

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего
образования "Национальный Исследовательский Университет ИТМО"
Мегафакультет Компьютерных Технологий и Управления
Факультет Программной Инженерии и Компьютерной Техники



Вариант №5
Домашняя работа 3
по дисциплине
'Разработка компиляторов'

Выполнил Студент группы Р33102
Лапин Алексей Александрович
Преподаватель:
Лаздин Артур Вячеславович

г. Санкт-Петербург
2024г.

Задание

Задание к лабораторной (домашней) работе «Конструирование LL(1) анализатора для КС-грамматики.» Для грамматики из соответствующего варианта необходимо:

1. Устранить левую рекурсию.
2. Провести левую факторизацию грамматики.
3. Для полученной преобразованной грамматики построить множества FIRST и FOLLOW для нетерминальных символов грамматики.
4. Для преобразованной грамматики реализовать синтаксический анализатор и реализовать программную реализацию этого анализатора.
5. Отчет должен включать:
 - (a) Исходную грамматику;
 - (b) Отдельно (для каждого правила) действия по устранению прямой левой рекурсии и отдельно действия для левой факторизации.
 - (c) Преобразованную грамматику
 - (d) Таблицы множеств FIRST и FOLLOW для нетерминалов;
 - (e) Таблица синтаксического анализатора;
 - (f) Реализацию синтаксического анализатора.
 - (g) Выводы.

Исходная грамматика

$$S \rightarrow ABBC$$
$$B \rightarrow bA \mid bB \mid bC \mid b$$
$$C \rightarrow CCa \mid Ca \mid a \mid c$$
$$A \rightarrow aA \mid aa$$

Устранение левой рекурсии

$$C \rightarrow C Ca \mid C a \mid a \mid c \Rightarrow \begin{cases} C \rightarrow a \mid c \mid aD \mid cD \\ D \rightarrow Ca \mid a \mid CaD \mid aD \end{cases}$$

Стало:

$$S \rightarrow ABBC$$
$$B \rightarrow bA \mid bB \mid bC \mid b$$
$$C \rightarrow CCa \mid Ca \mid a \mid c$$
$$A \rightarrow aA \mid aa$$
$$S \rightarrow ABBC$$
$$B \rightarrow bA \mid bB \mid bC \mid b$$
$$\Rightarrow C \rightarrow a \mid c \mid aD \mid cD$$
$$D \rightarrow Ca \mid a \mid CaD \mid aD$$
$$A \rightarrow aA \mid aa$$

Левая факторизация

$$\begin{aligned}
 S &\rightarrow ABBC \\
 B &\rightarrow \textcolor{blue}{b}A \mid \textcolor{blue}{b}B \mid \textcolor{blue}{b}C \mid \textcolor{blue}{b} \\
 C &\rightarrow \textcolor{green}{a} \mid \textcolor{pink}{c} \mid \textcolor{green}{a}D \mid \textcolor{pink}{c}D \\
 D &\rightarrow \textcolor{red}{Ca} \mid \textcolor{yellow}{a} \mid \textcolor{red}{Ca}D \mid \textcolor{yellow}{a}D \\
 A &\rightarrow \textcolor{orange}{a}A \mid \textcolor{orange}{a}a
 \end{aligned}$$

$$B \rightarrow \textcolor{blue}{b}A \mid \textcolor{blue}{b}B \mid \textcolor{blue}{b}C \mid \textcolor{blue}{b} \Rightarrow \begin{cases} B \rightarrow \textcolor{blue}{b}E \\ E \rightarrow A \mid B \mid C \mid \varepsilon \end{cases}$$

$$A \rightarrow \textcolor{orange}{a}A \mid \textcolor{orange}{a}a \Rightarrow \begin{cases} A \rightarrow \textcolor{orange}{a}F \\ F \rightarrow A \mid a \end{cases}$$

$$C \rightarrow \textcolor{green}{a} \mid \textcolor{pink}{c} \mid \textcolor{green}{a}D \mid \textcolor{pink}{c}D \Rightarrow \begin{cases} C \rightarrow \textcolor{green}{a}G \mid \textcolor{pink}{c} \mid \textcolor{pink}{c}D \\ G \rightarrow D \mid \varepsilon \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} C \rightarrow \textcolor{green}{a}G \mid \textcolor{pink}{c}I \\ G \rightarrow D \mid \varepsilon \\ I \rightarrow D \mid \varepsilon \end{cases}$$

$$D \rightarrow \textcolor{red}{Ca} \mid \textcolor{yellow}{a} \mid \textcolor{red}{Ca}D \mid \textcolor{yellow}{a}D \Rightarrow \begin{cases} D \rightarrow \textcolor{red}{Ca}H \mid \textcolor{yellow}{a} \mid \textcolor{yellow}{a}D \\ H \rightarrow D \mid \varepsilon \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} D \rightarrow \textcolor{red}{Ca}J \mid \textcolor{yellow}{a}J \\ H \rightarrow D \mid \varepsilon \\ J \rightarrow D \mid \varepsilon \end{cases}$$

Уберем эквивалентные правила:

Исходные правила:

$$G \rightarrow D \mid \varepsilon$$

$$I \rightarrow D \mid \varepsilon$$

$$H \rightarrow D \mid \varepsilon$$

$$J \rightarrow D \mid \varepsilon$$

Упрощенное правило:

$$G \rightarrow D \mid \varepsilon$$

Стало:

$$S \rightarrow ABBC$$

$$B \rightarrow bA \mid bB \mid bC \mid b$$

$$C \rightarrow a \mid c \mid aD \mid cD$$

$$D \rightarrow Ca \mid a \mid CaD \mid aD$$

$$A \rightarrow aA \mid aa$$

$$S \rightarrow ABBC$$

$$B \rightarrow bE$$

$$E \rightarrow A \mid B \mid C \mid \varepsilon$$

$$\Rightarrow C \rightarrow aG \mid cG$$

$$D \rightarrow CaG \mid aG$$

$$G \rightarrow D \mid \varepsilon$$

$$A \rightarrow aF$$

$$F \rightarrow A \mid a$$

Множества FIRST и FOLLOW

FIRST & FOLLOW		
Грамматика:	FIRST	FOLLOW
$S = ABBC$	$FIRST(S) = \{a\}$	$FOLLOW(S) = \{\$ \}$
$B = bE$	$FIRST(B) = \{b\}$	$FOLLOW(B) = \{a, b, c\}$
$E = A \mid B \mid C \mid \varepsilon$	$FIRST(E) = \{a, b, c, \varepsilon\}$	$FOLLOW(E) = \{a, b, c\}$
$C = aG \mid cG$	$FIRST(C) = \{a, c\}$	$FOLLOW(C) = \{\$, a, b, c\}$
$D = CaG \mid aG$	$FIRST(D) = \{a, c\}$	$FOLLOW(D) = \{\$, a, b, c\}$
$G = D \mid \varepsilon$	$FIRST(G) = \{a, c, \varepsilon\}$	$FOLLOW(G) = \{\$, a, b, c\}$
$A = aF$	$FIRST(A) = \{a\}$	$FOLLOW(A) = \{a, b, c\}$
$F = A \mid a$	$FIRST(F) = \{a\}$	$FOLLOW(F) = \{a, b, c\}$

* * *

$$FIRST(S) = FIRST(A) = \{a\}$$

$$FIRST(B) = \{b\}$$

$$FIRST(E) = \begin{cases} FIRST(A) = a \\ FIRST(B) = b \\ FIRST(C) = a, c \\ \varepsilon \end{cases} = \{a, b, c, \varepsilon\}$$

$$FIRST(C) = \{a, c\}$$

$$FIRST(D) = \begin{cases} FIRST(C) = \{a, c\} \\ a \end{cases} = \{a, c\}$$

$$FIRST(G) = \begin{cases} FIRST(D) = \{a, c\} \\ \varepsilon \end{cases} = \{a, c, \varepsilon\}$$

$$FIRST(A) = \{a\}$$

$$FIRST(F) = \begin{cases} FIRST(A) = \{a\} \\ a \end{cases} = \{a\}$$

* * *

$$FOLLOW(S) = \{\$ \}$$

$$FOLLOW(B) = \begin{cases} FIRST(B) = \{b\} \\ FOLLOW(E) = \{a, b, c\} \end{cases} = \{a, b, c\}$$

$$FOLLOW(E) = FOLLOW(B) = \{a, b, c\}$$

$$FOLLOW(C) = \begin{cases} FOLLOW(S) = \{\$ \} \\ FOLLOW(E) = \{a, b, c\} \end{cases} = \{\$, a, b, c\}$$

$$FOLLOW(D) = FOLLOW(G) = \{\$, a, b, c\}$$

$$FOLLOW(G) = FOLLOW(C) = \{\$, a, b, c\}$$

$$FOLLOW(A) = \begin{cases} FIRST(B) = \{b\} \\ FOLLOW(E) = \{a, b, c\} \end{cases} = \{a, b, c\}$$

$$FOLLOW(F) = FOLLOW(A) = \{a, b, c\}$$

Множество Nullable

A	B	C	D	E	F	G	S
FALSE	FALSE	FALSE	FALSE	TRUE	FALSE	TRUE	FALSE

Таблица синтаксического анализатора

NTs	Input Symbols			
	a	b	c	\$
S	$S \rightarrow ABBC$			
B		$B \rightarrow bE$		
E	$E \rightarrow A \mid C \mid \varepsilon$	$E \rightarrow B \mid \varepsilon$	$E \rightarrow C \mid \varepsilon$	
C	$C \rightarrow aG$		$C \rightarrow cG$	
D	$D \rightarrow CaG \mid aG$		$D \rightarrow CaG$	
G	$G \rightarrow D \mid \varepsilon$	$G \rightarrow \varepsilon$	$G \rightarrow D \mid \varepsilon$	$G \rightarrow \varepsilon$
A	$A \rightarrow aF$			
F	$F \rightarrow A \mid a$			

Вывод

Так как для пары (X, c) применимо более одного правила, то это не LL(1) грамматика.