

# 2024 年全国硕士研究生入学统一考试

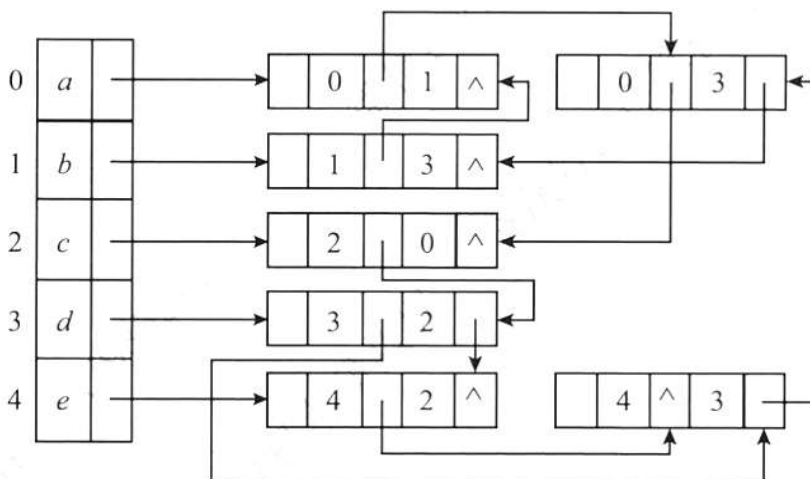
## 计算机学科专业基础综合试题

一、单项选择题（1~40 小题，每小题 2 分，共 80 分。下列每小题给出的四个选项中，只有一项符合题目要求）

1. 已知带头结点的非空单链表  $L$  的头指针为  $h$ ，结点结构为 

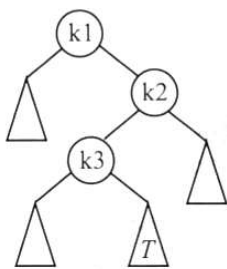
data	next
------	------

，其中  $next$  是指向直接后继结点的指针。现有指针  $p$  和  $q$ ，若  $p$  指向  $L$  中非首且非尾的任意一个结点。则执行语句序列“ $q=p \rightarrow next; p \rightarrow next=q \rightarrow next; q \rightarrow next=h \rightarrow next; h \rightarrow next=q;$ ”的结果是\_\_\_\_\_。
- A. 在  $p$  所指结点后插入  $q$  所指结点      B. 在  $q$  所指结点后插入  $p$  所指结点  
C. 将  $p$  所指结点移动到  $L$  的头结点之后      D. 将  $q$  所指结点移动到  $L$  的头结点之后
2. 表达式  $x+y*(z-u)/v$  的等价后缀表达式是\_\_\_\_\_。
- A.  $xyzv-u*/+$       B.  $xyzv-v/*+$       C.  $+x/*y-zuv$       D.  $+x*y/-zuv$
3.  $p$ 、 $q$  和  $v$  都是二叉树  $T$  中的结点， $v$  有两个孩子结点， $T$  的中序遍历序列形如：“ $\dots, p, v, q, \dots$ ”，则下列叙述中，正确的是\_\_\_\_\_。
- A.  $p$  没有右孩子， $q$  没有左孩子      B.  $p$  没有右孩子， $q$  有左孩子  
C.  $p$  有右孩子， $q$  没有左孩子      D.  $p$  有右孩子， $q$  有左孩子
4. 给定无向图  $G=(V, E)$  的邻接多重表如下图所示，则  $G$  中顶点  $b$  与  $d$  的度分别是\_\_\_\_\_。



题 4 图

- A. 0, 2      B. 2, 4      C. 2, 5      D. 3, 4
5. 下列数据结构中，不适合直接使用折半查找的是\_\_\_\_\_。
- I. 有序链表      II. 无序数组      III. 有序静态链表      IV. 无序静态链表  
A. 仅 I、III      B. 仅 II、IV      C. 仅 II、III、IV      D. I、II、III、IV
6. KMP 算法使用修正后的  $next$  数组进行模式匹配，模式串  $S=“aabaab”$ ，当主串中某字符与  $S$  中某字符失配时， $S$  将向右滑动的最长距离是\_\_\_\_\_。
- A. 5      B. 4      C. 3      D. 2
7. 一棵二叉搜索树如题 7 图所示， $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$  分别是对应结点中保存的关键字。子树  $T$  的任一结点中保存的关键字  $x$  满足的是\_\_\_\_\_。



题 7 图

- A.  $x < k1$                       B.  $x > k2$                       C.  $k1 < x < k3$                       D.  $k3 < x < k2$
8. 使用快速排序算法对含  $n$  ( $n \geq 3$ ) 个元素的数组  $M$  进行排序, 若第一趟排序将  $M$  中除枢轴外的  $n-1$  个元素划分为均不为空的  $P$  和  $Q$  两块, 则下列叙述中, 正确的是\_\_\_\_\_。
- A.  $P$  和  $Q$  块间有序                      B.  $P$  和  $Q$  均块内有序  
C.  $P$  和  $Q$  的元素个数大致相等                      D.  $P$  中和  $Q$  中均不存在相等的元素
9. 已知关键字序列 28, 22, 20, 19, 8, 12, 15, 5 是大根堆 (最大堆), 对该堆进行两次删除操作后, 得到的新堆是\_\_\_\_\_。
- A. 20, 19, 15, 12, 8, 5      B. 20, 19, 15, 5, 8, 12      C. 20, 19, 12, 15, 8, 5      D. 20, 19, 8, 12, 15, 5
10. 现有由关键字组成的 3 个有序序列 (3, 5)、(7, 9) 和 (6), 若按从左至右的次序选择有序序列进行二路归并排序, 则关键字之间的总比较次数是\_\_\_\_\_。
- A. 3                      B. 4                      C. 5                      D. 6
11. 在外排序中, 利用败者树对初始为升序的归并段进行多路归并, 败者树中记录“冠军”的结点保存的是\_\_\_\_\_。
- A. 最大关键字                      B. 最小关键字  
C. 最大关键字所在的归并段号                      D. 最小关键字所在的归并段号
12. C 语言代码如下:
- ```
int i = 32777;
short si = i;
int j = si;
```
- 执行上述代码段后,  $j$  的值是\_\_\_\_\_。
- A. -32 777                      B. -32 759                      C. 32 759                      D. 32 777
13. 通常情况下, 将汇编语言程序中实现特定功能的指令序列定义成一条伪指令 (pseudoinstruction)。下列选项中, CPU 能理解并直接执行的是\_\_\_\_\_。
- I. 伪指令                      II. 微指令                      III. 机器指令                      IV. 汇编指令  
A. 仅 I 和 IV                      B. 仅 II 和 III                      C. 仅 III 和 IV                      D. 仅 I、II 和 IV
14. 某科学实验中, 需要使用大量的整型参数, 为了在保证表数精度的基础上提高运算速度, 需要选择合理的数据表示方法。若整型参数  $\alpha$ 、 $\beta$  的取值范围分别为  $-2^{20} \sim 2^{20}$ 、 $-2^{40} \sim 2^{40}$ , 则下列选项中,  $\alpha$ 、 $\beta$  最适宜采用的数据表示方法分别是\_\_\_\_\_。
- A. 32 位整数、32 位整数                      B. 单精度浮点数、单精度浮点数  
C. 32 位整数、双精度浮点数                      D. 单精度浮点数、双精度浮点数
15. 下列关于整数乘法运算的叙述中, 错误的是\_\_\_\_\_。
- A. 用阵列乘法器实现的乘运算可以在一个时钟周期内完成  
B. 用 ALU 和移位器实现的乘运算无法在一个时钟周期内完成  
C. 变量与常数的乘运算可编译优化为若干条移位及加/减运算指令  
D. 两个变量的乘运算无法编译转换为移位及加法等指令的循环实现
16. 对于页式虚拟存储管理系统, 下列关于存储器层次结构的叙述中, 错误的是\_\_\_\_\_。
- A. Cache-主存层次的交换单位为主存块, 主存-外存层次的交换单位为页  
B. Cache-主存层次替换算法由硬件实现, 主存-外存层次替换算法由软件实现  
C. Cache-主存层次可采用回写法写策略, 主存-外存层次通常采用回写法写策略  
D. Cache-主存层次可采用直接映射方式, 主存-外存层次通常采用直接映射方式
17. 某计算机按字节编址, 采用页式虚拟存储管理方式, 虚拟地址为 32 位, 主存地址为 30 位, 页大小为 1KB。若 TLB 共有 32 个表项, 采用 4 路组相联映射方式, 则 TLB 表项中标记字段的位数至少是\_\_\_\_\_。
- A. 17                      B. 18                      C. 19                      D. 20
18. 下列事件中, 不是在 MMU 地址转换过程检测的是\_\_\_\_\_。
- A. 访问越权                      B. Cache 缺失                      C. 页面缺失                      D. TLB 缺失

19. 对于采用“取指、译码/取数、执行、访存、写回”5段流水线的RISC数据通路，下列关于指令流水线数据冒险处理的叙述中，错误的是\_\_\_\_\_。
- A. 相邻两条指令中的操作数相关可能引起数据冒险  
B. 在数据相关的指令间插入“气泡”能避免数据冒险  
C. 所有数据冒险都可以通过加入转发（旁路）电路解决  
D. 所有数据冒险都能通过调整指令顺序和插入nop指令解决
20. 某存储器总线的时钟频率为420MHz，总线宽度为64位，每个时钟周期传送2次数据；其总线事务支持突发传送方式，最多传送8次数据，第1个时钟周期传送地址和读/写命令，从第4个至第7个时钟周期连续传送8次数据。该总线的总线带宽（最大数据传输率）为\_\_\_\_\_。
- A. 3.84GB/s                      B. 6.72GB/s                      C. 30.72 GB/s                      D. 53.76GB/s
21. 下列关于中断I/O方式的叙述中，错误的是\_\_\_\_\_。
- A. 中断屏蔽字用于确定中断响应的优先级  
B. 保存断点和程序状态字在中断响应阶段完成  
C. 保存通用寄存器和设置新中断屏蔽字由软件实现  
D. 单重中断方式下中断处理时CPU处于关中断状态
22. DMA控制I/O方式下，设备的输入/输出由DMA控制器控制完成，此时，DMA控制器控制的数据传输通路位于\_\_\_\_\_。
- A. CPU和主存之间                      B. CPU和DMA控制器之间  
C. 设备接口和主存之间                      D. 设备接口和DMA控制器之间
23. 下面关于中断、异常和系统调用的叙述中，错误的是\_\_\_\_\_。
- A. 中断或异常发生时，CPU处于内核态  
B. 每个系统调用都有对应的内核服务例程  
C. 中断处理程序开始执行时，CPU处于内核态  
D. 系统添加新类型的设备时，需注册相应的中断服务例程
24. 下列选项中，操作系统在终止进程时不一定执行的是\_\_\_\_\_。
- A. 终止子进程                      B. 回收进程占用的设备  
C. 撤销进程控制块                      D. 回收为进程分配的内存
25. 在支持页式存储管理的系统中，进程切换时操作系统需要执行的操作是\_\_\_\_\_。
- I. 更新程序计数器的值                      II. 更新栈基址寄存器值                      III. 更新页表基址寄存器值
- A. 仅III                      B. 仅I、II                      C. 仅I、III                      D. I、II、III
26. 文件系统需占用部分外存空间记录空闲块位置。下列方法中，占用外存空间的大小与当前空闲块数量无关的是\_\_\_\_\_。
- A. 位图法                      B. 空闲表法                      C. 成组链接法                      D. 空闲链表法
27. 下列算法中，每次回收分区时仅合并大小相等的空闲分区的是\_\_\_\_\_。
- A. 伙伴算法                      B. 最佳适应算法                      C. 最坏适应算法                      D. 首次适应算法
28. 若进程P中的线程T先打开文件，得到文件描述符fd，再创建两个线程Ta和Tb，则下列资源中，Ta与Tb可共享的是
- I. 进程P的地址空间                      II. 线程T的栈                      III. 文件描述符fd
- A. 仅I                      B. 仅I、III                      C. 仅II、III                      D. I、II、III
29. 下列系统调用的实现中，包含文件按名查找功能的是\_\_\_\_\_。
- A. open()                      B. read()                      C. write()                      D. close()
30. 假设某系统使用时间片轮转调度算法进行CPU调度，时间片大小为5ms，系统共有10个进程，初始时均处于就绪队列，执行结束前仅处于执行态或就绪态。若队尾的进程P所需CPU时间最短，时间为25ms，在不考虑系统开销的情况下，则进程P的周转时间为\_\_\_\_\_。
- A. 200ms                      B. 205ms                      C. 250ms                      D. 295ms
31. 键盘中断服务例程执行结束时，所输入数据的存放位置是\_\_\_\_\_。

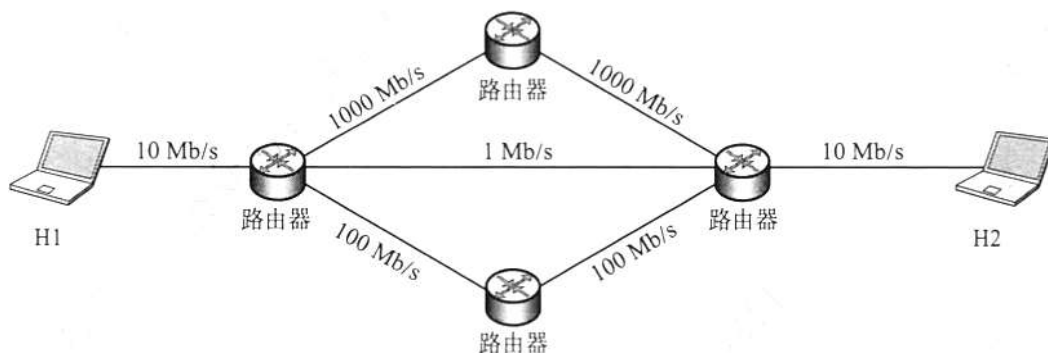
- A. 用户缓冲区  
C. 内核缓冲区

- B. CPU 中的通用寄存器  
D. 键盘控制器的数据寄存器

32. 某磁盘的磁道数为 400 (磁道号为 0~399), 采用循环扫描算法 (CSCAN) 进行磁盘调度, 完成对 200 号磁道的请求后, 磁头向磁道号减小的方向移动。若还有 7 个磁盘请求, 对应的磁道号分别为 300, 120, 110, 0, 160, 210, 399, 则完成上述磁盘访问请求后磁头移动的距离是\_\_\_\_\_。

- A. 599                      B. 619                      C. 788                      D. 799

33. 若某分组交换网络及每段链路的带宽如下图所示, 则 H1 到 H2 的最大吞吐量约为\_\_\_\_\_。



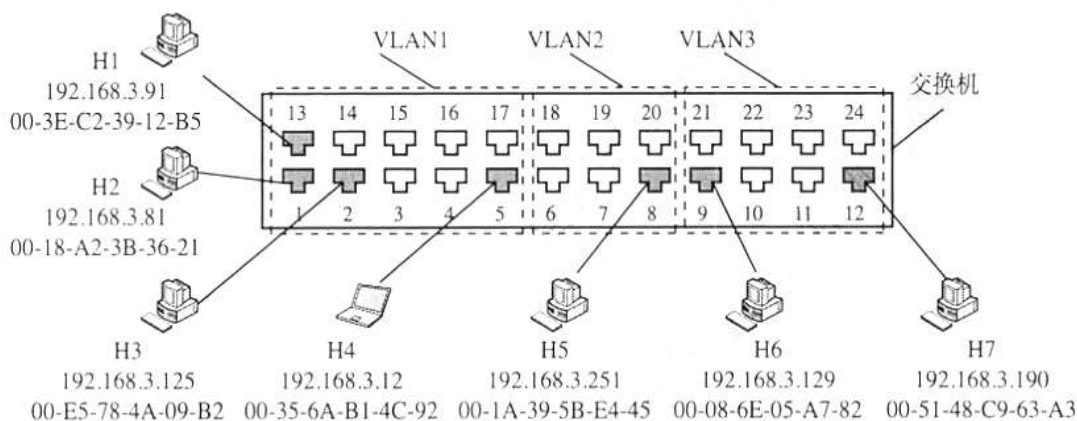
题 33 图

- A. 1Mb/s                      B. 10Mb/s                      C. 100Mb/s                      D. 1 000Mb/s

34. 在下列二进制数字调制方法中, 需要 2 个不同频率载波的是\_\_\_\_\_。

- A. ASK                      B. PSK                      C. FSK                      D. DPSK

35. 如题 35 图所示的支持 VLAN 划分的交换机, 已按端口划分了 3 个 VLAN, 部分端口连接主机的 IP 地址和 MAC 地址如图中所示, ARP 表结构为<IP 地址, MAC 地址, TTL>。下列选项中, 不会出现在 H4 的 ARP 表中的是\_\_\_\_\_。



题 35 图

- A. 192.168.3.81, 00-18-A2-3B-36-21, 14:32:00      B. 192.168.3.91, 00-3E-C2-39-12-B5, 14:37:00  
C. 192.168.3.125, 00-E5-78-4A-09-B2, 14:45:00      D. 192.168.3.129, 00-08-6E-05-A7-82, 14:52:00

36. 在采用 CSMA/CA 的 802.11 无线局域网中,  $DIFS=128\mu s$ ,  $SIFS \geq 28\mu s$ , RTS、CTS 和 ACK 帧的传输时延分别是  $3\mu s$ 、 $2\mu s$  和  $2\mu s$ , 忽略信号传播时延。若主机 A 欲向 AP 发送一个总长度为 1998B 的数据帧, 无线链路带宽为 54Mb/s, 则隐藏站 B 收到 AP 发送的 CTS 帧时, 设置的网络分配向量 NAV 的值是\_\_\_\_\_。

- A.  $326\mu s$                       B.  $354\mu s$                       C.  $385\mu s$                       D.  $513\mu s$

37. 主机甲通过选择重传 (SR) 滑动窗口协议向主机乙发送帧的部分过程如题 37 图所示,  $F_x$  为数据帧,  $ACK_x$  为确认帧,  $x$  是位数为 3 比特的序号。乙只对正确接收的数据帧进行独立确认, 发送窗口与接收窗口大小相同且均为最大值。甲在  $t_1$  时刻和  $t_2$  时刻发送的数据帧分别是\_\_\_\_\_。



- 2024 年全国硕士研究生入学统一考试计算机学科专业基础综合试题 第 5 页 (共 12 页)

## 二、综合应用题（第 41~47 小题，共 70 分）

41.（13 分）2023 年 10 月 26 日，神舟十七号载人飞船发射取得圆满成功，再次彰显了中国航天事业的辉煌成就。载人航天工程是包含众多子工程的复杂系统工程，为了保证工程的有序开展，需要明确各子工程的前导子工程，以协调各子工程的实施。该问题可以简化、抽象为有向图的拓扑序列问题。已知有向图  $G$  采用邻接矩阵存储，类型定义如下。

```
typedef struct                                //图的类型定义
{
    int numVertices, numEdges;                //图的顶点数和有向边数
    char VerticesList[MAXV];                  //顶点表，MAXV 为已定义常量
    int Edge[MAXV][MAXV];                     //邻接矩阵
}MGraph;
```

请设计算法：int uniquely(MGraph G)，判定  $G$  是否存在唯一的拓扑序列，若是，则返回 1，否则返回 0。要求如下。

（1）给出算法的基本设计思想。（4 分）

（2）根据设计思想，采用 C 或 C++ 语言描述算法，关键之处给出注释。（9 分）

42. (10 分) 将关键字序列 20, 3, 11, 18, 9, 14, 7 依次存储到初始为空、长度为 11 的散列表  $HT$  中, 散列函数  $H(key) = (key \times 3) \% 11$ 。  $H(key)$  计算出的初始散列地址为  $H_0$ , 发生冲突时探查地址序列是  $H_1, H_2, H_3, \dots$ , 其中,  $H_k = (H_0 + k^2) \% 11, k = 1, 2, 3, \dots$ 。  
请回答下列问题。

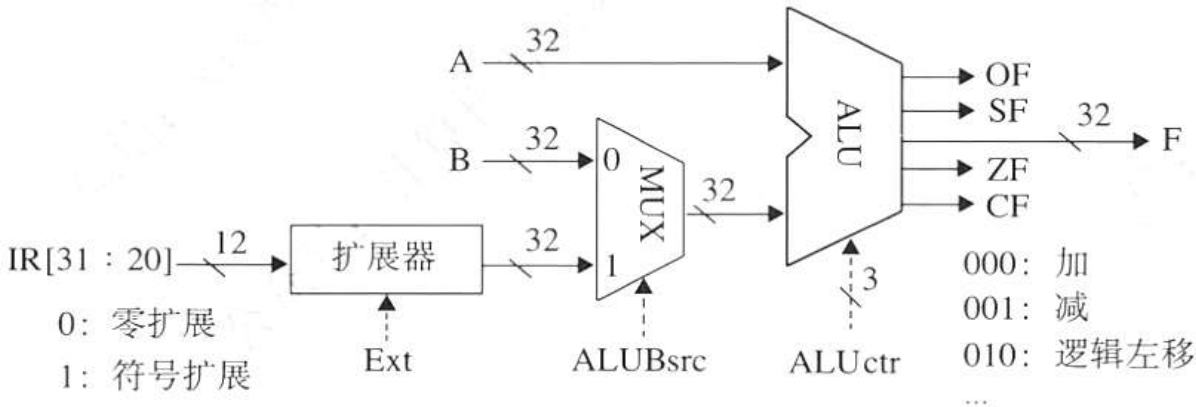
- (1) 画出所构造的  $HT$ , 并计算  $HT$  的装填因子。(6 分)
- (2) 给出在  $HT$  中查找关键字 14 的关键字比较序列。(2 分)
- (3) 在  $HT$  中查找关键字 8, 确认查找失败时的散列地址是多少? (2 分)

43. (13 分) 假定计算机 M 字长为 32 位, 按字节编址, 采用 32 位定长指令字, 指令 add、slli 和 lw 的格式、编码和功能说明如题 43 图 (a) 所示。

| 指令   | 31       | 25 | 24 | 20 | 19    | 15 | 14  | 12 | 11  | 7 | 6       | 0 | 指令功能说明                           |                                     |
|------|----------|----|----|----|-------|----|-----|----|-----|---|---------|---|----------------------------------|-------------------------------------|
| add  | 00000000 |    |    |    | rs2   |    | rs1 |    | 000 |   | rd      |   | 0110011                          | $R[rd] \leftarrow R[rs1] + R[rs2]$  |
| slli | 00000000 |    |    |    | shamt |    | rs1 |    | 010 |   | rd      |   | 0010011                          | $R[rd] \leftarrow R[rs1] \ll shamt$ |
| lw   | imm      |    |    |    | rs1   |    | 010 |    | rd  |   | 0000011 |   | $R[rd] \leftarrow M[R[rs1]+imm]$ |                                     |

题 43 图 (a)

其中,  $R[x]$ 表示通用寄存器  $x$  的内容,  $M[x]$ 表示地址为  $x$  的存储单元内容, shamt 为移位位数, imm 为补码表示的偏移量。题 43 图 (b) 给出了计算机 M 的部分数据通路及其控制信号 (用带箭头虚线表示), 其中, A 和 B 分别表示从通用寄存器 rs1 和 rs2 中读出的内容;  $IR[31:20]$ 表示寄存器中的高 12 位; 控制信号 Ext 为 0、1 时扩展器分别实现零扩展、符号扩展, ALUctr 为 000、001、010 时 ALU 分别实现加、减、逻辑左移运算。



题 43 图 (b)

- 请回答下列问题。
- (1) 计算机 M 最多有多少个通用寄存器? 为什么 shamt 字段占 5 位? (2 分)
  - (2) 执行 add 指令时, 控制信号 ALUbsrc 的取值应是什么? 若 rs1 和 rs2 寄存器内容分别是 8765 4321H 和 9876 5432H, 则 add 指令执行后, ALU 输出端 F、OF 和 CF 的结果分别是什么? 若该 add 指令处理的是无符号整数, 则应根据哪个标志判断是否溢出? (5 分)
  - (3) 执行 slli 指令时, 控制信号 Ext 的取值可以是 0 也可以是 1, 为什么? (2 分)
  - (4) 执行 lw 指令时, 控制信号 Ext、ALUctr 的取值分别是什么? (2 分)
  - (5) 若一条指令的机器码是 A040 A103H, 则该指令一定是 lw 指令, 为什么? 若执行该指令时,  $R[01H]=FFFF A2D0H$ , 则所读取数据的存储地址是什么? (2 分)



44. (10 分) 对于题 43 中的计算机 M，C 语言程序 P 包含的语句 “sum+=a[i];” 在 M 中对应的指令序列 S 如下。

```
slli    r4, r2, 2           //R[r4]←R[r2]<<2
add     r4, r3, r4          //R[r4]←R[r3]+R[r4]
lw      r5, 0(r4)           //R[r5]←M[R[r4]+0]
add     r1, r1, r5           //R[r1]←R[r1]+R[r5]
```

已知变量 *i*、*sum* 和数组 *a* 都为 int 型，通用寄存器 r1~r5 的编号为 01H~05H。  
请回答下列问题。

- (1) 根据指令序列 S 中每条指令的功能，写出存放数组 *a* 的首地址、变量 *i* 和 *sum* 的通用寄存器编号。(3 分)
- (2) 已知 M 为小端方式计算机，采用页式存储管理方式，页大小为 4KB。若执行到指令序列 S 中第 1 条指令时，*i* = 5 且 r1 和 r3 的内容分别为 0000 1332H 和 0013 DFF0H，从地址 0013 DFF0H 开始的存储单元内容如题 44 图所示，则执行 “sum+=a[i];” 语句后，*a*[*i*]的地址、*a*[*i*]和 *sum* 的机器数分别是什么（用十六进制表示）？*a*[*i*]所在页的页号是多少？此次执行中，数组 *a* 至少存放在几页中？(5 分)

| 地址        | 0  | 1  | 2  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  |
|-----------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 0013 DFF0 | FF | FF | FF | 7C | 70 | FE | FF | FF |
| 0013 DFF8 | 00 | 00 | 00 | 0C | 3C | 02 | 01 | FF |
| 0013 E000 | F0 | F1 | 00 | 00 | DC | EC | FF | FF |
| 0013 E008 | FF | FF | 01 | 02 | 00 | 00 | 01 | 02 |

题 44 图

- (3) 指令 “slli r4,r2,2” 的机器码是什么（用十六进制表示）？若数组 *a* 改为 short 类型，则指令序列 S 中 slli 指令的汇编形式应是什么？(2 分)

45. (7 分) 某计算机按字节编址, 采用页式虚拟存储管理方式, 虚拟地址和物理地址的长度均为 32 位, 页表项的大小为 4 字节, 页大小为 4 MB, 虚拟地址结构如下。

|           |              |
|-----------|--------------|
| 页号 (10 位) | 页内偏移量 (22 位) |
|-----------|--------------|

进程 P 的页表起始虚拟地址为 B8C0 0000H, 被装载到从物理地址 6540 0000H 开始的连续主存空间中。

请回答下列问题, 要求答案用十六进制表示。

(1) 若 CPU 在执行进程 P 的过程中, 访问虚拟地址 1234 5678H 时发生了缺页异常, 经过缺页异常处理和 MMU 地址转换后得到的物理地址是 BAB4 5678H, 在此次缺页异常处理过程中, 需要为所缺页分配页框并更新相应的页表项, 则该页表项的虚拟地址和物理地址分别是什么? 该页表项中的页框号更新后的值是什么? (3 分)

(2) 进程 P 的页表所在页的页号是什么? 该页对应的页表项的虚拟地址是什么? 该页表项中的页框号是什么? (4 分)

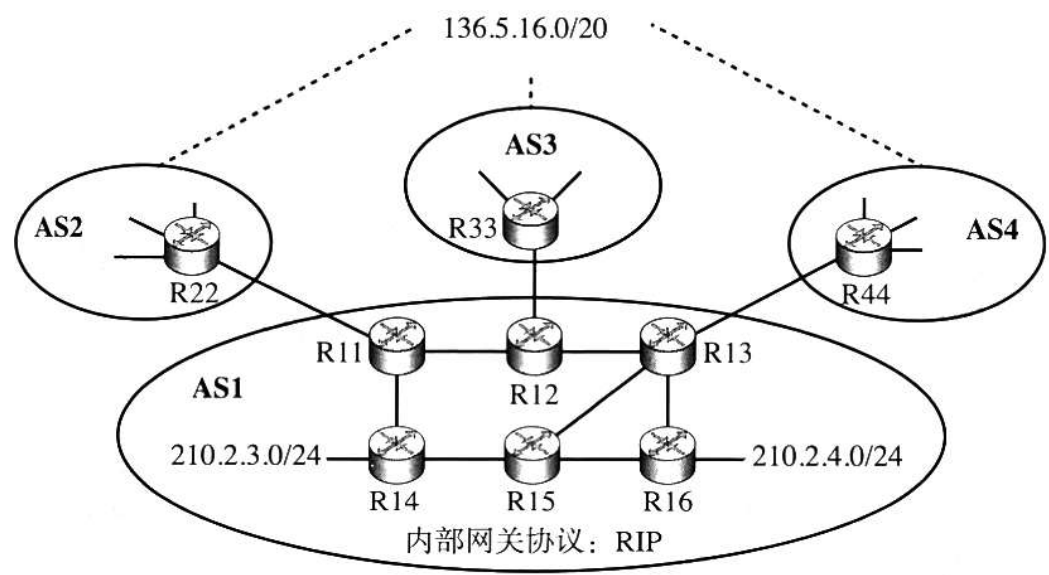
46. (8 分) 计算机系统进程之间往往需要相互协作以完成一个任务。在某网络系统中, 缓冲区 B 用于存放一个数据分组, 对 B 的操作有 C1、C2 和 C3。C1 将一个数据分组写入 B 中, C2 从 B 中读出一个数据分组, C3 对 B 中的数据分组进行修改。要求 B 为空时才能执行 C1, B 非空时才能执行 C2 和 C3。

(1) 假设进程 P1 和 P2 均需要执行 C1, 实现 C1 的代码是否为临界区? 为什么? (2 分)

(2) 假设 B 初始为空, 进程 P1 执行 C1 一次, 进程 P2 执行 C2 一次。请定义尽可能少的信号量, 并用 wait()、signal() 操作描述进程 P1 和 P2 之间的同步或互斥关系, 说明所用信号量的作用及其初值。(3 分)

(3) 假设 B 初始不为空, 进程 P1 和 P2 各执行 C3 一次。请定义尽可能少的信号量, 并用 wait()、signal() 操作描述进程 P1 和 P2 之间的同步或互斥关系, 说明所用信号量的作用及其初值。(3 分)

47. (9 分) 网络空间是继陆海空天之后的“第五疆域”，网络技术是网络疆域建设与治理的基础。路由算法与协议是网络核心技术之一，对其准确认知、合理选择与应用，对于网络建设十分重要。假设现有互联网中的 4 个自治系统互连拓扑示意图如题 47 图所示。其中，AS1 运行内部网关协议 RIP；AS3 规模较小，自治系统内任意两个主机间通信，经过路由器数量不超过 15 个；AS4 规模较大，自治系统内任意两个主机间通信，经过路由器数量可能超过 20 个。



题 47 题图

请回答下列问题。

- (1) 若仅有 RIP 和 OSPF 内部网关协议供选择，则 AS4 应该选择哪个协议？ (1 分)
- (2) 若 AS3 中的某主机向本自治系统内另一主机发送 1 个 IP 分组，为确保该 IP 分组能够被正常接收，则该 IP 分组的初始 TTL 值应该至少设置为多少？ (1 分)
- (3) 假设 AS1 中的路由器同一时刻启动，启动后立即构建并交换初始距离向量，之后，每隔 30s 交换一次最新的距离向量。则从交换初始距离向量时刻算起，R11~R16 路由器均获到达网络 210.2.4.0/24 的正确路由，至少需多长时间？ (2 分)
- (4) R44 向 R13 通告到达网络 136.5.16.0/20 路由时，由 BGP 协议哪类会话完成？通过哪个 BGP 报文通告？R13 通过 BGP 协议的哪类会话将该网络可达性信息通告给 R14 和 R15？ (3 分)
- (5) 若 R14 和 R15 均收到分别由 R11、R12、R13 通告的到达网络 136.5.16.0/20 的可达性信息为：

| 目的网络          | AS 路径             | 下一跳 |
|---------------|-------------------|-----|
| 136.5.16.0/20 | AS2、AS8、AS19      | R11 |
| 136.5.16.0/20 | AS3、AS7、AS11、AS19 | R12 |
| 136.5.16.0/20 | AS4、AS10、AS19     | R13 |

则在无策略约束情况下，R14 和 R15 更新路由表后，各自路由表中到达网络 136.5.16.0/20 路由的下一跳分别是什么（用路由器名称表示）？ (2 分)