

# Построение предиктивного анализатора для грамматики

## 1. Исходное описание языка

```
<S> ::= 'if' [ <E> ] ( 'i' ':' 'then' <O> )...
<E> ::= 'i' | 'i' '>' <E>
<O> ::= 'o' <O> | <S> | 'o'
```

## 2. Построенная КС-грамматика

После преобразования для устранения левой рекурсии и левофакторизации получена грамматика  $G$ :

$$\begin{aligned} S &\rightarrow \text{if } Z \\ Z &\rightarrow iZ' \\ Z' &\rightarrow <> EB \mid B \mid : \text{ then } O W \\ E &\rightarrow iF \\ F &\rightarrow <> E \mid \varepsilon \\ B &\rightarrow i : \text{ then } O W \\ W &\rightarrow B \mid \varepsilon \\ O &\rightarrow S \mid o Y \\ Y &\rightarrow O \mid \varepsilon \end{aligned}$$

## 3. Свойства грамматики

- **Тип:** контекстно-свободная (тип 2 по Хомскому)
- **Рекурсивность:** содержит косвенную рекурсию через  $O \rightarrow S \rightarrow \dots \rightarrow O$
- **Левая рекурсия:** устранена в процессе преобразований
- **Левофакторизованность:** да, все правила левофакторизованы
- **Пригодность для LL(1):** проверяется ниже

## 4. Вычисление множеств FIRST и FOLLOW

Терминалы: {if, i, <>, :, then, o, \$}

Нетерминалы:  $S, Z, Z', E, F, B, W, O, Y$

**Множества FIRST:**

$$\begin{aligned}\text{FIRST}(S) &= \{\text{if}\} \\ \text{FIRST}(Z) &= \{i\} \\ \text{FIRST}(Z') &= \{<>, i, :\} \\ \text{FIRST}(E) &= \{i\} \\ \text{FIRST}(F) &= \{<>, \varepsilon\} \\ \text{FIRST}(B) &= \{i\} \\ \text{FIRST}(W) &= \{i, \varepsilon\} \\ \text{FIRST}(O) &= \{\text{if}, o\} \\ \text{FIRST}(Y) &= \{\text{if}, o, \varepsilon\}\end{aligned}$$

**Множества FOLLOW:**

$$\begin{aligned}\text{FOLLOW}(S) &= \{\$\} \\ \text{FOLLOW}(Z) &= \{\$\} \\ \text{FOLLOW}(Z') &= \{\$\} \\ \text{FOLLOW}(E) &= \{i\} \\ \text{FOLLOW}(F) &= \{i\} \\ \text{FOLLOW}(B) &= \{\$\} \\ \text{FOLLOW}(W) &= \{\$\} \\ \text{FOLLOW}(O) &= \{i, \$\} \\ \text{FOLLOW}(Y) &= \{i, \$\}\end{aligned}$$

## 5. Проверка условия LL(1)

Для каждого нетерминала с несколькими альтернативами проверяем:

- Для  $Z'$ :  $\text{FIRST}(<> EB) = \{<>\}$ ,  $\text{FIRST}(B) = \{i\}$ ,  $\text{FIRST}(: \text{ then } O W) = \{:\}$  — не пересекаются
- Для  $F$ :  $\text{FIRST}(<> E) = \{<>\}$ ,  $\text{FIRST}(\varepsilon) = \{\varepsilon\}$ ,  $\text{FIRST}(<> E) \cap \text{FOLLOW}(F) = \{<>\} \cap \{i\} = \emptyset$

- Для  $W$ :  $\text{FIRST}(B) = \{i\}$ ,  $\text{FIRST}(\varepsilon) = \{\varepsilon\}$ ,  $\{i\} \cap \text{FOLLOW}(W) = \{i\} \cap \{\$\} = \emptyset$
- Для  $O$ :  $\text{FIRST}(S) = \{\text{if}\}$ ,  $\text{FIRST}(oY) = \{o\}$  — не пересекаются
- Для  $Y$ :  $\text{FIRST}(O) = \{\text{if}, o\}$ ,  $\text{FIRST}(\varepsilon) = \{\varepsilon\}$ ,  $\{\text{if}, o\} \cap \text{FOLLOW}(Y) = \{\text{if}, o\} \cap \{i, \$\} = \emptyset$

Все условия LL(1) выполнены, грамматика является LL(1).

## 6. Таблица предиктивного анализатора

Нет.	Входной символ						
	if	i	<>	:	t	o	\$
$S$	$S \rightarrow i f Z$	-	-	-	-	-	-
$Z$	-	$Z \rightarrow i Z'$	-	-	-	-	-
$Z'$	-	$Z' \rightarrow B$	$Z' \rightarrow <> E B$	$Z' \rightarrow : t O W$	-	-	-
$E$	-	$E \rightarrow i F$	-	-	-	-	-
$F$	-	$F \rightarrow \varepsilon$	$F \rightarrow <> E$	-	-	-	-
$B$	-	$B \rightarrow i : t O W$	-	-	-	-	-
$W$	-	$W \rightarrow B$	-	-	-	-	$W \rightarrow \varepsilon$
$O$	$O \rightarrow S$	-	-	-	-	$O \rightarrow o Y$	-
$Y$	$Y \rightarrow O$	$Y \rightarrow \varepsilon$	-	-	-	$Y \rightarrow O$	$Y \rightarrow \varepsilon$

## 7. Проверка на примерах

Пример 1 (правильный): if i : then o \$

Стек	Вход	Действие
$S\$$	if i : then o \$	$S \rightarrow \text{if } Z$
$\text{if } Z\$$	if i : then o \$	совпадение if
$Z\$$	i : then o \$	$Z \rightarrow i Z'$
$i Z' \$$	i : then o \$	совпадение i
$Z' \$$	: then o \$	$Z' \rightarrow : \text{then } O W$
$: \text{then } O W \$$	: then o \$	совпадение :
$\text{then } O W \$$	then o \$	совпадение then
$O W \$$	o \$	$O \rightarrow o Y$
$o Y W \$$	o \$	совпадение o
$Y W \$$	\$	$Y \rightarrow \varepsilon$
$W \$$	\$	$W \rightarrow \varepsilon$
\$	\$	успех

**Пример 2 (неправильный): if i : then \$**

Стек	Вход	Действие
$S\$$	if i : then \$	$S \rightarrow \text{if } Z$
if $Z\$$	if i : then \$	совпадение if
$Z\$$	i : then \$	$Z \rightarrow iZ'$
$iZ' \$$	i : then \$	совпадение i
$Z' \$$	: then \$	$Z' \rightarrow : \text{ then } O W$
: then $O W \$$	: then \$	совпадение :
then $O W \$$	then \$	совпадение then
$O W \$$	\$	<b>ошибка: нет правила для <math>O</math> на \$</b>

**Пример 3 (неправильный): if i <> : then o \$**

Стек	Вход	Действие
$S\$$	if i <> : then o \$	$S \rightarrow \text{if } Z$
if $Z\$$	if i <> : then o \$	совпадение if
$Z\$$	i <> : then o \$	$Z \rightarrow iZ'$
$iZ' \$$	i <> : then o \$	совпадение i
$Z' \$$	<> : then o \$	$Z' \rightarrow <> EB$
$<> EB \$$	<> : then o \$	совпадение <>
$EB \$$	: then o \$	<b>ошибка: нет правила для <math>E</math> на :</b>

## 8. Вывод

Построенная грамматика после преобразований обладает свойствами LL(1). Таблица предиктивного анализатора построена корректно и правильно обрабатывает как корректные, так и некорректные цепочки.