

Ďalšie úlohy na cvičenie:

- Ku každej gramatike zostrojíte rozkladovú tabuľku a zistíte, či je to $LL(1)$ gramatika. Ak áno, nájdite akceptačný výpočet pre uvedené slovo w príslušným $LL(1)$ analyzátorom.

(a) G_1 , slovo abc .

$$S \rightarrow ABc$$

$$A \rightarrow a \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon.$$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	c	ε
S	$S \rightarrow ABc$	$S \rightarrow ABc$	$S \rightarrow ABc$	
A	$A \rightarrow a$	$A \rightarrow \varepsilon$	$A \rightarrow \varepsilon$	
B		$B \rightarrow b$	$B \rightarrow \varepsilon$	

Gramatika je $LL(1)$, výpočet reťazca abc :

Zvyšok vstupu	Zásobník \square	Akcia
abc	S	E1
abc	ABc	E2
abc	aBc	P
bc	Bc	E4
bc	bc	P
c	c	P
ε	ε	A

(b) G_2 : slovo ab .

$$S \rightarrow Ab$$

$$A \rightarrow a \mid B \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon.$$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	ε
S	$S \rightarrow Ab$	$S \rightarrow Ab$	
A	$A \rightarrow a$	$A \rightarrow B, A \rightarrow \varepsilon$	
B		$B \rightarrow b, B \rightarrow \varepsilon$	

Gramatika nie je $LL(1)$.

(c) G_3 : slovo *aabee*.

$S \rightarrow aSe \mid A$
 $A \rightarrow cAe \mid B \mid b$
 $B \rightarrow cBe \mid D$
 $C \rightarrow d$.

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>e</i>	ε
<i>S</i>	$S \rightarrow aSe$	$S \rightarrow A$	$S \rightarrow A$	$S \rightarrow A$		
<i>A</i>		$A \rightarrow b$	$A \rightarrow cAe, A \rightarrow B$	$A \rightarrow B$		
<i>B</i>			$B \rightarrow cBe$	$B \rightarrow C$		
<i>C</i>				$C \rightarrow d$		

Gramatika nie je $LL(1)$.

(d) G_4 : reťazec **štart** *pokiaľ* **p2** *rob* **príkaz1**; **príkaz2** *koniec*.

1. $\langle \text{program} \rangle \rightarrow \mathbf{štart} \langle \text{príkazy} \rangle \mathbf{koniec}$
2. $\langle \text{príkazy} \rangle \rightarrow \langle \text{príkaz} \rangle ; \langle \text{príkazy} \rangle$
3. $\langle \text{príkazy} \rangle \rightarrow \varepsilon$
4. $\langle \text{príkaz} \rangle \rightarrow \langle \text{výraz} \rangle$
5. $\langle \text{príkaz} \rangle \rightarrow \mathbf{ak} \langle \text{podmienka} \rangle \mathbf{potom} \langle \text{príkaz} \rangle$
6. $\langle \text{príkaz} \rangle \rightarrow \mathbf{pokiaľ} \langle \text{podmienka} \rangle \mathbf{rob} \langle \text{príkaz} \rangle$
7. $\langle \text{výraz} \rangle \rightarrow \mathbf{príkaz1}$
8. $\langle \text{výraz} \rangle \rightarrow \mathbf{príkaz2}$
9. $\langle \text{podmienka} \rangle \rightarrow \mathbf{p1}$
10. $\langle \text{podmienka} \rangle \rightarrow \mathbf{p2}$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	štart	koniec	pokiaľ	rob	p1	p2	príkaz1	príkaz2	;	ak	potom	ε
$\langle \text{program} \rangle$	1.											
$\langle \text{príkazy} \rangle$		3.	2.				2.	2.		2.		
$\langle \text{príkaz} \rangle$			6.				4.	4.		5.		
$\langle \text{výraz} \rangle$							7.	8.				
$\langle \text{podmienka} \rangle$					9.	10.						

Gramatika je $LL(1)$, výpočet **štart** *pokiaľ* **p2** *rob* **príkaz1**; **príkaz2** *koniec* je na ďalšej strane:

Zvyšok vstupu	Zásobník \square	Akcia
štart pokiaľ ...	<program >	E1
štart pokiaľ ...	štart <príkazy >koniec	P
pokiaľ p2 ...	<príkazy >koniec	E2
pokiaľ p2 ...	<príkaz >; <príkazy >koniec	E6
pokiaľ p2 ...	pokiaľ <podmienka >rob <príkaz >; <príkazy >koniec	P
p2 rob ...	<podmienka >rob <príkaz >; <príkazy >koniec	E10
p2 rob ...	p2 rob <príkaz >; <príkazy >koniec	P
rob príkaz1 ...	rob <príkaz >; <príkazy >koniec	P
príkaz1 ; ...	<príkaz >; <príkazy >koniec	E4
príkaz1 ; ...	<výraz >; <príkazy >koniec	E7
príkaz1 ; ...	príkaz1 ; <príkazy >koniec	P
; príkaz2 ...	; <príkazy >koniec	P
príkaz2 koniec	<príkazy >koniec	E2
príkaz2 koniec	<príkaz >; <príkazy >koniec	E4
príkaz2 koniec	<výraz >; <príkazy >koniec	E8
príkaz2 koniec	príkaz2 ; <príkazy >koniec	P
koniec	; <príkazy >koniec	SYNTAX ERROR

Syntaktický analyzátor skončil s chybou - na vrchu zásobníka má bodkočiarku, t.j. v danom momente očakával, že na vstupe bude bodkočiarka. Avšak na vstupe je slovo **koniec**, teda nie je možné uskutočniť porovnanie a výpočet končí so syntaktickou chybou. Naozaj vidíme, že v tejto gramatike by mal byť každý príkaz (**príkaz1**, **príkaz2**) ukončený bodkočiarkou, avšak vstupný reťazec toto nespĺňal.

2. Zistite, či sú príslušné gramatiky $LL(1)$ -gramatikami. Ak sú, simulujte v nich výpočet reťazca podľa vlastného výberu.

$$(a) \quad \begin{aligned} S &\rightarrow aA \mid aB \\ A &\rightarrow aAb \mid \varepsilon \\ B &\rightarrow bB \mid c \end{aligned}$$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	c	ε
S	$S \rightarrow aA, S \rightarrow aB$			
A	$A \rightarrow aAb$	$A \rightarrow \varepsilon$		$A \rightarrow \varepsilon$
B		$B \rightarrow bB$	$B \rightarrow c$	

Gramatika nie je $LL(1)$, výpočet nerobíme.

- (b) $S \rightarrow aAb \mid CA$
 $A \rightarrow cCa \mid \varepsilon$
 $C \rightarrow bAb \mid \varepsilon$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	c	ε
S	$S \rightarrow aAb$	$S \rightarrow CA$	$S \rightarrow CA$	$S \rightarrow CA$
A		$A \rightarrow \varepsilon$	$A \rightarrow cCa$	$A \rightarrow \varepsilon$
C	$C \rightarrow \varepsilon$	$C \rightarrow bAb$	$C \rightarrow \varepsilon$	$C \rightarrow \varepsilon$

Gramatika je $LL(1)$. Parsing reťazca $bbca$:

Zvyšok vstupu	Zásobník \sqsupset	Akcia
$bbca$	S	E, $S \rightarrow CA$
$bbca$	CA	E, $C \rightarrow bAb$
$bbca$	$bAbA$	P
bca	AbA	E, $A \rightarrow \varepsilon$
bca	bA	P
ca	A	E, $A \rightarrow cCa$
ca	cCa	P
a	Ca	E, $C \rightarrow \varepsilon$
a	a	P
ε	ε	A

Parsing reťazca bb :

Zvyšok vstupu	Zásobník \sqsupset	Akcia
bb	S	E, $S \rightarrow CA$
bb	CA	E, $C \rightarrow bAb$
bb	$bAbA$	P
b	AbA	E, $A \rightarrow \varepsilon$
b	bA	P
ε	A	E, $A \rightarrow \varepsilon$
ε	ε	A

- (c) $S \rightarrow A$
 $A \rightarrow aBa \mid Sb$
 $B \rightarrow \varepsilon \mid bBa$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	ε
S	$S \rightarrow A$		
A	$A \rightarrow aBa, A \rightarrow Sb$		
B	$B \rightarrow \varepsilon$	$B \rightarrow bBa$	

Gramatika nie je $LL(1)$.

- (d) (v tejto gramatike sú terminály $T = \{\mathbf{id}, =, \mathbf{num}\}$)

- $S \rightarrow \mathbf{id} A$
 $A \rightarrow V = E \mid \varepsilon$
 $V \rightarrow \varepsilon$
 $E \rightarrow \mathbf{id} V \mid \mathbf{num}$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	num	=	id	ε
S			$S \rightarrow \mathbf{id} A$	
A		$A \rightarrow V = E$		$A \rightarrow \varepsilon$
V		$V \rightarrow \varepsilon$		$V \rightarrow \varepsilon$
E	$E \rightarrow \mathbf{num}$		$E \rightarrow \mathbf{id} V$	

Gramatika je $LL(1)$.

Neúspešný parsing reťazca $\mathbf{id} = \mathbf{id} = \mathbf{num}$, ktorý nemá deriváciu:

Zvyšok vstupu	Zásobník \square	Akcia
$\mathbf{id} = \mathbf{id} = \mathbf{num}$	S	E, $S \rightarrow \mathbf{id} A$
$\mathbf{id} = \mathbf{id} = \mathbf{num}$	$\mathbf{id} A$	P
$= \mathbf{id} = \mathbf{num}$	A	E, $A \rightarrow V = E$
$= \mathbf{id} = \mathbf{num}$	$V = E$	E, $V \rightarrow \varepsilon$
$= \mathbf{id} = \mathbf{num}$	$= E$	P
$\mathbf{id} = \mathbf{num}$	E	E, $E \rightarrow \mathbf{id} V$
$\mathbf{id} = \mathbf{num}$	$\mathbf{id} V$	P
$= \mathbf{num}$	V	E, $V \rightarrow \varepsilon$
$= \mathbf{num}$	ε	SYNTAX ERROR

- (e) $S \rightarrow Sab \mid Ab$
 $A \rightarrow aAb \mid \varepsilon$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	ε
S	$S \rightarrow Sab, S \rightarrow Ab$	$S \rightarrow Sab, S \rightarrow Ab$	
A	$A \rightarrow aAb$	$A \rightarrow \varepsilon$	

Gramatika nie je $LL(1)$.

- (f) $S \rightarrow abAcD \mid bS$
 $A \rightarrow BCD$
 $B \rightarrow bB \mid D$
 $C \rightarrow a \mid \varepsilon$
 $D \rightarrow \varepsilon$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	c	ε
S	$S \rightarrow abAcD$	$S \rightarrow bS$		
A	$A \rightarrow BCD$	$A \rightarrow BCD$	$A \rightarrow BCD$	
B	$B \rightarrow D$	$B \rightarrow bB$	$B \rightarrow D$	
C	$C \rightarrow a$		$C \rightarrow \varepsilon$	
D	$D \rightarrow \varepsilon$		$D \rightarrow \varepsilon$	$D \rightarrow \varepsilon$

Gramatika je $LL(1)$. Parsing reťazca abc , ktorý je akceptovaný (má deriváciu):

Zvyšok vstupu	Zásobník $\bar{\square}$	Akcia
abc	S	E, $S \rightarrow abAcD$
abc	$abAcD$	P
bc	$bAcD$	P
c	AcD	E, $A \rightarrow BCD$
c	$BCDcD$	E, $B \rightarrow D$
c	$DCDcD$	E, $D \rightarrow \varepsilon$
c	$CDcD$	E, $C \rightarrow \varepsilon$
c	DcD	E, $D \rightarrow \varepsilon$
c	cD	P
ε	D	E, $D \rightarrow \varepsilon$
ε	ε	A