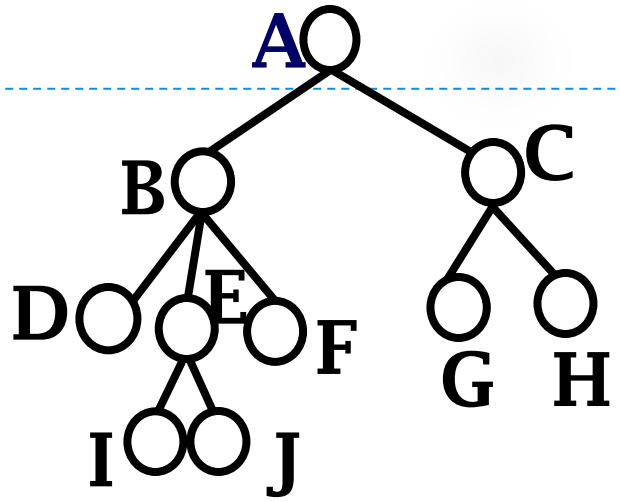
数据结构与算法（六）

张铭 主讲

采用教材：张铭，王腾蛟，赵海燕 编写
高等教育出版社，2008. 6（“十一五”国家级规划教材）

http://www.jpk.pku.edu.cn/pkujpk/course/sjjg

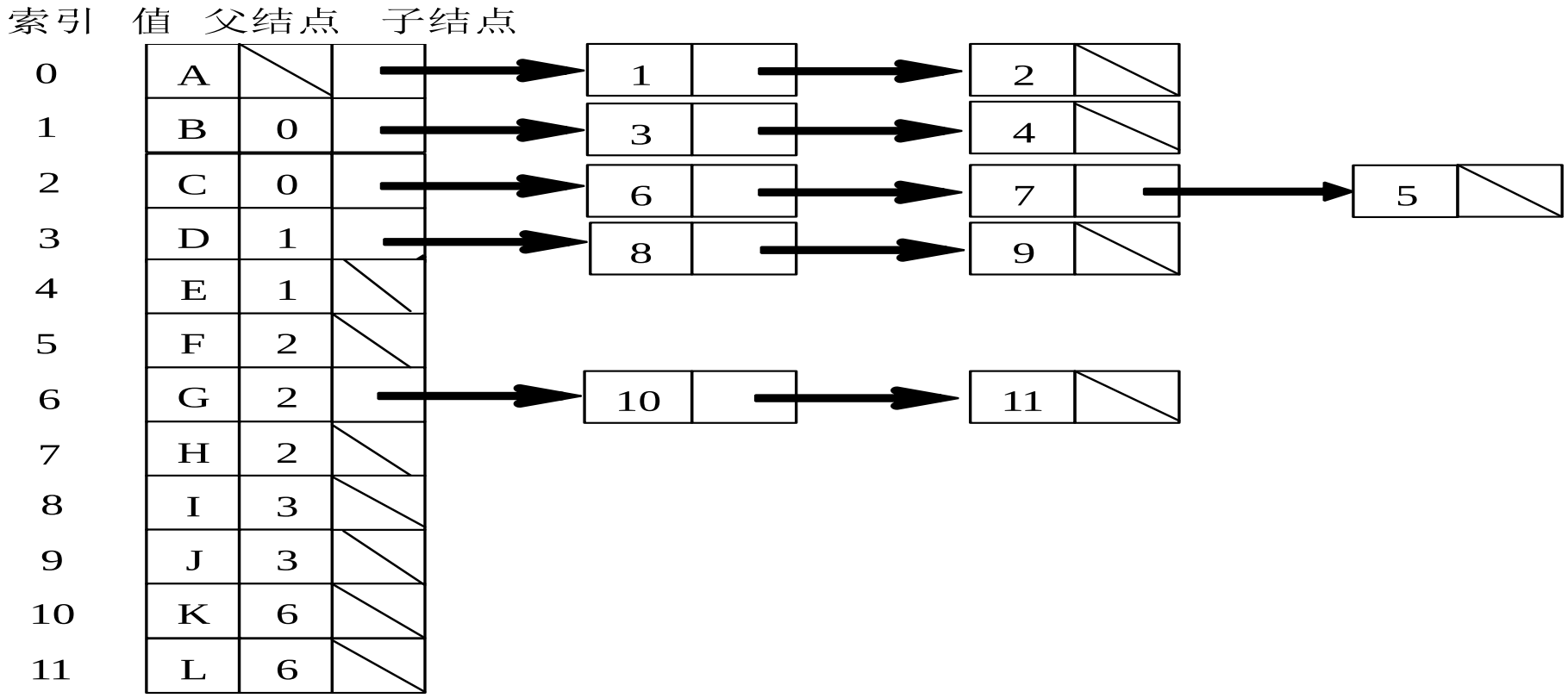
第6章　树



- 树的定义和基本术语
- 树的链式存储结构
  - “子结点表”表示方法
  - 静态“左孩子/右兄弟”表示法
  - 动态表示法
  - 动态“左孩子/右兄弟”表示法
  - 父指针表示法及其在并查集中的应用
- 树的顺序存储结构
- K叉树

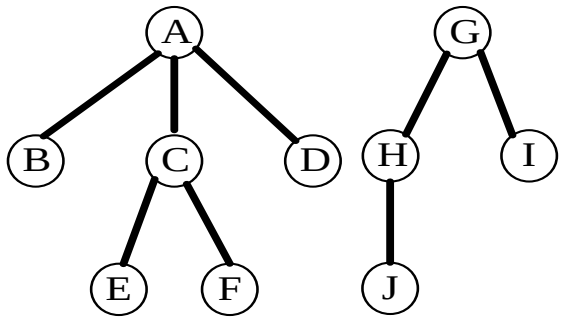
“子结点表”表示方法

list of children，就是图的邻接表。



静态“左孩子/右兄弟”表示法

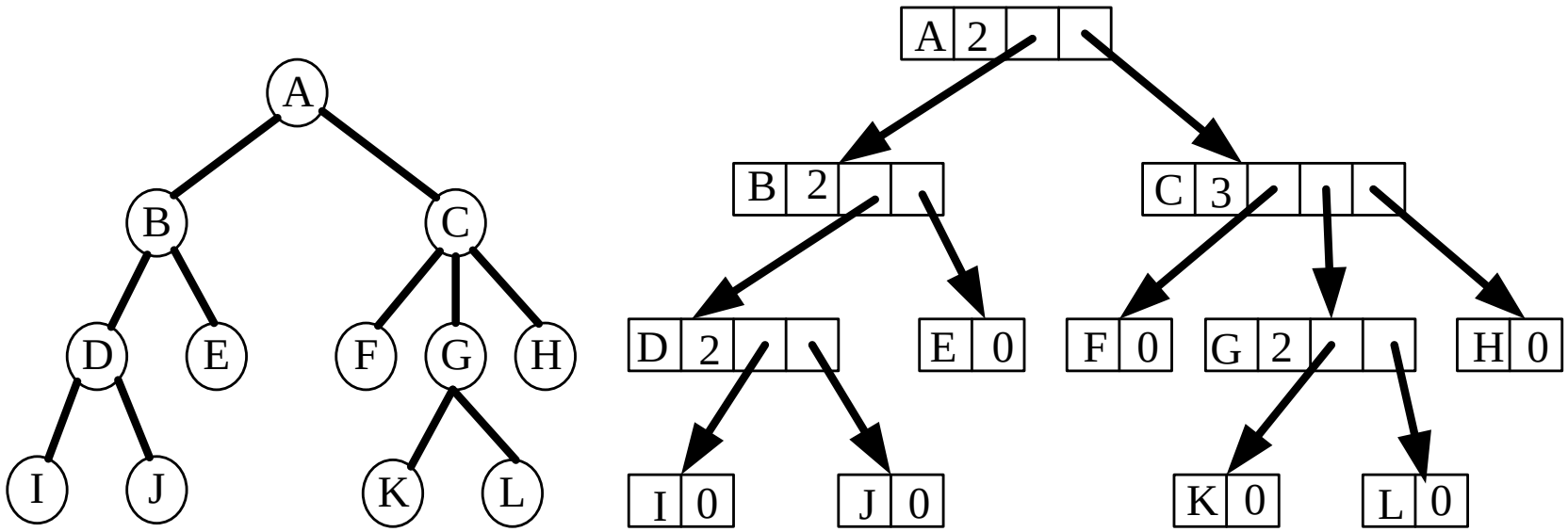
- 在数组中存储的“子结点表”



	左子结点	值	父结点	右兄弟结点
0		A		
1		B	0	
2		C	0	
3		D	0	
4		E	2	
5		F	2	
6		G		
7		H	6	
8		I	6	
9		J	7	

动态表示法

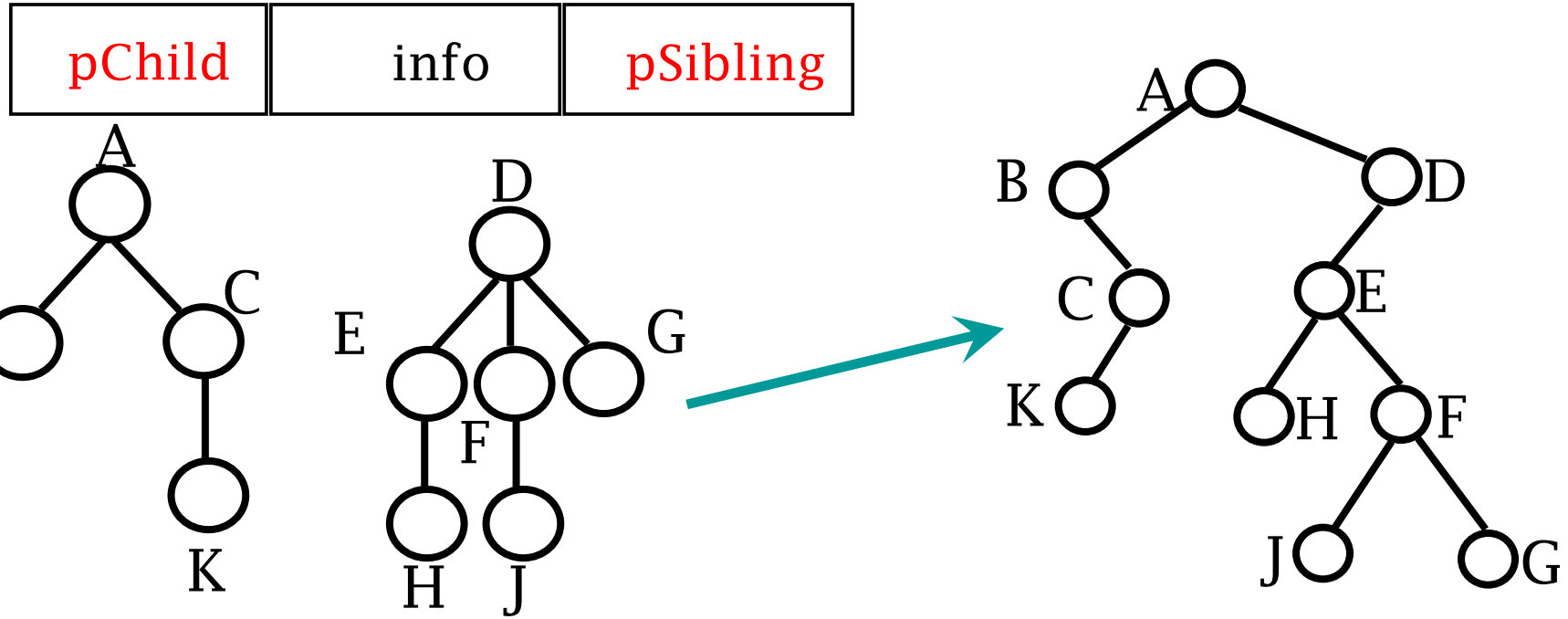
- 每个结点分配可变的存储空间
  - 子结点数目发生变化，需要重新分配存储空间



(a) 树　　(b) 树的实现

动态“左子/右兄”二叉链表示法

- 左孩子在树中是结点的最左子结点，右子结点是结点原来的右侧兄弟结点
- 根的右链就是森林中每棵树的根结点



动态二叉链表树的关键实现细节

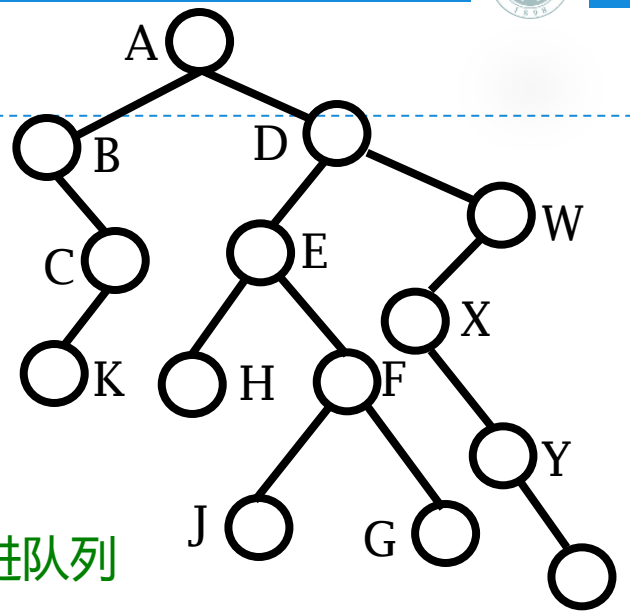
```
// 在TreeNode的抽象类中增加以下私有数据成员
private:
T m_Value;                    // 树结点的值
TreeNode<T> *pChild;          // 第一个左孩子指针
TreeNode<T> *pSibling;        // 右兄弟指针
```

寻找当前结点的父结点

```
template<class T>
TreeNode<T>* Tree<T>::Parent(TreeNode<T> *current)  {
using std::queue;                                          // 使用STL队列
    queue<TreeNode<T>*> aQueue;
TreeNode<T> *pointer = root;
TreeNode<T> *father = upperlevelpointer  = NULL;           // 记录父结点
if (current != NULL && pointer != current)  {
while (pointer != NULL) {                                  // 森林中所有根结点进队列
      if (current == pointer)                              // 森林中所有第一层根的父为空
break;
      aQueue.push(pointer);                                // 当前结点进队列
pointer=pointer-> RightSibling();                          // 指针指向右
}
```

6.2 树的链式存储结构

寻找当前结点的父结点




```
while (!aQueue.empty()) {
    pointer = aQueue.front();                    // 取队列首结点指针
    aQueue.pop();                                // 当前元素出队列
    upperlevelpointer  = pointer;                // 指向上一层的结点
    pointer = pointer-> LeftMostChild();         // 指向最左孩子
    while (pointer) {                            // 当前结点的子结点进队列
        if (current == pointer) {
           father = upperlevelpointer;           // 返回父
           break;}
        else {
          aQueue.push(pointer);
          pointer = pointer->RightSibling();}
     }
  }
}
aQueue. clear( );                                // 清空队列，也可以不写（局部变量）
return father; }
```

删除以root为代表的森林的所有结点

```
template <class T>
void Tree<T>::DestroyNodes(TreeNode<T>* root)  {
    if (root) {
        DestroyNodes(root->LeftMostChild());//递归删除第一子树
        DestroyNodes(root->RightSibling());   //递归删除其他子树
        delete root; //删除根结点
    }
}
```

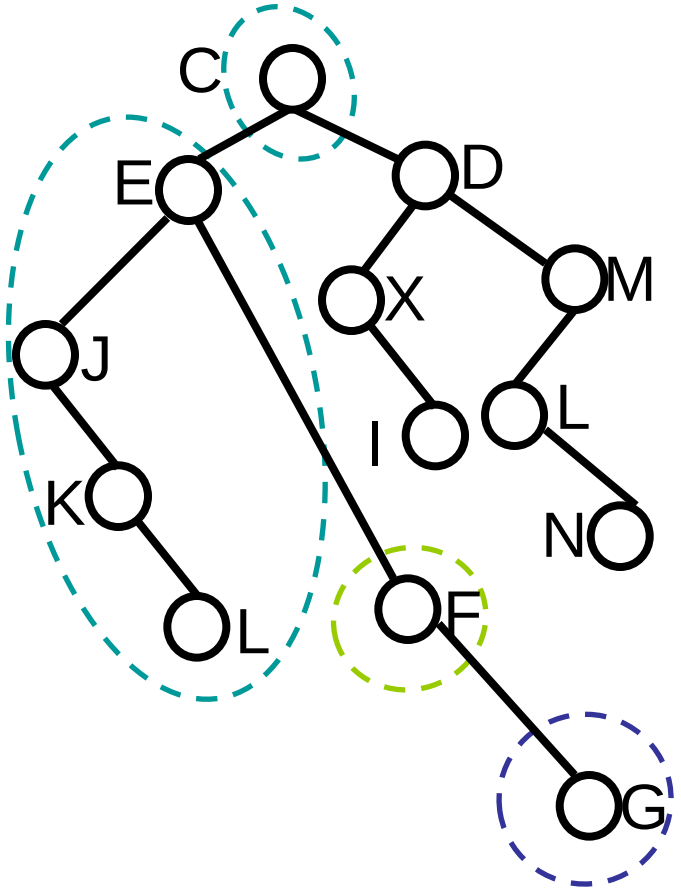
6.2 树的链式存储结构

删除以subroot为根的子树

```
template<class T>
void Tree<T>::DeleteSubTree(TreeNode<T> *subroot)  {
    if (subroot == NULL) return;// 若待删除的子树为空则返回
    TreeNode<T> *pointer = Parent (subroot); // 找subroot的父结点
    if (pointer == NULL) {// subroot没有父，则是某个树根
      pointer =  root;
      while (pointer->RightSibling() != subroot)// 顺右链找左邻树根
        pointer = pointer->RightSibling();
      pointer->setSibling(subroot->RightSibling()); // 前后挂接，脱链
    }
    else if (pointer->LeftMostChild() == subroot) // subroot为最左子
      pointer->setChild(subroot->RightSibling()); // 挂新的最左
    else {// subroot有左兄弟的情况
      pointer = pointer->LeftMostChild();   // 下降到最左兄弟
      while (pointer->RightSibling() != subroot)// 顺右链找左邻兄弟
        pointer = pointer->RightSibling();
      pointer->setSibling(subroot->RightSibling()); // 前后挂接，脱链
    }
    subroot->setSibling(NULL);// 非常重要，丢了会出错
    DestroyNodes(subroot);  // 删除以subroot代表的子森林的所有结点
}
```

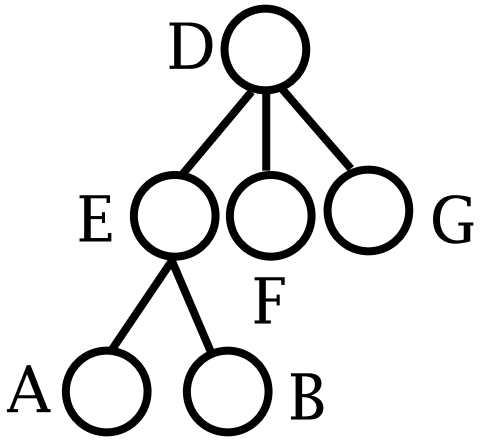
思考：下面的算法是否能遍历森林?

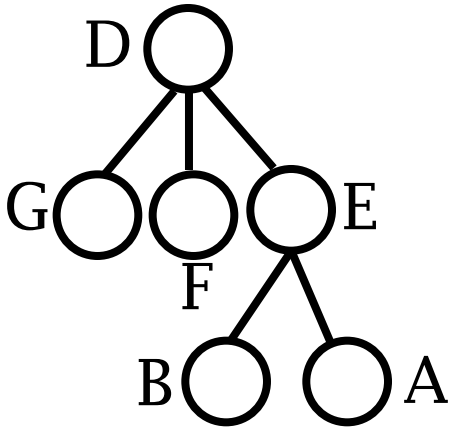
```
template <class T>
void Traverse(TreeNode <T> * rt) {
    if (rt==NULL)  return;
    Visit(rt);
    TreeNode * temp = rt-> LeftMostChild();
    while (temp != NULL) {
        Traverse(temp);
        temp = temp->RightSibling();
    }
}
```



思考：灵活应用遍历框架

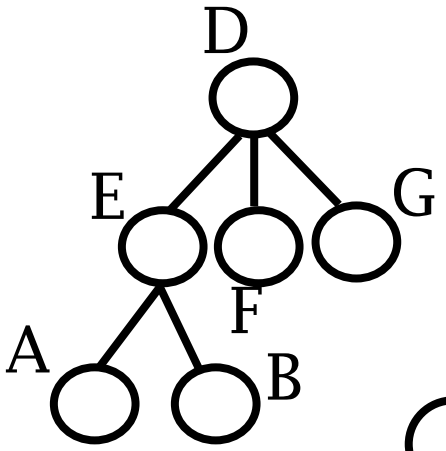
例：森林镜面映射

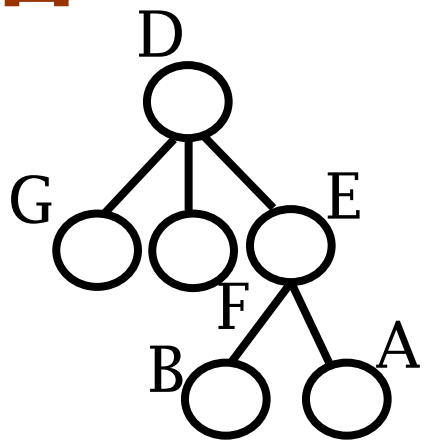


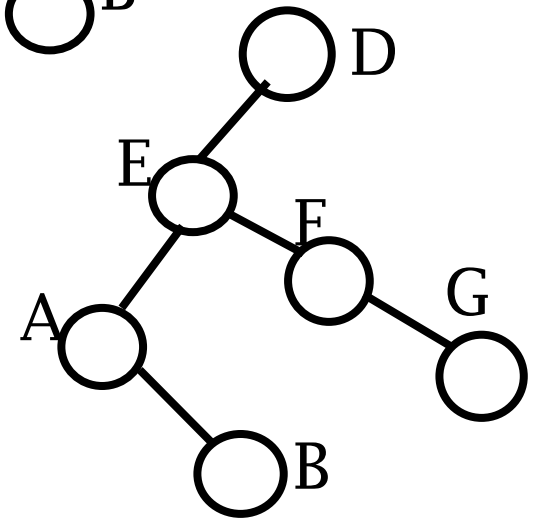


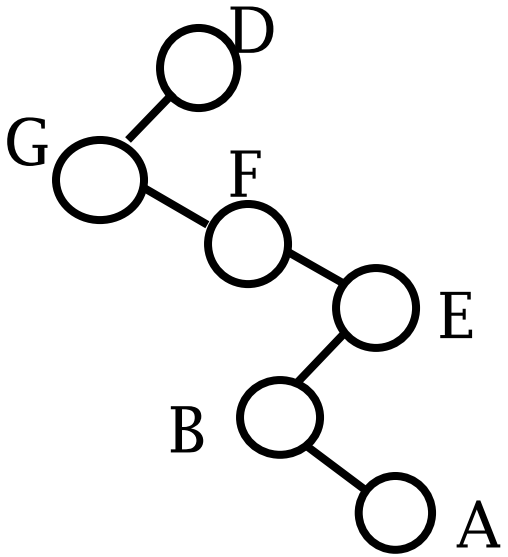
6.2 树的链式存储结构

映射后









思考：删除以subroot为根的子树

请注意待删除的子树是否为空、subroot有无父指针等情况的判断。

考虑删除以后各项相关链接的修改顺序。

数据结构与算法

谢谢聆听

国家精品课“数据结构与算法”
http://www.jpk.pku.edu.cn/pkujpk/course/sjjg/

张铭，王腾蛟，赵海燕
高等教育出版社，2008. 6。“十一五”国家级规划教材