

## 2019 年全国硕士研究生入学统一考试

### 计算机科学与技术学科联考计算机学科专业基础综合试题

一、单项选择题（第 1~40 小题，每小题 2 分，共 80 分。下列每题给出的四个选项中，只有一个选项最符合试题要求）

1. 设  $n$  是描述问题规模的非负整数，下列程序段的时间复杂度是\_\_\_\_\_。

```
x=0;
while (n>=(x+1)*(x+1))
    x=x+1;
```

- A.  $O(\log n)$       B.  $O(n^{1/2})$       C.  $O(n)$       D.  $O(n^2)$

2. 若将一棵树  $T$  转化为对应的二叉树  $BT$ ，则下列对  $BT$  的遍历中，其遍历序列与  $T$  的后根遍历序列相同的是\_\_\_\_\_。

- A. 先序遍历      B. 中序遍历      C. 后序遍历      D. 按层遍历

3. 对  $n$  个互不相同的符号进行哈夫曼编码。若生成的哈夫曼树共有 115 个结点，则  $n$  的值是\_\_\_\_\_。

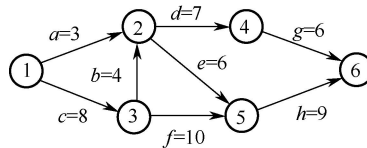
- A. 56      B. 57      C. 58      D. 60

4. 在任意一棵非空平衡二叉树（AVL 树） $T_1$  中，删除某结点  $v$  之后形成平衡二叉树  $T_2$ ，再将  $v$  插入  $T_2$  形成平衡二叉树  $T_3$ 。下列关于  $T_1$  与  $T_3$  的叙述中，正确的是\_\_\_\_\_。

- I. 若  $v$  是  $T_1$  的叶结点，则  $T_1$  与  $T_3$  可能不相同  
II. 若  $v$  不是  $T_1$  的叶结点，则  $T_1$  与  $T_3$  一定不相同  
III. 若  $v$  不是  $T_1$  的叶结点，则  $T_1$  与  $T_3$  一定相同

- A. 仅 I      B. 仅 II      C. 仅 I、II      D. 仅 I、III

5. 下图所示的 AOE 网表示一项包含 8 个活动的工程。活动  $d$  的最早开始时间和最迟开始时间分别是\_\_\_\_\_。



- A. 3 和 7      B. 12 和 12      C. 12 和 14      D. 15 和 15

6. 用有向无环图描述表达式  $(x+y)((x+y)/x)$ ，需要的顶点个数至少是\_\_\_\_\_。

- A. 5      B. 6      C. 8      D. 9

7. 选择一个排序算法时，除算法的时空效率，下列因素中，还需要考虑的是\_\_\_\_\_。

- I. 数据的规模      II. 数据的存储方式      III. 算法的稳定性      IV. 数据的初始状态

A. 仅 III

B. 仅 I、II

C. 仅 II、III、IV

D. I、II、III、IV



III. 存储器 (Memory)

IV. 指令译码器 (ID)

A. 仅 I、II

B. 仅 I、II、III

C. 仅 II、III、IV

D. 仅 I、III、IV

18. 在采用“取指、译码/取数、执行、访存、写回”5段流水线的处理器中,执行如下指令序列,其中s0、s1、s2、s3和t2表示寄存器编号。

```
I1: add s2,s1,s0      //R[s2]←R[s1]+R[s0]
I2: load s3,0(t2)      //R[s3]←M[R[t2]+0]
I3: add s2,s2,s3        //R[s2]←R[s2]+R[s3]
I4: store s2,0(t2)      //M[R[t2]+0]←R[s2]
```

下列指令对中,不存在数据冒险的是\_\_\_\_\_。

A. I1和I3

B. I2和I3

C. I2和I4

D. I3和I4

19. 假定一台计算机采用3通道存储器总线,配套的内存条型号为DDR3-1333,即内存条所接插的存储器总线的工作频率为1333MHz,总线宽度为64位,则存储器总线的总带宽大约是\_\_\_\_\_。

A. 10.66GB/s

B. 32GB/s

C. 64GB/s

D. 96GB/s

20. 下列关于磁盘存储器的叙述中,错误的是\_\_\_\_\_。

A. 磁盘的格式化容量比非格式化容量小

B. 扇区中包含数据、地址和校验等信息

C. 磁盘存储器的最小读写单位为一字节

D. 磁盘存储器由磁盘控制器、磁盘驱动器和盘片组成

21. 某设备以中断方式与CPU进行数据交换,CPU主频为1GHz,设备接口中的数据缓冲寄存器为32位,设备的数据传输率为50kB/s。若每次中断开销(包括中断响应和中断处理)为1000个时钟周期,则CPU用于该设备输入/输出的时间占整个CPU时间的百分比最多是\_\_\_\_\_。

A. 1.25%

B. 2.5%

C. 5%

D. 12.5%

22. 下列关于DMA方式的叙述中,正确的是\_\_\_\_\_。

I. DMA传送前由设备驱动程序设置传送参数

II. 数据传送前由DMA控制器请求总线使用权

III. 数据传送由DMA控制器直接控制总线完成

IV. DMA传送结束后的处理由中断服务程序完成

A. 仅 I、II

B. 仅 I、III、IV

C. 仅 II、III、IV

D. I、II、III、IV

23. 下列关于线程的描述中,错误的是\_\_\_\_\_。

A. 内核级线程的调度由操作系统完成

B. 操作系统为每个用户级线程建立一个线程控制块

C. 用户级线程间的切换比内核级线程间的切换效率高

D. 用户级线程可以在不支持内核级线程的操作系统上实现

24. 下列选项中,可能会将进程唤醒的事件是\_\_\_\_\_。

I. I/O结束 II. 某进程退出临界区 III. 当前进程的时间片用完

A. 仅 I

B. 仅 III

C. 仅 I、II

D. I、II、III

25. 下列关于系统调用的叙述中,正确的是\_\_\_\_\_。

I. 在执行系统调用服务程序的过程中,CPU处于内核态

II. 操作系统通过提供系统调用避免用户程序直接访问外设

### D. 同轴电缆

35. 对于滑动窗口协议, 若分组序号采用 3 比特编号, 发送窗口大小为 5, 则接收窗口最大是\_\_\_\_\_。

- A. 2                      B. 3                      C. 4                      D. 5

36. 假设一个采用 CSMA/CD 协议的 10Mb/s 局域网, 最小帧长是 128B, 则在一个冲突域内两个站点之间的单向传播延时最多是\_\_\_\_\_。

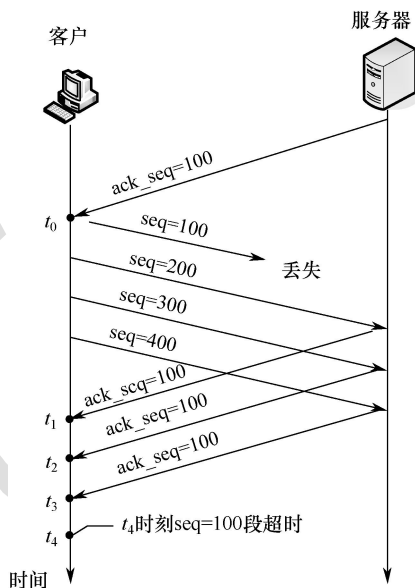
- A.  $2.56\mu\text{s}$               B.  $5.12\mu\text{s}$               C.  $10.24\mu\text{s}$               D.  $20.48\mu\text{s}$

37. 若将 101.200.16.0/20 划分为 5 个子网, 则可能的最小子网的可分配 IP 地址数是\_\_\_\_\_。

- A. 126                      B. 254                      C. 510                      D. 1022

38. 某客户通过一个 TCP 连接向服务器发送数据的部分过程如题 38 图所示。客户在  $t_0$  时刻第一次收到确认序列号  $\text{ack\_seq} = 100$  的段, 并发送序列号  $\text{seq} = 100$  的段, 但发生丢失。若 TCP 支持快速重传, 则客户重新发送  $\text{seq} = 100$  段的时刻是\_\_\_\_\_。

- A.  $t_1$                       B.  $t_2$                       C.  $t_3$                       D.  $t_4$



题 38 图

39. 若主机甲主动发起一个与主机乙的 TCP 连接, 甲、乙选择的初始序列号分别为 2018 和 2046, 则第三次握手 TCP 段的确认序列号是\_\_\_\_\_。

- A. 2018                      B. 2019                      C. 2046                      D. 2047

40. 下列关于网络应用模型的叙述中, 错误的是\_\_\_\_\_。

- A. 在 P2P 模型中, 结点之间具有对等关系  
B. 在客户/服务器 (C/S) 模型中, 客户与客户之间可以直接通信  
C. 在 C/S 模型中, 主动发起通信的是客户, 被动通信的是服务器  
D. 在向多用户分发一个文件时, P2P 模型通常比 C/S 模型所需的时间短

## 二、综合应用题 (第 41~47 小题, 共 70 分)

41. (13 分) 设线性表  $L = (a_1, a_2, a_3, \dots, a_{n-2}, a_{n-1}, a_n)$  采用带头结点的单链表保存, 链表中的结点定义如下:

```
typedef struct node
```





```

else return 1;
2100401035    B8 01 00 00 00  mov  eax,1
}

...
2600401040    3B EC          cmp  ebp, esp
...
300040104A    C3              ret

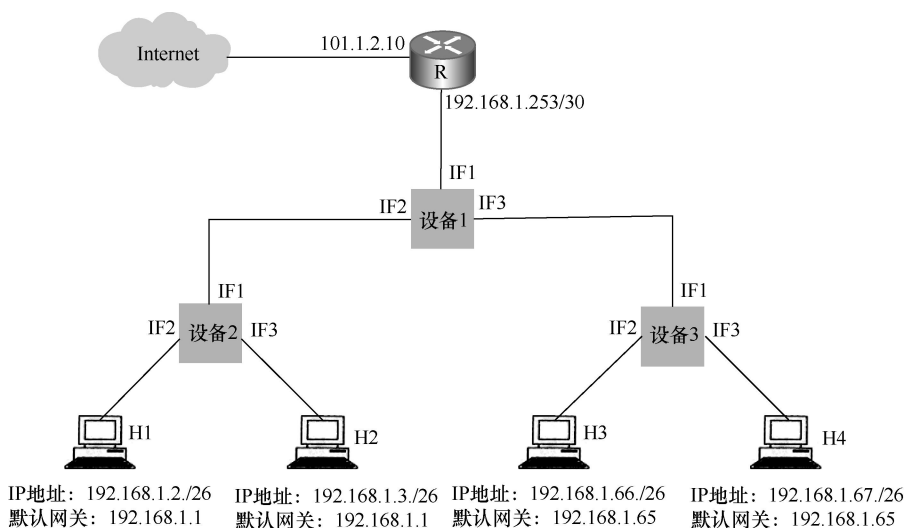
```

其中，机器级代码行包括行号、虚拟地址、机器指令和汇编指令，计算机 M 按字节编址，int 型数据占 32 位。请回答下列问题：

- (1) 计算  $f(10)$  需要调用函数  $f1$  多少次？执行哪条指令会递归调用  $f1$ ？
- (2) 上述代码中，哪条指令是条件转移指令？哪几条指令一定会使程序跳转执行？
- (3) 根据第 16 行的 `call` 指令，第 17 行指令的虚拟地址应是多少？已知第 16 行的 `call` 指令采用相对寻址方式，该指令中的偏移量应是多少（给出计算过程）？已知第 16 行的 `call` 指令的后 4 字节为偏移量，M 是采用大端方式还是采用小端方式？
- (4)  $f(13) = 6227020800$ ，但  $f1(13)$  的返回值为 1932053504，为什么两者不相等？要使  $f1(13)$  能返回正确的结果，应如何修改  $f1$  的源程序？
- (5) 第 19 行的 `imul` 指令（带符号整数乘）的功能是  $R[ecx] \leftarrow R[ecx] \times R[ecx]$ ，当乘法器输出的高、低 32 位乘积之间满足什么条件时，溢出标志  $OF = 1$ ？要使 CPU 在发生溢出时转异常处理，编译器应在 `imul` 指令后应加一条什么指令？

46. (7 分) 对于题 45，若计算机 M 的主存地址为 32 位，采用分页存储管理方式，页大小为 4KB，则第 1 行的 `push` 指令和第 30 行的 `ret` 指令是否在同一页中（说明理由）？若指令 Cache 有 64 行，采用 4 路组相联映射方式，主存块大小为 64B，则 32 位主存地址中，哪几位表示块内地址？哪几位表示 Cache 组号？哪几位表示标记（tag）信息？读取第 16 行的 `call` 指令时，只可能在指令 Cache 的哪一组中命中（说明理由）？

47. (9 分) 某网络拓扑如题 47 图所示，其中 R 为路由器，主机 H1~H4 的 IP 地址配置以及 R 的各接口 IP 地址配置如图中所示。现有若干以太网交换机（无 VLAN 功能）和路由器两类网络互连设备可供选择。



题 47 图

(4) 若主机 H3 发送一个目的地址为 192.168.1.127 的 IP 数据报, 网络中哪几个主机会接收该数据报?



```
q->next=p->next;
p->next=q;
q=r;
}
s=h->next;           //s 指向前半段的第一个数据结点，即插入点
q=p->next;           //q 指向后半段的第一个数据结点
p->next=NULL;
while (q!=NULL)      //将链表后半段的结点插入到指定位置
{   r=q->next;        //r 指向后半段的下一个结点
    q->next=s->next;   //将 q 所指结点插入到 s 所指结点之后
    s->next=q;
    s=q->next;        //s 指向前半段的下一个插入点
    q=r;
}
```

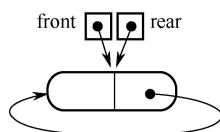
3) 第 1 步找中间结点的时间复杂度为  $O(n)$ ，第 2 步逆置的时间复杂度为  $O(n)$ ，第 3 步合并链表的时间复杂度为  $O(n)$ ，所以该算法的时间复杂度为  $O(n)$ 。

42. 解答：

1) 顺序存储无法满足要求②的队列占用空间随着入队操作而增加。根据要求来分析：要求①容易满足；链式存储方便开辟新空间，要求②容易满足；对于要求③，出队后的结点并不真正释放，用队头指针指向新的队头结点，新元素入队时，有空余结点则无须开辟新空间，赋值到队尾后的第一个空结点即可，然后用队尾指针指向新的队尾结点，这就需要设计成一个首尾相接的循环单链表，类似于循环队列的思想。设置队头、队尾指针后，链式队列的入队操作和出队操作的时间复杂度均为  $O(1)$ ，要求④可以满足。

因此，采用链式存储结构（两段式单向循环链表），队头指针为 **front**，队尾指针为 **rear**。

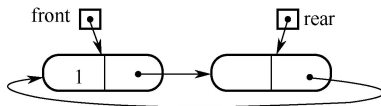
2) 该循环链式队列的实现，可以参考循环队列，不同之处在于循环链式队列可以方便增加空间，出队的结点可以循环利用，入队时空间不够也可以动态增加。同样，循环链式队列也要区分队满和队空的情况，这里参考循环队列牺牲一个单元来判断。初始时，创建只有一个空闲结点的循环单链表，头指针 **front** 和尾指针 **rear** 均指向空闲结点，如下图所示。



队空的判定条件： $\text{front} == \text{rear}$ 。

队满的判定条件： $\text{front} == \text{rear} \rightarrow \text{next}$ 。

3) 插入第一个元素后的状态如下图所示。



4) 操作的基本过程如下：

43. 解答:

本题可以用碗这个限制资源来避免死锁：当碗的数量  $m$  小于哲学家的数量  $n$  时，可以直接让碗的资源量等于  $m$ ，确保不会出现所有哲学家都拿一侧筷子而无限等待另一侧筷子进而造成死锁的情况；当碗的数量  $m$  大于等于哲学家的数量  $n$  时，为了让碗起到同样的限制效果，我们让碗的资源量等于  $n-1$ ，这样就能保证最多只有  $n-1$  个哲学家同时进餐，所以得到碗的资源量为  $\min\{n-1, m\}$ 。在进行 PV 操作时，碗的资源量起限制哲学家取筷子的作用，所以需要先对碗的资源量进行 P 操作。具体过程如下：

```
CoBegin
while(TRUE){                                     //哲学家 i 的程序
    思考;
    P(bowl);                                     //取碗
    P(chopsticks[i]);                           //取左边筷子
    P(chopsticks[(i+1)%n]);                     //取右边筷子
    就餐;
    V(chopsticks[i]);
    V(chopsticks[(i+1)%n]);
    V(bowl);
}
CoEnd
```

44. 解答:

2) 磁头在 85 号柱面上, 对 SSTF 算法而言, 总是访问当前柱面距离最近的地址。注意每个簇包含 2 个扇区, 通过计算得到, 85 号柱面对应的簇号为 85000~85999。通过比较得出, 系统最先访问离 85000~85999 最近的 100260, 随后访问离 100260 最近的 101660, 然后访问 110560, 最后访问 60005。顺序为 100260、101660、110560、60005。

3) 第 100530 簇在磁盘上的物理地址由其所在的柱面号、磁道号、扇区号构成。

柱面号 =  $\lfloor \text{簇号} / \text{每个柱面的簇数} \rfloor = \lfloor 100530 / (10 \times 200 / 2) \rfloor = 100$ 。

磁道号 =  $\lfloor (\text{簇号} \% \text{每个柱面的簇数}) / \text{每个磁道的簇数} \rfloor = \lfloor 530 / (200 / 2) \rfloor = 5$ 。

扇区号 =  $\text{扇区地址} \% \text{每个磁道的扇区数} = (530 \times 2) \% 200 = 60$ 。

将簇号转换成磁盘物理地址的过程由磁盘驱动程序完成。

45. 解答:

1) 计算  $f(10)$  需要调用函数  $f1$  共 10 次, 执行第 16 行的 `call` 指令会递归调用  $f1$ 。

2) 第 12 行的 `jle` 指令是条件转移指令, 其含义为小于等于时转移, 本行代码的意义为: 当  $n \leq 1$  时, 跳转至地址 0040 1035H。第 16 行的 `call` 指令为函数调用指令, 第 20 行的 `jmp` 指令为无条件转移指令, 第 30 行的 `ret` 指令为子程序的返回指令, 这三条指令一定会使程序跳转执行。

3) 其长度计算机 M 上按字节编址, 第 16 行的 `call` 指令的虚拟地址为 0040 1025H, 长度为 5 字节, 故第 17 行的指令的虚拟地址为  $0040\ 1025H + 5 = 0040\ 102AH$ 。第 16 行的 `call` 指令采用相对寻址方式, 即目标地址 = (PC) + 偏移量, `call` 指令的目标地址为 0040 1000H, 所以偏移量 = 目标地址 - (PC) =  $0040\ 1000H - 0040\ 102AH = FFFF\ FFD6H$ 。根据第 16 行的 `call` 指令的偏移量字段为 D6 FF FF FF, 可以确定 M 采用小端方式。

4) 因为  $f(13) = 6227020800$ , 其结果超出了 32 位 `int` 型数据可表示的最大范围, 因此  $f(13)$  的返回值是一个发生了溢出的错误结果。为使  $f1(13)$  能返回正确结果, 可将函数  $f1$  的返回值类型改为 `double` (或 `long long`, 或 `long double`, 或 `float`) 类型。

5) 若乘积的高 33 位为非全 0 或非全 1, 则  $OF = 1$ 。编译器应在 `imul` 指令后加一条“溢出自陷指令”, 使得 CPU 自动查询溢出标志  $OF$ , 当  $OF = 1$  时调出“溢出异常处理程序”。

46. 解答:

因为页大小为 4KB, 所以虚拟地址的高 20 位为虚拟页号。第 1 行的 `push` 指令和第 30 行的 `ret` 指令的虚拟地址的高 20 位都是 00401H, 因此两条指令在同一页中。

指令 Cache 有 64 块, 采用 4 路组相联映射方式, 故指令 Cache 共有  $64/4 = 16$  组, Cache 组号共 4 位。主存块大小为 64B, 故块内地址为低 6 位。综上所述, 在 32 位主存地址中, 低 6 位为块内地址, 中间 4 位为组号, 高 22 位为标记。

因为页大小为 4KB, 所以虚拟地址和物理地址的最低 12 位完全相同, 因而 `call` 指令虚拟地址 0040 1025H 中的 025H = 0000 0010 0101B 为物理地址的低 12 位, 对应的 7~10 位为组号, 故对应的 Cache 组号为 0。

47. 解答:

1) 以太网交换机 (无 VLAN 功能) 连接的若干 LAN 仍然是一个网络 (同一个广播域), 路由器可以连接不同的 LAN、不同的 WAN 或把 WAN 和 LAN 互联起来, 隔离了广播域。IP 地址 192.168.1.2/26 与 192.168.1.3/26 的网络前缀均为 192.168.1.0, 视为 LAN1。IP 地址 192.168.1.66/26 与 192.168.1.67/26 的网络前缀均为 192.168.1.64, 视为 LAN2。所以设备 1 为路由器, 设备 2、3 为以太网交换机。

2) 设备 1 为路由器, 其接口应配置 IP 地址。IF1 接口与路由器 R 相连, 其相连接口的 IP 地址为 192.168.1.253/30, 253 的二进制表示形式为 11111101, 故 IF1 接口的网络前缀也应为 192.168.1.111111, 已分配 192.168.1.253, 去除全 0 全 1, IF1 接口的 IP 地址应为 192.168.1.254。LAN1 的默认网关为 192.168.1.1, LAN2 的默认网关为 192.168.1.65, 网关的 IP 地址是具有路由功能的设备的 IP 地址, 通常默认网关地址就是路由器中的 LAN 端口地址, 设备 1 的 IF2、IF3 接口的 IP 地址分别设置为 192.168.1.1 和 192.168.1.65。

3) 私有地址段: C 类 192.168.0.0~192.168.255.255, 即 H1~H4 均为私有 IP 地址, 若要能够访问 Internet, R 需要提供 NAT 服务, 即网络地址转换服务。

4) 主机 H3 发送一个目的地址为 192.168.1.127 的 IP 数据报, 主机号全为 1, 为本网络的广播地址, 由于路由器可以隔离广播域, 只有主机 H4 会接收到数据报。