位置相关服务（LBS）：基于网格索引的查询

郭黎敏

(glm-0207@163.com)

2016年08月

第三章 基于网格索引的查询

1 最近邻查询

堆

❖ 堆的定义

完全二叉树的性质？

- 堆是满足下列性质的数据序列$\{r_1, r_2, \ldots, r_n\}$：

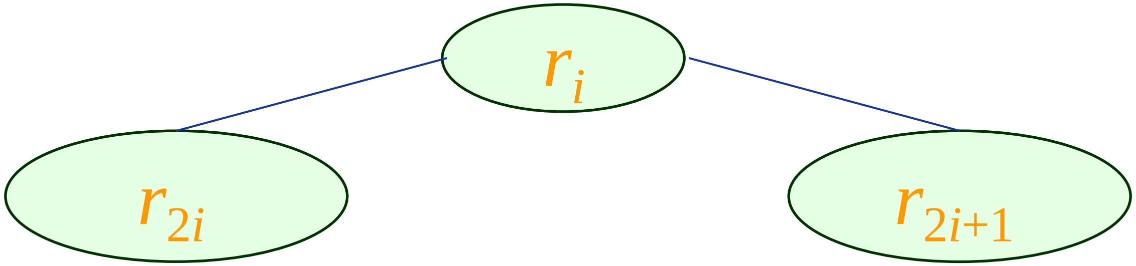
$$\begin{cases} r_{2i} \ge r_i \\ r_{2i+1} \ge r_i \end{cases} \text{(小顶堆)} \quad \text{或} \quad \begin{cases} r_{2i} \le r_i \\ r_{2i+1} \le r_i \end{cases} \text{(大顶堆)}$$

{12, 36, 27, 65, 40, 34, 98, 81, 73, 55, 49}　　是小顶堆

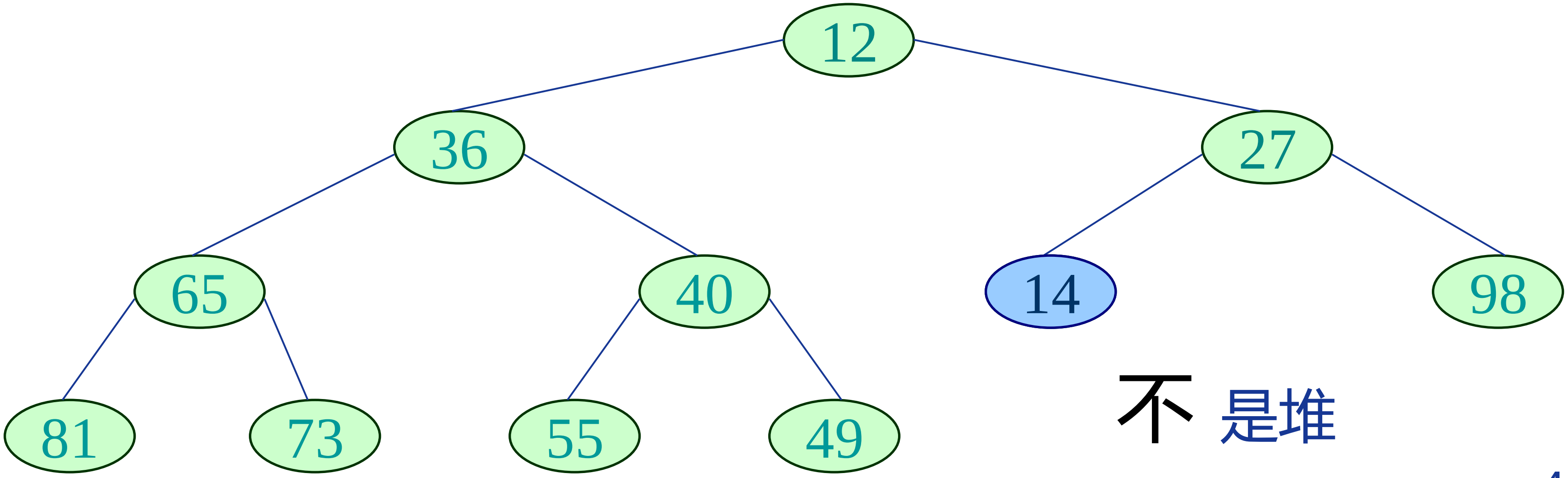
{12, 36, 27, 65, 40, 14, 98, 81, 73, 55, 49}　　不是堆

堆

若将该数列视作完全二叉树，则 r_{2i} 是 r_i 的左孩子； r_{2i+1} 是 r_i 的右孩子。



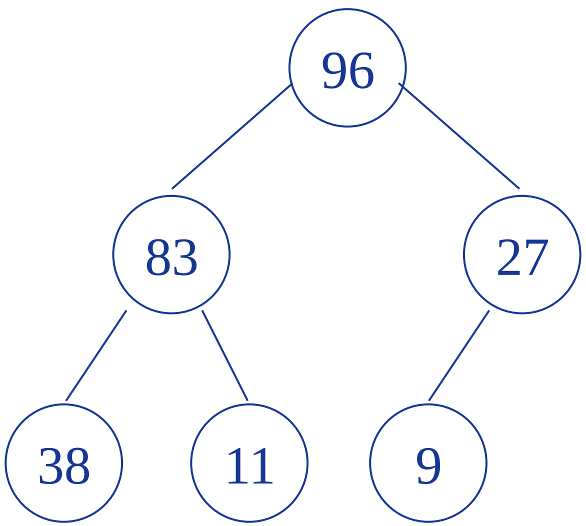
例如: {12, 36, 27, 65, 40, 34, 98, 81, 73, 55, 49}



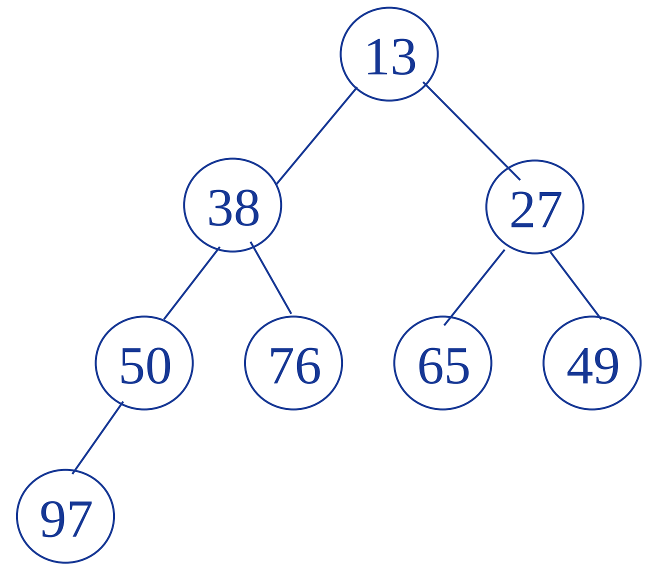
不 是堆

大顶堆和小顶堆

例（96，83，27，38，11，9）



例（13，38，27，50，76，65，49，97）



堆序列是完全二叉树，则堆顶元素（完全二叉树的根）必为序列中n个元素的最小值或最大值

堆排序

堆排序

- 堆排序即是利用堆的特性对记录序列进行排序的一种排序方法

堆排序的过程

- 对n个数据的原始无序序列建堆，输出堆顶元素
- 将剩下的n-1个元素调整为堆，输出堆顶元素

堆排序需解决的两个问题：

- 如何由一个无序序列建成一个堆？
- 如何在输出堆顶元素之后，调整剩余元素，使之成为一个新的堆？

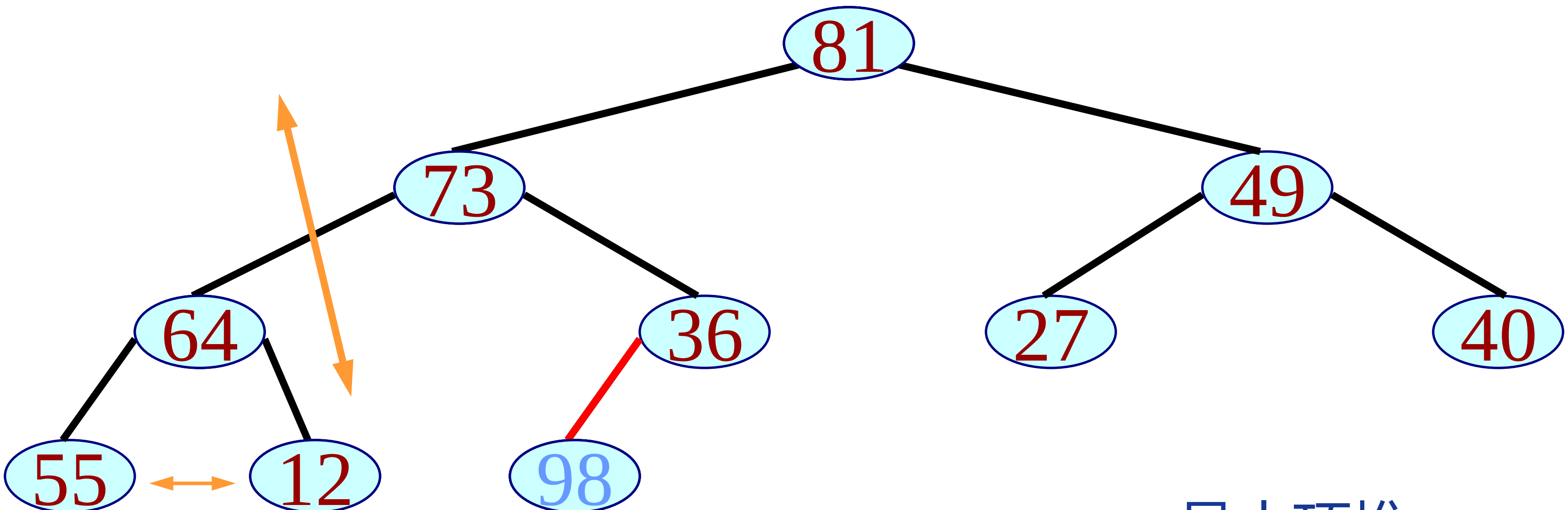
  ➔筛选

筛选

- 第二个问题解决方法——筛选
  - 所谓“筛选”指的是，对一棵左/右子树均为堆的完全二叉树，“调整”根结点使整个二叉树也成为一个堆
  - 方法（小顶堆）：输出堆顶元素之后，以堆中最后一个元素替代之；然后将根结点值与左、右子树的根结点值进行比较，并与其中小者进行交换；重复上述操作，直至叶子结点，将得到新的堆，称这个从堆顶至叶子的调整过程为“筛选”

筛选

大顶堆调节过程：



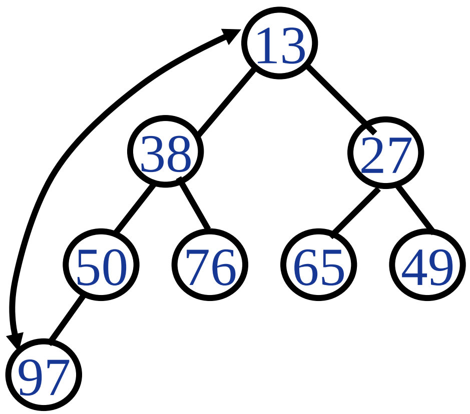
是大顶堆

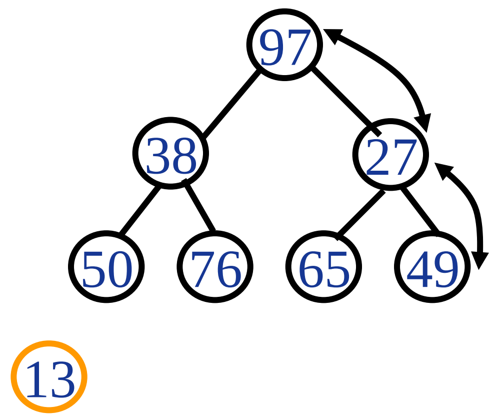
- 输出98（ 98 和 12 进行互换）之后，它就不是堆了
- 需要对它进行“筛选”

堆排序

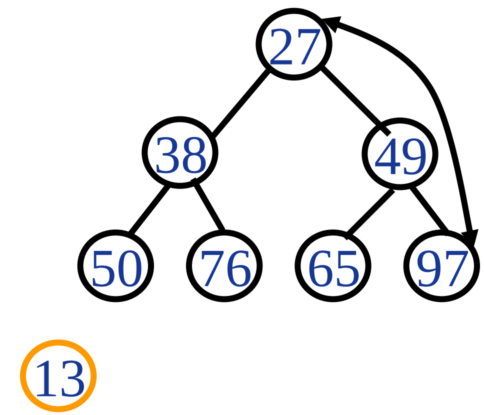
例：小顶堆

（13，38，27，50，76，65，49，97）

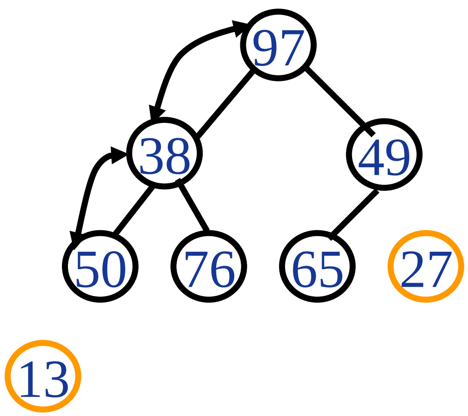




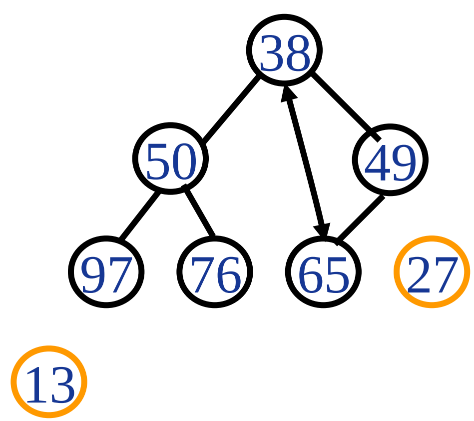
输出：13



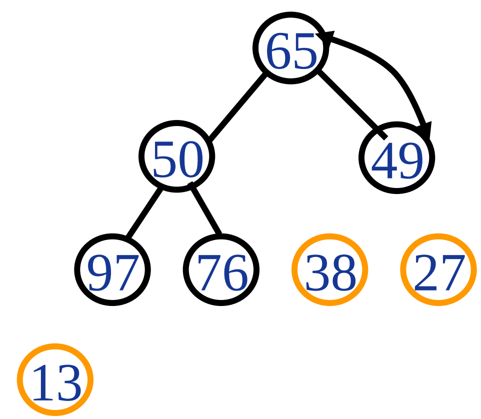
输出：13



输出：13 27

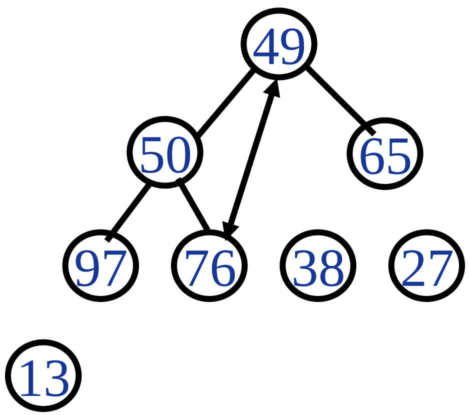


输出：13 27

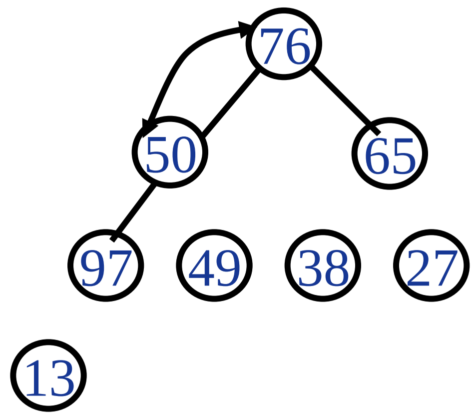


输出：13 27 38

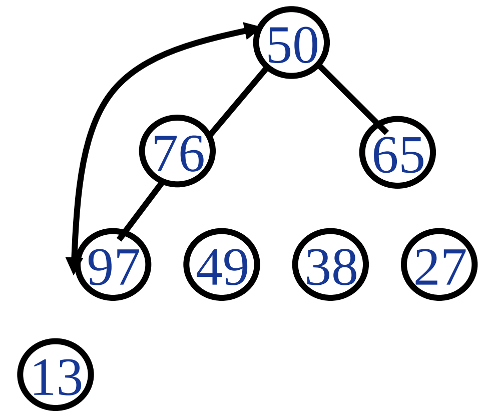
堆排序



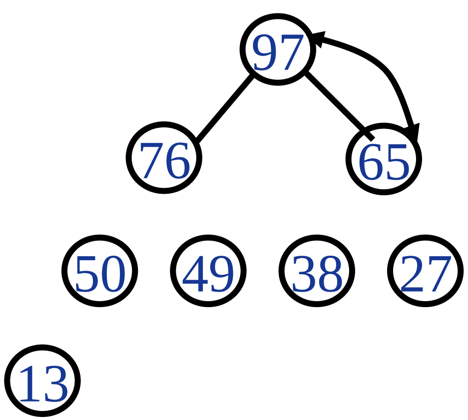
输出：13 27 38



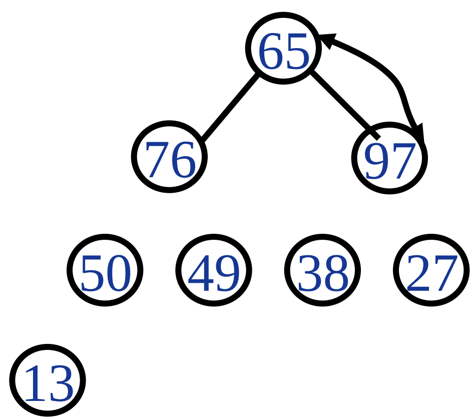
输出：13 27 38 49



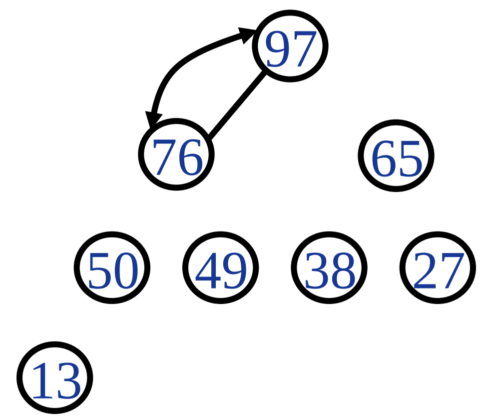
输出：13 27 38 49



输出：13 27 38 49 50

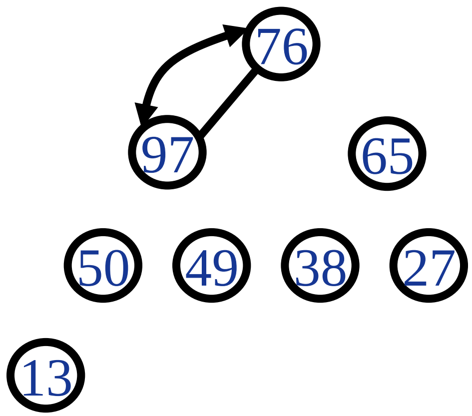


输出：13 27 38 49 50

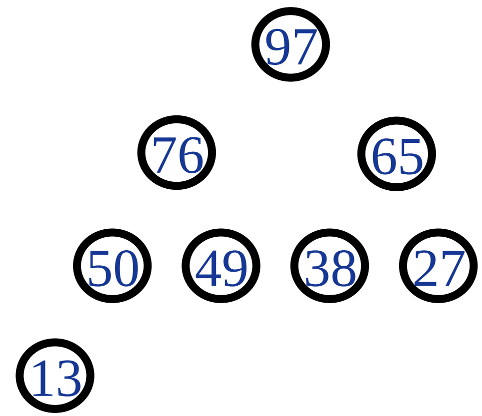


输出：13 27 38 49 50 65

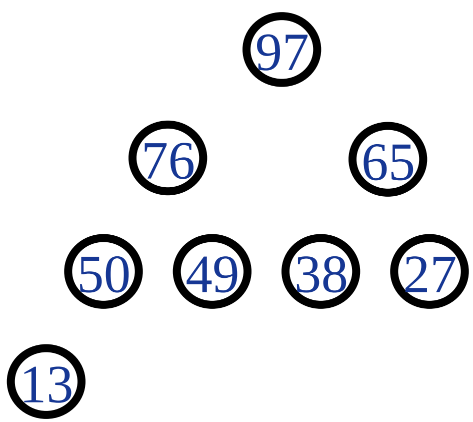
堆排序



输出：13 27 38 49 50 65



输出：13 27 38 49 50 65 76



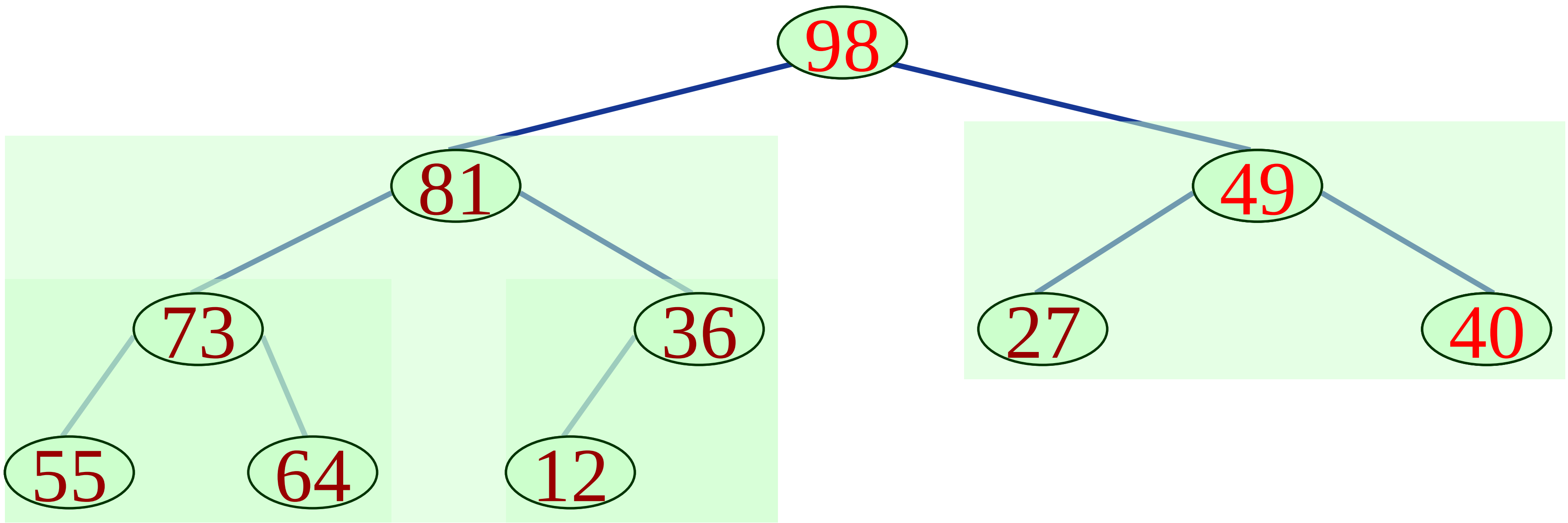
输出：13 27 38 49 50 65 76 97

创建堆

建堆是一个从下往上进行“筛选”的过程。

例如: 原始序列为（ 40,55,49,73,12,27,78,81,64,36 ）

从第一个非叶节点开始调节



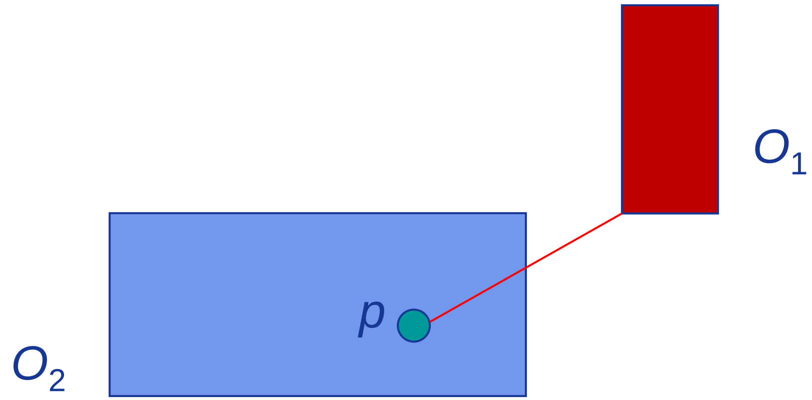
- 左/右子树都已经调整为堆
- 最后只要调整根结点，使整个二叉树是个“堆”即可。

预备知识1:MinDist

P: 给定的查询点　　*O*: *R*树结点中的MBR

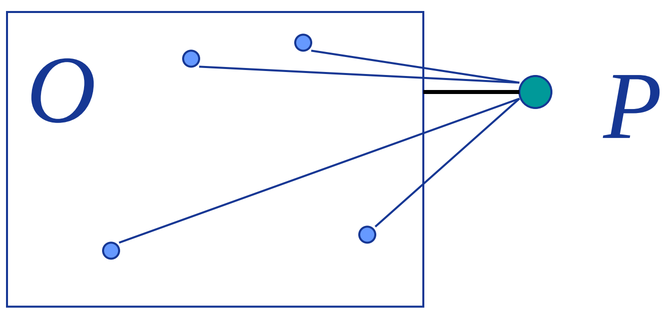
❖ 定义1：最小距离MinDist

- 如果点*P*在*O*内部，最小距离为0
- 如果点*P*在*O*外部，最小距离为*P*同*O*最近的一条边之间的距离



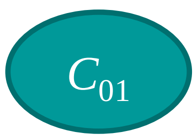
预备知识1:MinDist

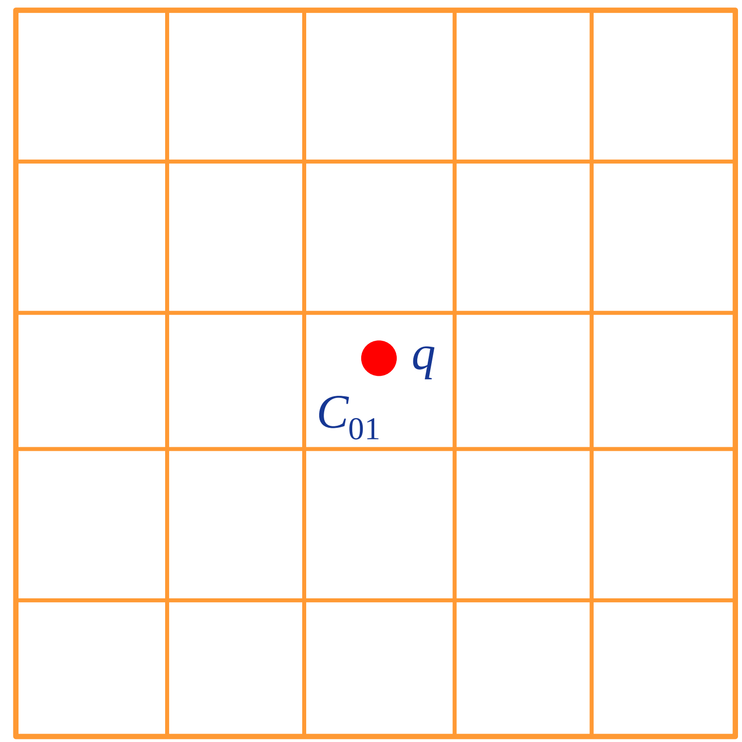
- 推论1：MinDist等于点*P*与*O*的边界上任意点之间的最小距离
- 定理1：*P*与*O*之间的MinDist小于或等于*P*同*O*中可能包含的所有数据之间的距离



最近邻查询

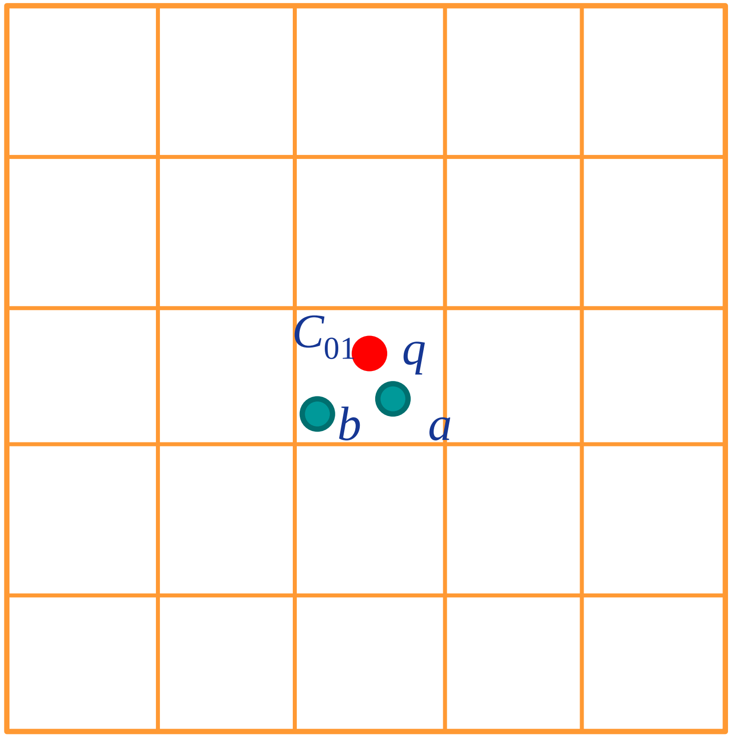
- 计算查询点q所在的网格 C_{01}
- 计算q与C_{01}的MinDist，为0
- 依据q与C_{01}的距离，创建小顶堆

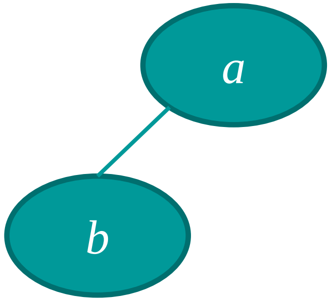




最近邻查询

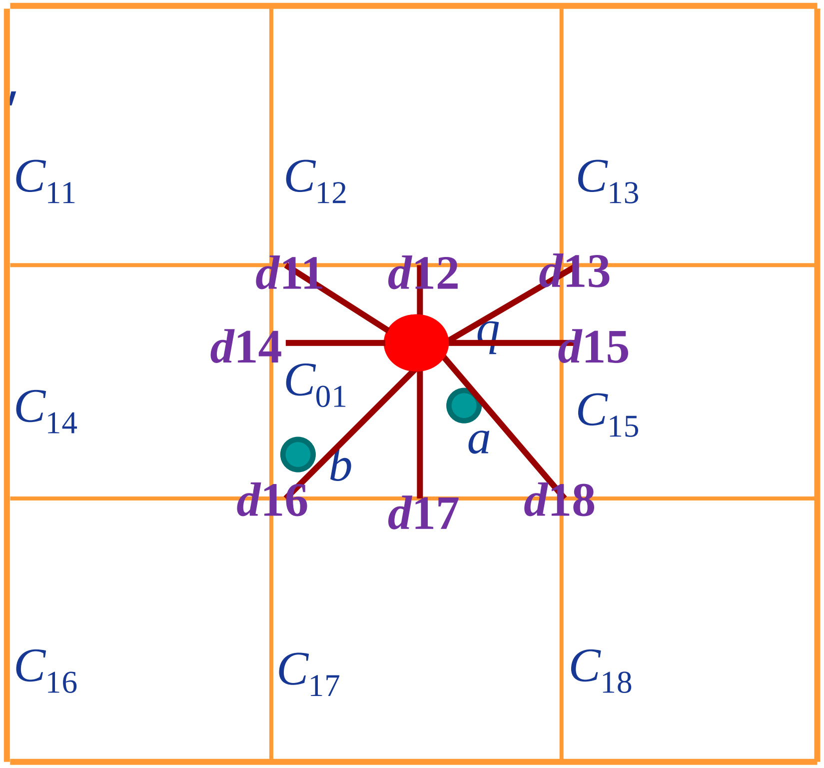
- 将堆顶元素弹出(C_{01})，若为网格
- 则找出网格对应的空间点
- 依据q与空间点的距离，将空间点插入小顶堆中，并调整小顶堆

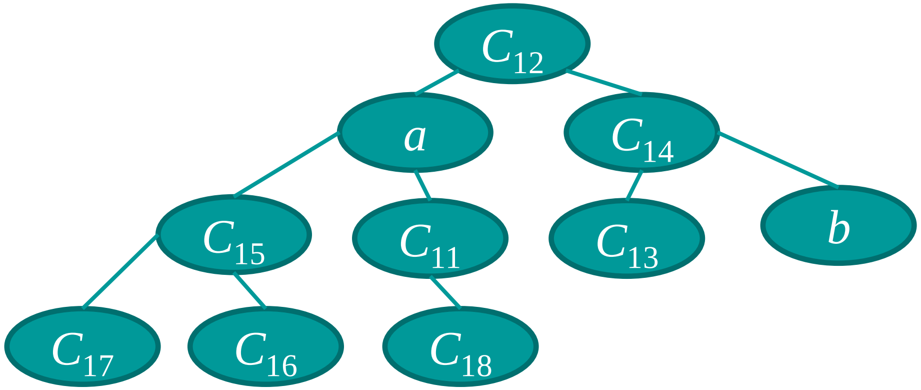




最近邻查询

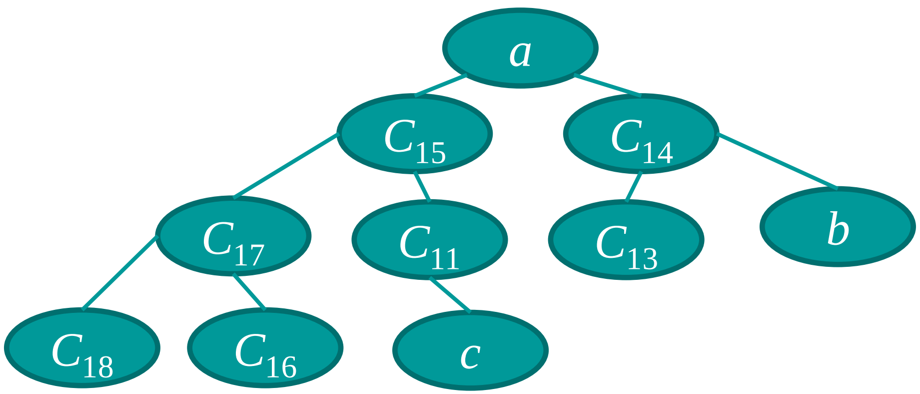
- 计算以被删网格(C_{01})为中心的周围8个网格（$C_{11}, C_{12}, \ldots, C_{18}$）
- 计算q与网格$C_{11}, C_{12}, \ldots, C_{18}$的MinDist，分别为$d_{11}, d_{12}, \ldots, d_{18}$
- 依据最小距离，将$C_{11}, C_{12}, \ldots, C_{18}$插入小顶堆中，并调整小顶堆

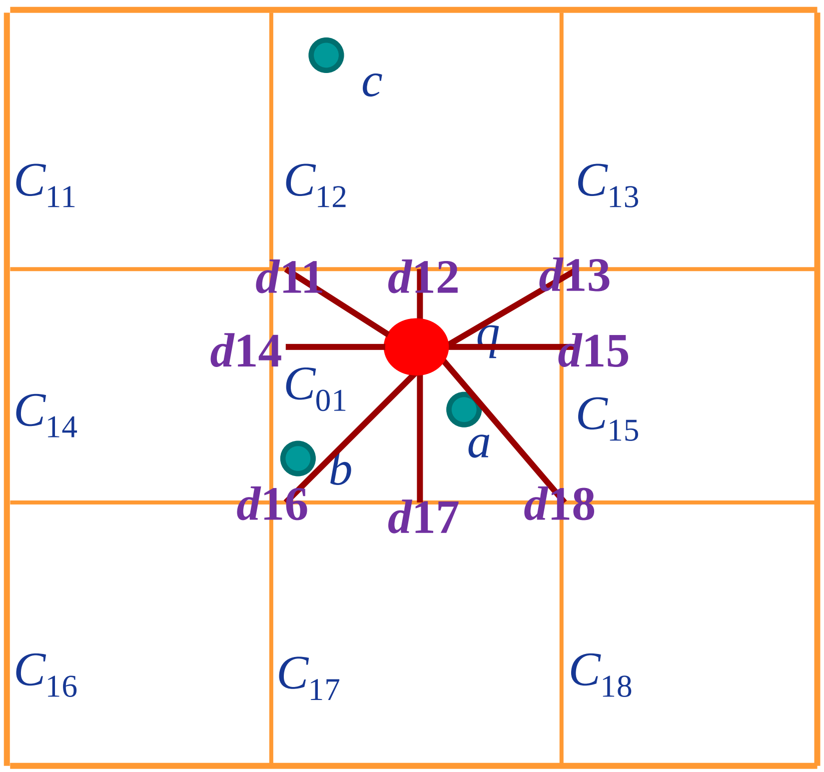




最近邻查询

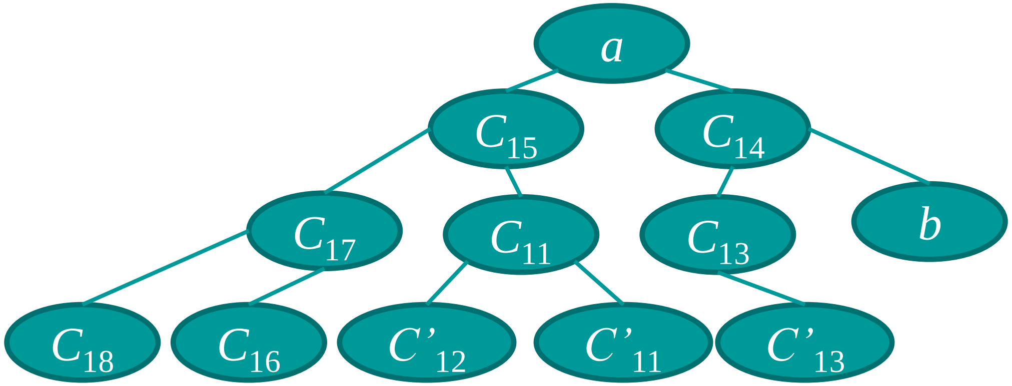
- 将堆顶元素弹出(C_{12})，若为网格
- 则找出网格对应的空间点
- 依据q与空间点的距离，将空间点插入小顶堆中，并调整小顶堆

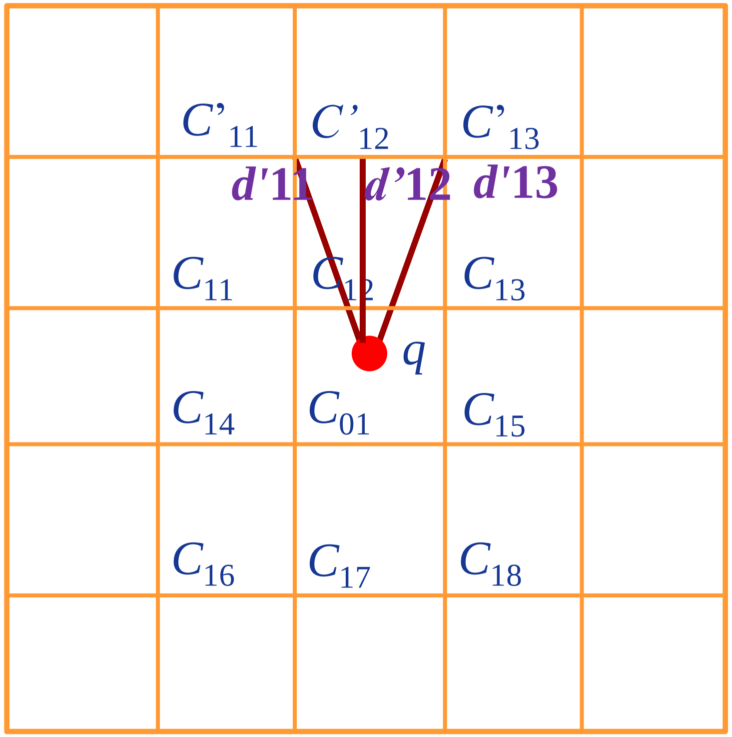




最近邻查询

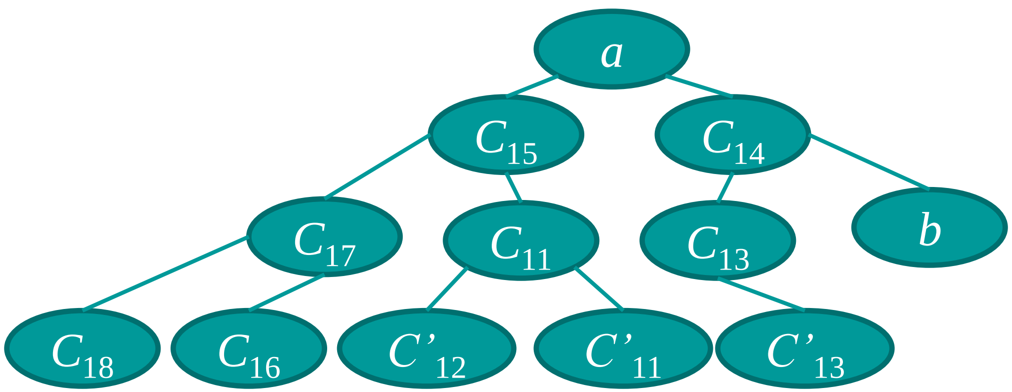
- 计算以被删网格(C_{12})为中心的周围8个网格（$C'_{11}, C'_{12}, C'_{13}$）
- 计算q与网格$C'_{11}, C'_{12}, C'_{13}$的MinDist，分别为$d'_{11}, d'_{12}, d'_{13}$
- 依据最小距离，将$C'_{11}, C'_{12}, C'_{13}$插入小顶堆中，并调整小顶堆

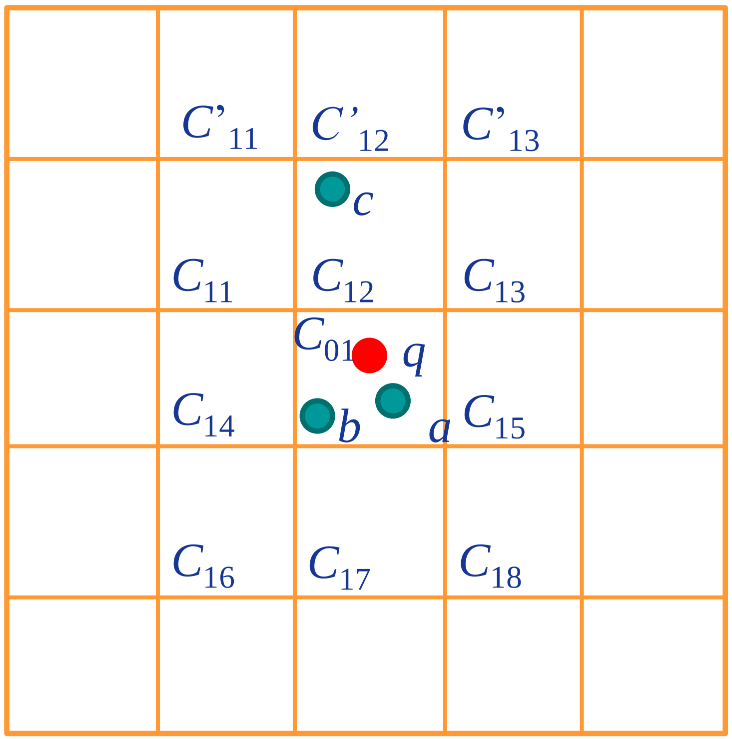




最近邻查询

- 将堆顶元素弹出(a)，若为空间点
- 则找出最近邻的空间点
- 查找结束





谢谢！