

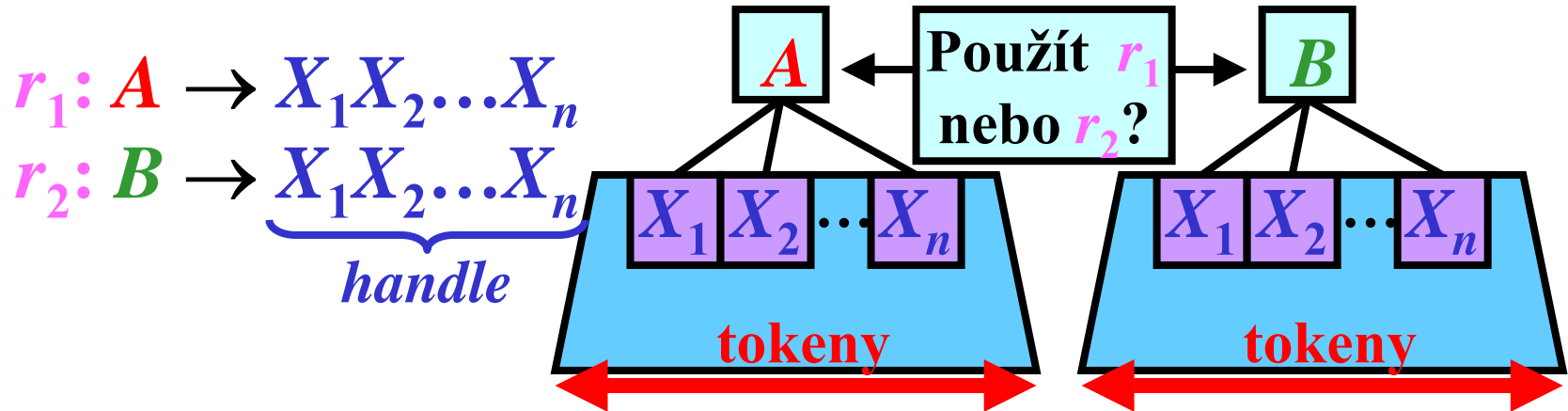
Kapitola VI.

Syntaktická analýza

zdola nahoru

SA zdola nahoru: Problémy

1) Dvě nebo více pravidel mají stejnou pravou stranu

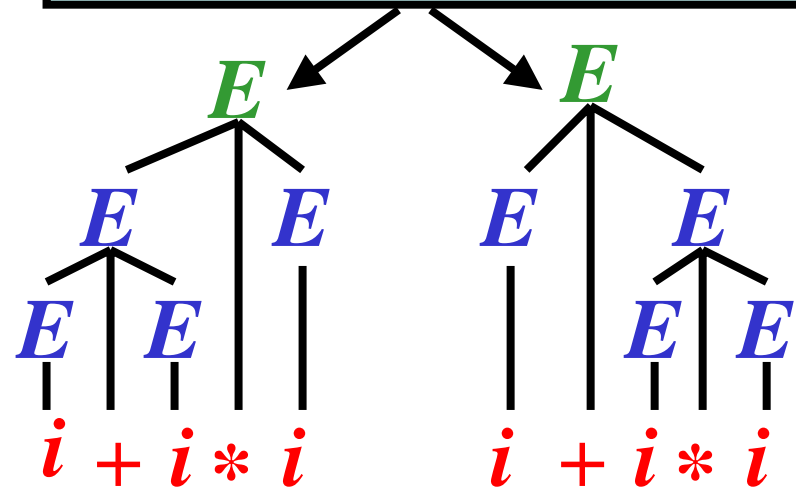


Pozn.: Pravá strana pravidla je označována slovem „*handle*“

2) Nejednoznačné gramatiky

Který ze stromů vytvořit?

$G_{\text{expr2}} = (N, T, P, E)$, kde
 $N = \{E\}$, $T = \{i, +, *, (,)\}$,
 $P = \{$
 $1: E \rightarrow E + E,$
 $2: E \rightarrow E * E,$
 $3: E \rightarrow (E),$
 $4: E \rightarrow i$
 $\}$



Syntaktické analyzátoři pracující zdola nahoru

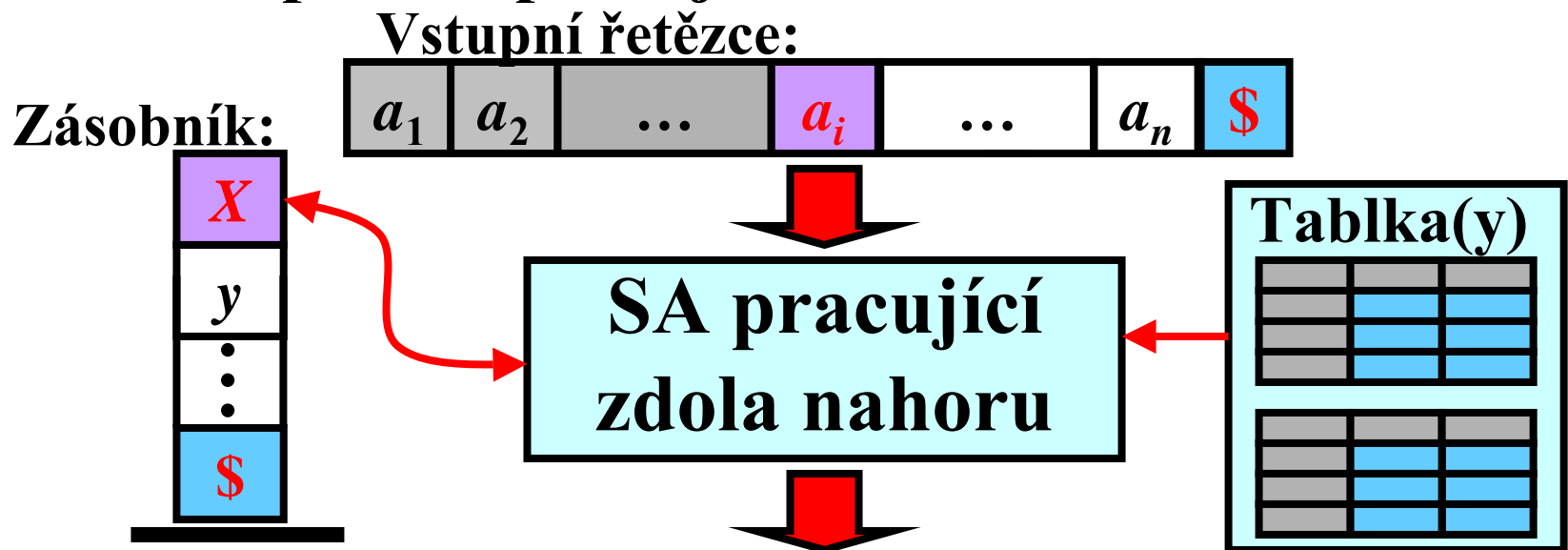
1) Precedenční syntaktický analyzátor

- nejslabší, ale jednoduše se implementuje

2) LR syntaktický analyzátor

- nejsilnější, ale složitý

- Model pro SA pracující zdola nahoru:



Pravý rozbor = **reverzovaná** posloupnost pravidel, která je použita v **nejpravější derivaci** pro vstupní řetězec.

Precedenční SA

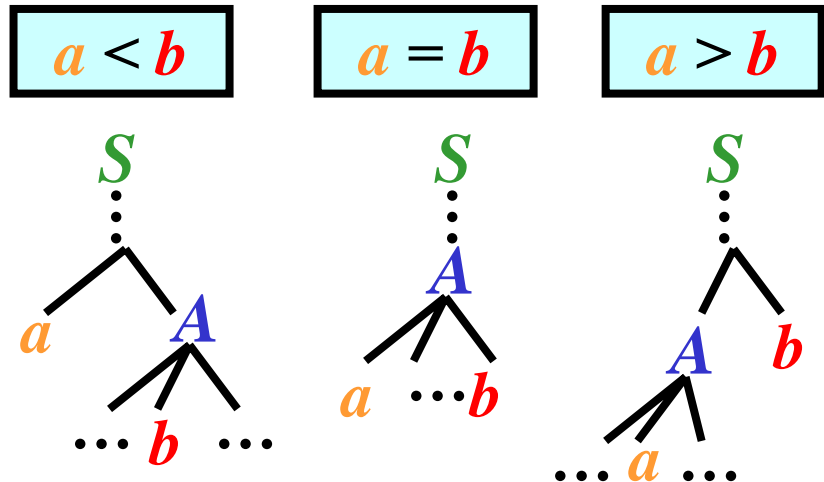
- Nesmí existovat více pravidel se stejnou pravou stranou
 - Gramatika nesmí obsahovat ε -pravidla.
-
- Necht' $G = (N, T, P, S)$ je BKG, kde $T = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$

Precedenční tabulka:

	a_1	...	a_j	...	a_n	\$
a_1						
...						
a_i						
...						
a_n						
\$						

Tabulka[a_i, a_j] $\in \{<, =, >, nic\}$

Ilustrace významu $<, =, >$:



Precedenční SA: Algoritmus

- **Vstup:** Precedenční tabulka pro $G = (N, T, P, S)$; $x \in T^*$
 - **Výstup:** Právý rozbor x , pokud $x \in L(G)$, jinak chyba
-
- **Metoda:**
 - vlož $\$$ na zásobník;
 - repeat
 - necht' a = aktuální znak na vstupu,
 b = terminál na zásobníku nejbližší vrcholu
 - case Tabulka[b, a] of:
 - = : push(a) & přečti další symbol a ze vstupu
 - < : zaměň b za $b<$ na zásobníku & push(a) & přečti další symbol a ze vstupu
 - > : if $<y$ je na vrcholu zásobníku and $r: A \rightarrow y \in P$ then zaměň $<y$ za A & vypiš r na výstup else **chyba**
 - **prázdné políčko : chyba**
 - until $a = \$$ and $b = \$$
 - **úspěch syntaktické analýzy**

Precedenční SA: Příklad

$G_{expr2} = (N, T, P, E)$, kde $N = \{E\}$, $T = \{i, +, *, (,)\}$,
 $P = \{1: E \rightarrow E+E, 2: E \rightarrow E * E, 3: E \rightarrow (E), 4: E \rightarrow i\}$

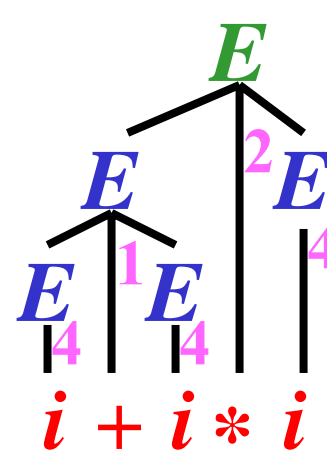
Precedenční tabulka pro G_{expr2} :

Vstupní token

	+	*	()	i	\$
Token na vrcholu zásobníku	>	<	<	>	<	>
+	>	<	<	>	<	>
*	>	>	<	>	<	>
(<	<	<	=	<	>
)	>	>	>	>	>	>
i	>	>	>	>	>	>
\$	<	<	<	<	<	<

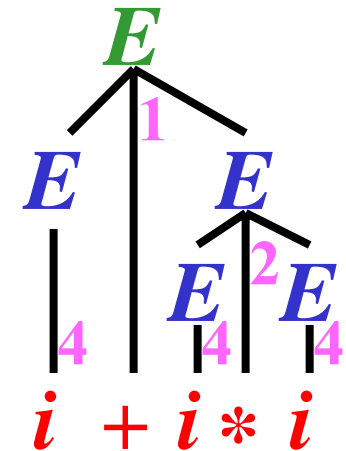
Pozn.: Asociativita a precedence operátorů tvoří základ precedenční tabulky:

☹ Špatný strom: ☺ Správný strom:



Pravý rozbor:

← 44142



Pravý rozbor:

← 44421

Precedenční SA: Příklad

	+	*	()	<i>i</i>	\$
+	>	<	<	>	<	>
*	>	>	<	>	<	>
(<	<	<	=	<	
)	>	>		>		>
<i>i</i>	>	>		>		>
\$	<	<	<		<	

Vstupní řetězec: $i + i * i \$$

Pushdown	Op	Vstup	Rule
\$	<	$i+i*i\$$	
$\$ < i$	>	$+i*i\$$	4: $E \rightarrow i$
$\$ E$	<	$+i*i\$$	
$\$ < E +$	<	$i*i\$$	
$\$ < E + < i$	>	$*i\$$	4: $E \rightarrow i$
$\$ < E + E$	<	$*i\$$	
$\$ < E + < E *$	<	$i\$$	
$\$ < E + < E * < i$	>	$\$$	4: $E \rightarrow i$
$\$ < E + < E * E$	>	$\$$	2: $E \rightarrow E * E$
$\$ < E + E$	>	$\$$	1: $E \rightarrow E + E$
$\$ E$		$\$$	

Pravidla:

1: $E \rightarrow E + E$

2: $E \rightarrow E * E$

3: $E \rightarrow (E)$

4: $E \rightarrow i$

Úspěch

Pravý rozbor: 44421

Konstrukce precedenční tabulky 1/5

- Necht' $G_{expr} = (N, T, P, E)$, kde $N = \{E\}$,
- $T = \{ (,), id_1, id_2, \dots, id_m, op_1, op_2, \dots, op_n \}$,
- $P = \{ E \rightarrow (E), E \rightarrow id_1, E \rightarrow id_2, \dots, E \rightarrow id_m, E \rightarrow E op_1 E, E \rightarrow E op_2 E, \dots, E \rightarrow E op_n E \}$

Pozn.: id_1, id_2, \dots, id_m jsou identifikátory,

op_1, op_2, \dots, op_n jsou rozdílné operátory

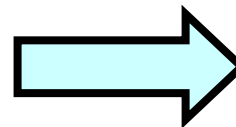
1) Precedence operátorů:

- Pokud op_i má vyšší prioritu než op_j , potom:

$$op_i > op_j \text{ a } op_j < op_i$$

Příklad: Precedenční tabulka odvozená z priority operátorů gramatiky G_{expr2} :

$$\begin{array}{l} * > + \\ + < * \end{array}$$



	+	*
+		<
*	>	

Konstrukce precedenční tabulky 2/5

2) Asociativita:

Pozn.:

- op_i je levě asociativní $\Leftrightarrow a op_i b op_i c = (a op_i b) op_i c$
- op_i je pravě asociativní $\Leftrightarrow a op_i b op_i c = a op_i (b op_i c)$

- Necht' op_i a op_j mají stejnou prioritu

- Pokud op_i a op_j jsou levě asociativní potom:

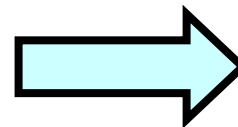
$$op_i > op_j \text{ a } op_j > op_i$$

- Pokud op_i a op_j jsou pravě asociativní potom:

$$op_i < op_j \text{ a } op_j < op_i$$

Příklad: Precedenční tabulka odvozená z asociativity operátorů gramatiky G_{expr2} :

+ je levě asociativní
***** je levě asociativní



	+	*
+	>	
*		>

Konstrukce precedenční tabulky 3/5

3) Identifikátory:

- Pokud $a \in T$ může být hned před id_i , pak:
- Pokud $a \in T$ může být hned za id_i , pak:

$$a < id_i$$

$$id_i > a$$

Příklad: Část precedenční tabulka pro identifikátory:

$\$i * (i + i) * i$
 $\downarrow \quad \downarrow \downarrow \downarrow \quad \downarrow$
 $\$, (, +, *$ může být před i

$i * (i + i) * i \$$
 $\downarrow \quad \downarrow \downarrow \downarrow \quad \downarrow$
 $*, +,), \$$ může být za i

	+	*	()	i	\$
+					<	
*					<	
(<	
)						
i	>	>	>			>
\$					<	

Konstrukce precedenční tabulky 4/5

4) Závorky:

- Pro jeden pár závorek platí: $(=)$
- Necht' $a \in T - \{), \$\}$. Pak: $(< a$
- Necht' $a \in T - \{(\, \$\}$. Pak: $a >)$
- Necht' $a \in T$ a a může být hned **před** $($. Pak: $a < ($
- Necht' $a \in T$ a a může být hned **za** $)$. Pak: $) > a$

Příklad: Část precedenční tabulky pro závorky

$\$(i + ((i * (i + (i + i))))))$



$\$, (, *, +$ může být před $($

$(((((i + i) + i) * i) + i)\$$



$+, *,), \$$ může být za $)$

	+	*	()	i	\$
+			<	>		
*			<	>		
(<	<	<	=	<	
)	>	>		>		>
i				>		
\$			<			

Konstrukce precedenční tabulky 5/5

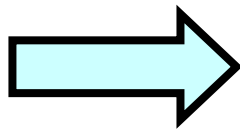
5) Ukončovač řetězce \$

- Necht' op_i je libovolný operátor:

$$\$ < op_i \text{ and } op_i > \$$$

Příklad: Část precedenční tabulky pro ukončovače:

\$	<	+
\$	<	*
+	>	\$
*	>	\$



	+	*	\$
+			>
*			>
\$	<	<	

Celkově:

	+	*	()	i	\$
+	>	<	<	>	<	>
*	>	>	<	>	<	>
(<	<	<	=	<	
)	>	>		>		>
i	>	>		>		>
\$	<	<	<		<	

LR syntaktický analyzátor

- Necht' $G = (N, T, P, S)$ je BKG,
kde $N = \{A_1, A_2, \dots, A_n\}$, $T = \{a_1, a_2, \dots, a_m\}$
- LR-syntaktický analyzátor je rozšířený zásobníkový automat M se stavy $Q = \{q_0, q_1, \dots, q_k\}$, kde q_0 je počáteční stav.
- Činnost M je založena na LR tabulce, která má následující dvě části:
 - 1) **Akční část** (tabulka akcí)
 - 2) **Přechodová část** (tabulka přechodů)

Akční část & přechodová část

Akční část:

α	a_1	...	a_j	...	a_p	\$
q_0						
...						
q_i						
...						
q_k						

$\alpha[q_i, a_j] = 1, 2, 3$ nebo 4

- 1) sq : $s = \text{shift}$, $q \in Q$
- 2) rp : $r = \text{redukce}$, $p \in P$
- 3) ☺ : úspěch
- 4) **prázdné políčko**: chyba

Přechodová část:

β	A_1	...	A_j	...	A_q
q_0					
...					
q_i					
...					
q_k					

$\beta[q_i, A_j] = 1$ nebo 2

- 1) q : $q \in Q$
- 2) **prázdné políčko**

LR syntaktický analyzátor: Algoritmus

- **Vstup:** LR tabulka pro $G=(N, T, P, S)$; $x \in T^*$
 - **Výstup:** Právý rozbor x , pokud $x \in L(G)$, jinak chyba
-
- **Metoda:**
 - Vlož $\langle \$, q_0 \rangle$ na zásobník; $stav := q_0$;
 - **repeat**
 - necht' a = aktuální znak na vstupu
 - case** $\alpha[stav, a]$ **of:**
 - **sq:** push($\langle a, q \rangle$) & přečti další symbol a ze vstupu & $stav := q$;
 - **rp:** if $p: A \rightarrow X_1X_2...X_n \in P$ and $\langle ?, q \rangle \langle X_1, ? \rangle \langle X_2, ? \rangle ... \langle X_n, ? \rangle$ je na vrcholu zás. then $stav := \beta[q, A]$ & zaměň $\langle X_1, ? \rangle \langle X_2, ? \rangle ... \langle X_n, ? \rangle$ za $\langle A, stav \rangle$ na zásobníku & zapiš r na výstup else **chyba**
 - 😊: **úspěch**
 - **prázdné políčko: chyba**
 - **until** **úspěch** or **chyba**



LR syntaktický analyzátor: Příklad 1/2

$G_{expr1} = (N, T, P, E)$, kde $N = \{E, F, T\}$, $T = \{i, +, *, (,)\}$,
 $P = \{$
1: $E \rightarrow E+T$,
2: $E \rightarrow T$,
3: $T \rightarrow T*F$,
4: $T \rightarrow F$,
5: $F \rightarrow (E)$,
6: $F \rightarrow i$
}

LR-tabulka pro G_{expr1} :

α	i	$+$	$*$	$($	$)$	$\$$
0	s5			s4		
1		s6				☺
2		r2	s7		r2	r2
3		r4	r4		r4	r4
4	s5			s4		
5		r6	r6		r6	r6
6	s5			s4		
7	s5			s4		
8		s6			s11	
9		r1	s7		r1	r1
10		r3	r3		r3	r3
11		r5	r5		r5	r5

Akční část
pro G_{expr1}

Přechodová
část pro G_{expr1}

β	E	T	F
0	1	2	3
1			
2			
3			
4	8	2	3
5			
6		9	3
7			10
8			
9			
10			
11			

LR syntaktický analyzátor: Příklad 2/2

Pravidla: 1: $E \rightarrow E+T$, 2: $E \rightarrow T$, 3: $T \rightarrow T*F$,
 4: $T \rightarrow F$, 5: $F \rightarrow (E)$, 6: $F \rightarrow i$

Vstupní řetězec: $i * i \$$

Zásobník	St.	Vstup	Akce	Pravidlo
$\langle \$, 0 \rangle$	0	$i*i\$$	$\alpha[0, i] = s5$	
$\langle \$, 0 \rangle \langle i, 5 \rangle$	5	$*i\$$	$\alpha[5, *] = r6$ $\beta[0, F] = 3$	6: $F \rightarrow i$
$\langle \$, 0 \rangle \langle F, 3 \rangle$	3	$*i\$$	$\alpha[3, *] = r4$ $\beta[0, T] = 2$	4: $T \rightarrow F$
$\langle \$, 0 \rangle \langle T, 2 \rangle$	2	$*i\$$	$\alpha[2, *] = s7$	
$\langle \$, 0 \rangle \langle T, 2 \rangle \langle *, 7 \rangle$	7	$i\$$	$\alpha[2, i] = s5$	
$\langle \$, 0 \rangle \langle T, 2 \rangle \langle *, 7 \rangle \langle i, 5 \rangle$	5	$\$$	$\alpha[5, \$] = r6$ $\beta[7, F] = 10$	6: $F \rightarrow i$
$\langle \$, 0 \rangle \langle T, 2 \rangle \langle *, 7 \rangle \langle F, 10 \rangle$	10	$\$$	$\alpha[10, \$] = r3$ $\beta[0, T] = 2$	3: $T \rightarrow T*F$
$\langle \$, 0 \rangle \langle T, 2 \rangle$	2	$\$$	$\alpha[2, \$] = r2$ $\beta[0, E] = 1$	2: $E \rightarrow T$
$\langle \$, 0 \rangle \langle E, 1 \rangle$	1	$\$$	$\alpha[1, \$] = \text{😊}$	Úspěch Pravý rozbor: 64632

Konstrukce LR tabulky: Úvod

- Jeden algoritmus pro syntaktickou analýzu, ale spousta algoritmů pro konstrukci LR-tabulky.

Základní algoritmy pro konstrukci LR tabulky:

- 1) **Simple LR (SLR)**: nejslabší, ale jednoduchý a vytvoří málo stavů
 - 2) **Canonical LR**: více silný, ale vytvoří poměrně hodně stavů
 - 3) **Lookahead LR (LALR)**: nejlepší, protože nejsilnější a vytvoří stejný počet stavů jako SLR
-

Rozšířená gramatika s „hloupým“ pravidlem

Myšlenka: Gramatika se speciálním „startovacím pravidlem“

Definice: Necht' $G = (N, T, P, S)$ je BKG, $S' \notin N$.
Rozšířená gramatika pro G je gramatika
 $G' = (N \cup \{S'\}, T, P \cup \{S' \rightarrow S\}, S')$.

Proč hloupé pravidlo? Až je použito pravidlo $S' \rightarrow S$ a vstupní token je ukončovač řetězce, potom je syntaktická analýza úspěšně dokončena.

Příklad:

$G_{expr1} = (N, T, P, E)$, kde $N = \{E, F, T\}$, $T = \{i, +, *, (,)\}$,
 $P = \{$

1: $E \rightarrow E+T$,	2: $E \rightarrow T$,	3: $T \rightarrow T*F$,
4: $T \rightarrow F$,	5: $F \rightarrow (E)$,	6: $F \rightarrow i$

 $\}$

Rozšířená gramatika pro G_{expr1} :

$G'_{expr1} = (N, T, P, E')$, kde $N = \{E', E, F, T\}$, $T = \{i, +, *, (,)\}$,
 $P = \{$

0: $E' \rightarrow E$,	1: $E \rightarrow E+T$,	2: $E \rightarrow T$,	3: $T \rightarrow T*F$,
4: $T \rightarrow F$,	5: $F \rightarrow (E)$,	6: $F \rightarrow i$	}

Konstrukce LR tabulky: Položky

Myšlenka: Položka je pravidlo s tečkou • na pravé straně pravidla.

Definice: Necht' $G = (N, T, P, S)$ je BKG, $A \rightarrow x \in P$, $x = yz$. Potom $A \rightarrow y \bullet z$ je *položka*.

Příklad: Uvažujme $E \rightarrow E+T$

Všechny položky pro pravidlo $E \rightarrow E+T$ jsou:
 $E \rightarrow \bullet E+T$, $E \rightarrow E \bullet +T$, $E \rightarrow E+ \bullet T$, $E \rightarrow E+T \bullet$

Význam: $A \rightarrow y \bullet z$ říká, že pokud y se vyskytuje na zásobníku a prefix zbytku vstupního řetězce se dá postupně zredukovat na z , potom yz ($= x$) může být zredukováno na A užitím pravidla $A \rightarrow x$.

Uzávěr položek: Algoritmus

Pozn.: Uzávěr položky I , $Closure(I)$ je množina položek definována pomocí následujícího algoritmu:

- **Vstup:** $G = (N, T, P, S)$; položka I
- **Výstup:** $Closure(I)$

• Metoda:

- $Closure(I) := \{I\}$;
- **Používej následující pravidlo, dokud bude možné měnit množinu $Closure(I)$:**
- **if $A \rightarrow y \bullet Bz \in Closure(I)$ and $B \rightarrow x \in P$ then**
přidej položku $B \rightarrow \bullet x$ do $Closure(I)$

Uzávěr položek: Příklad 1/2

$G'_{\text{expr1}} = (N, T, P, E')$, kde $N = \{E', E, F, T\}$, $T = \{i, +, *, (,)\}$,
 $P = \{$

0 : $E' \rightarrow E$,	1 : $E \rightarrow E+T$,	2 : $E \rightarrow T$,	3 : $T \rightarrow T*F$,
4 : $T \rightarrow F$,	5 : $F \rightarrow (E)$,	6 : $F \rightarrow i$	}

Určeme: $Closure(I)$ pro položku $I = E' \rightarrow \bullet E$

$Closure(I) := \{E' \rightarrow \bullet E\}$

1) $E' \rightarrow \bullet E \in Closure(I)$ & $E \rightarrow E+T \in P$:
 přidej $E \rightarrow \bullet E+T$ do $Closure(I)$

$Closure(I) = \{E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E+T\}$

2) $E' \rightarrow \bullet E \in Closure(I)$ & $E \rightarrow T \in P$:
 přidej $E \rightarrow \bullet T$ do $Closure(I)$

$Closure(I) = \{E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T\}$

3) $E \rightarrow \bullet T \in Closure(I)$ & $T \rightarrow T*F \in P$:
 přidej $T \rightarrow \bullet T*F$ do $Closure(I)$

$Closure(I) = \{E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T*F\}$

Uzávěr položek: Příklad 2/2

$G'_{expr1} = (N, T, P, E')$, kde $N = \{E', E, F, T\}$, $T = \{i, +, *, (,)\}$,
 $P = \{$ **0**: $E' \rightarrow E$, **1**: $E \rightarrow E+T$, **2**: $E \rightarrow T$, **3**: $T \rightarrow T*F$,
4: $T \rightarrow F$, **5**: $F \rightarrow (E)$, **6**: $F \rightarrow i$ $\}$

4) $E \rightarrow \bullet T \in \text{Closure}(I)$ & $T \rightarrow F \in P$:
 přidej $T \rightarrow \bullet F$ do $\text{Closure}(I)$

$\text{Closure}(I) = \{E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T*F,$
 $T \rightarrow \bullet F\}$

5) $T \rightarrow \bullet F \in \text{Closure}(I)$ & $F \rightarrow (E) \in P$:
 přidej $F \rightarrow \bullet (E)$ do $\text{Closure}(I)$

$\text{Closure}(I) = \{E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T*F,$
 $T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E)\}$

6) $T \rightarrow \bullet F \in \text{Closure}(I)$ & $F \rightarrow i \in P$:
 přidej $F \rightarrow \bullet i$ do $\text{Closure}(I)$

Celkově:

$\text{Closure}(I) = \{E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T*F,$
 $T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i\}$

Množina Θ_G pro gramatiku G 1/2

Myšlenka: Θ_G je množina všech prefixů pravých stran pravidel z gramatiky G .

Definice: Necht' $G = (N, T, P, S)$ je BKGG.

$$\Theta_G = \{ \langle y \rangle : A \rightarrow y \bullet z \text{ je položka v } G \}$$

Příklad:

$G'_{expr1} = (N, T, P, E')$, kde $N = \{E', E, F, T\}$, $T = \{i, +, *, (,)\}$,
 $P = \{ \begin{array}{llll} 0: E' \rightarrow E, & 1: E \rightarrow E+T, & 2: E \rightarrow T, & 3: T \rightarrow T * F, \\ & 4: T \rightarrow F, & 5: F \rightarrow (E), & 6: F \rightarrow i \end{array} \}$

Určeme: $\Theta_{G'_{expr1}}$

1) Prvky množiny $\Theta_{G'_{expr1}}$ délky 0: $\langle \varepsilon \rangle \in \Theta_{G'_{expr1}}$

2) Prvky množiny $\Theta_{G'_{expr1}}$ délky 1:

$E' \rightarrow \underline{E}, E \rightarrow \underline{E+T}, E \rightarrow \underline{T}, T \rightarrow \underline{T * F}, T \rightarrow \underline{E}, F \rightarrow \underline{(E)}, F \rightarrow \underline{i}$

$\langle E \rangle \in \Theta_{G'_{expr1}}$

$\langle T \rangle \in \Theta_{G'_{expr1}}$

$\langle F \rangle, \langle (\rangle, \langle i \rangle \in \Theta_{G'_{expr1}}$

Množina Θ_G pro gramatiku G 2/2

$$G'_{expr1} = (N, T, P, \mathbf{E}'), \text{ kde } N = \{\mathbf{E}', \mathbf{E}, \mathbf{F}, \mathbf{T}\}, T = \{i, +, *, (,)\},$$

$$P = \left\{ \begin{array}{llll} \mathbf{0}: \mathbf{E}' \rightarrow \mathbf{E}, & \mathbf{1}: \mathbf{E} \rightarrow \mathbf{E}+\mathbf{T}, & \mathbf{2}: \mathbf{E} \rightarrow \mathbf{T}, & \mathbf{3}: \mathbf{T} \rightarrow \mathbf{T}*\mathbf{F}, \\ \mathbf{4}: \mathbf{T} \rightarrow \mathbf{F}, & \mathbf{5}: \mathbf{F} \rightarrow (\mathbf{E}), & \mathbf{6}: \mathbf{F} \rightarrow i & \end{array} \right\}$$

3) Prvky množiny $\Theta_{G'_{expr1}}$ délky 2:

$$\mathbf{E}' \rightarrow \mathbf{E}, \underbrace{\mathbf{E} \rightarrow \mathbf{E}+\mathbf{T}, \mathbf{E} \rightarrow \mathbf{T}}_{\langle \mathbf{E}+\mathbf{T} \rangle \in \Theta_{G'_{expr1}}}, \underbrace{\mathbf{T} \rightarrow \mathbf{T}*\mathbf{F}}_{\langle \mathbf{T}*\mathbf{F} \rangle \in \Theta_{G'_{expr1}}}, \mathbf{T} \rightarrow \mathbf{F}, \underbrace{\mathbf{F} \rightarrow (\mathbf{E})}_{\langle (\mathbf{E}) \rangle \in \Theta_{G'_{expr1}}}, \mathbf{F} \rightarrow i$$

4) Prvky množiny $\Theta_{G'_{expr1}}$ délky 3:

$$\mathbf{E}' \rightarrow \mathbf{E}, \underbrace{\mathbf{E} \rightarrow \mathbf{E}+\mathbf{T}}_{\langle \mathbf{E}+\mathbf{T} \rangle \in \Theta_{G'_{expr1}}}, \mathbf{E} \rightarrow \mathbf{T}, \underbrace{\mathbf{T} \rightarrow \mathbf{T}*\mathbf{F}}_{\langle \mathbf{T}*\mathbf{F} \rangle \in \Theta_{G'_{expr1}}}, \mathbf{T} \rightarrow \mathbf{F}, \underbrace{\mathbf{F} \rightarrow (\mathbf{E})}_{\langle (\mathbf{E}) \rangle \in \Theta_{G'_{expr1}}}, \mathbf{F} \rightarrow i$$

Celkově:

$$\Theta_{G'_{expr1}} = \left\{ \begin{array}{l} \langle \varepsilon \rangle, \langle \mathbf{E} \rangle, \langle \mathbf{T} \rangle, \langle \mathbf{F} \rangle, \langle (\rangle, \langle i \rangle, \langle \mathbf{E}+\mathbf{T} \rangle, \\ \langle \mathbf{T}*\mathbf{F} \rangle, \langle (\mathbf{E}) \rangle, \langle \mathbf{E}+\mathbf{T} \rangle, \langle \mathbf{T}*\mathbf{F} \rangle, \langle (\mathbf{E}) \rangle \end{array} \right\}$$

Contents(x): Algoritmus

Pozn.: Pro všechna $x \in \Theta_G$, *Contents(x)* je množina položek definována pomocí následujícího algoritmu:

- **Vstup:** Rozšířená gramatika $G = (N, T, P, S')$; Θ_G
- **Výstup:** *Contents(x)* pro všechna $x \in \Theta_G$

• **Metoda:**

- $Contents(\langle \varepsilon \rangle) := Closure(S' \rightarrow \bullet S)$;
- **for each** $x \in \Theta_G - \{\langle \varepsilon \rangle\}$: $Contents(x) := \emptyset$
- **Používej následující pravidlo, dokud bude možné měnit nějakou množinu *Contents*:**

if $A \rightarrow y \bullet X z \in Contents(\langle x \rangle)$, kde $X \in N \cup T$
and $\langle x X \rangle \in \Theta_G$ **then**
přidej $Closure(A \rightarrow y X \bullet z)$ do $Contents(\langle x X \rangle)$

Contents(x): Příklad 1/9

$$G'_{\text{expr1}} = (N, T, P, E'), \text{ kde } N = \{E', E, F, T\}, T = \{i, +, *, (,)\},$$

$$P = \left\{ \begin{array}{llll} 0: E' \rightarrow E, & 1: E \rightarrow E+T, & 2: E \rightarrow T, & 3: T \rightarrow T^*F, \\ & 4: T \rightarrow F, & 5: F \rightarrow (E), & 6: F \rightarrow i \end{array} \right\}$$

$$\Theta_{G'_{\text{expr1}}} = \left\{ \begin{array}{l} \langle \varepsilon \rangle, \langle E \rangle, \langle T \rangle, \langle F \rangle, \langle (\rangle, \langle i \rangle, \langle E+ \rangle, \\ \langle T^* \rangle, \langle (E \rangle, \langle E+T \rangle, \langle T^*F \rangle, \langle (E) \rangle \end{array} \right\}$$

$$0) \text{ Contents}(\langle \varepsilon \rangle) := \text{Closure}(E' \rightarrow \bullet E) =$$

$$\{ \checkmark E' \rightarrow \bullet E, \checkmark E \rightarrow \bullet E+T, \checkmark E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T^*F, T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i \}$$

$$E' \rightarrow \bullet E \in \text{Contents}(\langle \varepsilon \rangle) \ \& \ \langle \varepsilon E \rangle = \langle E \rangle \in \Theta_{G'_{\text{expr1}}}: \text{přidej } \text{Closure}(E' \rightarrow E \bullet) = \{E' \rightarrow E \bullet\} \text{ do } \text{Contents}(\langle E \rangle)$$

$$E \rightarrow \bullet E+T \in \text{Contents}(\langle \varepsilon \rangle) \ \& \ \langle \varepsilon E \rangle = \langle E \rangle \in \Theta_{G'_{\text{expr1}}}: \text{přidej } \text{Closure}(E \rightarrow E \bullet + T) = \{E \rightarrow E \bullet + T\} \text{ do } \text{Contents}(\langle E \rangle)$$

$$E \rightarrow \bullet T \in \text{Contents}(\langle \varepsilon \rangle) \ \& \ \langle \varepsilon T \rangle = \langle T \rangle \in \Theta_{G'_{\text{expr1}}}: \text{přidej } \text{Closure}(E \rightarrow T \bullet) = \{E \rightarrow T \bullet\} \text{ do } \text{Contents}(\langle T \rangle)$$

$$E \rightarrow \bullet T \in \text{Contents}(\langle \varepsilon \rangle) \ \& \ \langle \varepsilon T \rangle = \langle T \rangle \in \Theta_{G'_{\text{expr1}}}: \text{přidej } \text{Closure}(E \rightarrow T \bullet) = \{E \rightarrow T \bullet\} \text{ do } \text{Contents}(\langle T \rangle)$$

$$E \rightarrow \bullet T \in \text{Contents}(\langle \varepsilon \rangle) \ \& \ \langle \varepsilon T \rangle = \langle T \rangle \in \Theta_{G'_{\text{expr1}}}: \text{přidej } \text{Closure}(E \rightarrow T \bullet) = \{E \rightarrow T \bullet\} \text{ do } \text{Contents}(\langle T \rangle)$$

$$\text{přidej } \text{Closure}(E \rightarrow T \bullet) = \{E \rightarrow T \bullet\} \text{ do } \text{Contents}(\langle T \rangle)$$

Contents(x): Příklad 2/9

⋮

$Contents(\langle \epsilon \rangle) =$

$\{ \overset{\checkmark}{E} \rightarrow \bullet E, \overset{\checkmark}{E} \rightarrow \bullet E+T, \overset{\checkmark}{E} \rightarrow \bullet T, \overset{\checkmark}{T} \rightarrow \bullet T^*F, \overset{\checkmark}{T} \rightarrow \bullet F, \overset{\checkmark}{F} \rightarrow \bullet (E), \overset{\checkmark}{F} \rightarrow \bullet i \}$

$T \rightarrow \bullet T^*F \in Contents(\langle \epsilon \rangle) \ \& \ \langle \epsilon T \rangle = \langle T \rangle \in \Theta_{G'expr1}:$

přidej $Closure(T \rightarrow T \bullet^*F) = \{ T \rightarrow T \bullet^*F \}$ do $Contents(\langle T \rangle)$

$T \rightarrow \bullet F \in Contents(\langle \epsilon \rangle) \ \& \ \langle \epsilon F \rangle = \langle F \rangle \in \Theta_{G'expr1}:$

přidej $Closure(T \rightarrow F \bullet) = \{ T \rightarrow F \bullet \}$ do $Contents(\langle F \rangle)$

$F \rightarrow \bullet (E) \in Contents(\langle \epsilon \rangle) \ \& \ \langle \epsilon (\rangle = \langle (\rangle \in \Theta_{G'expr1}:$

přidej $Closure(F \rightarrow (\bullet E)) = \{ F \rightarrow (\bullet E), E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T^*F, T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i \}$ do $Contents(\langle (\rangle)$

$F \rightarrow \bullet i \in Contents(\langle \epsilon \rangle) \ \& \ \langle \epsilon i \rangle = \langle i \rangle \in \Theta_{G'expr1}:$

přidej $Closure(F \rightarrow i \bullet) = \{ F \rightarrow i \bullet \}$ do $Contents(\langle i \rangle)$

Contents(x): Příklad 3/9

$$\checkmark \text{Contents}(\langle \varepsilon \rangle) = \{E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T^*F, \\ T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i\}$$

$$\text{Contents}(\langle E \rangle) = \{E' \rightarrow E\bullet, E \rightarrow E\bullet+T\}$$

$$\text{Contents}(\langle T \rangle) = \{E \rightarrow T\bullet, T \rightarrow T\bullet^*F\}$$

$$\text{Contents}(\langle F \rangle) = \{T \rightarrow F\bullet\}$$

$$\text{Contents}(\langle (\rangle) = \{F \rightarrow (\bullet E), E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T^*F, \\ T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i\}$$

$$\text{Contents}(\langle i \rangle) = \{F \rightarrow i\bullet\}$$

$$\text{Contents}(\langle E+ \rangle) = \emptyset$$

$$\text{Contents}(\langle T^* \rangle) = \emptyset$$

$$\text{Contents}(\langle (E \rangle) = \emptyset$$

$$\text{Contents}(\langle E+T \rangle) = \emptyset$$

$$\text{Contents}(\langle T^*F \rangle) = \emptyset$$

$$\text{Contents}(\langle (E) \rangle) = \emptyset$$

Contents(x): Příklad 4/9

1) $Contents(\langle E \rangle) = \{E \checkmark \rightarrow E\bullet, E \checkmark \rightarrow E\bullet+T\}$:

$E \rightarrow E\bullet$: *nic*

$E \rightarrow E\bullet+T \in Contents(\langle E \rangle) \ \& \ \langle E+ \rangle \in \Theta_{G'expr1}$:

přidej $Closure(E \rightarrow E\bullet+T) = \{E \rightarrow E\bullet+T, T \rightarrow \bullet T^*F, T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet(E), F \rightarrow \bullet i\}$ do $Contents(\langle E+ \rangle)$

2) $Contents(\langle T \rangle) = \{E \checkmark \rightarrow T\bullet, T \checkmark \rightarrow T\bullet^*F\}$:

$E \rightarrow T\bullet$: *nic*

$T \rightarrow T\bullet^*F \in Contents(\langle T \rangle) \ \& \ \langle T^* \rangle \in \Theta_{G'expr1}$:

přidej $Closure(T \rightarrow T\bullet^*F) = \{T \rightarrow T\bullet^*F, F \rightarrow \bullet(E), F \rightarrow \bullet i\}$ do $Contents(\langle T^* \rangle)$

3) $Contents(\langle F \rangle) = \{T \checkmark \rightarrow F\bullet\}$:

$T \rightarrow F\bullet$: *nic*

Contents(x): Příklad 5/9

4) $Contents(< (>) =$

$\{F \rightarrow (\bullet E), E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T*F, T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i\}$

$F \rightarrow (\bullet E) \in Contents(< (>) \ \& \ < (E > \in \Theta_{G'expr1}:$

přidej $Closure(F \rightarrow (E\bullet)) = \{F \rightarrow (E\bullet)\}$ do $Contents(< (E >)$

$F \rightarrow \bullet E+T \in Contents(< (>) \ \& \ < (E > \in \Theta_{G'expr1}:$

přidej $Closure(F \rightarrow E\bullet+T) = \{F \rightarrow E\bullet+T\}$ do $Contents(< (E >)$

$E \rightarrow \bullet T \in Contents(< (>) \quad \text{avšak } < (T > \notin \Theta_{G'expr1} : \text{nic}$

$T \rightarrow \bullet T*F \in Contents(< (>) \quad \text{avšak } < (T > \notin \Theta_{G'expr1} : \text{nic}$

$T \rightarrow \bullet F \in Contents(< (>) \quad \text{avšak } < (F > \notin \Theta_{G'expr1} : \text{nic}$

$F \rightarrow \bullet (E) \in Contents(< (>) \quad \text{avšak } < ((> \notin \Theta_{G'expr1} : \text{nic}$

$T \rightarrow \bullet i \in Contents(< (>) \quad \text{avšak } < (i > \notin \Theta_{G'expr1} : \text{nic}$

5) $Contents(< i >) = \{F \rightarrow \bullet i\}:$

$F \rightarrow i\bullet : \text{nic}$

Contents(x): Příklad 6/9

$$\checkmark \text{Contents}(\langle \varepsilon \rangle) = \{E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T*F, \\ T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle E \rangle) = \{E' \rightarrow E\bullet, E \rightarrow E\bullet+T\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle T \rangle) = \{E \rightarrow T\bullet, T \rightarrow T\bullet*F\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle F \rangle) = \{T \rightarrow F\bullet\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle (\rangle) = \{F \rightarrow (\bullet E), E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T*F, \\ T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle i \rangle) = \{F \rightarrow i\bullet\}$$

$$\text{Contents}(\langle E+ \rangle) = \{E \rightarrow E+\bullet T, T \rightarrow \bullet T*F, T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), \\ F \rightarrow \bullet i\}$$

$$\text{Contents}(\langle T* \rangle) = \{T \rightarrow T*\bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i\}$$

$$\text{Contents}(\langle (E \rangle) = \{F \rightarrow (E\bullet), E \rightarrow E\bullet+T\}$$

$$\text{Contents}(\langle E+T \rangle) = \emptyset$$

$$\text{Contents}(\langle T*F \rangle) = \emptyset$$

$$\text{Contents}(\langle (E) \rangle) = \emptyset$$

Contents(x): Příklad 7/9

6) $Contents(\langle E+ \rangle) =$

$\{ \checkmark E \rightarrow E+ \bullet T, \checkmark T \rightarrow \bullet T * F, \checkmark T \rightarrow \bullet F, \checkmark F \rightarrow \bullet (E), \checkmark F \rightarrow \bullet i \}$

$E \rightarrow E+ \bullet T \in Contents(\langle E+ \rangle) \ \& \ \langle E+T \rangle \in \Theta_{G'expr1}$:

přidej $Closure(E \rightarrow E+T \bullet) = \{ E \rightarrow E+T \bullet \}$ do $Contents(\langle E+T \rangle)$

$T \rightarrow \bullet T * F \in Contents(\langle E+ \rangle) \ \& \ \langle E+T \rangle \in \Theta_{G'expr1}$:

přidej $Closure(T \rightarrow T \bullet * F) = \{ T \rightarrow T \bullet * F \}$ do $Contents(\langle E+T \rangle)$

$T \rightarrow \bullet F \in Contents(\langle E+ \rangle)$ avšak $\langle E+F \rangle \notin \Theta_{G'expr1}$: nic

$F \rightarrow \bullet (E) \in Contents(\langle E+ \rangle)$ avšak $\langle E+ (\rangle \notin \Theta_{G'expr1}$: nic

$T \rightarrow \bullet i \in Contents(\langle E+ \rangle)$ avšak $\langle E+ i \rangle \notin \Theta_{G'expr1}$: nic

7) $Contents(\langle T* \rangle) = \{ \checkmark T \rightarrow T* \bullet F, \checkmark F \rightarrow \bullet (E), \checkmark F \rightarrow \bullet i \}$

$T \rightarrow T* \bullet F \in Contents(\langle T* \rangle) \ \& \ \langle T*F \rangle \in \Theta_{G'expr1}$:

přidej $Closure(T \rightarrow T*F \bullet) = \{ T \rightarrow T*F \bullet \}$ do $Contents(\langle T*F \rangle)$

$F \rightarrow \bullet (E) \in Contents(\langle T* \rangle)$ avšak $\langle T* (\rangle \notin \Theta_{G'expr1}$: nic

$T \rightarrow \bullet i \in Contents(\langle T* \rangle)$ avšak $\langle T* i \rangle \notin \Theta_{G'expr1}$: nic

Contents(x): Příklad 8/9

$$8) \text{ Contents}(\langle (E) \rangle) = \{ \cancel{F} \rightarrow (E\bullet), \cancel{E} \rightarrow E\bullet+T \}$$

$$F \rightarrow (E\bullet) \in \text{Contents}(\langle (E) \rangle) \ \& \ \langle (E) \rangle \in \Theta_{G'_{\text{expr1}}}$$

přidej $\text{Closure}(E \rightarrow (E)\bullet) = \{ F \rightarrow (E)\bullet \}$ do $\text{Contents}(\langle (E) \rangle)$

$$E \rightarrow E\bullet+T \in \text{Contents}(\langle (E) \rangle) \ \text{avšak} \ \langle (E+) \rangle \notin \Theta_{G'_{\text{expr1}}} : \text{nic}$$

$$9) \text{ Contents}(\langle E+T \rangle) = \{ \cancel{E} \rightarrow E+T\bullet, \cancel{T} \rightarrow T\bullet * F \}$$

$$E \rightarrow E+T\bullet : \text{nic}$$

$$T \rightarrow T\bullet * F \in \text{Contents}(\langle E+T \rangle) \ \text{avšak} \ \langle E+T^* \rangle \notin \Theta_{G'_{\text{expr1}}} : \text{nic}$$

$$10) \text{ Contents}(\langle E+T \rangle) = \{ \cancel{T} \rightarrow T^*F\bullet \}$$

$$T \rightarrow T^*F\bullet : \text{nic}$$

$$11) \text{ Contents}(\langle (E) \rangle) = \{ \cancel{F} \rightarrow (E)\bullet \}$$

$$F \rightarrow (E)\bullet : \text{nic}$$

Contents(x): Příklad 9/9

$$\checkmark \text{Contents}(\langle \varepsilon \rangle) = \{E' \rightarrow \bullet E, E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T^*F, \\ T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle E \rangle) = \{E' \rightarrow E\bullet, E \rightarrow E\bullet+T\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle T \rangle) = \{E \rightarrow T\bullet, T \rightarrow T\bullet^*F\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle F \rangle) = \{T \rightarrow F\bullet\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle (\rangle) = \{F \rightarrow (\bullet E), E \rightarrow \bullet E+T, E \rightarrow \bullet T, T \rightarrow \bullet T^*F, \\ T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle i \rangle) = \{F \rightarrow i\bullet\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle E+ \rangle) = \{E \rightarrow E+\bullet T, T \rightarrow \bullet T^*F, T \rightarrow \bullet F, F \rightarrow \bullet (E), \\ F \rightarrow \bullet i\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle T^* \rangle) = \{T \rightarrow T^*\bullet F, F \rightarrow \bullet (E), F \rightarrow \bullet i\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle (E \rangle) = \{F \rightarrow (E\bullet), E \rightarrow E\bullet+T\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle E+T \rangle) = \{E \rightarrow E+T\bullet, T \rightarrow T\bullet^*F\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle T^*F \rangle) = \{T \rightarrow T^*F\bullet\}$$

$$\checkmark \text{Contents}(\langle (E) \rangle) = \{F \rightarrow (E)\bullet\}$$

Konstrukce LR tabulky: Algoritmus

- **Vstup:** Rozšířená gramatika $G = (N, T, P, S')$; Θ_G ;
 $Contents(x)$ for all $x \in \Theta_G$; $Follow(A)$ pro všechna $x \in A$
 - **Výstup:** LR tabulka pro G (α = akční č., β = přechodová č.)
-
- **Metoda:**
 - $StatesOfTable := \Theta_G$; $StartingState := \langle \epsilon \rangle$
 - for each $\langle x \rangle \in \Theta_G$ do
 - for each $I \in Contents(\langle x \rangle)$ do
 - case I of
 - $I = A \rightarrow y \bullet X z$, kde $X \in N$:
if $A \rightarrow y X \bullet z \in Contents(\langle q \rangle)$ then $\beta[\langle x \rangle, X] := \langle q \rangle$
 - $I = A \rightarrow y \bullet X z$, kde $X \in T$:
if $A \rightarrow y X \bullet z \in Contents(\langle q \rangle)$ then $\alpha[\langle x \rangle, X] := s \langle q \rangle$
 - $I = S' \rightarrow S \bullet$: $\alpha[\langle x \rangle, \$] := \text{☺}$
 - $I = A \rightarrow y \bullet$ ($A \neq S'$):
for each $a \in Follow(A)$ do $\alpha[\langle x \rangle, a] := rp$,
 kde p je návěští pravidla $A \rightarrow y$

Konstrukce LR tabulky: Příklad 1/5

Určeme: LR-tabulku pro G_{expr1}

	α						β			
	i	$+$	$*$	$($	$)$	$\$$	E	T	F	
$\langle \epsilon \rangle$							$\langle E \rangle$	$\langle T \rangle$	$\langle F \rangle$	
$\langle E \rangle$	$Contents(\langle \epsilon \rangle):$									
$\langle T \rangle$	$I = E' \rightarrow \bullet E \in Contents(\langle \epsilon \rangle):$									
$\langle F \rangle$	$E' \rightarrow E \bullet \in Contents(\langle E \rangle): \beta[\langle \epsilon \rangle, E] := \langle E \rangle$									
$\langle (\rangle$										
$\langle i \rangle$	$I = E \rightarrow \bullet E + T \in Contents(\langle \epsilon \rangle):$									
$\langle E + \rangle$	$E \rightarrow E \bullet + T \in Contents(\langle E \rangle): \beta[\langle \epsilon \rangle, E] := \langle E \rangle$									
$\langle T * \rangle$										
$\langle (E \rangle$	$I = E \rightarrow \bullet T \in Contents(\langle \epsilon \rangle):$									
$\langle E + T \rangle$	$E \rightarrow T \bullet \in Contents(\langle T \rangle): \beta[\langle \epsilon \rangle, T] := \langle T \rangle$									
$\langle T * F \rangle$										
$\langle (E) \rangle$	$I = E \rightarrow \bullet T * F \in Contents(\langle \epsilon \rangle):$									
	$E \rightarrow T \bullet * F \in Contents(\langle T \rangle): \beta[\langle \epsilon \rangle, T] := \langle T \rangle$									
	$I = E \rightarrow \bullet F \in Contents(\langle \epsilon \rangle):$									
	$E \rightarrow F \bullet \in Contents(\langle F \rangle): \beta[\langle \epsilon \rangle, F] := \langle F \rangle$									

Konstrukce LR tabulky: Příklad 2/5

Určeme: LR-tabulku pro G_{expr1}

	α						β		
	i	$+$	$*$	$($	$)$	$\$$	E	T	F
$\langle \epsilon \rangle$	$s\langle i \rangle$			$s\langle (\rangle$			$\langle E \rangle$	$\langle T \rangle$	$\langle F \rangle$
$\langle E \rangle$									
$\langle T \rangle$									
$\langle F \rangle$									
$\langle (\rangle$									
$\langle i \rangle$									
$\langle E+ \rangle$									
$\langle T^* \rangle$									
$\langle (E \rangle$									
$\langle E+T \rangle$									
$\langle T^*F \rangle$									
$\langle (E) \rangle$									

$Contents(\langle \epsilon \rangle)$:
 $I = F \rightarrow \bullet(E) \in Contents(\langle \epsilon \rangle)$:
 $F \rightarrow (\bullet E) \in Contents(\langle (\rangle)$: $\alpha[\langle \epsilon \rangle, (] := s\langle (\rangle$

$I = F \rightarrow \bullet i \in Contents(\langle \epsilon \rangle)$:
 $F \rightarrow i\bullet \in Contents(\langle i \rangle)$: $\alpha[\langle \epsilon \rangle, E] := s\langle i \rangle$

Konstrukce LR tabulky: Příklad 3/5

Určeme: LR-tabulku pro G_{expr1}

	α						β		
	i	$+$	$*$	$($	$)$	$\$$	E	T	F
$\langle \epsilon \rangle$	$s\langle i \rangle$			$s\langle (\rangle$			$\langle E \rangle$	$\langle T \rangle$	$\langle F \rangle$
$\langle E \rangle$		$s\langle E+ \rangle$				☺			
$\langle T \rangle$									
$\langle F \rangle$									
$\langle (\rangle$									
$\langle i \rangle$									
$\langle E+ \rangle$									
$\langle T* \rangle$									
$\langle (E \rangle$									
$\langle E+T \rangle$									
$\langle T*F \rangle$									
$\langle (E) \rangle$									

$Contents(\langle E \rangle)$:
 $I = E' \rightarrow E \bullet \in Contents(\langle E \rangle): \alpha[\langle E \rangle, \$] := ☺$
 $I = E \rightarrow E \bullet + T \in Contents(\langle E \rangle)$:
 $E \rightarrow E + \bullet T \in Contents(\langle E+ \rangle): \alpha[\langle E+ \rangle, +] = s\langle E+ \rangle$

Konstrukce LR tabulky: Příklad 4/5

Určeme: LR-tabulku pro G_{expr1}

	α						β		
	i	$+$	$*$	$($	$)$	$\$$	E	T	F
$\langle \epsilon \rangle$	$s\langle i \rangle$			$s\langle (\rangle$			$\langle E \rangle$	$\langle T \rangle$	$\langle F \rangle$
$\langle E \rangle$		$s\langle E+ \rangle$				☺			
$\langle T \rangle$		$r2$	$s\langle T* \rangle$		$r2$	$r2$			
$\langle F \rangle$									
$\langle (\rangle$									
$\langle i \rangle$									
$\langle E+ \rangle$									
$\langle T* \rangle$									
$\langle (E \rangle$									
$\langle E+T \rangle$									
$\langle T*F \rangle$									
$\langle (E \rangle$									

$Contents(\langle T \rangle)$:

$I = E \rightarrow T \bullet \in Contents(\langle T \rangle)$: $Follow(E) = \{+,), \$\}$

$\alpha[\langle T \rangle, +] = \alpha[\langle T \rangle,)] = \alpha[\langle T \rangle, \$] := r2$

Pozn.: $E \rightarrow T$ je pravidlo s návěštím 2

$I = T \rightarrow T \bullet * F \in Contents(\langle T \rangle)$:

$T \rightarrow T^* \bullet F \in Contents(\langle T^* \rangle)$: $\alpha[\langle E \rangle, +] = s\langle T^* \rangle$

Zbytek tabulky by se sestrojil analogicky.

Konstrukce LR tabulky: Příklad 5/5

Výsledná LR tabulka pro G_{expr1}

	α						β		
	i	$+$	$*$	$($	$)$	$\$$	E	T	F
$\langle \epsilon \rangle$	$s\langle i \rangle$			$s\langle (\rangle$			$\langle E \rangle$	$\langle T \rangle$	$\langle F \rangle$
$\langle E \rangle$		$s\langle E+ \rangle$				☺			
$\langle T \rangle$		$r2$	$s\langle T* \rangle$		$r2$	$r2$			
$\langle F \rangle$		$r4$	$r4$		$r4$	$r4$			
$\langle (\rangle$	$s\langle i \rangle$			$s\langle (\rangle$			$\langle (E \rangle$	$\langle T \rangle$	$\langle F \rangle$
$\langle i \rangle$		$r6$	$r6$		$r6$	$r6$			
$\langle E+ \rangle$	$s\langle i \rangle$			$s\langle (\rangle$				$\langle E+T \rangle$	$\langle F \rangle$
$\langle T* \rangle$	$s\langle i \rangle$			$s\langle (\rangle$					$\langle T*F \rangle$
$\langle (E \rangle$		$s\langle E+ \rangle$			$s\langle (E \rangle$				
$\langle E+T \rangle$		$r1$	$s\langle T* \rangle$		$r1$	$r1$			
$\langle T*F \rangle$		$r3$	$r3$		$r3$	$r3$			
$\langle (E \rangle$		$r5$	$r5$		$r5$	$r5$			

Přejmenování stavů

Přejmenovat stavy:

Old	New
$\langle \varepsilon \rangle$	0
$\langle E \rangle$	1
$\langle T \rangle$	2
$\langle F \rangle$	3
$\langle (\rangle$	4
$\langle i \rangle$	5
$\langle E+ \rangle$	6
$\langle T^* \rangle$	7
$\langle (E \rangle$	8
$\langle E+T \rangle$	9
$\langle T^*F \rangle$	10
$\langle (E) \rangle$	11

LR tabulka pro G_{expr1} s přejmenovanými stavy:

α	i	+	*	()	\$
0	s5			s4		
1		s6				☺
2		r2	s7		r2	r2
3		r4	r4		r4	r4
4	s5			s4		
5		r6	r6		r6	r6
6	s5			s4		
7	s5			s4		
8		s6			s11	
9		r1	s7		r1	r1
10		r3	r3		r3	r3
11		r5	r5		r5	r5

β	E	T	F
0	1	2	3
1			
2			
3			
4	8	2	3
5			
6		9	3
7			10
8			
9			
10			
11			