

- 4.37 编写一个方法以二叉查找树  $T$  和两个有序的关键字  $k_1$  和  $k_2$  作为输入, 其中  $k_1 \leq k_2$ , 并打印树中所有满足  $k_1 \leq \text{Key}(X) \leq k_2$  的元素  $X$ 。除可以被排序外, 不对关键字的类型做任何假设。所写的程序应该以平均时间  $O(K + \log N)$  运行, 其中  $K$  是所打印的关键字的个数。确定你的算法的运行时间界。
- 4.38 本章中一些更大的二叉树是由一个程序自动生成的。可以采取这种办法: 给树的每一个节点指定坐标  $(x, y)$ , 围绕每个坐标点画一个圆圈(在某些图片中这可能很难看清), 并将每个节点连到它的父节点上。假设在存储器中存有一棵二叉查找树(或许是由上面的一个例程生成的)并设每个节点都有两个附加的域存放坐标。
- 坐标  $x$  可以通过指定中序遍历数来计算。写出一个例程对树中的每个节点做这个工作。
  - 坐标  $y$  可以通过使用节点深度的负值算出。写出一个例程对树中的每个节点做这个工作。
  - 若使用某个虚拟的单位表示, 则所画图形的具体尺寸是多少? 如何调整单位使得所画的树总是高大约为宽的三分之二?
  - 证明, 使用这个系统没有交叉的线出现, 同时, 对于任意节点  $X$ ,  $X$  的左子树的所有元素都出现在  $X$  的左边,  $X$  的右子树的所有元素都出现在  $X$  的右边。
- 4.39 编写一个通用的画树程序, 该程序将把一棵树转变成下列的图-汇编指令:
- Circle( $X, Y$ )
  - DrawLine( $i, j$ )
- 第一个指令在  $(X, Y)$  处画一个圆, 而第二个指令则连接第  $i$  个圆和第  $j$  个圆(圆以所画的顺序编号)。你或者把它写成一个程序并定义某种输入语言, 或者把它写成一个方法, 该方法可以被任何程序调用。你的程序的运行时间是多少?
- 4.40 (这道题假设熟悉 Java 的 Swing 类库)编写一个程序, 该程序读图-汇编指令并生成 Java 程序, 后者画到画布(Canvas)上(注意, 你必须把所存储的坐标用像素来表示)。
- 4.41 编写一个例程以层序(level-order)列出二叉树的节点。先列出根, 然后列出深度为 1 的那些节点, 再列出深度为 2 的节点, 等等。必须要在线性时间内完成这个工作。证明你的时间界。
- 4.42 \* a. 写出向一棵 B 树进行插入的例程。  
\* b. 写出从一棵 B 树执行删除的例程。当一项被删除时, 是否有必要更新内部节点的信息?  
\* c. 修改你的插入例程, 使得如果想要向一个已经有  $M$  项的节点添加元素, 则在分裂该节点以前要执行搜索具有少于  $M$  个儿子的兄弟的工作。
- 4.43  $M$  阶  $B^*$  树( $B^*$  tree)是其每个内部节点的儿子数在  $2M/3$  和  $M$  之间的 B 树。描述一种向  $B^*$  树执行插入的方法。
- 4.44 指出如何用儿子/兄弟链实现方法表示图 4-72 中的树。
- 4.45 编写一个过程使该过程遍历一棵用儿子/兄弟链存储的树。
- 4.46 如果两棵二叉树或者都是空树, 或者非空且具有相似的左子树和右子树, 则这两棵二叉树是相似的。编写一个方法以确定是否两棵二叉树是相似的。你的方法的运行时间如何?
- 4.47 如果树  $T_1$  通过交换其(某些)节点的左右儿子变换成树  $T_2$ , 则称树  $T_1$  和  $T_2$  是同构的(isomorphic)。例如, 图 4-73 中的两棵树是同构的, 因为交换 A、B、G 的儿子而不交