复旦大学计算机科学技术学院

《数据结构》期末考试试卷（参考答案与评分标准）

A 卷　　共 8 页

课程代码：COMP130004.01-03　　考试形式：□开卷　■闭卷

（本试卷答卷时间为 120 分钟，答案必须写在试卷上，做在草稿纸上无效）

专业_____学号_____姓名_____成绩_____

题号	一	二	三	四	总分
得分					

（装订线内不要答题）

一、填空题（25%,1~8 题每题 2 分）

1、 设 W 为一个二维数组，其每个数据元素占用 4 个字节，行下标 i 从 0 到 7 ，列下标 j 从 0 到 3 ，则二维数组 W 的数据元素共占用_____个字节。若按行顺序存放二维数组 W，其起始地址为 100(10 进制)，则二维数组元素 W[6，3]的起始地址为_____（10 进制表示）。

答：128, 208。

2、 后缀算式 9 2 3 + - 10 2 / - 的值为_____。中缀算式（3+4X）-2Y/3 对应的后缀算式为_____。

答：-1,　3 4 X * + 2 Y * 3 / -。

3、 由权值分别为 11，8，6，2，5 的叶子结点生成一棵哈夫曼树，它的带权路径长度为_____。

答：71

4、 在有序表（12，24，36，48，60，72，84）中二分查找关键字 72 时所需进行的关键字比较次数为_____。

答：2

5、 在含 n 个顶点和 e 条边的无向图（无自环、重边）的邻接矩阵中，零元素的个数为_____。

答：n^2-2e

6、 已知一棵完全二叉树中共有 768 结点，则该树中共有_____个叶子结点。

答：384

7、 有向图的边集为{(a, c), (a, e), (e, b), (e, d), (b, d), (d, c), (c, f)}，该图的一个拓扑排序为:_____

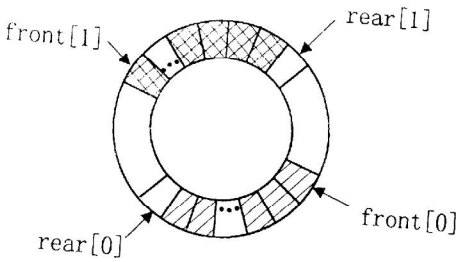
答：a e b d c f

8、 当输入序列局部有序或元素个数较小时，在快速排序、选择排序、插入排序、归并排序、堆

排序中，最佳的排序方法是_____。

答：插入排序

9、 假设两个队列共享一个循环向量空间（参见右图），



其类型 Queue2 定义如下：

```
typedef struct{
        DateType data[MaxSize];
        int front[2],rear[2];
}Queue2;
```

对于 i=0 或 1，front[i]和 rear[i]分别为第 i 个队列的头指针和尾指针。请对以下算法填空，实现第 i 个队列的入队操作。

```
int EnQueue (Queue2 *Q, int i, DateType x)
{//若第 i 个队列不满，则元素 x 入队列，并返回 1；否则返回 0
    if(i<0||i>1)return 0;
    if(Q－>rear[i] == Q－>front[_____])  return0;
    Q－>data[_____] = x;
    Q－>rear[i] = [_____];
    return1;
}
```

答：(i＋1)%2 (或 1－i)；　Q－>rear[i]；　(Q－>rear[i]＋1)%Maxsize;（每空 1 分）

10、以下是一个判断二叉树是否平衡的程序，对于平衡的二叉树，depth 将会返回其高度（对于非平衡二叉树不要求返回）。请在空白处填上代码完成程序。（6 分）

```
bool isBalanced( BiTreeNode * pRoot, int& depth)
{
    if(pRoot == NULL){_____; return _____;}
    int leftDepth, rightDepth;
    if(_____)
    {
        int dif = leftDepth - rightDepth;
        if(_____)
        {
            depth = (1+leftDepth) > (1+ rightDepth) ? 1+leftDepth : 1+ rightDepth;
            return _____;
        }
    }
    return false;
```

}

答：depth = 0（1 分） true(1 分)

isBalanced(pRoot->left, leftDepth) && isBalanced(pRoot->right, rightDepth) （2 分）

dif >= -1 && dif <= 1（1 分）

true（1 分）

二、选择题（10%）

1、 对于双向循环链表，每个结点有两个指针域 next 和 prior，分别指向前驱和后继。在 p 指针所指向的结点之后插入 s 指针所指结点的操作应为（ ）

A. p->next = s; s->prior = p; p->next->prior = s; s->next = p->next;

B. p->next = s; p->next->prior = s; s->prior = p; s->next = p->next;

C. s->prior = p; s->next = p->next; p->next = s; p->next->prior = s;

D. s->prior = p; s->next = p->next; p->next->prior = s; p->next = s;

答：D。

2、 一个栈的输入序列为 1 2 3，则下列序列中不可能是栈的输出序列的是( )

A. 2 3 1　　B. 3 2 1

C. 3 1 2　　D. 1 2 3

答：C。

3、 采用开放定址法处理散列表的冲突时，其平均查找长度（ ）。

A．低于链接法处理冲突　　B． 高于链接法处理冲突

C．与链接法处理冲突相同　　D．高于二分查找

答：B。

4、 假设一个有 n 个顶点和 e 条弧的有向图用邻接表表示,则删除与某个顶点 v_i 相关的所有弧的时间复杂度是( )

A．O(n)　　B．O(e)　　C．O(n+e)　　D．O(n*e)

答：C。

5、 设有 6 个结点的无向图，该图至少应有( )条边才能确保是一个连通图。

A.5　　B.6　　C.7　　D.8

答：A

三、问答题（40%）

1、 设一棵 m 叉树中有 N_1 个度数为 1 的结点，N_2 个度数为 2 的结点，……，N_m 个度数为 m 的结点，则该树中共有多少个叶子结点？（请写出求解过程）（5 分）

答：度数为 i 的结点的孩子个数为$i \times N_i$。除了根结点，其他结点都是某结点的孩子，且父亲结点唯一。因此该树共有 total = $1+\sum_{i=1}^{m} i \times N_i$ 个结点。

度数大于 0 的结点都是非叶子结点，因此内部结点个数 inner = $\sum_{i=1}^{m} N_i$ 。

叶子结点个数 leaf = total - inner =$1+\sum_{i=1}^{m}(i-1)\times N_i = 1+\sum_{i=2}^{m}(i-1)\times N_i$

评分标准：总分 5 分，分析过程正确或者部分正确为 1-5 分，否则为 0 分。

2、一个线性表为 B=（12，23，45，57，20，03，78，31，15，36），设散列表为 HT[0..12]，散列函数为 H（key）= key % 13 并用线性探查法解决冲突，请画出散列表，并计算等概率情况下查找成功的平均查找长度。（5 分）

答：

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
78		15	03		57	45	20	31		23	36	12

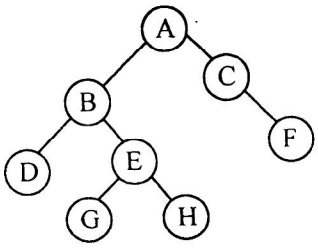
查找成功的平均查找长度：ASL_{succ}=14/10= 1.4

（散列表 4 分，查找成功的平均查找长度 1 分）

3、已知二叉树的存储结构为二叉链表，阅读下面算法。

```
typedef struct node {
        DateType data;
        Struct node * next;
}ListNode;
typedef ListNode * LinkList;
LinkList Leafhead = NULL;
Void Inorder (BinTree T){
    LinkList s;
    If(T){
        Inorder(T－>lchild);
        If ((!T－>lchild)&&(!T－>rchild)){
```

```
            s=(ListNode*)malloc(sizeof(ListNode));
            s->data=T->data;
            s->next=Leafhead;
            Leafhead=s;
        }
        Inorder(T->rchild);
    }
}
```



对于如下所示的二叉树

（1）画出执行上述算法后所建立的结构；（4 分）

（2）说明该算法的功能。（2 分）

答：

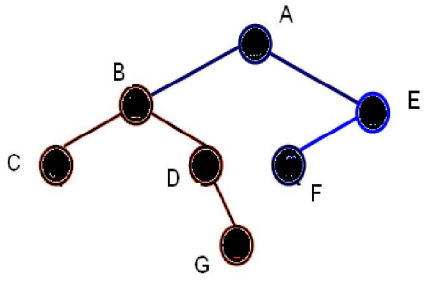
(1)*Leafhead* → F | → H | → G | → D | ∧

（2）中序遍历二叉树，按遍历序列中叶子结点数据域的值构建一个以 Leafhead 为头指针的逆序单链表（或按二叉树中叶子结点数据自右至左链接成一个链表）。

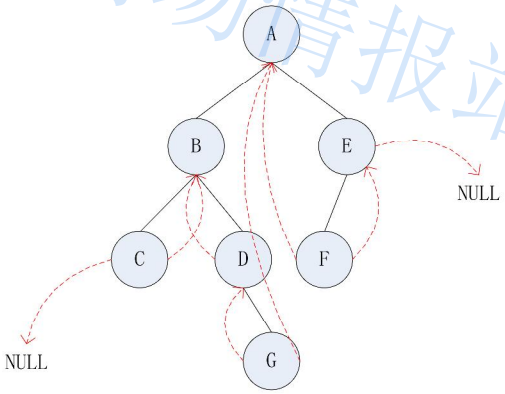
4、 一棵二叉树的先序序列为 ABCDGEF，中序序列为 CBDGAFE。请画出该二叉树并将其中序线索化，后将二叉树转换为相应的森林。（5 分）

答：

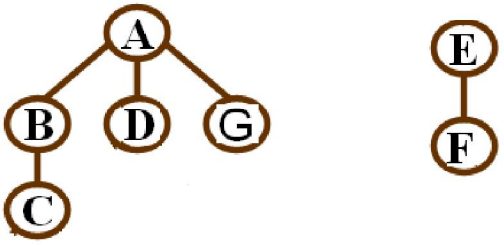
(二叉树：1 分)：



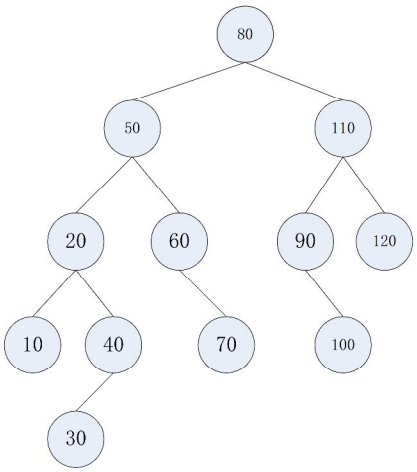
(中序线索：2 分)：



(森林：2 分)：

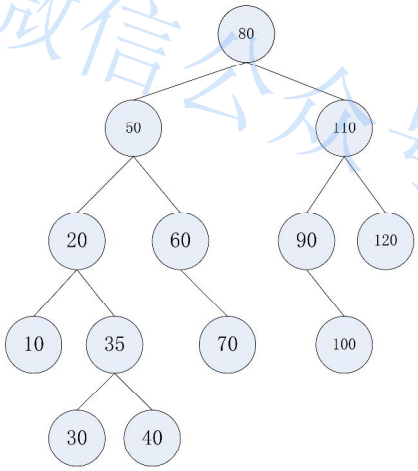


5、 对于以下 AVL 树，依次插入关键码 35、28、5。请画出每插入一个关键码之后 AVL 树的形状。（6 分）

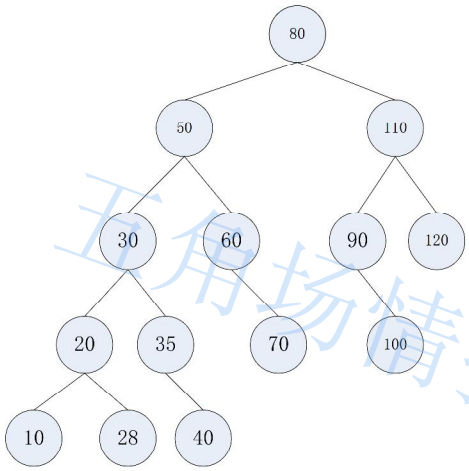


答：

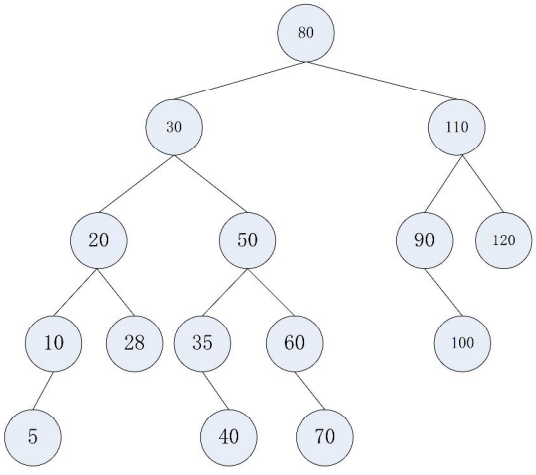
插入 35（2 分）：



插入 28（2 分）：



插入 5（2 分）：



评分标准：总分 6 分，每次插入后的形状 2 分。

6、 已知一个连通图如下图所示，试给出图的邻接矩阵和邻接表存储示意图，若从顶点 v1 出发对该图进行遍历，分别给出一个按深度优先遍历和广度优先遍历的顶点序列. (8 分)

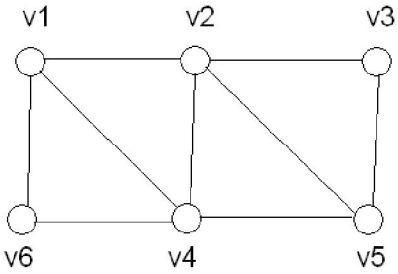
(1) 图的邻接矩阵 (1 分)

(2) 邻接表存储示意图 （1 分）

(3) 从 v1 开始的深度优先遍历的顶点序列（2 分）

(4) 分析在深度遍历过程中，分别使用邻接矩阵和邻接表存储的算法复杂度(2 分)

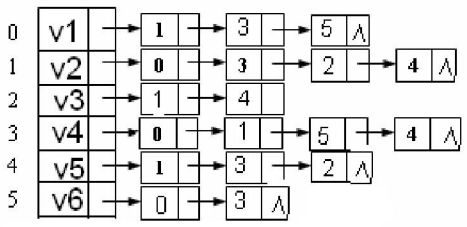
（6）讨论在图遍历问题中，这两种存储方式的优劣。（2 分）



答: (1)图的邻接矩阵 (1 分)

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

(2) 邻接表存储示意图（1 分）



（3）深度优先遍历的顶点序列: v1,v2,v3, v5,v4, v6 (2 分) (有多个答案)

(4) 深度优先邻接矩阵复杂度：$O(n^2)$，n 为顶点数；邻接表复杂度：O(n+e)，n 为顶点数，e 为边的条数。(2 分)

(5)在图的遍历算法中，遍历一个顶点的邻居，对于邻接矩阵，时间复杂度为 O(n)，而邻接表只需要该顶点的邻居数量复杂度；因此对于整个图的遍历，如深度优先、广度优先等，邻接矩阵需要 $O(n^2)$，而邻接表时间复杂度为 O(n+e)，当图为稀疏图时，邻接表的时间复杂度优于邻接矩阵，而且存储开销也优于邻接矩阵；当图为密集图时，两者性能差不多；总的来说，邻接表的时间复杂度和空间存储开销都优于邻接矩阵。（2 分）

7、 分析对比 AVL 树和 Hash 的时空特性，并讨论它们的适合场合。(6 分)

答:

（装订线内不要答题）

时空特性：

AVL 树是高度平衡的二叉查找树，查找时间复杂度为 $O(\log n)$，Hash 的查找时间复杂度为 $O(1)$。存储开销 Hash 往往比 AVL 树小。

适合场合：

Hash 必须处理冲突，而 AVL 树不存在这种问题。对于删除操作，AVL 树的时间开销很稳定，为 $O(\log n)$，而 Hash，如果采用拉链法处理冲突，则删除操作易于实现，如果采用开放定址法，则删除操作很难实现，因此开放定址法的 Hash 不适合更新频繁的数据存储。另外，AVL 树对数据的存储是有序的，而 Hash 对数据的存储并不能反映数据之间的大小关系。因此，AVL 树适用于有序的数据存储，而 Hash 适用于数据量比较大且分布比较均匀，对数据排序无要求的数据存储。

四、算法题（25%，第一题要求写代码；后两题要求写伪代码或步骤清晰的解题思路）

1、 堆是一种很常用的数据结构，其中的一个重要用途是优先队列。以整数最小堆为例，写出优先队列（最小优先）的两个基本操作的代码：(10 分)

（1）入队，即插入一个元素到存放堆的数组的末尾，然后调整堆。

（2）出队，即删除堆顶节点，然后调整堆。

```
void insert( int k, int a[], int n ) {//假设新的元素 k 先被放在堆末尾位置 a[n]单元中
```

答：

```
    n++;
    int j = n-1;
    int i = (j-1)/2;
    while(j > 0)
    {
        if(a[i] <= k)
            break;
        a[j] = a[i];
        j = i;
        i = (i-1)/2;
    }
    a[j] = k;
}
int deleteMin( int a[], int n ) {//假设在堆顶元素被删除之前，堆中共有 n 个元素
```

答：

```
    a[0] = a[n-1];
    n--;
    int i = 0;
    int temp = a[i];
    while((j = 2*i + 1) < n)
    {
        if( j<n-1 && a[j+1] < a[j])
            j++;
        if(a[j] >= temp)
            break;
        a[i] = a[j];
        i = j;
```

```
        }
        a[i] = temp;
}
```

2、堆的另外一个常用场合是求 top k 问题。假设我们已经有一个 n 个元素的最小堆，如果用最直观的方法求最小的 k 个元素，其计算复杂度为 O(*k*log*n*)。试问：如何在更小的复杂度内求 top k 问题？用伪代码描述你的方法，并给出复杂度证明。(7 分)

答：

假设原最小堆为 H，新建一个最小堆 H'，H'初始化为空。

将最小堆 H 的堆顶元素 a 插入 H'；然后以下步骤执行 k 次：

将 H'的堆顶元素 a'删除并输出，然后将 a'在 H 中的两个孩子插入 H'中。

为了快速找到 a'在 H 中的两个孩子，H'存储的实际上是元素在 H 中的下标，而大小比较通过下标读取 H 中对应的元素。

由于 k 次对 H'的删除操作，最多将 2 个新元素插入 H'中，因此 H'的大小不超过 2k。每次插入删除操作复杂度都为 O(log2*k*)，因此算法复杂度为 O(*k*log*k*)。

评分标准：满分：O(*k*log*k*)或者更好。若提出了快速排序的 partition 函数（O（n）复杂度），给 4 分。

3、给定一个无向图 G(V, E)，V 为顶点集合，E 为边集合。对于 V 中的两个顶点 u 和 v，如果图中存在一条 u 到 v 的路径，则称 u 和 v 彼此可达。设计一种数据结构，将图 G 进行预处理得到该数据结构，使得对于任意 u 和 v，通过该数据结构可以在常数时间得到 u 和 v 是否彼此可达。要求该数据结构存储开销为 O(|V|)，预处理复杂度为 O(|V| + |E|)。(8 分)

注意——图中的结点从 0 开始用整数连续编号。图 Graph 上的操作有：取得结点总数 int GetVertexNum( )；取得 u 之后的 v 的下一个邻接顶点 int GetNextNeighbor(int v,int u)，u 为-1 则取得 v 的第一个邻接顶点，返回-1 表示没有下一个邻接顶点了；可以直接使用数组、链表、栈和队列这些基本数据结构及其上的基本操作，但要注释每个所使用操作的含义。

(1) 描述所设计的数据结构，描述如何得到该数据结构，并写出预处理的代码。

(2) 描述如何通过该数据结构在常数时间内得到 u 和 v 是否可达，并写出相应代码。

答： 本题考察学生对连通分量的掌握和运用。使用 BFS 算法得到图的 N 个连通分量，为每个连通分量分配一个 id。用一个包含|V|个元素的数组 connectedCom[|V|]，记录每个顶点属于的连通分量 id，即 connectedCom[u]表示 u 属于的联通分量。对于 u 和 v，若 connectedCom[u] = connectedCom[v]，则 u 和 v 彼此可达。

评分标准：本题答案不唯一，可以是 BFS、DFS，也可以是并查集。

总共 8 分。

思路 2 分——思路清晰正确为 2 分，方法不限于参考答案这一种，思路不完全正

确最多为 1 分，没写为 0 分；算法 1-6 分。