : \begin{cases} S \to ASB \mid BB \\ A \to aA \mid a \\ B \to bBS \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

Como se indicó anteriormente, el único cambio es el añadir S' de manera que S' no aparezca al lado derecho de ninguna producción. Es así como se llega a:

$$G' : \begin{cases} S' \to S \\ \\ \\ \end{cases}$$

Ejemplo

Encuentre una GIC G' equivalente a la siguiente gramática G de tal manera que la variable inicial de G' no sea recursiva.

$$G : \begin{cases} S \to ASB \mid BB \\ A \to aA \mid a \\ B \to bBS \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

Como se indicó anteriormente, el único cambio es el añadir S' de manera que S' no aparezca al lado derecho de ninguna producción. Es así como se llega a:

$$G' : \begin{cases} S' \to S \\ S \to ASB \mid BB \\ \\ \\ \end{cases}$$

Ejemplo

Encuentre una GIC G' equivalente a la siguiente gramática G de tal manera que la variable inicial de G' no sea recursiva.

$$G : \begin{cases} S \to ASB \mid BB \\ A \to aA \mid a \\ B \to bBS \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

Como se indicó anteriormente, el único cambio es el añadir S' de manera que S' no aparezca al lado derecho de ninguna producción. Es así como se llega a:

$$G' : \begin{cases} S' \to S \\ S \to ASB \mid BB \\ A \to aA \mid a \\ \end{cases}$$

Ejemplo

Encuentre una GIC G' equivalente a la siguiente gramática G de tal manera que la variable inicial de G' no sea recursiva.

$$G : \begin{cases} S \to ASB \mid BB \\ A \to aA \mid a \\ B \to bBS \mid \lambda \end{cases}$$

Solución

Como se indicó anteriormente, el único cambio es el añadir S' de manera que S' no aparezca al lado derecho de ninguna producción. Es así como se llega a:

$$G' : \begin{cases} S' \to S \\ S \to ASB \mid BB \\ A \to aA \mid a \\ B \to bBS \mid \lambda \end{cases}$$

Agenda del día

1. **Lenguajes y gramáticas independientes de contexto**
   - Presentación del tema
   - Ejercicios