

## 12. Построение управляющей таблицы МП-автомата. LL(1)-грамматики.

Для построения детерминированного синтаксического анализатора (МП-автомата), работающего по методу «сверху вниз», используются **LL(1)-грамматики**. Основная идея такого анализа заключается в возможности однозначно выбрать правило вывода, просматривая всего один текущий символ входной цепочки.

### Понятие LL(1)-грамматики

КС-грамматика называется **LL(1)-грамматикой**, если для любых двух различных правил вывода из одного и того же нетерминала ( $A \rightarrow \alpha$  и  $A \rightarrow \beta$ ) их **множества выбора (SELECT)** не пересекаются.

- **Множество выбора**  $SELECT(A \rightarrow \alpha)$  — это набор терминалов, при появлении которых во входном потоке следует применить данное правило.
- **Важные ограничения:** Приведенная LL(1)-грамматика **не может быть леворекурсивной**. Также она не должна содержать альтернатив с общим префиксом (что устраняется левой факторизацией).

### Построение управляющей таблицы МП-автомата

**опр.** МП-автомат(МПА)  $\mathcal{M}$  — это 7-ка  $= (\Sigma, \Gamma, Q, \delta, q_0, F, \gamma_0)$

- $\Sigma$  — **основной (терминальный) алфавит**
- $\Gamma$  — **вспомогательный (нетерминальный) алфавит**
- $Q$  — множество состояний
- $\delta$  — множество команд(выше есть разбор)
- $q_0$  — начальное состояние
- $F$  — множество конечных состояний (терминальных)
- $\gamma_0$  — начальное содержимое стека

Управляющая таблица фактически представляет собой систему команд детерминированного МП-автомата с единственным состоянием. Команды определяются парой: **(входной символ, символ на вершине стека)**.

### Множество SELECT

Множество выбора  $SELECT(B \rightarrow \gamma)$  определяется для каждого конкретного правила вывода. Оно указывает, при каких входных символах следует применять данное правило.

#### Расчет SELECT:

- Если  $\lambda \notin FIRST(\gamma)$ , то  $SELECT(B \rightarrow \gamma) = FIRST(\gamma)$ .
- Иначе  $SELECT(B \rightarrow \gamma) = (FIRST(\gamma) \setminus \{\lambda\}) \cup FOLLOW(B)$ .

Построение таблицы (множества команд  $\delta$ ) выполняется по следующим правилам:

1. **Для каждого правила вывода**  $B \rightarrow \gamma$ : вычисляется множество  $SELECT(B \rightarrow \gamma)$ . Для каждого терминала  $a \in SELECT(B \rightarrow \gamma)$  в таблицу заносится команда заменяющая нетерминал  $B$  на цепочку  $\gamma$  в стеке без сдвига по входной ленте:  $(a, B) \rightarrow (\gamma, \_)$ .
2. **Для каждого терминала**  $a$  **алфавита**: заносится команда сравнения. Если терминал на вершине стека совпадает с входным символом, он удаляется из стека, а указатель входа сдвигается:  $(a, a) \rightarrow (\lambda, \rightarrow)$ .
3. **Обработка конца строки**: добавляется команда допуска. Если на входе символ конца строки ( $\neg$ ), а в стеке маркер дна ( $\nabla$ ), цепочка считается принятой:  $(\neg, \nabla) \rightarrow \checkmark$

### Пример

Как построить FIRST и FOLLOW можно найти в предыдущем билете:

	FIRST	FOLLOW
(1) $E \rightarrow TE'$	$x, ($	$), \neg$
(2) $E' \rightarrow +TE'   \lambda$	$\lambda, +$	$), \neg$
(3) $T \rightarrow FT'$	$x, ($	$), +, \neg$
(4) $T' \rightarrow *FT'   \lambda$	$\lambda, *$	$), +, \neg$
(5) $F \rightarrow (E)$	$x, ($	$), *, +, \neg$
(6) $F \rightarrow x$		

	FIRST	FOLLOW	SELECT
$E \rightarrow TE'$	$x, ($	$), \neg$	$x, ($
$E' \rightarrow +TE'$	$\lambda, +$	$), \neg$	$+$
$E' \rightarrow \lambda$		$), \neg$	$), \neg$
$T \rightarrow FT'$	$x, ($	$), +, \neg$	$x, ($
$T' \rightarrow *FT'$	$\lambda, *$	$), +, \neg$	$*$
$T' \rightarrow \lambda$	$x, ($	$), *, +, \neg$	$), +, \neg$
$F \rightarrow (E)$			$($
$F \rightarrow x$			$x$

	SELECT
$E \rightarrow TE'$	$x, ($
$E' \rightarrow +TE'$	$+$
$E' \rightarrow \lambda$	$), \neg$
$T \rightarrow FT'$	$x, ($
$T' \rightarrow *FT'$	$*$
$T' \rightarrow \lambda$	$), +, \neg$
$F \rightarrow (E)$	$($
$F \rightarrow x$	$x$

	$x$	$+$	$*$	$($	$)$	$\neg$
$E$	$TE'$			$TE'$		
$E'$		$+TE'$			$\lambda$	$\lambda$
$T$	$FT'$			$FT'$		
$T'$		$\lambda$	$*FT'$		$\lambda$	$\lambda$
$F$	$x$			$(E)$		
$x$	$\lambda, \rightarrow$					
$+$		$\lambda, \rightarrow$				
$*$			$\lambda, \rightarrow$			
$($				$\lambda, \rightarrow$		
$)$					$\lambda, \rightarrow$	
$\nabla$						$\checkmark$

$x * (x + x) \neg$	
$\lambda$	$E \nabla$
$\lambda$	$TE' \nabla$
$\lambda$	$FT'E' \nabla$
$x$	$T'E' \nabla$
$x *$	$FT'E' \nabla$
$x * ($	$E)T'E' \nabla$
$x * ($	$TE')T'E' \nabla$
$x * ($	$FT'E')T'E' \nabla$
$x * (x$	$T'E')T'E' \nabla$
$x * (x$	$E')T'E' \nabla$
$x * (x$	$TE')T'E' \nabla$
$x * (x$	$FT'E')T'E' \nabla$
$x * (x + x$	$T'E')T'E' \nabla$

	$x$	$+$	$*$	$($	$)$	$\neg$
$E$	$TE'$			$TE'$		
$E'$		$TE', \rightarrow$			$\lambda$	$\lambda$
$T$	$FT'$			$FT'$		
$T'$		$\lambda$	$FT', \rightarrow$		$\lambda$	$\lambda$
$F$	$\lambda, \rightarrow$			$E), \rightarrow$		
$)$					$\lambda, \rightarrow$	
$\nabla$						$\checkmark$

$x * (x + x$	$E')T'E' \nabla$
$x * (x + x$	$)T'E' \nabla$
$x * (x + x$	$T'E' \nabla$
$x * (x + x$	$E' \nabla$
$x * (x + x$	$\nabla$

Протокол разбора = левосторонний вывод