

## 一、概念题：

### (1) 排序算法时间复杂度：

排序算法	最好	最坏	平均
插入	$O(n)$	$O(n^2)$	$O(n^2)$
归并	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$	$O(n \log n)$
快排	$O(n \log n)$	$O(n^2)$	$O(n \log n)$

排序算法空间复杂度：

- 1、所有简单排序和堆排序都是  $O(1)$
- 2、快速排序为  $O(\log n)$ ，要为递归程序执行过程栈所需的辅助空间
- 3、归并排序和基数排序所需辅助空间最多，为  $O(n)$

### (2) 渐近记号

- 1、渐近确界： $\Theta(g(n)) = \{f(n) : \text{存在正常数 } c_1 \text{ 和 } c_2 \text{ 和 } n_0, \text{ 使对所有的 } n \geq n_0, \text{ 都有 } 0 <= c_1 g(n) <= f(n) <= c_2 g(n)\}$ 。大 $\Theta$ 记号给出函数的渐进确界。
- 2、渐近下界： $\Omega(g(n)) = \{f(n) : \text{存在正常数 } c \text{ 和 } n_0, \text{ 使对所有的 } n \geq n_0, \text{ 都有 } 0 <= c g(n) <= f(n)\}$ 。大 $\Omega$ 记号给出函数的渐进下界。
- 3、渐近上界： $O(g(n)) = \{f(n) : \text{存在正常数 } c \text{ 和 } n_0, \text{ 使对所有的 } n \geq n_0, \text{ 都有 } 0 <= f(n) <= c g(n)\}$ 。大 $O$ 记号给出函数的渐进上界。

### (3) 二叉查找树：

执行基本操作的时间与树的高度成正比。搜索、插入、删除的复杂度等于树高，期望  $O(\lg n)$ ，最坏  $O(n)$ （数列有序，树退化成线性表）

### (4) 红黑树：

#### 1、时间复杂度：

基本动态集合操作： $O(\log n)$ ， $n$  是树中元素的数目。

#### 2、性质：

- 1) 节点是红色或黑色。
- 2) 根节点是黑色。
- 3) 每个叶节点（NIL 节点）是黑色的。
- 4) 如果一个结点是红的，则它的两个儿子都是黑的（不能有两个连续红结点）
- 5) 从任一节点到其子孙结点的所有路径都包含相同数目的黑色节点。

#### 3、相关概念，定理：

1) 黑高度：从某个结点出发（不包括该结点）到达一个叶结点的任意一条路径上，黑色结点的个数称为该结点  $x$  的黑高度， $bh(x)$ 。红黑树的黑高度定义为其根节点的黑高度。

2) 一颗有  $n$  个内结点的红黑树的高度至多为  $2\lg(n+1)$ 。(用 2-3-4 树理解)

3) 在一颗黑高度为  $K$  的红黑树中，总结点数最多有  $2^{2K+1}-1$ ，此时内结点

最多为  $2^{2k}-1$  (满二叉树, 红黑交替), 内结点最少有  $2^k-1$

4) RB-INSERT-FIXUP 操作所作的旋转不超过两次, RB-DELETE-FIXUP 所作的操作至多三次旋转

#### (5) 动态规划:

- 1、装配线调度: FASTEST-WAY 时间复杂度  $O(n)$
- 2、矩阵链乘法: MATRIX-CHAIN-ORDER 时间复杂度  $O(n^3)$
- 3、最长公共子序列: LCS-LENGTH 时间复杂度为  $O(mn)$ ,  $m$ 、 $n$  为序列的长度
- 4、最优二叉查找树: OPTIMAL-BST 时间复杂度为  $O(n^3)$

#### (6) 贪心算法:

- 1、活动选择问题: 初试时活动已按结束时间排序,  $O(n)$ , 否则可在  $O(n \lg n)$  内排序
- 2、哈夫曼编码:  $Q$  用最小二叉堆实现, 运行时间在  $O(n \lg n)$
- 3、任务调度问题: 时间复杂度为  $O(n^2)$ , 因为算法中  $O(n)$  次独立性检查中每一次都有花  $O(n)$  的时间

#### (7) 二项堆:

##### 1、可合并堆时间复杂度

过程	二叉堆 (最坏)	二项堆 (最坏)	Fibonacci (平摊)
MAKE-HEAP	$\Theta(1)$	$\Theta(1)$	$\Theta(1)$
INSERT	$\Theta(\lg n)$	$\Omega(\lg n)$	$\Theta(1)$
MINIMUM	$\Theta(1)$	$\Omega(\lg n)$	$\Theta(1)$
EXTRACT-MIN	$\Theta(\lg n)$	$\Theta(\lg n)$	$O(\lg n)$
UNION	$\Theta(n)$	$\Theta(\lg n)$	$\Theta(1)$
DECREASE-KEY	$\Theta(\lg n)$	$\Theta(\lg n)$	$\Theta(1)$
DELETE	$\Theta(\lg n)$	$\Theta(\lg n)$	$O(\lg n)$

2、二项树  $B_k$  是一种递归定义的树, 由两颗  $B_{k-1}$  连接而成, 其中一颗树的根是另一颗树的根的最左孩子

##### 性质:

- 1) 共有  $2^k$  个结点
  - 2) 树的高度为  $k$
  - 3) 在深度  $i$  处恰有(上  $k$ , 下  $i$ ) (因此叫二项树) 个结点, 其中  $i=0, \dots, k$ ;
  - 4) 根的度数为  $k$ , 它大于任何其他结点的度数, 并且, 如果对根的子从从左到右编号为  $k-1, k-2, \dots, 0$ , 子女  $i$  是子树  $B_i$  的根。
  - 5) 在一颗包含  $n$  个结点的二项树中, 任意结点的最大度数为  $\lg n$
- 3、二项堆  $H$  由一组二项树构成, 但需要满足下面两个性质:

- 1)  $H$  中的每个二项树遵循最小堆的性质: 结点的关键字大于等于其父结点

的关键字。（最小堆性质、度的唯一性）

- 2) 对于任意非负整数  $k$ ，在  $H$  中至多有一棵二项树的根具有度数  $k$ 。

## 二、综合：

### (1) 分治法（自顶向下）

- 1、分解：将原问题分解成一系列子问题
- 2、解决：递归的解各子问题，若子问题足够小，则直接求解
- 3、合并：将子问题的结果合并成原问题的解

**适用条件：**

- 1、原问题可以分解为若干与原问题相似的子问题
- 2、子问题的解可以求出
- 3、子问题的解可以合并成原问题的解
- 4、分解出的子问题应相互独立，即没有重叠子问题

### (3) 合并排序（merge sort）：

- 1、分解：将  $n$  个元素分成各含  $n/2$  个元素的子序列；
- 2、解决：用合并排序法对两个子序列递归地排序；
- 3、合并：合并两个已排序的子序列以得到排序结果。

### (4) 动态规划（自底向上）：

- 1、描述问题的最优解结构特征
- 2、递归定义最优解值
- 3、自底向上计算最优解值
- 4、从已计算最优解值的信息中构造最优解结构

**两个要素：最优子结构和重叠子问题**

### (5) 贪心算法

- 1、确定问题的最优子结构性质
- 2、将优化的问题转化为一种选择，即贪心选择
- 3、贪心选择只能有一个子问题非空
- 4、证明贪心选择是正确的

**两个要素：贪心选择性质和最优子结构**

### (6) 主方法

$T(n) = a \cdot T(n/b) + f(n)$  其中  $a \geq 1$  和  $b > 1$  是常数， $f(n)$  是一个渐近正的函数。 $n$  为非负整数， $n/b$  指  $\text{floor}(n/b)$  或  $\text{ceiling}(n/b)$ 。那么  $T(n)$  可能有如下的渐近界：

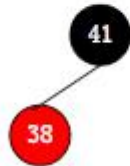
- 1、若对于某常数  $\epsilon > 0$ ，有  $f(n) = O(n^{\log_b(a) - \epsilon})$ ，则  $T(n) = \Theta(n^{\log_b(a)})$ ；
- 2、若  $f(n) = \Theta(n^{\log_b(a)})$ ，则  $T(n) = \Theta(n^{\log_b(a)} \cdot \lg n)$ ；
- 3、若对某常数  $\epsilon > 0$ ，有  $f(n) = \Omega(n^{\log_b(a) + \epsilon})$ ，且对常数  $c < 1$  与足够大的  $n$ ，有  $a \cdot f(n/b) \leq c \cdot f(n)$ ，则  $T(n) = \Theta(f(n))$ 。

(7) 将 41, 38, 31, 12, 19, 8 插入到初试为空的红黑树

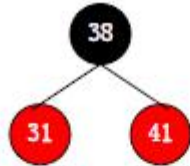
1、插入41



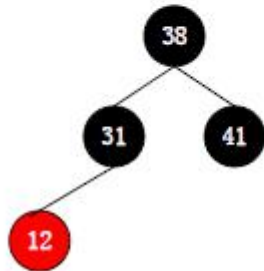
2、插入38



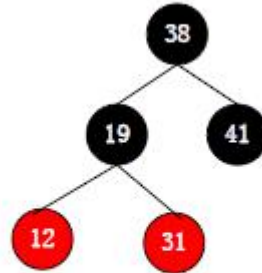
3、插入31



4、插入12



5、插入19



6、插入8

