数据结构与算法（十）

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

第十章　检索

- 10.1 线性表的检索
- 10.2 集合的检索
- 10.3 散列表的检索
- 总结

基于线性表的检索

- 10.1.1 顺序检索
- 10.1.2 二分检索
- 10.1.3 分块检索

顺序检索

- 针对线性表里的所有记录，逐个进行关键码和给定值的比较
  - 若某个记录的关键码和给定值比较相等，则检索成功
  - 否则检索失败(找遍了仍找不到)
- 存储：可以顺序、链接
- 排序要求：无

“监视哨”顺序检索算法

检索成功返回元素位置，检索失败统一返回0;

```
template  <class Type>
class Item {
private:
    Type  key;                              // 关键码域
                                            // 其它域
public:
    Item(Type value):key(value) {}
    Type getKey() {return key;}             // 取关键码值
    void setKey(Type k){ key=k;}            // 置关键码
};
vector<Item<Type>*>  dataList;
template  <class Type>  int SeqSearch(vector<Item<Type>*>& dataList, int
length, Type k) {
    int i=length;
    dataList[0]->setKey (k);                // 将第0个元素设为待检索值，设监视哨
    while(dataList[i]->getKey()!=k) i--;
    return i;                               // 返回元素位置
}
```

顺序检索性能分析

- 检索成功：假设检索每个关键码等概率 $P_i = 1/n$

$$\sum_{i=0}^{n-1} Pi \cdot (n-i) = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^{n-1} (n-i)$$

$$= \sum_{i=1}^{n} i = \frac{n+1}{2}$$

- 检索失败：假设检索失败时都需要比较 $n+1$ 次（设置了一个监视哨）

顺序检索平均检索长度

- 假设检索成功的概率为 p，检索失败的概率为 $q=(1-p)$

$$ASL = p \cdot \frac{n+1}{2} + q \cdot (n+1)$$

$$= p \cdot \frac{n+1}{2} + (1-p)(n+1)$$

$$= (n+1)(1-p/2)$$

- $(n+1)/2 < ASL < (n+1)$

顺序检索优缺点

- 优点：插入元素可以直接加在表尾 $\Theta(1)$
- 缺点：检索时间太长 $\Theta(n)$

二分检索法

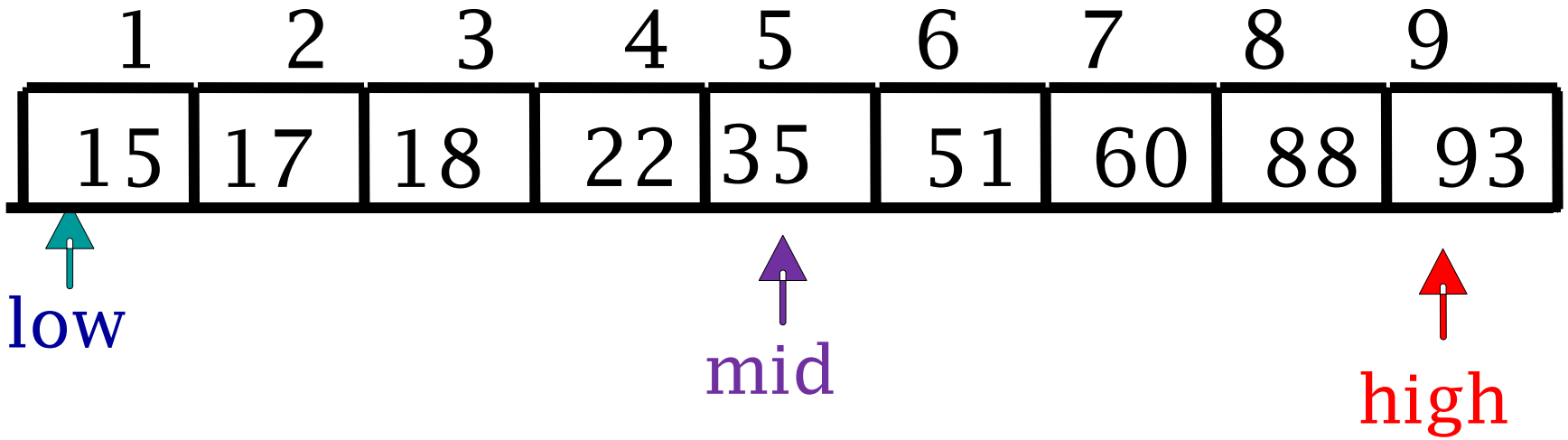
- 将任一元素 dataList[i] .Key 与给定值 K 比较，三种情况：
  - （1）Key = K，检索成功，返回 dataList[i]
  - （2）Key > K，若有则一定排在 dataList[i]前
  - （3）Key < K，若右则一定排在 dataList[i]后

- 缩小进一步检索的区间

二分法检索算法

```
template  <class Type> int BinSearch (vector<Item<Type>*>&
dataList, int length, Type k){
    int low=1, high=length, mid;
    while (low<=high)  {
        mid=(low+high)/2;
        if (k<dataList[mid]->getKey())
            high = mid-1;                    // 右缩检索区间
        else if (k>dataList[mid]->getKey())
            low = mid+1;                     // 左缩检索区间
       else return mid;                      // 成功返回位置
    }
    return 0;                                // 检索失败，返回0
}
```

关键码18 low=1 high=9



第一次：l=1, h=9, mid=5; array[5]=35>18

第二次：l=1, h=4, mid=2; array[2]=17<18

第三次：l=3, h=4, mid=3; array[3]=18 = 18

二分法检索性能分析

- 最大检索长度为

$$\lceil \log_2(n+1) \rceil$$

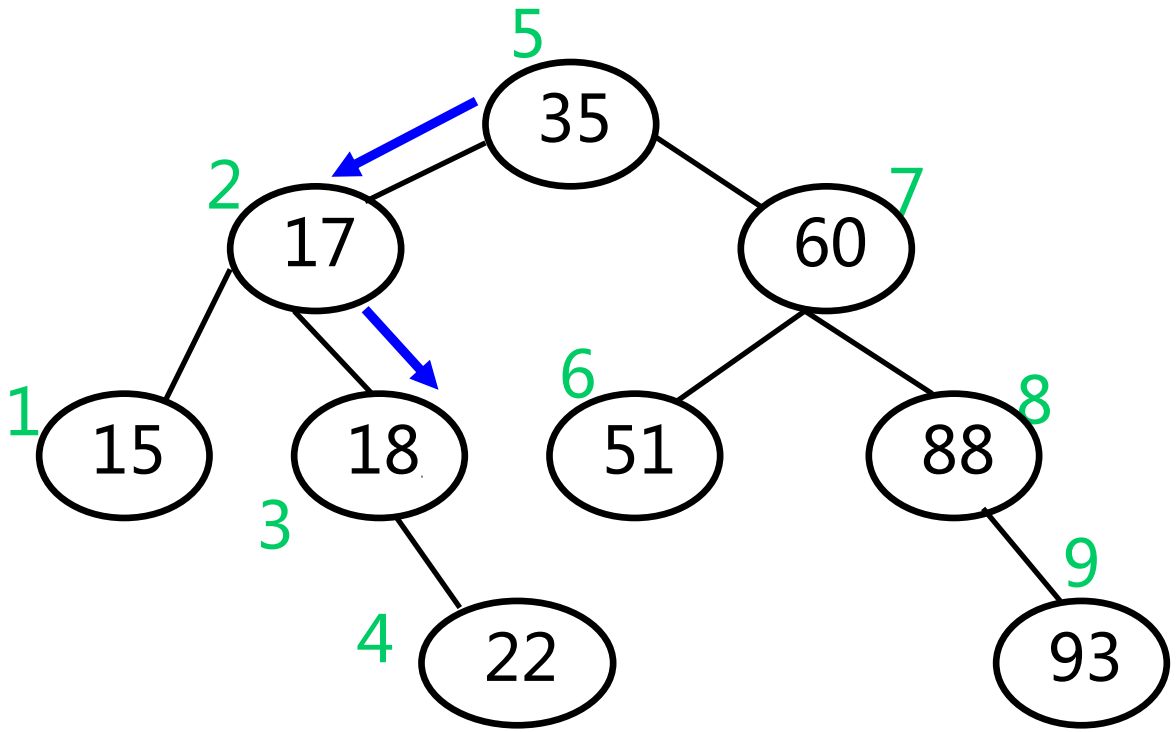
- 失败的检索长度是

$$\lceil \log_2(n+1) \rceil$$

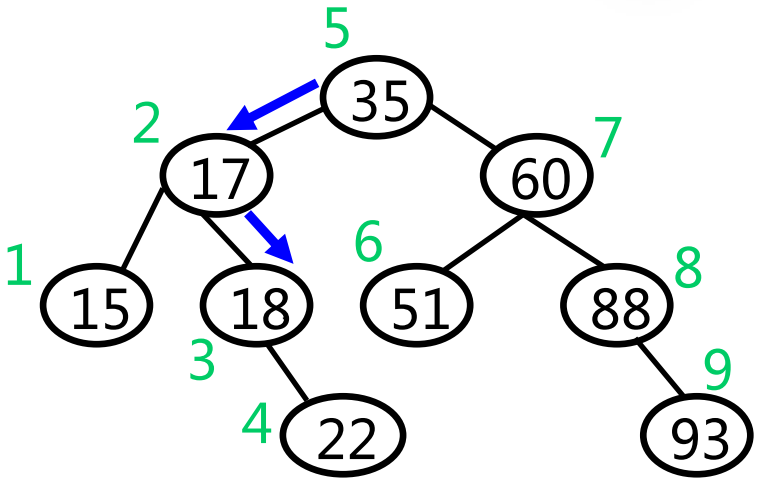
或

$$\lfloor \log_2(n+1) \rfloor$$

- 在算法复杂性分析中
  - log n 是以2为底的对数
  - 以其他数值为底，算法量级不变



二分法检索性能分析（续）



- 成功的平均检索长度为：

$$ASL = \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{j} i \cdot 2^{i-1}\right)$$

$$= \frac{n+1}{n}\log_2(n+1) - 1$$

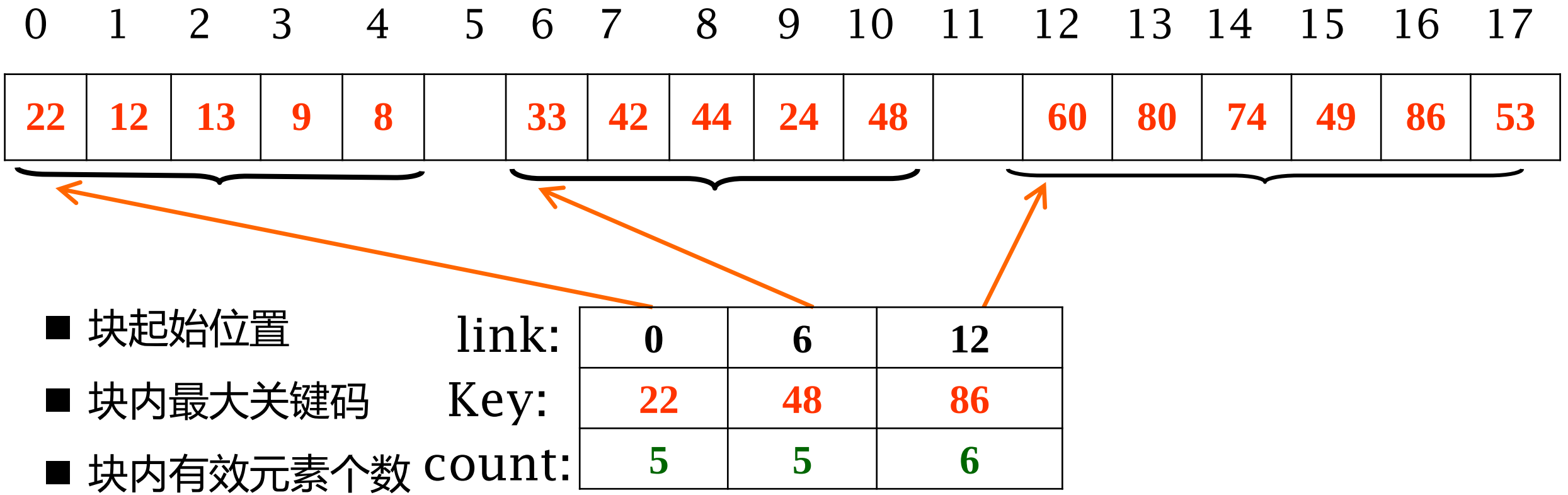
$$\approx \log_2(n+1) - 1 \qquad (n > 50)$$

- 优缺点
  - 优点：平均与最大检索长度相近，检索速度快
  - 缺点：要排序、顺序存储，不易更新(插/删)

分块检索思想

- “按块有序”
  - 设线性表中共有 n 个数据元素，将表分成 b 块
  - 前一块最大关键码必须小于后一块最小关键码
  - 每一块中的关键码不一定有序
- 顺序与二分法的折衷
  - 既有较快的检索
  - 又有较灵活的更改

分块检索——索引顺序结构



- 块起始位置
- 块内最大关键码
- 块内有效元素个数

link:	0	6	12
Key:	22	48	86
count:	5	5	6

分块检索性能分析

- 分块检索为两级检索
  - 先在索引表中确定待查元素所在的块，ASL_b
  - 然后在块内检索待查的元素，ASL_w

$$
\begin{aligned}
ASL &= ASL_b + ASL_w \\
&\approx \log_2(b+1) - 1 + (s+1)/2 \\
&\approx \log_2(1+n/s) + s/2
\end{aligned}
$$

分块检索性能分析 (续2)

- 假设在索引表中用顺序检索，在块内也用顺序检索

$$ASL_b = \frac{b+1}{2} \qquad ASL_w = \frac{s+1}{2}$$

$$ASL = \frac{b+1}{2} + \frac{s+1}{2} = \frac{b+s}{2} + 1$$

$$= \frac{n+s^2}{2s} + 1$$

- 当 s $=\sqrt{n}$ 时，ASL 取最小值

$$ASL = \sqrt{n} + 1 \approx \sqrt{n}$$

分块检索性能分析（续3）

- 当 n=10,000 时
  - 顺序检索 5,000 次
  - 二分法检索 14 次
  - 分块检索 100 次

分块检索的优缺点

- 优点：
  - 插入、删除相对较易
  - 没有大量记录移动
- 缺点：
  - 增加一个辅助数组的存储空间
  - 初始线性表分块排序
  - 当大量插入/删除时，或结点分布不均匀时，速度下降

思考

- 试比较顺序检索、二分检索和分块检索的优缺点。

- 这几种检索方法适合的应用场景分别是什么？

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