

# Теория и реализация языков программирования.

## Задание 10: LL-анализ

Сергей Володин, 272 гр.

задано 2013.11.13

### Упражнение 1

Пусть  $G = (N, T, P, S)$ . Занумеруем правила из  $P$ :  $P = \{P_1, \dots, P_n\}$ .  
Определим синтаксический перевод  $T_l = (N, T, T', R, S)$ :

1.  $T' = \{1, \dots, n\}$

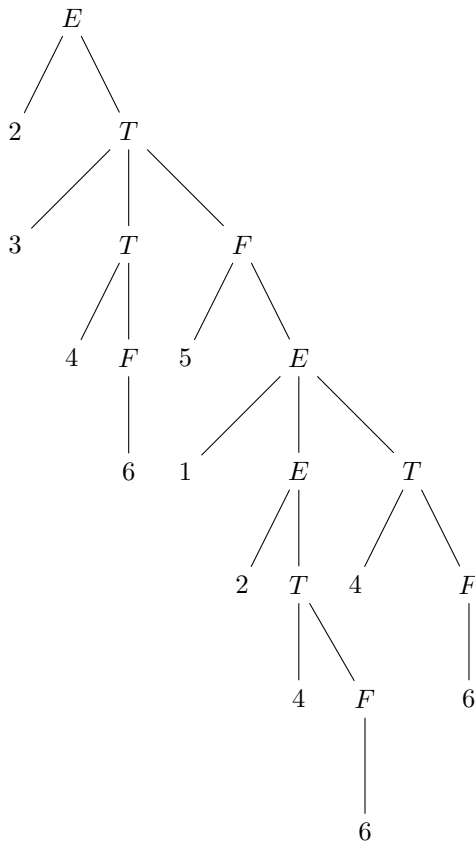
2.  $R$  определяется через  $P$ : каждому правилу  $P \ni P_i = (X, Y_1 \dots Y_n)$  сопоставим правила в  $R$ : пусть  $Y_{j_1} \dots Y_{j_l}$  — максимальная подпоследовательность из нетерминалов из слова  $Y_1 \dots Y_n$ . Тогда  $X \rightarrow Y_1 \dots Y_n, iY_{j_1} \dots Y_{j_l} \in P'$ .

По построению нетерминалы, входящие в  $\alpha \equiv Y_1 \dots Y_n$  входят также в  $\beta \equiv Y_{j_1} \dots Y_{j_l}$ , причем с той же кратностью.

Докажем, что слово  $w \in L(G)$  переводится в левый вывод  $w$ . **TODO**

### Упражнение 2

$w = a * (a + a)$ . Построим правый вывод по дереву вывода (из задания):



Чтобы получить правый вывод, обойдем дерево разбора в  $G'$  следующим образом:

1. Выпишем самого левого потомка (по структуре правил, это всегда будет номер правила из  $G$ )
2. Выполним разбор оставшихся потомков справа налево.

Получаем последовательность правил правого вывода  $w$  в  $G$ :  $P_r = 23514624646$ .

Правый вывод (выделен раскрываемый нетерминал):  $\underline{E} \xrightarrow{2} \underline{T} \xrightarrow{3} T * \underline{F} \xrightarrow{5} T * (\underline{E}) \xrightarrow{1} T * (E + \underline{T}) \xrightarrow{4} T * (E + \underline{F}) \xrightarrow{6} T * (\underline{E} + a) \xrightarrow{2} T * (\underline{T} + a) \xrightarrow{4} T * (\underline{F} + a) \xrightarrow{6} \underline{T} * (a + a) \xrightarrow{4} \underline{F} * (a + a) \xrightarrow{6} a * (a + a) = w$ .

По определению, правый разбор — примененные при правом выводе правила в обратном порядке:  $(P_r)^R = 64642641532$ .

### Упражнение 3

### Упражнение 4

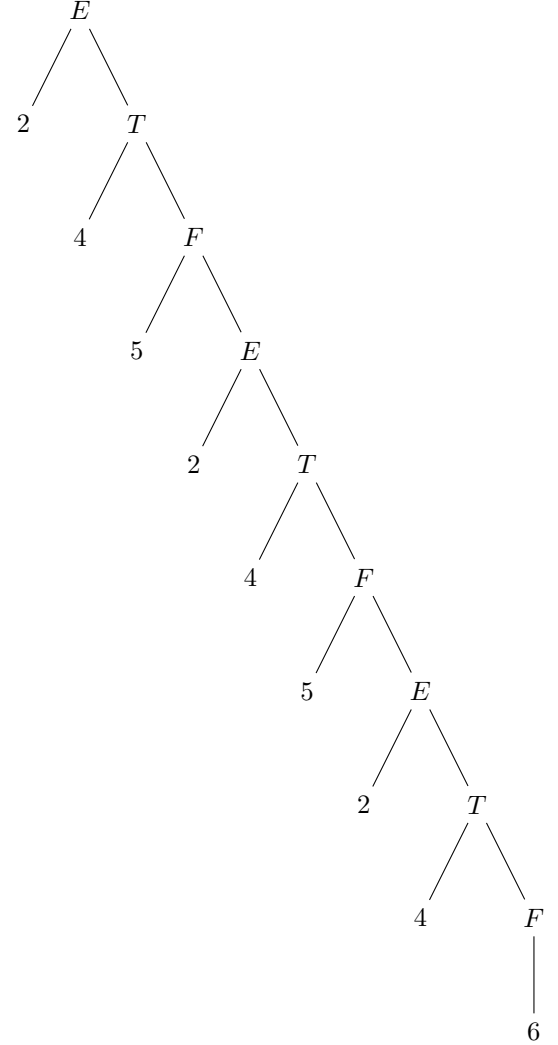
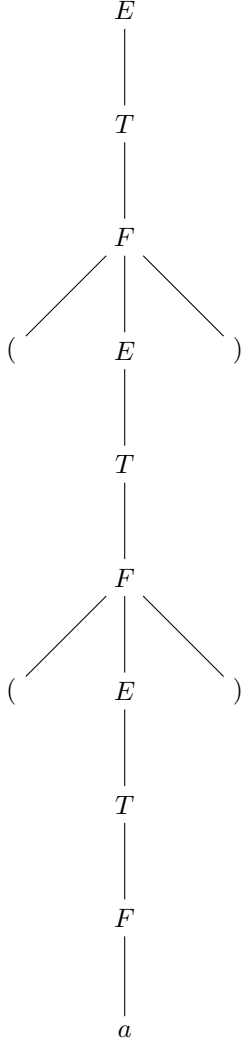
### Упражнение 5

### Упражнение 6

## Задача 1

$w = ((a)) \in L(G)$ :  $\underline{E} \xrightarrow{2} \underline{T} \xrightarrow{4} \underline{F} \xrightarrow{5} (\underline{E}) \xrightarrow{2} (\underline{T}) \xrightarrow{4} (\underline{F}) \xrightarrow{5} ((\underline{E})) \xrightarrow{2} ((\underline{T})) \xrightarrow{4} ((\underline{F})) \xrightarrow{6} ((a))$ .

1. Построим дерево вывода  $w$  в  $G$  и соответствующее дерево в  $G'$ :



2. Левый разбор: обойдем второе дерево в глубину, всегда выбирая самого левого непосещенного потомка:  $P_l = 245245246$ .
3. Правый разбор: обойдем второе дерево в глубину, как указано в решении упражнения 2:  $(P_r)^R = 245245246 \Rightarrow P_r = 642542542$ .

## Задача 2

1.  $\Sigma = \{0, 1\}$ ,  $N = \{S\}$ ,  $G = (N, \Sigma, P, S)$ ,  $P = \{ \overbrace{S \rightarrow 0S}^{(1)}, \overbrace{S \rightarrow 1S}^{(2)}, \overbrace{S \rightarrow \varepsilon}^{(3)} \}$ .

2. Вычислим FIRST:

	$F_i(0)$	$F_i(1)$	$F_i(S)$
0. Определим $F_0$ :	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
0.1. Терминалы: $F_0(0) \stackrel{\text{def}}{=} \{0\}$ , $F_0(1) \stackrel{\text{def}}{=} \{1\}$ .	$\{0\}$	$\{1\}$	$\emptyset$
0.2. Нетерминалы: есть правило $S \xrightarrow{(3)} \varepsilon \Rightarrow F_0(S) \stackrel{\text{def}}{=} \{\varepsilon\}$	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{\varepsilon\}$
1. Определим $F_1 = F_0$	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{\varepsilon\}$
1.1. Рассмотрим правило $S \xrightarrow{(1)} 0S$ . $F_0(0) = \{0\} \not\subseteq \varepsilon \Rightarrow F_1(S) \leftarrow \{0\}$	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{\varepsilon, 0\}$
1.2. Рассмотрим правило $S \xrightarrow{(2)} 1S$ . $F_0(1) = \{1\} \not\subseteq \varepsilon \Rightarrow F_1(S) \leftarrow \{1\}$	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{\varepsilon, 0, 1\}$
1.3. Рассмотрим правило $S \xrightarrow{(3)} \varepsilon$ . $ \varepsilon  = 0 \Rightarrow$ не изменяем $F_1$	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{\varepsilon, 0, 1\}$
2. Определим $F_2 = F_1$ :	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{\varepsilon, 0, 1\}$
2.1. Рассмотрим правило $S \xrightarrow{(1)} 0S$ . $F_1(0) = \{0\} \not\subseteq \varepsilon \Rightarrow F_2(S) \leftarrow \{0\}$	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{\varepsilon, 0, 1\}$
2.2. Рассмотрим правило $S \xrightarrow{(2)} 1S$ . $F_1(1) = \{1\} \not\subseteq \varepsilon \Rightarrow F_2(S) \leftarrow \{1\}$	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{\varepsilon, 0, 1\}$
2.3. Рассмотрим правило $S \xrightarrow{(3)} \varepsilon$ . $ \varepsilon  = 0 \Rightarrow$ не изменяем $F_2$	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{\varepsilon, 0, 1\}$
2.4. Имеем $F_2 = F_1 \Rightarrow$ выход	$\{0\}$	$\{1\}$	$\{\varepsilon, 0, 1\}$

3. Вычислим FOLLOW:

	$F_i(S)$
0. Определим $F_0$ :	$\emptyset$
1. Определим $F_1 = F_0$ :	$\emptyset$
1.1. Рассмотрим правило $\underbrace{S}_A \xrightarrow{(1)} \underbrace{0}_\alpha \underbrace{S}_X \underbrace{\varepsilon}_\beta$ (a) $\text{FIRST}(\beta) = \{\varepsilon\} \Rightarrow \text{FIRST}(\beta) \setminus \{\varepsilon\} = \emptyset \rightarrow F_1(S)$ . (b) $\varepsilon \in \text{FIRST}(\beta)$ , поэтому $F_1(S) \leftarrow F_0(S) = \emptyset$	$\emptyset$
1.2. Рассмотрим правило $\underbrace{S}_A \xrightarrow{(2)} \underbrace{1}_\alpha \underbrace{S}_X \underbrace{\varepsilon}_\beta$ (a) $\text{FIRST}(\beta) = \{\varepsilon\} \Rightarrow \text{FIRST}(\beta) \setminus \{\varepsilon\} = \emptyset \rightarrow F_1(S)$ . (b) $\varepsilon \in \text{FIRST}(\beta)$ , поэтому $F_1(S) \leftarrow F_0(S) = \emptyset$	$\emptyset$
1.3. Рассмотрим правило $\underbrace{S}_A \xrightarrow{(3)} \varepsilon$ . Оно не имеет вид $A \rightarrow \alpha X \beta$ , не изменяем $F_1$	$\emptyset$
1.4. Имеем $F_1 = F_0 \Rightarrow$ выход	$\emptyset$

4. Таблица переходов для  $LL(1)$ -анализатора:

	0	1
S	$S \xrightarrow{(1)} 0S$	$S \xrightarrow{(1)} 1S$
0	$\varepsilon$	<b>Err.</b>
1	<b>Err.</b>	$\varepsilon$

Задача 3

Задача 4

Задача 5

Задача 6