

解答内容不得超过装订线

“ 编译原理 ” 考试试卷 (A 卷) 参考答案

考试方式 闭卷 考试时间 2024 考试时长 150 分钟

院 (系) 专业班级

学 号 姓 名

题号	一	二	三	四	五	六	七	八	总分	总分人	核对人
分值	10	10	15	15	15	15	5	15	100		
得分											

分 数	
评卷人	

- 一、(10 分) 简答。
1. (5 分) 简述中间代码优化的任务和目的。

2. (5 分) 简述 Bison 和 ANTLR 采用的语法分析方法有什么不同。

分 数	
评卷人	

二、(10 分) 文法与语言。

1. (5 分) 给出产生语言 $L=\{w|w \in \{0,1\}^*, \text{并且 } w \text{ 中没有两个连续的 } 0\}$ 的正规文法(仅含形如 $A \rightarrow a \mid aB \mid \varepsilon$ 的三类产生式, 其中 A, B 为非终结符, a 为终结符);

2. (5 分) 设有文法 $G[S]$:

$S \rightarrow AB$

$A \rightarrow bA \mid a$

$B \rightarrow aB \mid b$

(1) 画出句子 $baab$ 的语法推导树以及最左推导 (2 分)

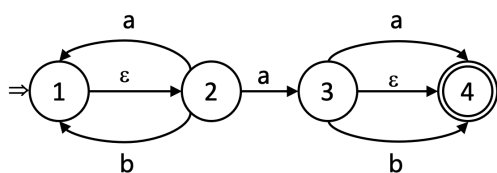
(2) 写出该句子的短语、简单短语和句柄 (3 分)

分 数	
评卷人	

三、(15 分) 词法分析

1. (5 分) 给定正规表达式 $R=(ab)^*c^*d$, 构造对应的非确定有限自动机 NFA M , 使得 $L(M)=L(R)$;

2. (6 分) 给定如下 NFA, 请将其转换成 DFA;



3. (4 分) 请问 2 中所得到的 DFA 是否是最小化的?如果是请给出证明;如果不是,请将其最小化。
(4 分)

解答内容不得超过装订线

分 数	
评卷人	

四、(15 分) 考虑文法 $G(\{a, b, m\}, \{S, M, N\}, \{S\}, P)$, 其中产生式集合 P 由下列产生构成:

$$\begin{aligned} S &\rightarrow MN \\ M &\rightarrow aMb \mid amb \\ N &\rightarrow aNb \mid m \end{aligned}$$

- (1) (3 分) 求文法 G 所表示的语言;
- (2) (7 分) 该文法是 LL(1) 文法吗? 如果是, 给出理由; 如果不是, 请对方法进行等价变换, 并说明变换后的文法是 LL(1) 文法;
- (3) (5 分) 根据 (2) 所给出的 LL(1) 文法, 建立 LL(1) 分析表。

分 数	
评卷人	

五、(15 分) 给定文法 $G[S]$:

$S \rightarrow bAC \mid bBd \mid aBS \mid aAe$

$A \rightarrow f$

$B \rightarrow f$

$C \rightarrow c \mid \varepsilon$

- (1) (7 分) 构造文法 $G[S]$ 的识别 LR (1) 活前缀的 DFA;
- (2) (5 分) 构造 LR(1) 分析表;
- (3) (3 分) $G[S]$ 是 LALR(1) 文法吗? 请给出理由。

分 数	
评卷人	

六、(15 分) 下面是某语言文法的部分产生式及相应的翻译模式片断:

$S \rightarrow \text{'if' ' (' } \{ E.\text{true} := \text{newlabel}; E.\text{false} := S.\text{next} \} E \text{')' } \{ S_1.\text{next} := S.\text{next} \} S_1$
 $\{ S.\text{code} := E.\text{code} || \text{gen}(E.\text{true} ':') || S_1.\text{code} \}$
 $S \rightarrow \text{'for' ' (' } \{ T_1.\text{next} := \text{newlabel} \} T_1 \text{' ;' }$
 $\{ E.\text{true} := \text{newlabel} ; E.\text{false} := S.\text{next} \} E ;$
 $\{ T_2.\text{next} := T_1.\text{next} \} T_2 \text{')' } \{ S_1.\text{next} := \text{newlabel} \} S_1$
 $\{ S.\text{code} := T_1.\text{code} || \text{gen}(T_1.\text{next} ':') || E.\text{code} || \text{gen}(E.\text{true} ':')$
 $\quad || S_1.\text{code} \quad || \text{gen}(S_1.\text{next} ':') || T_2.\text{code} || \text{gen}(\text{'goto' } T_1.\text{next}) \}$
 $S \rightarrow \{ T.\text{next} := S.\text{next} \} T \{ S.\text{code} = T.\text{code} \}$
 $T \rightarrow \text{id '=' } A \{ T.\text{code} := A.\text{code} || \text{gen}(\text{id}.\text{place} ':=' A.\text{place}) \}$
 $A \rightarrow \text{id } \{ A.\text{place} := \text{id}.\text{place}; A.\text{code} := \text{'"} \}$
 $A \rightarrow \text{int } \{ A.\text{place} := \text{newtemp}; A.\text{code} := \text{gen}(A.\text{place} ':=' \text{int.val}) \}$
 $A \rightarrow A_1 \text{ op } A_2$
 $\{ A.\text{place} := \text{newtemp}; A.\text{code} := A_1.\text{code} || A_2.\text{code} || \text{gen}(A.\text{place} ':=' A_1.\text{place op } A_2.\text{place}) \}$
 $E \rightarrow A_1 \text{ rop } A_2 \{ E.\text{code} := A_1.\text{code} || A_2.\text{code} || \text{gen}(\text{'if' } A_1.\text{place rop } A_2.\text{place 'goto' } E.\text{true}) || \text{gen}$
 $\text{'goto' } E.\text{false}) \}$

解答内容不得超过装订线

注: S代表语句(特别地, T为赋值语句), id代表标识符, A代表算术表达式, E代表布尔表达式, rop代表关系比较运算符(如'<=', '=='等), op代表算术运算符(如'+', '/', '%'等)。

语义属性说明:

id.place : 对应id的存储位置;

A.place: 存放A的值的存储位置

A.code|E.code : 对A|E求值的三地址代码序列;

E.true和E.false分别表示布尔表达式为真和假时, 程序要跳转到的位置, 即标号。

S.code|T.code : S或T 的三地址代码序列 ;

S.next: 表示 S 之后要执行的首条 TAC 语句的标号。

语义函数/过程说明:

gen() : 生成一条三地址代码;

newtemp : 在符号表中新建一个从未使用过的名字(从t1开始), 并返回该名字的存储位置;

newlabel 返回一个新的语句标号(从L1 开始)。

||: 是三地址代码序列之间的链接运算;

1. (5 分) 根据题设给出的文法画出语句:

for (i = 1; i < n; i = i + 1) if (n % i == 0) s = s + i

的语法分析树, 同一子树下的同名符号请用下标加以区别;

2. (4 分) 根据题设给出的翻译模式, 在语法树上标注各结点的继承属性值(设根结点的 next 属性值为 L0);

3. (6 分) 根据题设给出的翻译模式, 将(1)给出的语句翻译成中间代码, 直接写出三地址码序列。

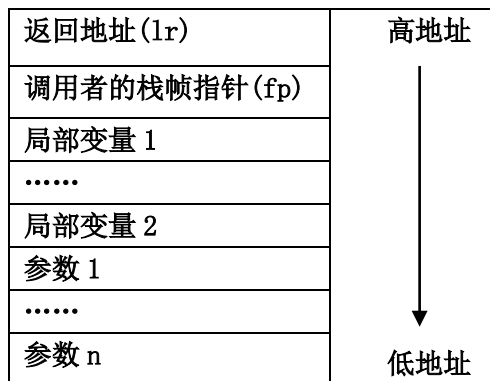
分 数	
评卷人	

七、(5 分) 有以下 C 语言程序：

```
void setarr(int a[],int pos, int val){
    a[pos]=val;
    // 栈帧观察点
}

int main(){
    int a[3] = {31,32,33};
    setarr(a,1,50);
    return a[1];
}
```

在运行 Raspberry Pi OS (Raspbian GNU/Linux 10) 操作系统的树莓派 (Raspberry 4B) 硬件设备上经某编译器 (未开启任何优化选项) 编译成 armv7-a (32 位) 目标代码后运行。设函数的栈帧布局如下图所示 (仅展示了主要内容，栈从高地址向低地址增长)：



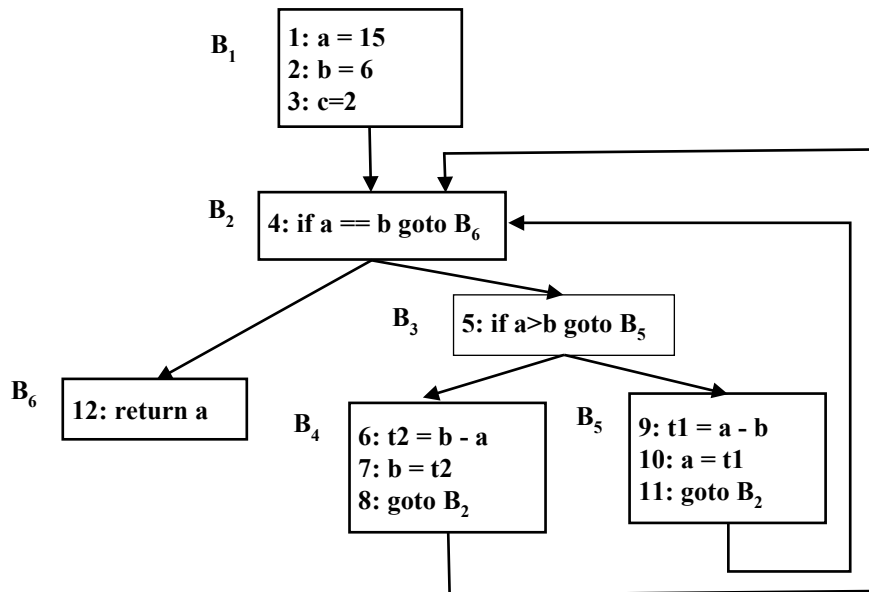
在寄存器 lr 的值不被破坏的前提下，其值也可以不保存在栈帧中。下表记录了一次实际运行时函数 main 和 setarr 栈帧的内容。请在下表空白的地方填写当程序运行至“栈帧观察点”时，函数 main 和 setarr 栈帧中缺失的存储单元内容 (符号/含义及值)，每空 0.5 分。

地址	值	含义	备注
0xbefff544	0xb6e6c718	返回地址(lr)	main 的栈帧
0xbefff540	0x00000000	调用者帧指针(fp)	
0xbefff53c			
0xbefff538		a[1]	
0xbefff534			
0xbefff530	0x000102e0	_start 入口地址	
0xbefff52c	0xbefff544	main 的帧指针(fp)	setarr 的栈帧
0xbefff528	0x00000000	保留	
0xbefff524			
0xbefff520			
0xbefff51c	0x00000032		

分 数	
评卷人	

八、(15 分) 数据流分析及中间代码优化

1. (5 分) 已知流图如下:



- (1) 求能到达基本块 B_4 出口的定值点集合 $\text{Out}[B_4] = \{ \quad \quad \quad \}$;
- (2) 求基本块 B_5 入口处的活跃变量集合 $\text{LiveIn}[B_5] = \{ \quad \quad \quad \}$;
- (3) 求变量 a 在定值点 10 的 DU 链 = $\{ \quad \quad \quad \}$;
- (4) 求变量 b 在引用点 9 的 UD 链 = $\{ \quad \quad \quad \}$;
- (5) B_6 的支配(必经)结点集合 = $\{ \quad \quad \quad \}$;

2. (10 分) 数组 a 存储了一支股票连续 10 个交易日价格(int 型, 小于 1 万). 你只能选择某个交易日买入, 并在未来的另一个交易日卖出该股票. 以下是求解 10 个交易日所能获取的最大利润的 C 语言程序片段所对应的三地址码序列 (添加了多余代码并对最大利润作了附加奖励):

```

1: low = 10000
2: high = 0
3: i = 0
4: s = 1
5: j = 4 * i
6: t1 = a[j]
7: if t1 >= low goto 12
8: low = i
9: t2 = 4 * i
10: t3 = a[t2]
11: low = t3
12: t4 = 4 * i
13: t5 = a[t4]
14: t6 = t5 - low
15: b = 4 * s
16: if t6 <= high goto 22
17: high = i
18: t7 = 4 * i
19: t8 = a[t7]
20: t9 = t8 - low
21: high = t9
22: t10 = i + s
23: i = t10
24: if i < 10 goto 5
25: t11 = high + b
26: return t11
  
```

- (1) (3 分) 请将以上三地址代码序列划分为基本块, 绘出其流图;
- (2) (3 分) 对流图进行常量传播、常量折叠、CSE、复写传播、DCE 等优化, 简述优化过程, 绘出优化后的流图;

- (3) (1 分)找出流图中的循环;
- (4) (3 分)对循环进行不变计算外提、循环归纳变量强度削弱、删除循环基本归纳变量等优化。简述优化过程,并绘出优化后的流图。

解答内容不得超过装订线

