

Fundamentos Teóricos da Computação

CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

Prof. Dr. João Paulo Aramuni

Formas Normais

- * **Formas Normais**
 - * **Forma normal de Greibach**
 - * **Forma normal de Chomsky**

Formas Normais

- * Por que manipular gramáticas?
 - * Todas as técnicas de manipulação apresentadas não alteram a linguagem gerada pela gramática
 - * Se a linguagem é a mesma, por que não deixar a gramática como foi criada?
- * Não alteram a linguagem, mas alteram a estrutura da gramática
 - * Facilitam sua utilização dentro de alguns contextos
 - * Ex: Reduzem o número de derivações, facilitam verificar se uma sentença pertence ou não à linguagem gerada pela gramática.

Formas Normais

- * Por que manipular gramáticas?
 - * Todas as técnicas de manipulação apresentadas não alteram a linguagem gerada pela gramática
 - * Se a linguagem é a mesma, por que não deixar a gramática como foi criada?
- * Não alteram a linguagem, mas alteram a estrutura da gramática
 - * Facilitam sua utilização dentro de alguns contextos
 - * Ex: Reduzem o número de derivações, facilitam verificar se uma sentença pertence ou não à linguagem gerada pela gramática.

Formas Normais

- * Uma gramática é dita normalizada em relação a um certo padrão quando todas as suas produções satisfazem às restrições impostas pelo padrão em questão
- * Formas Normais = Padrão
- * Restrições rígidas na definição das produções
- * Usadas no desenvolvimento de algoritmos e provas de teoremas

Formas Normais

- * As formas normais estabelecem restrições rígidas na definição das produções, sem reduzir o poder de geração das Gramáticas Livres de Contexto. São usadas principalmente no desenvolvimento de algoritmos (com destaque para reconhecedores de linguagens) e na prova de teoremas.

Formas Normais

- * Iremos destacar as duas Formas Normais mais conhecidas, essas que receberam os nomes de seus autores **Sheila Greibach** professora de Ciência da Computação da Universidade da Califórnia em Los Angeles que também criou a Linguística e a Matemática Aplicada e **Avram Noam Chomsky**, linguista, filósofo, ativista político estadunidense, professor de linguística da Universidade de Tecnologia de Massachusetts (MIT). Chomsky é considerado o pai da linguística moderna.

Formas Normais

* Sheila Greibach



- * Nascimento: 6 de outubro de 1939 (79 anos), Nova Iorque, Nova Iorque, EUA
- * Formação: Universidade Harvard

* Avram Noam Chomsky



- * Nascimento: 7 de dezembro de 1928 (90 anos), Oak Lane, Pensilvânia, EUA
- * Formação: Universidade da Pensilvânia

Forma Normal de Greibach

- * Uma GLC $G = (V, \Sigma, R, P)$ é dita estar na forma normal de Greibach (FNG) se todas as suas regras são da forma:
 - * $P \rightarrow \lambda$ se $\lambda \in L(G)$;
 - * $X \rightarrow ay$ para $a \in \Sigma$ e $y \in V^*$;
- * Sempre existe uma gramática na FNG equivalente a uma GLC qualquer.
- * A FNG não será estudada profundamente neste curso

Forma Normal de Chomsky

- * A forma normal de Chomsky permite a criação de algoritmos eficientes para verificar se uma determinada sentença pertence ou não a uma linguagem gerada por uma gramática
 - * Aplicação direta em Analísadores Sintáticos!
 - * Assunto de extrema importância em Compiladores!
- * Esta forma permite um teste eficiente da pertinência de uma palavra a uma Linguagem Livre de Contexto.

Forma Normal de Chomsky

- * Uma GLC $G = (V, \Sigma, R, P)$ é dita estar na forma normal de Chomsky (FNC) se todas as suas regras são da forma:
 - * $P \rightarrow \lambda$ se $\lambda \in L(G)$;
 - * $X \rightarrow YZ$ para $Y, Z \in V$;
 - * $X \rightarrow a$ para $a \in \Sigma$;
- * Sempre existe uma gramática na FNC equivalente a uma GLC qualquer.

Passos para obter uma gramática na FNC

- * Criar a regra $P' \rightarrow P$;
- * Eliminar regras λ ;
- * Eliminar regras unitárias;
- * Eliminar variáveis inúteis;
- * Modificar cada regra $X \rightarrow w$, onde $|w| \geq 2$, se necessário, de forma que ela fique contendo apenas variáveis.
 - * Cada símbolo a de w que pertença ao alfabeto deve ser substituído por uma variável Y cuja única regra $Y \rightarrow a$. Se esta regra não existir, criá-la, sendo Y uma nova variável;
 - * Substituir cada regra $X \rightarrow Y_1 Y_2 \dots Y_n$, $n \geq 3$ pelo conjunto das regras:
 - * $X \rightarrow Y_1 Z_1$
 - * $Z_1 \rightarrow Y_2 Z_2, \dots,$
 - * $Z_{n-2} \rightarrow Y_{n-1} Y_n$, em que
 - * Z_1, Z_2, \dots, Z_{n-2} são variáveis novas.

Exemplo 1

- * Seja a GLC $G = (\{L, S, E\}, \{a, (,)\}, R, L)$, em que R contém as seguintes regras:
 - * $L \rightarrow (S)$
 - * $S \rightarrow SE \mid \lambda$
 - * $E \rightarrow a \mid L$
- * Construa uma GLC G' equivalente a G na FNC

Passo 1

- * Acrescentando a regra para a nova variável de partida:

- * $P \rightarrow L$

- * $L \rightarrow (S)$

- * $S \rightarrow SE \mid \lambda$

- * $E \rightarrow a \mid L$

Passo 2

* Eliminando regras λ :

* $P \rightarrow L$

* $L \rightarrow (S)$

* $S \rightarrow SE \mid \lambda$

* $E \rightarrow a \mid L$

Passo 2

* Eliminando regras λ :

* $P \rightarrow L$

* $L \rightarrow (S) \mid ($

* $S \rightarrow SE \mid \lambda$

* $E \rightarrow a \mid L$

Passo 2

* Eliminando regras λ :

* $P \rightarrow L$

* $L \rightarrow (S) \mid ($

* $S \rightarrow SE \mid E \mid \lambda$

* $E \rightarrow a \mid L$

Passo 2

* Eliminando regras λ :

* $P \rightarrow L$

* $L \rightarrow (S) \mid ($

* $S \rightarrow SE \mid E$

* $E \rightarrow a \mid L$

* Obs: P não é anulável, então λ não faz parte da linguagem $L(G)$

Passo 3

* Eliminando regras unitárias:

$$* P \rightarrow L$$

$$* L \rightarrow (S) \mid ()$$

$$* S \rightarrow SE \mid E$$

$$* E \rightarrow a \mid L$$

Passo 3

* Eliminando regras unitárias:

$$* P \rightarrow (S) \mid ()$$

$$* L \rightarrow (S) \mid ()$$

$$* S \rightarrow SE \mid E$$

$$* E \rightarrow a \mid (S) \mid ()$$

Passo 3

* Eliminando regras unitárias:

$$* P \rightarrow (S) \mid ()$$

$$* L \rightarrow (S) \mid ()$$

$$* S \rightarrow SE \mid \textcolor{red}{E}$$

$$* E \rightarrow a \mid (S) \mid ()$$

Passo 3

* Eliminando regras unitárias:

$$* P \rightarrow (S) \mid ()$$

$$* L \rightarrow (S) \mid ()$$

$$* S \rightarrow SE \mid a \mid (S) \mid ()$$

$$* E \rightarrow a \mid (S) \mid ()$$

Passo 4

* Eliminando símbolos inúteis:

* $P \rightarrow (S) \mid ()$

* $L \rightarrow (S) \mid ()$

* $S \rightarrow SE \mid a \mid (S) \mid ()$

* $E \rightarrow a \mid (S) \mid ()$

Passo 4

* Eliminando símbolos inúteis:

$$* P \rightarrow (S) \mid ()$$

$$* S \rightarrow SE \mid a \mid (S) \mid ()$$

$$* E \rightarrow a \mid (S) \mid ()$$

Passo 5

- * Escrevendo na FNC
 - * $P \rightarrow (S) \mid ()$
 - * $S \rightarrow SE \mid a \mid (S) \mid ()$
 - * $E \rightarrow a \mid (S) \mid ()$

Passo 5

- * Escrevendo na FNC

- * $P \rightarrow (S) \mid ()$

- * $S \rightarrow SE \mid a \mid (S) \mid ()$

- * $E \rightarrow a \mid (S) \mid ()$

- * $|w| \geq 2$ e w contém terminais

Passo 5

- * Escrevendo na FNC

- * $P \rightarrow (S) \mid ()$

- * $S \rightarrow SE \mid a \mid (S) \mid ()$

- * $E \rightarrow a \mid (S) \mid ()$

- * $A \rightarrow ($

Passo 5

- * Escrevendo na FNC

- * $P \rightarrow AS) \mid A)$

- * $S \rightarrow SE \mid a \mid (S) \mid ()$

- * $E \rightarrow a \mid (S) \mid ()$

- * $A \rightarrow ($

Passo 5

* Escrevendo na FNC

$$* P \rightarrow AS) \mid A)$$

$$* S \rightarrow SE \mid a \mid (S) \mid ()$$

$$* E \rightarrow a \mid (S) \mid ()$$

$$* A \rightarrow ($$

$$* B \rightarrow)$$

Passo 5

* Escrevendo na FNC

* $P \rightarrow \textcolor{red}{ASB} \mid \textcolor{red}{AB}$

* $S \rightarrow SE \mid a \mid \textcolor{red}{(S)} \mid \textcolor{red}{()}$

* $E \rightarrow a \mid \textcolor{red}{(S)} \mid \textcolor{red}{()}$

* $A \rightarrow ($

* $B \rightarrow)$

Passo 5

* Escrevendo na FNC

$$* P \rightarrow \textcolor{red}{ASB} \mid \textcolor{red}{AB}$$

$$* S \rightarrow SE \mid a \mid \textcolor{red}{ASB} \mid \textcolor{red}{AB}$$

$$* E \rightarrow a \mid \textcolor{red}{ASB} \mid \textcolor{red}{AB}$$

$$* A \rightarrow ($$

$$* B \rightarrow)$$

Passo 5

* Escrevendo na FNC

* $P \rightarrow \textcolor{red}{ASB} \mid AB$

* $S \rightarrow SE \mid a \mid \textcolor{red}{ASB} \mid AB$

$|w| > 2$

* $E \rightarrow a \mid \textcolor{red}{ASB} \mid AB$

* $A \rightarrow ($

* $B \rightarrow)$

Passo 5

* Escrevendo na FNC

$$* P \rightarrow \textcolor{red}{ASB} \mid AB$$

$$* S \rightarrow SE \mid a \mid \textcolor{red}{ASB} \mid AB$$

$$* E \rightarrow a \mid \textcolor{red}{ASB} \mid AB$$

$$* A \rightarrow ($$

$$* B \rightarrow)$$

$$* \textcolor{red}{C} \rightarrow \textcolor{red}{SB}$$

Passo 5

* Escrevendo na FNC

$$* P \rightarrow AC \mid AB$$

$$* S \rightarrow SE \mid a \mid AC \mid AB$$

$$* E \rightarrow a \mid AC \mid AB$$

$$* A \rightarrow ($$

$$* B \rightarrow)$$

$$* C \rightarrow SB$$

Passo 5

* Escrevendo na FNC

* $P \rightarrow AC \mid AB$

* $S \rightarrow SE \mid a \mid AC \mid AB$

* $E \rightarrow a \mid AC \mid AB$

* $A \rightarrow ($

* $B \rightarrow)$

* $C \rightarrow SB$

Obrigado.

joapauloaramuni@gmail.com
joapauloaramuni@fumec.br