

Consider the following grammar:

$$\begin{array}{lll} \textit{Start} & \rightarrow & E \$ \\ E & \rightarrow & (L) \mid a \\ L & \rightarrow & EL \mid E \end{array}$$

1. Construct the DFA of LR(0) items.
2. Construct the LALR(1) parsing table.
3. Show the parsing stack and the actions of an LALR(1) parser for the input string  $((a)a(aa))\$$ .

國立成功大學 學年度第 學期考試試卷			National Cheng Kung University Examination Sheet for Academic Year:		Semester:	年 月 日 Year Month Day
姓名 Name			科目名稱 Subject Name			教師簽章 Signature of Instructor
學號 Student No.						
院系 College	學院 College	系 年 班 Department Year Class	評閱成績 Score			

LR(0), DFA.

Start  $\rightarrow E\$$   
 $E \rightarrow (L)^b | a^c$   
 $L \rightarrow EL^d | E^c$

Item 0. CLO = Closure

$CLO(\{Start \rightarrow \cdot E \$\}) = \{Start \rightarrow \cdot E \$, E \rightarrow \cdot (L), E \rightarrow \cdot a\}$ .  
 (non terminal.)  
 這知道從 0 又生出 3 個東西要推。  
 • 後有 E, (, a.

Item 1

$Go(0, E) = \text{從 0 吃一個 } E = CLO(\{Start \rightarrow E \cdot \$\}) = \{Start \rightarrow E \cdot \$\}$ .

Item 2

$Go(0, () = \text{從 0 吃一個 } ( = CLO(\{E \rightarrow (\cdot L)\}) = \{E \rightarrow (\cdot L), L \rightarrow \cdot EL, L \rightarrow \cdot E\}$

Item 3

$Go(0, a) = \text{從 0 吃一個 } a = CLO(\{E \rightarrow a \cdot\}) = \{E \rightarrow a \cdot\}$   
 $E \rightarrow \cdot (L), E \rightarrow \cdot a$   
 ↑ 有 • 已經到最後了。Item 3 要 ⊙。

Item 4

$Go(1, \$) = \text{從 1 吃一個 } \$ = CLO(\{Start \rightarrow E \$ \cdot\}) = \{Start \rightarrow E \$ \cdot\}$   
 ↑ 4 也要 ⊙

Item 0 推完。  
to do: 1, 2.  
3 不用, 沒東西了。

Item 1 完  
to do: 2

Item 5

$Go(2, L) = CLO(\{E \rightarrow (L \cdot)\}) = \{E \rightarrow (L \cdot)\}$ .

Item 6

$Go(2, E) = CLO(\{L \rightarrow E \cdot L, L \rightarrow E \cdot\}) = \{L \rightarrow E \cdot L, L \rightarrow E \cdot, L \rightarrow \cdot EL, L \rightarrow \cdot E, E \rightarrow \cdot (L), E \rightarrow \cdot a\}$   
 6 也要 ⊙, but 還沒結束。

Item 7 重複

$Go(2, () = CLO(\{E \rightarrow (\cdot L)\}) = \text{Item 2}$

Item 8

$Go(2, a) = CLO(\{E \rightarrow a \cdot\}) = \text{Item 3}.$

至此 2 完

to do: 5, 6.

(Item 9)

$$G_0(5, ) = \text{CLO}(\{E \rightarrow (L) \cdot\}) = \{E \rightarrow (L) \cdot\}.$$

5 完  
to do = 6.

(Item 10)

$$G_0(6, L) = \text{CLO}(\{L \rightarrow EL \cdot\}) = \{L \rightarrow EL \cdot\}$$

~~Item 11~~

$$G_0(6, E) = \text{Item 6}$$

~~Item 12~~

$$G_0(6, () = \text{Item 2}$$

~~Item 13~~

$$G_0(6, a) = \text{Item 3}.$$

全完  
to do = None

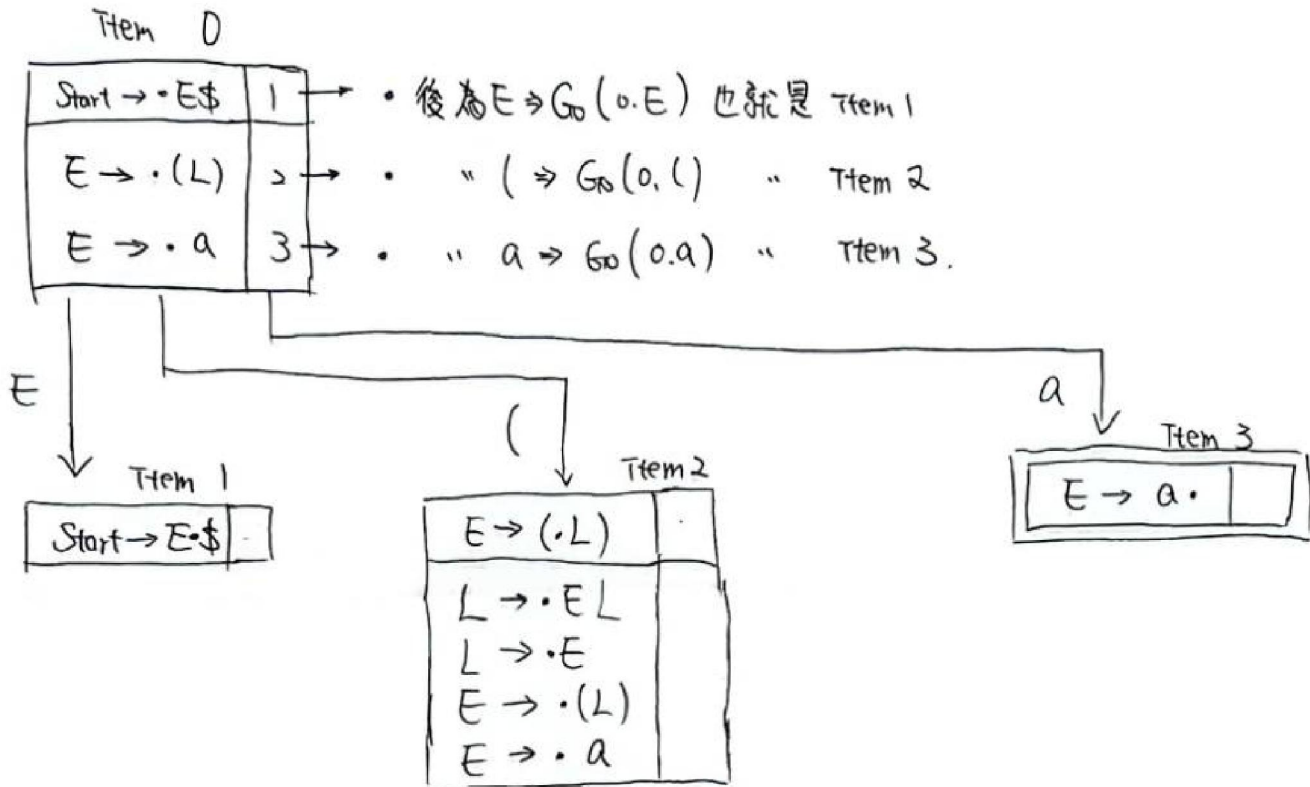
可見有 item ①, ②, ③, ④, ⑤, ⑥, ⑨, ⑩

11, 12, 13 可以自己想為何重複.

LR(0) DFA  
LALR PR.

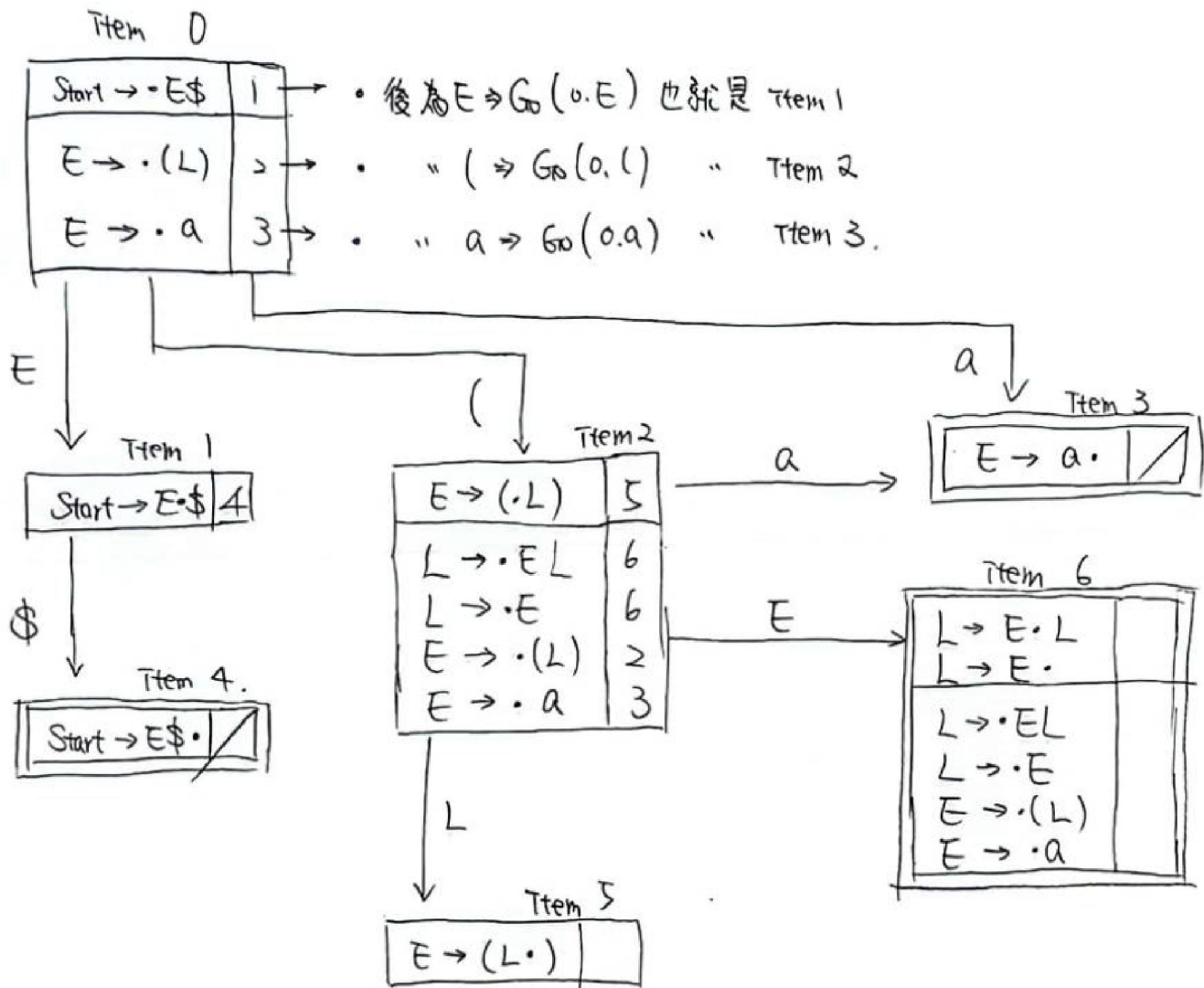
國立成功大學 學年度第 學期考試試卷 National Cheng Kung University Examination Sheet for Academic Year:				Semester:	年 月 日 Year Month Day
姓名 Name		科目名稱 Subject Name		教師簽章 Signature of Instructor	
學號 Student No.					
院系 College	學院 系 年 班 College Department Year Class	評閱成績 Score			

DFA (此直接以 Item 為 State)



國立成功大學				學年度第	學期考試試卷	年	月	日
National Cheng Kung University Examination Sheet for Academic Year:				Semester:		Year	Month	Day
姓名 Name				科目名稱 Subject Name		教師簽章 Signature of Instructor		
學號 Student No.								
院系 College	學院 College	系 Department	年 班 Year Class	評閱成績 Score				

DFA (此直接以 Item 為 State)



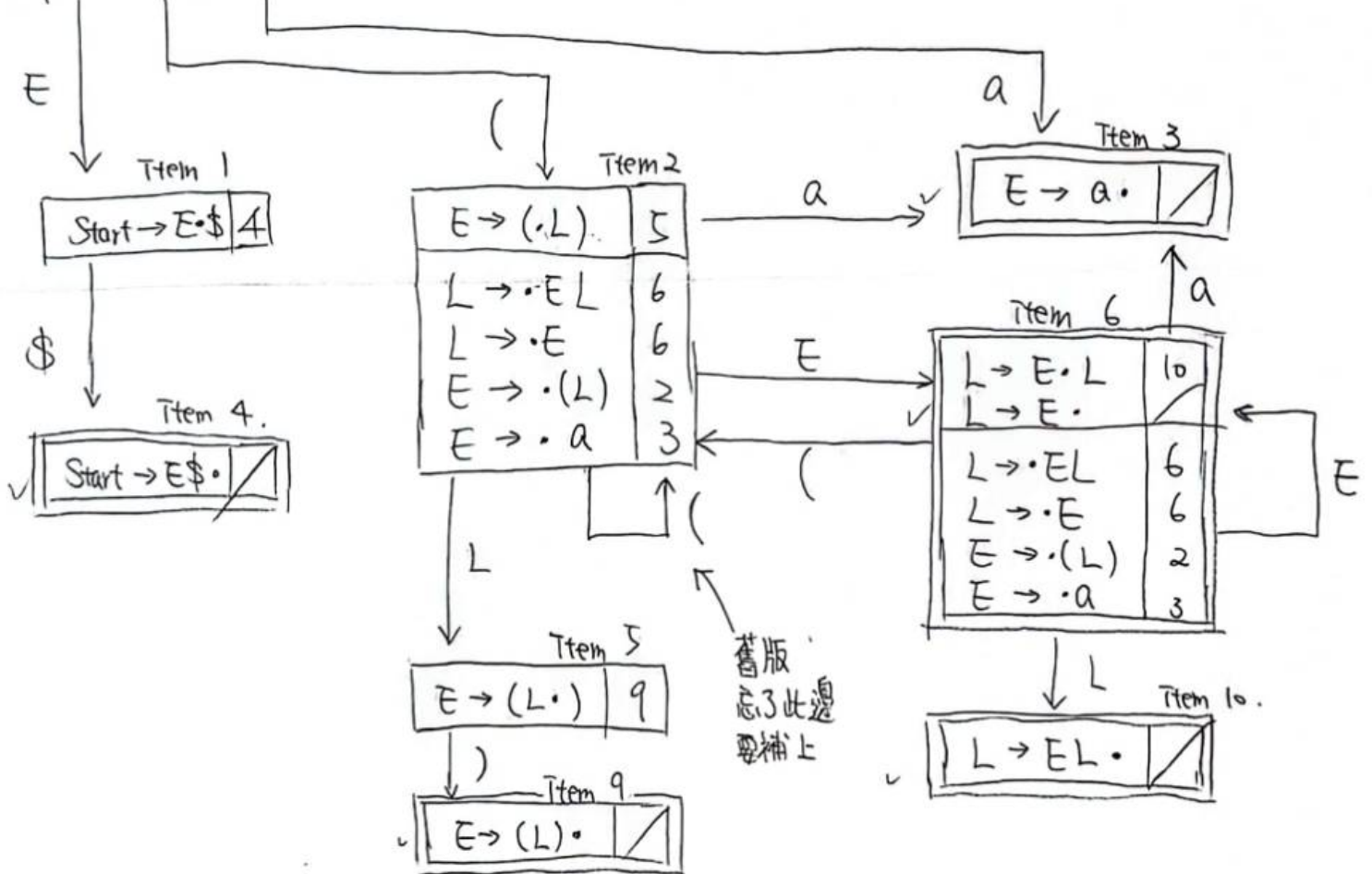


姓名 Name		科目名稱 Subject Name		教師簽章 Signature of Instructor	
學號 Student No.					
院系 College	學院 College	系 Department	年 班 Year Class		

DFA (此直接以 Item 為 State 編號, 但請別混淆)  
如: Item 6 即 State 6.

Item 0

Start $\rightarrow \cdot E \$$	1	$\rightarrow$	$\cdot$ 後為 $E \Rightarrow G_0(0, E)$ 也就是 Item 1
$E \rightarrow \cdot (L)$	2	$\rightarrow$	$\cdot$ " ( $\Rightarrow G_0(0, ($ " Item 2
$E \rightarrow \cdot a$	3	$\rightarrow$	$\cdot$ " $a \Rightarrow G_0(0, a)$ " Item 3.



國立成功大學 學年度第 學期考試試卷  
National Cheng Kung University Examination Sheet for Academic Year:

Semester: 年 月 日  
Year Month Day

姓名 Name		科目名稱 Subject Name		教師簽章 Signature of Instructor	
學號 Student No.					
院系 College	學院 系 年 班 College Department Year Class	評閱成績 Score			

根據 DFA 內大Item 每一項列出並重新編號。

State (大Item)	DFA 大Item 內 (每個細項Item)	新編號
0	Start $\rightarrow \cdot E \$$	0
	$E \rightarrow \cdot (L)$	1
	$E \rightarrow \cdot a$	2
1	Start $\rightarrow E \cdot \$$	3
2	$E \rightarrow (\cdot L)$	4
	$L \rightarrow \cdot E L$	5
	$L \rightarrow \cdot E$	6
	$E \rightarrow \cdot (L)$	7
	$E \rightarrow \cdot a$	8
3	$E \rightarrow \cdot a$	9
4	Start $\rightarrow E \$ \cdot$	10
5	$E \rightarrow (L \cdot)$	11
6	$L \rightarrow E \cdot L$	12
	$L \rightarrow E \cdot$	13
	$L \rightarrow \cdot E L$	14
	$L \rightarrow \cdot E$	15
	$E \rightarrow \cdot (L)$	16
	$E \rightarrow \cdot a$	17
9	$E \rightarrow (L) \cdot$	18
10	$L \rightarrow E L \cdot$	19

依序編號

國立成功大學			學年度第	學期考試試卷	年	月
National Cheng Kung University Examination Sheet for Academic Year:			Semester:		Year	Month
姓名 Name			科目名稱 Subject Name			教師簽章 Signature of Instructor
學號 Student No.						
院系 College	學院 College	系 Department	年 Year	班 Class	評閱成績 Score	

根據 DFA 內大Item 每一項, 列出並重新編號.

State (大Item)	DFA 大Item 內 (每個細項Item)	新編號	在 DFA 去3哪 (goto State)
0	Start $\rightarrow \cdot E \$$	0	1
	$E \rightarrow \cdot (L)$	1	2
	$E \rightarrow \cdot a$	2	3
1	Start $\rightarrow E \cdot \$$	3	4
2	$E \rightarrow (\cdot L)$	4	5
	$L \rightarrow \cdot E L$	5	6
	$L \rightarrow \cdot E$	6	6
	$E \rightarrow \cdot (L)$	7	2
	$E \rightarrow \cdot a$	8	3
3	$E \rightarrow \cdot a$	9	/
4	Start $\rightarrow E \$ \cdot$	10	/
5	$E \rightarrow (L \cdot)$	11	9
6	$L \rightarrow E \cdot L$	12	10
	$L \rightarrow E \cdot$	13	/
	$L \rightarrow \cdot E L$	14	6
	$L \rightarrow \cdot E$	15	6
	$E \rightarrow \cdot (L)$	16	2
	$E \rightarrow \cdot a$	17	3
9	$E \rightarrow (L) \cdot$	18	/
10	$L \rightarrow E L \cdot$	19	/
依序編號			



國立成功大學 學年度第 學期考試試卷  
National Cheng Kung University Examination Sheet for Academic Year:

Semester:

年 月 日  
Year Month Day

姓名 Name		科目名稱 Subject Name		教師簽章 Signature of Instructor
學號 Student No.		評閱成績 Score		
院系 College	學院 系 年 班 College Department Year Class			

根據 DFA 內大 Item 每一項. 列出並重新編號.

BFAM State (大 Item)	DFA 大 Item 內 (每個細項 Item)	新編號	在 DFA 去了哪 (Goto State)	DFA 去哪 對應新編號
0	Start $\rightarrow \cdot E \$$	0	①	3
	$E \rightarrow \cdot (L)$	1	②	4
	$E \rightarrow \cdot a$	2	3	9
1	Start $\rightarrow E \cdot \$$	3	④	10
2	$E \rightarrow (\cdot L)$	4	5	11
	$L \rightarrow \cdot E L$	5	6	12
	$L \rightarrow \cdot E$	6	6	13
	$E \rightarrow \cdot (L)$	7	②	4
	$E \rightarrow \cdot a$	8	3	9
✓ 3	$E \rightarrow a \cdot$	9	/	/
✓ 4	Start $\rightarrow E \$ \cdot$	10	/	/
5	$E \rightarrow (L \cdot)$	11	9	18
6	$L \rightarrow E \cdot L$	12	10	19
✓	$L \rightarrow E \cdot$	13	/	/
	$L \rightarrow \cdot E L$	14	⑥	12
	$L \rightarrow \cdot E$	15	6	13
	$E \rightarrow \cdot (L)$	16	2	4
	$E \rightarrow \cdot a$	17	3	9
✓ 9	$E \rightarrow (L) \cdot$	18	/	/
✓ 10	$L \rightarrow E L \cdot$	19	/	/

依序編號

國立成功大學 學年度第 學期考試試卷  
National Cheng Kung University Examination Sheet for Academic Year:

Semester:

年 月 日  
Year Month Day

姓名 Name		科目名稱 Subject Name		教師簽章 Signature of Instructor	
學號 Student No.		評閱成績 Score			
院系 College	學院 College	系 Department	年 班 Year Class		

根據 DFA 內大Item 每一項. 列出並重新編號.

設. 之後為 A

A 為 non terminal

BFAM State (大Item)	DFA 大Item 內 (每個細項Item)	新編號	在 DFA 去了哪 (Goto State)	DFA 去哪 對應新編號	若 A 後為 A	若 A 後有 東西
0	Start $\rightarrow \cdot E \$$	0	①	3		\$ 1.2
	$E \rightarrow \cdot (L)$	1	②	4		
	$E \rightarrow \cdot a$	2	3	9		
1	Start $\rightarrow E \cdot \$$	3	④	10		
2	$E \rightarrow (\cdot L)$	4	5	11		) 5.6
	$L \rightarrow \cdot E L$	5	6	12		First(L) 7.8
	$L \rightarrow \cdot E$	6	6	13	★ 7.8	
	$E \rightarrow \cdot (L)$	7	②	4		
	$E \rightarrow \cdot a$	8	3	9		
✓ 3	$E \rightarrow a \cdot$	9	/	/		
✓ 4	Start $\rightarrow E \$ \cdot$	10	/	/		
5	$E \rightarrow (L \cdot)$	11	9	18		
6	$L \rightarrow E \cdot L$	12	10	19	★ 14.15	
✓	$L \rightarrow E \cdot$	13	/	/		
	$L \rightarrow \cdot E L$	14	⑥	12		First(L) 16.17
	$L \rightarrow \cdot E$	15	6	13	★ 16.17	
	$E \rightarrow \cdot (L)$	16	2	4		
	$E \rightarrow \cdot a$	17	3	9		
✓ 9	$E \rightarrow (L) \cdot$	18	/	/		
✓ 10	$L \rightarrow E L \cdot$	19	/	/		

依序編號

舉例)

舉例)

State 2 內. E 可成 7

State 2 內. L 可變成 5.6

★  $L \rightarrow \cdot E$ ★  $E \rightarrow \cdot (L)$ 

• 後為 E, but E

L 後有 )

後沒東西, 看同 state

看同 state 內

內. E 可以變成什麼

L 可變成什麼

國立成功大學 學年度第 學期考試試卷			National Cheng Kung University Examination Sheet for Academic Year:		Semester:	年 月 日
姓名 Name		科目名稱 Subject Name		教師簽章 Signature of Instructor		
學號 Student No.		評閱成績 Score				
院系 College	學院 College	系 Department	年 班 Year Class			

新編號	↓ 接到何處.	初始物品	Pass 1	Pass 2
0	3.	★ \$ (第0項預設有\$)	\$	\$
1	4	\$ (放\$到1,2)	\$	\$
2	9	\$ ( \$ 到 4 )	\$	\$
3	10		Ⓢ 0 接到 3 .	\$
4	11		\$ , First(L)	\$ , First(L) , )
5	12	) (放) 到 5,6)	)	)
6	13, 7, 8	)	)	)
7	4	First(L) (放 First(L) 到 7,8)	) , First(L)	) , First(L)
8	9	First(L)	) , First(L)	) First(L)
9	/		\$ , First(L)	\$ , First(L) , )
10	/			\$
11	18			\$ , First(L)
12	19 , 14, 15		)	)
13	/		)	)
14	12		)	)
15	13 , 16, 17		)	)
16	4	First(L) (放 First(L) 到 <sup>16</sup> 17)	First(L)	First(L)
17	9	First(L)	First(L)	First(L)
18	/			
19	/	0 先放 \$ 根據 A 後有東西這欄 決定放什麼 並放到最後一欄的編號 (請寫轉背頁)	Pass-N 時 ) 把自己 Pass N-1 的物品放到自己 以及放到接到的編號 重複直到 Pass N = Pass N-1	

根據 A 後為入  
及 DFA 去哪兩欄  
有什麼項



First(L) = First Set of Non-terminal  $L = \{ (, a \}$

	Pass 3	Pass 4	Pass 5
0	\$	\$	\$
1	\$	\$	\$
2	\$	\$	\$
3	\$	\$	\$
4	\$, First(L)	\$, ( a )	\$ ( a )
5	)	)	)
6	)	)	)
7	) , First(L)	) , ( a	) ( a
8	) , First(L)	) , ( a	) , a (
9	\$ First(L) , )	\$ ( a )	\$ ( a )
10	\$	\$	\$
11	\$ First(L) )	\$ , ( a )	\$ , ( a )
12	)	)	)
13	)	)	)
14	)	)	)
15	)	)	)
16	First(L) , )	( a )	( a )
17	First(L) , )	( a )	( a )
18	\$ , First(L)	\$ : ( a )	\$ ( a )
19	)	)	)

4=5  
結束



	(	a	)	\$	Start	E	L
0	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>			acc	S <sub>1</sub>	
1				S <sub>4</sub>			
2	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>				S <sub>6</sub>	S <sub>5</sub>
3	R <sub>c</sub>	R <sub>c</sub>	R <sub>c</sub>	R <sub>c</sub>			
4				R <sub>a</sub>			
5			S <sub>9</sub>				
6	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>	R <sub>e</sub>			S <sub>6</sub>	S <sub>10</sub>
9	R <sub>b</sub>	R <sub>b</sub>	R <sub>b</sub>	R <sub>b</sub>			
10			R <sub>d</sub>				

↑  
DFA  
裡的 State .No.

例 :  $E \rightarrow a$ .

新編號 9.

State 3

Pass 6 = \$(, a, )

屬於 c.  $E \rightarrow a$ .

在 Table 內 3-(, 3-a, 3-), 3-\$ 填 R<sub>c</sub>

LALR(1)

Parsing Table.

Step ① 照 DFA 的 edge 跟 State  
寫 Shift

Step ② 給定 production 代號.

a.  $Start \rightarrow E\$$

b.  $E \rightarrow (L)$

c.  $E \rightarrow a$

d.  $L \rightarrow EL$

e.  $L \rightarrow E$

Step ③ 新編號表中 哪些 item

• 在最右端

找到它在 DFA 哪個 State

找到它最後 Pass 有什麼

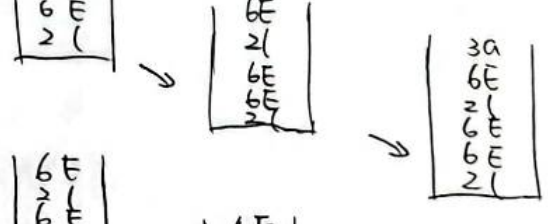
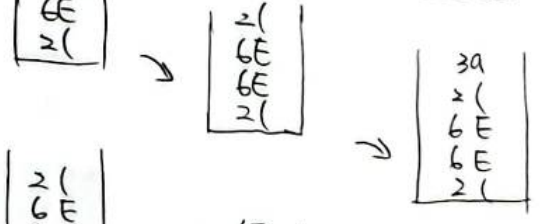
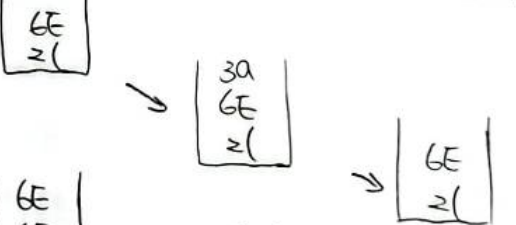
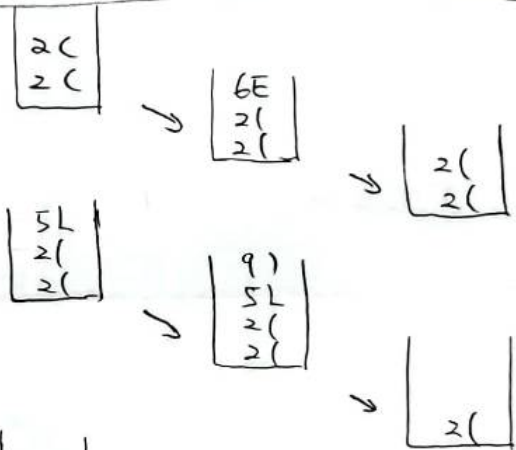
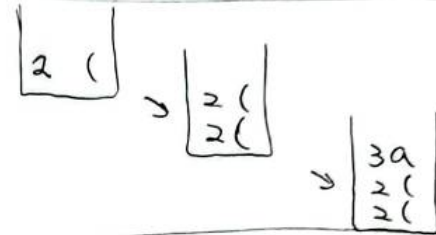
找到它是哪個 Production

在 Table 寫 Reduce

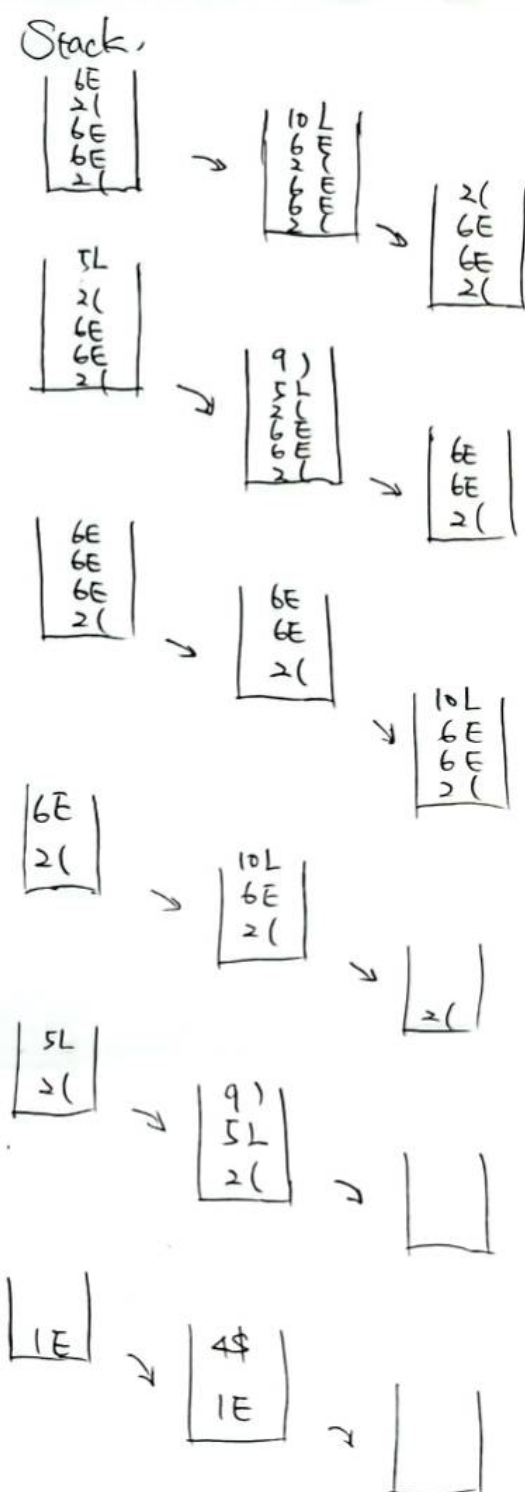
國立成功大學 學年度第 學期考試試卷			National Cheng Kung University Examination Sheet for Academic Year:		Semester:	年 月 日 Year Month Day
姓名 Name		科目名稱 Subject Name		教師簽章 Signature of Instructor		
學號 Student No.						
院系 College	學院 系 年 班 College Department Year Class	評閱成績 Score				

Stack	Buffer	Action
\$	((a)a(aa))\$	*註1
\$ (	(a)a(aa))\$	S <sub>2</sub> .
\$ ((	a)a(aa))\$	S <sub>a</sub> .
\$ ((a	)a(aa))\$	S <sub>3</sub> .
\$ ((	E)a(aa))\$	R <sub>c</sub> *註2.
\$ ((E	)a(aa))\$	S <sub>6</sub> *註3.
\$ ((	L)a(aa))\$	R <sub>e</sub> *註4.
\$ ((L	)a(aa))\$	S <sub>5</sub>
\$ ((L)	a(aa))\$	S <sub>9</sub>
\$ (	Ea(aa))\$	R <sub>b</sub>
\$ (E	a(aa))\$	S <sub>6</sub>
\$ (Ea	(aa))\$	S <sub>3</sub>
\$ (E	E(aa))\$	R <sub>c</sub>
\$ (EE	(aa))\$	S <sub>6</sub>
\$ (EE (	aa))\$	S <sub>2</sub>
\$ (EE (a	a))\$	S <sub>3</sub>
\$ (EE (	Ea))\$	R <sub>c</sub>
\$ (EE (E	a))\$	S <sub>6</sub>
\$ (EE (Ea	))\$	S <sub>3</sub> .
\$ (EE (E	E))\$	R <sub>c</sub>
\$ (EE (EE	))\$	S <sub>6</sub> .

Stack empty 註 0.



Stack	Buffer	Action
\$ (EE(E	L))\$	Re
\$ (EE(EL	))\$	S <sub>10</sub>
\$ (EE(	L))\$	R <sub>d</sub>
\$ (EE(L	))\$	S <sub>5</sub>
\$ (EE(L)	)\$	S <sub>9</sub>
\$ (EE	E)\$	R <sub>b</sub>
\$ (EEE	)\$	S <sub>6</sub>
\$ (EE	L)\$	Re
\$ (EEL	)\$	S <sub>10</sub>
\$ (E	L)\$	R <sub>d</sub>
\$ (EL	)\$	S <sub>10</sub>
\$ (	L)\$	R <sub>d</sub>
\$ (L	)\$	S <sub>5</sub>
\$ (L)	\$	S <sub>9</sub>
\$	E\$	R <sub>b</sub>
\$E	\$	S <sub>1</sub>
\$E\$		S <sub>4</sub>
\$	start	R <sub>a</sub>
\$		acc



註 0 Stack top. 即是當前 State, Buffer 首位便是 input.

註 1: 自 table 上可見到 初始狀態吃 ( 是 Shift 2.

2: Reduce 後吐出 Stack, Stack top 亦改變, 產物放到 Buffer 首位

3. 吃進剛才 Reduce 的產物並轉移相應 State

4 又 Reduce, 如法炮製.

Write an attribute grammar for the floating point value of a decimal number given by the following grammar. (Hint: Use a count attribute to count the number of digits to the right of the decimal point.)

$$\begin{aligned} dnum &\rightarrow num.num \\ num &\rightarrow num\ digit \mid digit \\ digit &\rightarrow 0 \mid 1 \mid 2 \mid 3 \mid 4 \mid 5 \mid 6 \mid 7 \mid 8 \mid 9 \end{aligned}$$



Give the sequence of three-address code instructions corresponding to each of the following arithmetic expressions:

1.  $2 + 3 + 4 + 5$
2.  $2 + (3 + (4 + 5))$

國立成功大學 學年度第 學期考試試卷				年 月 日	
National Cheng Kung University Examination Sheet for Academic Year:				Semester:	
姓名 Name			科目名稱 Subject Name	教師簽章 Signature of Instructor	
學號 Student No.					
院系 College	學院 College	系 年 班 Department Year Class	評閱成績 Score		

$$dnum \rightarrow num. num.$$

$$num \rightarrow num \text{ digit } | \text{ digit}$$

$$digit \rightarrow 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9$$

Grammar Rule

$$dnum \rightarrow num_1 . num_2$$

$$num \rightarrow num, digit$$

$$num \rightarrow digit$$

$$digit \rightarrow 0$$

$$digit \rightarrow 1$$

$$\vdots$$

$$digit \rightarrow 9$$

Semantic Rule

$$dnum.val = num_1.val + \frac{num_2}{10^{num_2.count}}$$

$$num.val = num_1.val \times 10 + digit.val$$

$$num.count = num_1.count + 1$$

$$num.count = 1$$

$$digit.val = 0$$

$$digit.val = 1$$

$$\vdots$$

$$\vdots$$

$$digit.val = 9$$

three address code.

a.  $2+3+4+5$ 

$$T_1 = 2+3$$

$$T_2 = T_1+4$$

$$T_3 = T_2+5$$
b.  $2+(3+(4+5))$ 

$$K_1 = 4+5$$

$$K_2 = 3+K_1 \quad \star$$

$$K_3 = 2+K_2 \quad \star$$

★ 要考慮 parse tree.