

LL(1) = 义

北京航空航天大学

2021 - 2022 学年 第一学期期末

《编译技术》

考 试 A 卷

班 级\_\_\_\_\_学 号\_\_\_\_\_

姓 名\_\_\_\_\_成 绩\_\_\_\_\_

考试地点\_\_\_\_\_

2021 年 12 月 21 日

班号\_\_\_\_\_ 学号\_\_\_\_\_ 姓名\_\_\_\_\_ 成绩\_\_\_\_\_

《 编译技术 》 期末考试卷

题目：

- 一、填空题.....( 20 分)
- 二、正则文法与自动机..... ( 15 分)
- 三、LL(1)和算符优先分析法 ..... ( 15 分)
- 四、SLR 分析法..... ( 15 分)
- 五、符号表构造与运行时存储分析..... ( 15 分)
- 六、代码优化.....( 20 分)

题号	得分	教师签字
1		
2		
3		
4		
5		
6		
总分		

- 注： 1. 试卷共 11 页（不含封面和目录），请仔细检查。  
 2. 请在封面和答卷上都写上学号和姓名， 试卷和答卷不能拆卸，一起上交，缺一无效。  
 3. 在监考老师统计完试卷后，再离开考场；  
 4. 选择题答案写在试卷纸上。

一. 填空题（共 20 分，每空 1 分）

- 编译过程本质上是一种 翻译 过程，将用 高级语言 书写的源程序加工为与其等价的目标程序。
- 在编译过程的五个基本阶段中都要做 符号表管理 和 错误处理 两件事，因此典型的编译程序常划分为七个逻辑组成部分。
- 对源程序（包括源程序中间形式）从头到尾扫描一次，并做有关的加工处理，生成新的源程序中间形式或目标程序，通常称之为 遍，完成编译工作最少需要对源程序做 1 次扫描。
- 生成中间代码的目的是便于做 代码优化 和 编译程序移植。
- 有文法规则  $S \rightarrow \text{if } E \text{ } S \mid \text{if } E \text{ } S \text{ else } S$ ，用扩充的 BNF 范式表示为  $S \rightarrow \text{if } ES [\text{else } S]$ 。
- 常见的程序设计语言的文法按乔姆斯基的分类是 2 型文法，也称为上下文无关文法。如果采用属性翻译文法处理声明语句 `int a;` 时，通常可以得到变量的类型和名字这样的 综合 属性，并填入到 名字表 中，以便在使用变量 `a` 时，能够查找到变量的有关信息。没有声明就使用变量，属于 语义 错误，在语法分析只进行句子的结构分析时并不能发现这个问题。

- 对文法  $G[T]: T ::= T-T \mid T/T \mid (T) \mid i$ ，规范句型  $T-T/i$  的句柄为  $\hat{\quad}$  和  $T-T$ ，由此判断该文法 有（有/无）二义性。
- 规范归约每次归约的是句型的 句柄，算符优先分析法每次归约的是当前句型的 最左素短语。
- 活动记录中 Display 区存放的是 外层的模块的 obj (活动记录地址)。
- 文法  $G = (V_n, V_t, P, Z)$ ，其中  $V_t$  代表 终结符集合。

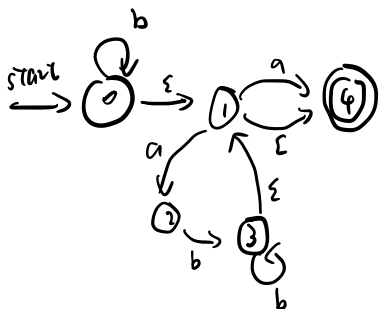
$\begin{matrix} \downarrow & \downarrow \\ \text{语法制导} & \text{识别符号} \\ \text{识别符号} & \end{matrix}$

二. 有如下正则表达式 (15 分)

$b^* (abb^*)^* (a|\epsilon)$

✕

1. 根据正则表达式构造 NFA。



2. 将所得到的 NFA 确定化。

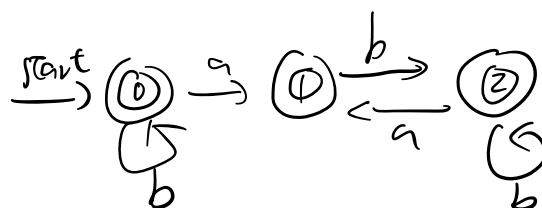
$z\text{-closure}(\{0\}) = \{0, 1, 4\}$

$z$	$z_a$	$z_b$
$\{0, 1, 4\}$	$\{2, 4\}$	$\{0, 1, 4\}$
$\{2, 4\}$	$\emptyset$	$\{1, 3, 4\}$
$\{1, 3, 4\}$	$\{2, 4\}$	$\{1, 3, 4\}$

$z \backslash a, b$	$a$	$b$
$0$	$1$	$0$
$1$	$-$	$2$
$2$	$1$	$2$

全状态??

$0 \xrightarrow{a} x$	$0 \xrightarrow{b} 0 \xrightarrow{\epsilon} 1 \xrightarrow{\epsilon} 4$
$1 \xrightarrow{a} 4$	$1 \xrightarrow{b} x$
$1 \xrightarrow{a} 2$	$4 \xrightarrow{b} x$
$2 \xrightarrow{a} x$	$2 \xrightarrow{b} 3 \xrightarrow{\epsilon} 1 \xrightarrow{\epsilon} 4$
$4 \xrightarrow{a} x$	$4 \xrightarrow{b} x$
$1 \xrightarrow{a} 4$	$3 \xrightarrow{b} 3 \xrightarrow{\epsilon} 1 \xrightarrow{\epsilon} 4$
$1 \xrightarrow{a} 2$	$1 \xrightarrow{b} x$
$3, 4 \xrightarrow{a} x$	$4 \xrightarrow{b} x$



3. 将所得到的 DFA 最小化。

	$a$	$b$
$0$	$1$	$0$
$2$	$1$	$2$
$1$	$-$	$2$



LL(1)文法  $\rightarrow$  无二义性

三. (共 15 分)

1. 试证明所有二义性文法都不是 LL(1) 文法。(6 分)

二义性文法  $\rightarrow$  句子有不同规范推导  
 $\rightarrow$  多重入口

2. 已知文法  $G[T]$ : (共 9 分)

$T \rightarrow T - F \mid F$

$F \rightarrow F / P \mid P$

$P \rightarrow (T) \mid i$

(1) 求各非终结符的 FIRSTVT 和 LASTVT 集合。(3 分)

$FIRSTVT(T) = \{ -, \wedge \} \cup FIRSTVT(F) = \{ -, /, (, \wedge \}$

$FIRSTVT(F) = \{ / \} \cup FIRSTVT(P) = \{ /, (, \wedge \}$

$FIRSTVT(P) = \{ (, \wedge \}$

$LASTVT(T) = \{ -, \wedge \} \cup LASTVT(F) = \{ -, /, \wedge, \wedge \}$

$LASTVT(F) = \{ / \} \cup LASTVT(i) = \{ /, \wedge, \wedge \}$

$LASTVT(i) = \{ \wedge, \wedge \}$

(2) 构造文法  $G$  的优先关系矩阵, 并判断该文法是否是算符优先文法。(6 分)

右终结符(栈外)	-	/	(	)	i	#
左终结符(栈内)						
-	>	<	<	>	<	>
/	>	>	<	>	<	>
(	<	<	<	=	<	
)	>	>		>		>
i	>	>		>		>
#	<	<	<	<	<	

$T \rightarrow T - F$

$LASTVT(T) \supset -$   
 $- \in FIRSTVT(F)$

$F \rightarrow F / P$

$LASTVT(F) \supset /$   
 $/ \in FIRSTVT(P)$

$P \rightarrow (T)$

$\# T \#$

(=)

$< \in FIRSTVT(T)$

$LASTVT(T) \supset )$

$\# \in FIRSTVT(T)$

$LASTVT(T) \supset \#$

此处答案有?

是  
无优先关系冲突

四. 有如下文法  $G[S]$ : (共 15 分)

$S \rightarrow CD \mid DC$

$C \rightarrow aCb \mid ab$

$D \rightarrow Db \mid b$

$$FIRST(S) = \{a, b\}$$

$$FIRST(C) = \{a\}$$

$$FIRST(D) = \{b\}$$

1. 拓展文法, 使得文法的开始符号仅出现在一个产生式的左侧; 求原文法所有非终结符的 FOLLOW 集。

$$G[S'] : S' \rightarrow S$$

$$S \rightarrow CD$$

$$S \rightarrow DC$$

$$C \rightarrow aCb$$

$$C \rightarrow ab$$

$$D \rightarrow Db$$

$$D \rightarrow b$$

$$FOLLOW(S) = FOLLOW(S') = \{\#\}$$

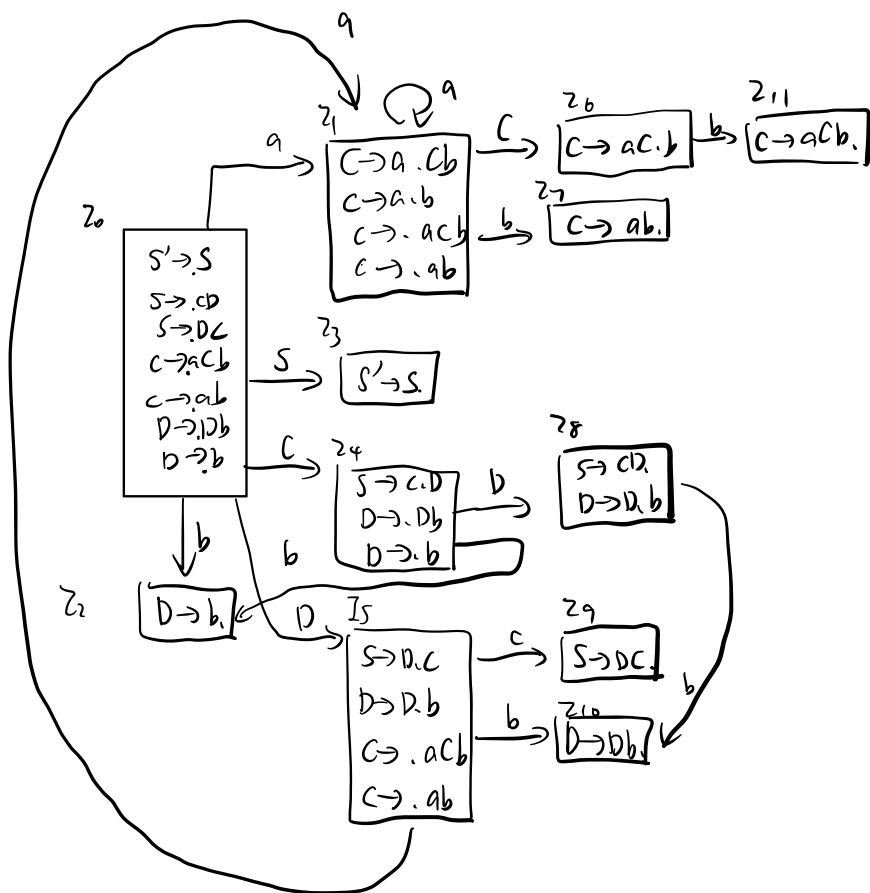
$$FOLLOW(C) = \{b\} \cup FOLLOW(S) \setminus \{FIRST(D)\} = \{b, \#\}$$

$$FOLLOW(D) = \{b\} \cup FOLLOW(S) \setminus \{FIRST(C)\} = \{a, b, \#\}$$

2. 求拓展后文法的 SLR 分析表, 包括 GOTO 表和 ACTION 表, 表头如下 (LR(0)项目集直接填在表格中):

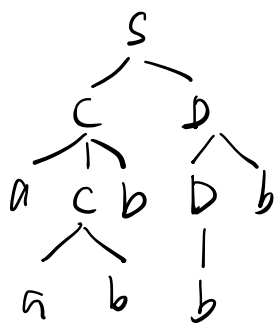
ACTION 表				GOTO 表		
状态	a	b	#	S	C	D
0	S1	S2		3	4	5
1	S1	S7			6	
2	r7	r7	r7			
3			accept			
4		S2				8
5	S1	S10			9	
6		S11				
7		r5	r5			
8		S10	r2			
9			r3			
10	r6	r6	r2			
11		r4	r4			

- (1)  $S' \rightarrow S$   
(2)  $S \rightarrow CD$   
(3)  $S \rightarrow DC$   
(4)  $C \rightarrow aCb$   
(5)  $C \rightarrow ab$   
(6)  $D \rightarrow Db$   
(7)  $D \rightarrow b$



3. 求能识别规范句型 aabbbb 活前缀的有效项目集。

活前缀



句柄为  $ab$   
所以活前缀是

$a, aa, aab$   
 $\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$   
 $z_1 \quad z_1 \quad z_2$

五. 有如下程序段, (共 15 分)

```
1 program    main ;
2  var
3    x, y : real;    i, k: integer;
4    name: array [1...10] of char;
5  procedure  P1 (ind:integer);
6      var    x : integer
7      procedure  P2 (j : real);
8          procedure  P3;
9              var
10                 f : array [1...5] of integer
11                 test1: boolean;
12             begin                ← ②
13                 ...
14             end; {注释:P3}
15         begin
16             P3 ;
17             ...
18         end; {注释:P2}
19     procedure  P4;
20         var    r1,r2 : real;
21         begin    ← ①
22             r1:=y ;
23             r2:=r1+y ;
24             P2(r1+r2);    ← 同层跳转
25             ...
26         end; {注释:P4}
27     begin
28         P4;
29         ...
30     end; {注释:P1}
31 begin
32     P1(100);
33     ...
34 end {注释:main}
```





符号表

1. 按照以下格式，画出递归下降编译到第 21 行时，栈式符号表的内容：

1	序号	名字	种类	类型	层号
7	1	x	var	real	1
11	2	y	var	real	1
	3	z	var	integer	1
	4	k	var	integer	1
	5	name	array	char	1
	6	p1	proc	—	1
	7	ind	param	integer	2
	8	x	var	integer	2
	9	p2	proc	—	2
	10	p4	proc	—	
	11	r1	var	real	3
	12	r2	var	real	3

2. 运行到第 12 行时，运行栈的内容如下所示，将空白处填满：

test1	
f	
f 的 模板	
prev abp: abp4	
ret addr	
abp4(DISPLAY)	
abp2(DISPLAY)	
abp1(DISPLAY)	abp5: P3
j	
prev abp: abp3	
ret addr	
abp2(DISPLAY)	
abp1(DISPLAY)	abp4: P2
r2	
r1	
prev abp: abp2	
ret addr	
abp2(DISPLAY)	
abp1(DISPLAY)	abp3: P4
x	
ind	
prev abp: abp1	
ret addr	
abp1(DISPLAY)	abp2: P1
name	
name 模板	
k	
i	
y	
x	abp1 : main

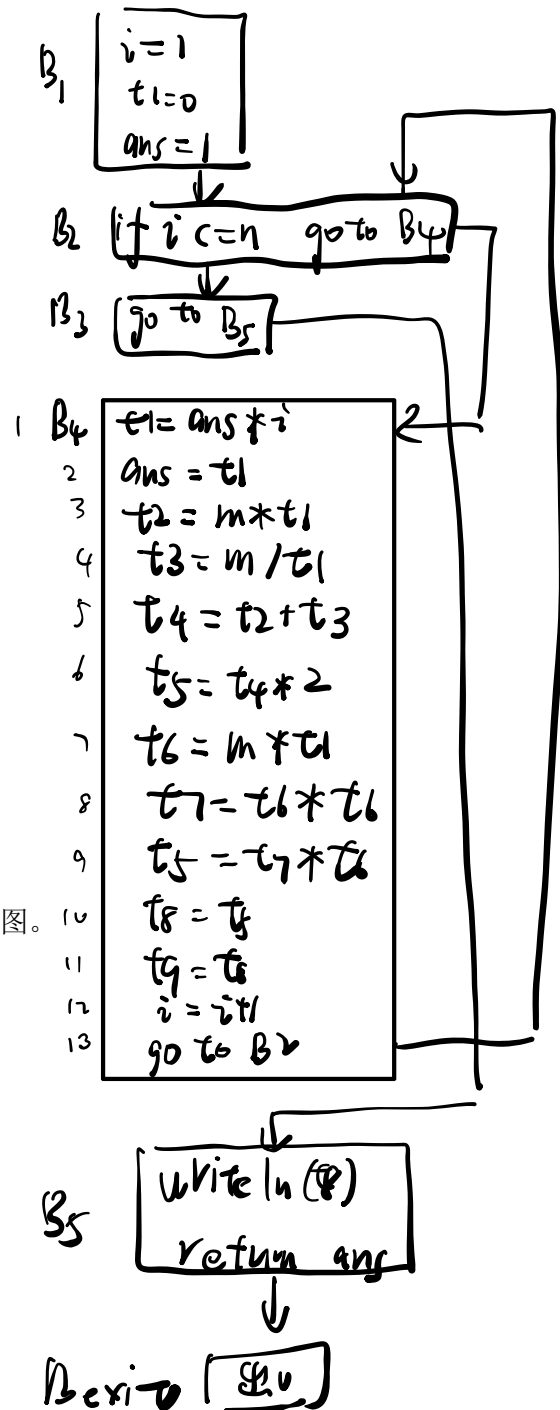
六. (共 20 分) 有如下程序, 其中  $n$ 、 $m$  是形参,  $i$ 、 $ans$ 、 $t1$ ,  $t2$ ,  $t3$ ,  $t4$ ,  $t5$ ,  $t6$ ,  $t7$ ,  $t8$ ,  $t9$  都是局部变量。

```

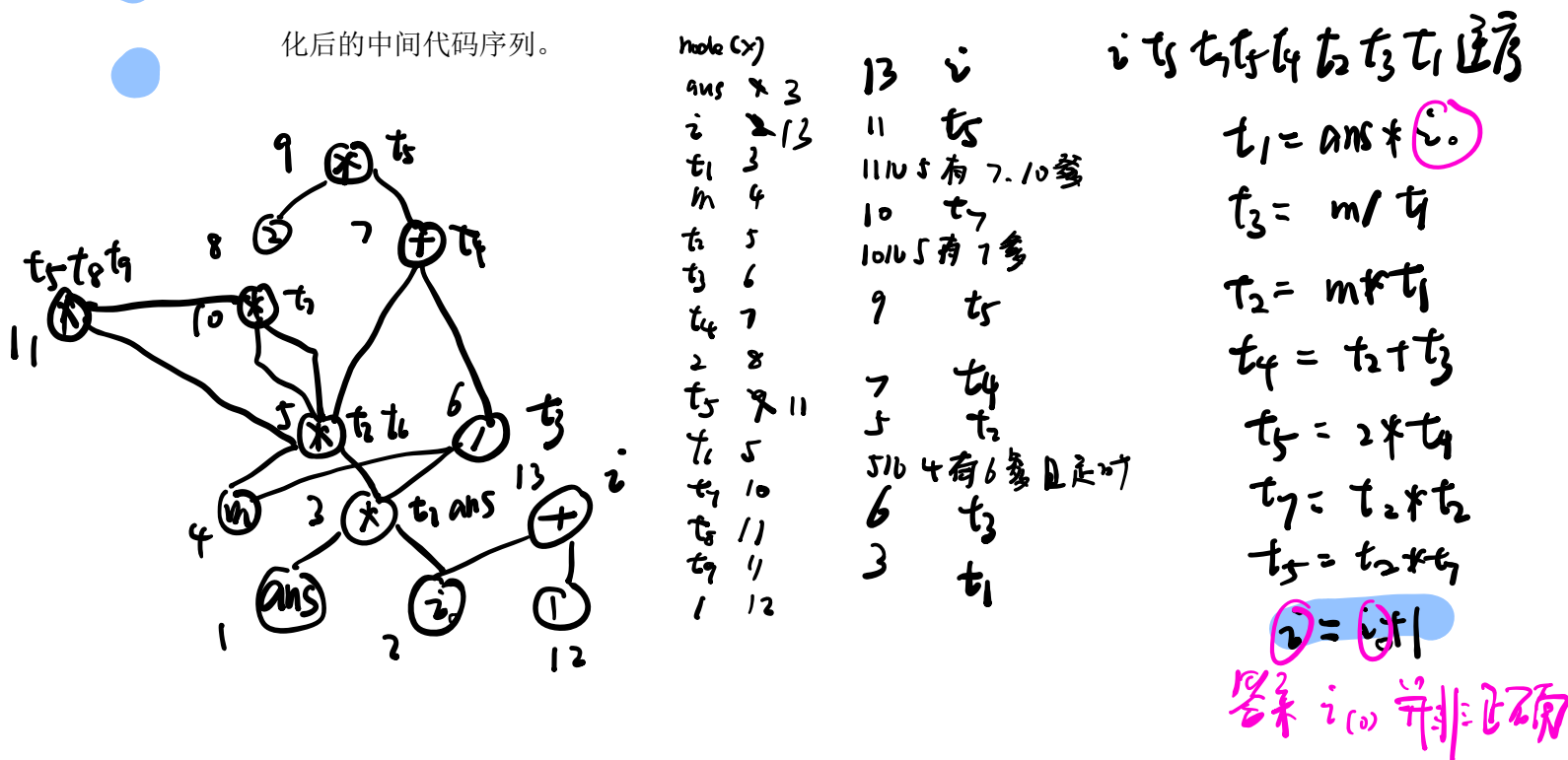
i = 1
t1 = 0
ans = 1
L1: if i <= n goto L2
    goto L3
L2: t1 = ans * i
    ans = t1
    t2 = m * t1
    t3 = m / t1
    t4 = t2 + t3
    t5 = t4 * 2
    t6 = m * t1
    t7 = t6 * t6
    t5 = t7 * t6
    t8 = t5
    t9 = t8
    i = i + 1
    goto L1
L3: writeln (t8)
    return ans

```

1. 将该代码划分基本块, 构造相应的控制流程图。



2. 试对 L2 所在的基本块用 DAG 做局部公共子表达式删除优化, 并根据启发式算法给出优化后的中间代码序列。



3. 给出每个基本块的 def 和 use 集合, 做活跃变量分析, 并给出变量的冲突图。注意: 变量

A, B 冲突的标准为, 变量 B 的定义点处变量 A 活跃, 反之亦然。

$$out[B] = \bigcup_{parent} in[B]$$

$$in[B] = use[B] \cup (out[B] - def[B])$$

	def	use	in	out	in	out
B1(B2)	{i, t1, ans}	∅	{m, n, t8}	{i, m, n, ans, t8}	{m, n, t8}	{i, m, n, ans, t8}
B2(B3, B4)	∅	{i, n}	{i, m, n, ans, t8}	{i, m, ans, t8}	{i, m, n, ans, t8}	{i, m, n, ans, t8}
B3(B5)	∅	∅	{t8, ans}	{t8, ans}	{t8, ans}	{t8, ans}
B4(B2)	{t1, t2, t3, t4, t5, t6, t7, t8, t9}	{i, m, ans}	{i, m, ans}	∅	{i, m, n, ans}	{i, m, n, ans, t8}
B5(B6)	∅	{t8, ans}	{t8, ans}	∅	{t8, ans}	∅
Exit	∅	∅	∅	∅	∅	∅

冲突分析 11

n: L1 {<B0, 1>, <B2, 1>}

m: L2 {<B0, 1>, <B4, 3>, <B4, 4>, <B4, 7>}

i: L3 {<B1, 1>, <B2, 1>, <B4, 1>, <B4, 12>}

L4 {<B4, 12>, <B2, 12>, <B4, 12>, <B4, 11>}

ans: L5 {<B1, 3>, <B4, 1>, <B5, 2>}

W1(L1)

W2(L2)

W3(L3, L4)

W4(L5, L6)

$L_6 \{ \langle B_4, 2 \rangle, \langle B_4, 1 \rangle, \langle B_5, 2 \rangle, \langle B_4, 2 \rangle \}$

$t_1: L_7 \{ \langle B_1, 1 \rangle \}$

$W_5 \{ L_7 \}$

$L_8 \{ \langle B_4, 1 \rangle, \langle B_4, 2 \rangle, \langle B_4, 3 \rangle, \langle B_4, 4 \rangle, \langle B_4, 7 \rangle \}$   $W_6 \{ L_8 \}$

$t_2: L_9 \{ \langle B_4, 3 \rangle, \langle B_4, 5 \rangle \}$

$W_7 \{ L_9 \}$

$t_3: L_{10} \{ \langle B_4, 4 \rangle, \langle B_4, 5 \rangle \}$

$W_8 \{ L_{10} \}$

$t_4: L_{11} \{ \langle B_4, 5 \rangle, \langle B_4, 6 \rangle \}$

$W_9 \{ L_{11} \}$

$t_5: L_{12} \{ \langle B_4, 6 \rangle \}$

$W_{10} \{ L_{12} \}$

$L_{13} \{ \langle B_4, 9 \rangle, \langle B_4, 10 \rangle \}$

$W_{11} \{ L_{13} \}$

$t_6: L_{14} \{ \langle B_4, 7 \rangle, \langle B_4, 8 \rangle, \langle B_4, 9 \rangle \}$

$W_{12} \{ L_{14} \}$

$t_7: L_{15} \{ \langle B_4, 8 \rangle, \langle B_4, 9 \rangle \}$

$W_{13} \{ L_{15} \}$

$t_8: L_{16} \{ \langle B_4, 10 \rangle, \langle B_4, 11 \rangle, \langle B_5, 1 \rangle \}$

$W_{14} \{ L_{16} \}$

$t_9: L_{17} \{ \langle B_4, 11 \rangle \}$

$W_{15} \{ L_{17} \}$

