

# 南京大学 2019 年硕士研究生入学考试初试试题

(A 卷) (三小时)

科目代码: 845 科目名称: 数据结构与算法, 操作系统, 计算机系统基础, 计算机网络 满分: 150

适用专业: 计算机科学与技术、软件工程、计算机技术(专项)

注意: ①所有答案必须写在答题卡或答题纸上, 写在本试题纸或草稿纸上均无效;  
②本科目不允许使用计算器; ③本试题纸须随答题卡一起放入试题袋中交回!

一、单项选择题: 第 1-20 小题, 每小题 2 分, 共 40 分。下列每题给出的四个选项中, 只有一个选项最符合题目要求。

- 给定权值集合  $\{9, 14, 7, 11, 3\}$ , 构造相应的 Huffman 树, 则其带权路径长度为 ( )。  
A. 75 B. 8 C. 88 D. 98
- 设有一个顺序栈 S, 元素  $a_1, a_2, a_3, a_4, a_5$  依次进栈, 如果这 5 个元素的出栈顺序为  $a_2, a_1, a_4, a_3, a_5$ , 则该顺序栈的容量至少是 ( )。  
A. 2 B. 3 C. 4 D. 5
- 设散列表为 HT[7] (下标从 0 开始), 初始为空, 散列函数为  $H(key) = key \% 7$ , 用线性探查法解决冲突, 关键码序列 34, 12, 22, 5 依次存储到该散列表中, 则在该散列表中进行搜索, 等概率情况下其搜索成功时的平均搜索长度是 ( )。  
A.  $3/2$  B. 1 C.  $5/4$  D. 2
- 一个具有  $n$  个顶点和  $e$  条边的无向图用邻接表表示, 则该邻接表中边结点的个数是 ( )。  
A.  $n$  B.  $n/2$  C.  $e$  D.  $2e$
- 假设  $f(n) = \log(n!)$ , 和  $f(n)$  具有  $\Theta$  关系的函数是 ( )。  
A.  $n^2$  B.  $n \log n$  C.  $n$  D.  $\log n$
- 假设要对  $n$  个元素进行排序, 下列表述错误的是 ( )。  
A. 堆的构建最坏情况下可以在  $O(n)$  的时间内完成  
B. 合并排序的最坏情况时间复杂度是  $O(n \log n)$   
C. 快速排序的最坏情况时间复杂度是  $O(n \log n)$   
D. 堆排序的最坏情况时间复杂度是  $O(n \log n)$

试题编号 845 4 7 页

7. 关于计算复杂性, 下列表述错误的是 ( ).

- A. 如果你为一个 NP 完全问题提出了一个多项式时间的算法, 则任何 NP 问题都在多项式时间内可解
- B. 问题间的  $\leq$  关系(多项式时间归约关系)是一个传递关系
- C. 已知问题 1 是 NP 完全问题, 问题 2 可以多项式时间规约到问题 1, 则问题 2 是 NP 完全问题
- D. 如果问题 1 是 P 问题, 则问题 1 同时也是 NP 问题

8. 某实时系统中有 3 个周期性发生的事件需要处理, 对应的周期分别为 4 毫秒、5 毫秒、10 毫秒。若对应的前两个事件的处理时间分别为 1 毫秒和 3 毫秒, 如果该实时系统可调度, 则第三个事件的最大处理时间为 ( ).

- A. 2.5 毫秒
- B. 2 毫秒
- C. 1.5 毫秒
- D. 1 毫秒

9. 如下代码执行时, 系统中最多能产生的进程数为 ( ).

```
int main() {  
    int i;  
    for (i = 0; i < 3; i++) {  
        if (fork() > 0)  
            break;  
    }  
    return 0;  
}
```

- A. 8 个
- B. 5 个
- C. 4 个
- D. 3 个

10. 某旋转型存储设备, 旋转一周耗时 20ms, 每个磁道 20 个物理块, 若将 10 个记录块(大小同物理块), 每个均以冗余方式分别存放在两个轴对称的物理块中, 在不考虑寻道时间的情况下, 读取任何一个记录块的平均花费时间是 ( ).

- A. 1ms
- B. 5ms
- C. 6ms
- D. 10ms

11. 下列关于 UNIX 文件系统物理结构的描述, 正确的是 ( ).

- A. 多重索引结构
- B. 顺序结构
- C. 链接结构
- D. 散列结构

12. 下列磁盘驱动器移动臂调度算法会产生“饥饿”现象的是 ( ).

- A. 先来先服务
- B. 最短查找时间优先
- C. 电梯调度
- D. 循环扫描

13. 对于通用计算机系统乘运算, 以下叙述中正确的是 ( ).

- A. 如果计算机中没有乘法器, 则其指令系统一定不能提供乘法指令
- B. 如果计算机的指令系统中没有乘法指令, 则该机一定不能执行乘运算
- C. 任何情况下, 都可以用无符号整数乘运算指令来实现带符号整数乘运算
- D. 任一整型常数与一整型变量相乘, 一定可以用加法指令和移位指令实现

## 南京大学 2019 年硕士研究生入学考试初试试题

14. 若  $x$  为 float 型变量, 赋值语句为 “ $x = 129.5$ ”, 则  $x$  的机器数为 ( )。

- A. 43018000H
- B. 43818000H
- C. C3018000H
- D. C3818000H

15. 某 8 位计算机中, 假定  $x$  和  $y$  是两个带符号整数变量, 用补码表示,  $x = 68$ ,  $y = 35$ , 则  $x + y$  的机器数及其相应的溢出标志 OF 分别是 ( )。

- A. 21H, 0
- B. 21H, 1
- C. 67H, 0
- D. 67H, 1

16. 以下是有关虚拟存储管理机制中页表的叙述, 其中错误的是 ( )。

- A. 系统中每个进程有一个页表
- B. 页表中每个表项与一个虚页对应
- C. 每个页表项中都包含装入位 (有效位)
- D. 所有进程都可以访问页表所在存储区

17. 下列选项中, 能引起外部中断请求的事件是 ( )。

- A. 鼠标输入
- B. 除数为 0
- C. 浮点运算下溢
- D. 访存缺页

18. 在以太网的互联中, 网桥的存储转发所在 OSI (开放系统互联) 七层协议体系中的层次是 ( )。

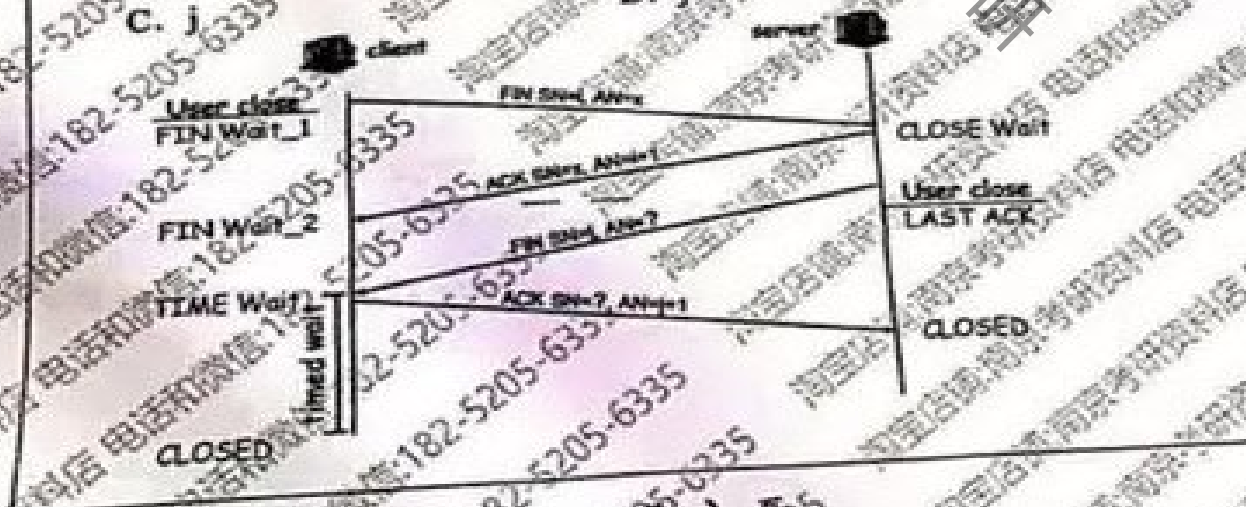
- A. 物理层
- B. 链路层
- C. 网络层
- D. 传输层

19. 大家在下载 torrent 文件时, 经常遇到 MD5 码, 这个编码的作用是 ( )。

- A. 防止文件被篡改
- B. 对文件内容加密
- C. 为文件赋予一个标识
- D. 识别文件的发布者

20. 下图展示了 TCP 连接终止的握手过程, 其中 “?” 处应填入的数值是 ( )。

- A.  $i$
- B.  $i+1$
- C.  $j$
- D.  $j+1$



## 二、综合应用题 (共 110 分):

21. (12 分) 请设计一个用数组  $Q[0..m-1]$  表示的循环队列, 队列头指针为  $front$ , 指向队头元素的前一位置, 队列尾指针为  $rear$ , 指向队尾元素。
- (1) 给出循环队列的队空和队满的判断条件, 并分析该条件对于实际队列存储空间的影响。(4 分)
- (2) 请给出计算队列中实际元素个数的公式。(2 分)
- (3) 用 C++ 或 C 语言实现队列的两个基本运算: 入队和出队。(6 分)

22. (10 分) 依次输入关键码 34, 16, 19, 21, 5, 49, 构造 3 阶 B-树。
- (1) 从空树开始, 请画出该 3 阶 B-树构造的过程 (每个关键码插入至少有一个步骤)。(5 分)
- (2) 请用 C++ 或 C 语言实现在给定的  $m$  阶 B-树中查找关键码  $x$  的算法。(5 分)

假设  $m$  阶 B 树的结点结构如下:

```
struct BTreeNode {  
    int n; // 关键码个数  
    int key[m]; // 关键码数组  
    BTreeNode *ptr[m+1]; // 子树结点指针数组  
};
```

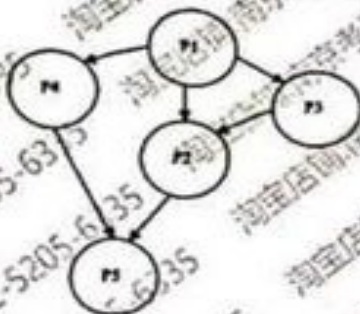
23. (12 分) 记  $T$  为一棵二叉树, 树中共有  $n$  个节点 (假设  $T$  以链表的形式存储, 你可以通过根节点指针访问树中的各个节点)。
- (1) 请设计一个算法在  $O(n)$  的时间内计算  $T$  的高度。(在一棵二叉树中, 定义根节点的深度为 0, 其余节点的深度为其父节点的深度加 1, 一棵树的高度为其叶节点的最大深度。)(6 分)
- (2) 请设计一个算法在  $O(n)$  的时间内计算  $T$  的直径。(定义图中点  $a$  和点  $b$  之间的距离为其间最短简单路径的长度, 图的直径定义为图中点对间距离的最大值。)(6 分)

24. (12 分) 给定面值为  $\{d_1, d_2, \dots, d_n\}$  的  $n$  种硬币, 各种硬币数目均充分多, 现需要兑换金额  $N$  (金额  $N$ , 面值种数  $n$  和硬币面值  $d_i (1 \leq i \leq n)$  均为正整数)。
- (1) 假设硬币的面值为:  $\{1, 2, 2^2, 2^3, \dots, 2^{n-1}\}$ 。请设计一个高效的算法计算最少使用多少硬币可以完成兑换 (请注意必须严格、详细地论证你的算法的正确性)。(4 分)
- (2) 请设计一个动态规划算法, 针对任意给定的硬币面值, 计算最少使用多少个硬币可以完成兑换, 或者判定无法完成兑换。(8 分)



## 南京大学 2019 年硕士研究生入学考试初试试题

25. (10 分) 对于如下图所示的进程间优先图, 图中节点为进程编号, 有向边用于指示优先关系, 试用信号量和 P、V 操作写出满足此优先图的并发程序。



26. (15 分) 一个 32 位计算机系统, 具有 2GB 物理内存, 其上运行的操作系统采用请求式分页存储管理技术, 页面大小为 2KB, 每个页表项占 4B。请回答下列问题。

(1) 如果采用一级页表, 则页表最多包含多少个页表项? (2 分)

(2) 如果采用二级页表, 则 32 位逻辑地址该如何划分 (页目录号、页号、页内偏移各占多少位)? (3 分)

(3) 如果采用反置页表, 则反置页表最多包含多少个页表项? (2 分)

(4) 如果大量统计表明, 此类系统中进程平均占用 2MB 左右的内存空间, 则上述页面大小设置是否合理 (给出分析计算过程)? (3 分)

(5) 如果采用最近最少使用页面替换算法, 设某个进程的页面访问序列为: 2、1、4、2、3、1、3、1、5, 分配给该进程的 3 个页框, 编号分别为 5、10、20 (初始分配时从小编号页框开始分配)。请计算该进程运行过程中发生的缺页中断次数和缺页中断率, 并分别画出页框中内容的变化过程。如果接下来要访问逻辑地址为 4104, 则对应的物理地址是多少? (5 分)

27. (25 分) 一个 C 语言程序有两个源文件: main.c 和 test.c, 其内容如下图所示。

```

1 // main.c
2 #include <stdio.h>
3 int func1(void);
4 int result;
5 void main() {
6     result = func1();
7     printf("%d\n", result);
8 }
  
```

```

1 // test.c
2 #include <stdio.h>
3 int func1(void) {
4     int x, y, result;
5     scanf("%d %d\n", &x, &y);
6     result = x/y;
7     return result;
8 }
  
```



试题编号 845 共 7 页

在 IA-32+Linux 平台上执行上述程序，函数 `func()` 对应汇编代码如下图所示。假定该函数开始执行时，`R[esp]=0xbf000800`，`R[ebp]=0xbf000820`，请回答下列问题。

- (1) 执行第 2 行指令后，寄存器 `EBP` 中的内容是什么？（2 分）
- (2) 第 4 行缺失的汇编指令是什么？局部变量 `x` 和 `y` 所在存储单元的虚拟地址分别是什么？（4 分）
- (3) 执行 `scanf()` 函数时，若从键盘输入 -125 和 10，则 `func()` 函数的返回值是多少？若 `func()` 函数第 4 行写成 `"scanf("%d %d\n", x, y);"`，则 `scanf()` 和 `func()` 两个函数的执行过程中分别可能会发生什么情况？（10 分）
- (4) 第 12 行指令是算术右移指令，在此设置该指令的目的是什么？（4 分）
- (5) `main.c` 和 `test.c` 中都有 `result` 变量，为何链接时不会发生链接错误？它们各自被分配在虚拟地址空间的哪个存储区域？（2 分）
- (6) 已知页大小为 4KB，若采用 4 路组相联的 L1 data cache 共有 64 组，主存块大小为 64B，系统中只有该进程在执行，则执行第 13 行的 `idivl` 指令时是否会发生数据 cache 缺失？该指令中的存储器操作数应装入到 L1 data cache 的哪一组？（3 分）

```

1  pushl    %ebp
2  movl     %esp, %ebp
3  subl     $48, %esp
4
5  movl     %eax, 8(%esp)
6  leal     -4(%ebp), %eax
7  movl     %eax, 4(%esp)
8  movl     $LC0, (%esp)
9  call     scanf
10 movl     -4(%ebp), %eax
11 movl     %eax, %edx
12 sarl     $31, %edx
13 idivl    -8(%ebp)
14 movl     %eax, -12(%ebp)
15 movl     -12(%ebp), %eax
16 leave
17 ret

```

## 南京大学 2019 年硕士研究生入学考试初试试题

28. (14 分) 假设某学校校园网基于合法 IPv4 地址设置的拓扑如下图所示, 包含三个校区: 校区一(上)、校区二(左下)和校区三(右下), 采用 C 类网地址设置方法。



- (1) 图中包含几个 C 类网段, 给出每个网段的地址; (2 分)
- (2) 简述按 A、B、C 类网分配 IPv4 地址可能存在的问题; (1 分)
- (3) 假设路由器 R1 所连接的校区一, 需要下设 3 个子网, 子网 1 需要 60 个合法地址, 子网 2 需要 90 个合法地址, 子网 3 需要 12 个合法地址, 给出子网地址分配方案; (2 分)
- (4) 令路由器 R2 是该校校园网的边界路由器, 各个链路的代价一致, 就上述地址分配给出 R1 的路由表, 格式<目的网段, 下一节点>; (2 分)
- (5) 给出路由器 R3 的路由表, 格式同上, 并解释路由汇聚的概念; (2 分)
- (6) 假设 ISP 服务提供商采用 CIDR (无类别域间路由) 分配 IPv4 地址块, 简述 CIDR 概念, 并计算该校园网最少需要的 CIDR 地址块; (2 分)
- (7) 该校园网准备采用 NAT 扩展自身的网段地址, 简述 NAT 的工作原理; (2 分)
- (8) 该校园网拟在一个路由器上配置 NAT 服务, 候选路由器是哪一个, 简述原因 (1 分)