## 算法与数据结构体系课程

liuyubobobo

### 更多关于二分查找法

# 二分查找法的变种: upper

V

查找存在或者不存在

查找大于 target 的最小值

查找大于 target 的最小值 查找大于 60 的最小值

 $\left[23\right]\left[56\right]\left[65\right]\left[69\right]\left[72\right]\left[89\right]\left[96\right]\left[99\right]$ 

查找大于 target 的最小值 搜索范围 arr[l, r]

23 56 65 69 72 89 96 99

A

查找大于 target 的最小值 搜索范围 arr[l, r] r=arr.length

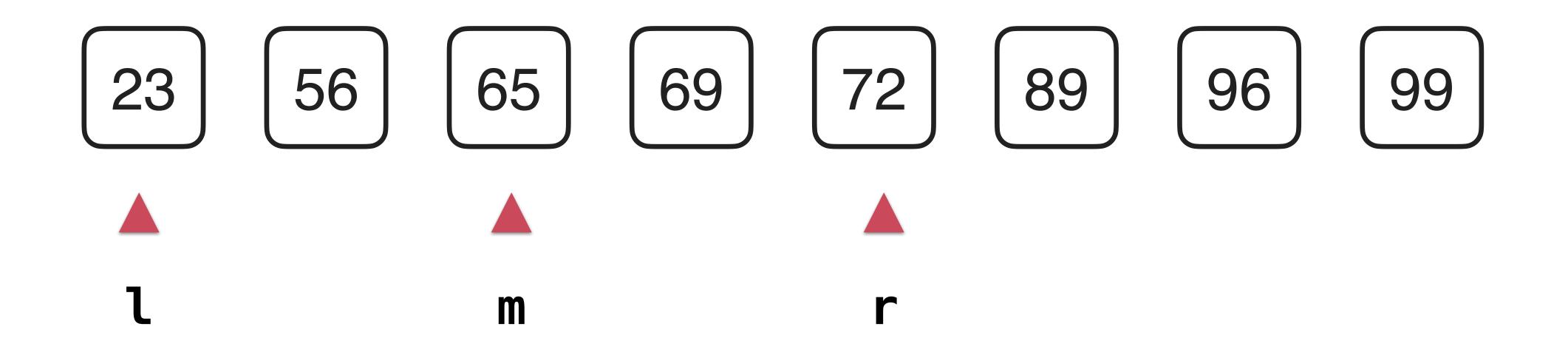
if(arr[mid] > target) r = mid

23 [56] [65] [69] [72] [89] [96] [99]

l m

查找大于 target 的最小值 搜索范围 arr[l, r] r=arr.length

if(arr[mid] > target) r = mid



查找大于 target 的最小值 搜索范围 arr[l, r] r=arr.length

if(arr[mid] > target) r = mid
if(arr[mid] <= target) l = mid + 1</pre>

 [23]
 [56]
 [65]
 [69]
 [72]
 [89]
 [96]
 [99]

1 m r

查找大于 target 的最小值 搜索范围 arr[l, r] r=arr.length

```
if(arr[mid] > target) r = mid
if(arr[mid] <= target) l = mid + 1</pre>
```

 $\begin{bmatrix} 23 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 56 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 65 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 69 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 72 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 89 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 96 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 99 \end{bmatrix}$ 

lr

# 实现 upper

# 实践: 实现 upper

## 二分查找法的变种: ceil

#### ceil

查找5 如果数组中存在元素,返回最大索引

查找 6

 $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \\ 7 \end{bmatrix}$ 

r

#### ceil

查找5 如果数组中存在元素,返回最大索引

查找6 如果数组中不存在元素,返回 upper

 $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \\ 7 \end{bmatrix}$ 

ceil(5.0) = 5 ceil(5.5) = 6

r

# 实践: 实现 ceil

## 二分查找法的变种: lower\_ceil

#### lower\_ceil

查找5 如果数组中存在元素,返回最大索引

1 1 3 3 5 5 7 7

r

#### lower\_ceil

查找5 如果数组中存在元素,返回最小索引

查找6 如果数组中不存在元素,返回 upper

 $\begin{bmatrix} 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \end{bmatrix}$ 

#### lower\_ceil

查找5 如果数组中存在元素,返回最小索引

查找6 如果数组中不存在元素,返回 upper

 $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \\ 7 \end{bmatrix}$ 

>= target 的最小索引

# 作业解析:实现 lower\_ceil

## 二分查找法的变种: lower

查找小于 target 的最大值 查找小于 85 的最大值

 $\left[23\right]\left[56\right]\left[65\right]\left[69\right]\left[72\right]\left[89\right]\left[96\right]\left[99\right]$ 

```
查找小于 target 的最大值 搜索范围 arr[l, r] l=-1 if(arr[mid] < target) l = mid if(arr[mid] >= target) r = mid - 1
```

69 | 72 |

89

l m

65

## 实现 lower

实践: 实现 lower

### lower 的问题

查找小于 target 的最大值 搜索范围 arr[l, r] l=-1

if(arr[mid] < target) I = mid

if(arr[mid]) = target) r = mid - 1

 $\left[\begin{array}{c}1\end{array}\right]\left[\begin{array}{c}1\end{array}\right]\left[\begin{array}{c}3\end{array}\right]\left[\begin{array}{c}3\end{array}\right]\left[\begin{array}{c}5\end{array}\right]$ 

▲ m = l + (r - l) / 2 = 0 + (1 - 0) / 2 = 0l r 搜索空间没有变化

### lower 的问题

```
if(arr[mid] < target) I = mid
if(arr[mid] >= target) r = mid - 1
          3 | 3 | 5
                  m = I + (r - I) / 2 = 0 + (1 - 0) / 2 = 0
                  搜索空间没有变化
                 这个问题只有在I和r相临时存在
```

解决方案: m = 1 + (r - 1 + 1) / 2

#### upper

查找大于 target 的最小值 搜索范围 arr[l, r] r=arr.length

if(arr[mid] > target) r = mid
if(arr[mid] <= target) l = mid + 1</pre>

 [23]
 [56]
 [65]
 [69]
 [72]
 [89]
 [96]
 [99]

### 实践: 解决 lower 的问题

## lower\_floor和 upper\_floor

#### lower\_floor

查找5 如果数组中存在元素,返回最小索引

查找 4

 $\begin{bmatrix} 1 \\ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \\ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \\ \end{bmatrix}$ 

r

#### lower\_floor

查找5 如果数组中存在元素,返回最小索引

查找4 如果数组中不存在元素,返回 lower

 $\begin{bmatrix} 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \end{bmatrix}$ 

r

#### upper\_floor

查找5 如果数组中存在元素,返回最大索引

查找 4

 $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \\ 7 \end{bmatrix}$ 

#### upper\_floor

查找5 如果数组中存在元素,返回最大索引

查找4 如果数组中不存在元素,返回 lower

 $\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3 \\ 3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 5 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 5 \\ 7 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 7 \\ 7 \end{bmatrix}$ 

<= target 的最大索引

r

## 作业解析: lower\_floor 和 upper\_floor

## 一分查找法模板

### 一分查找法模板

二分查找

upper lower

upper\_ceil upper\_floor

lower\_ceil lower\_floor

## 一分查找法模板

```
int | = | , r = |
  //在 data[l, r] 中寻找解
  while (l < r)
    int mid = 上取整? 下取整?
    if(data[mid].compareTo(target)
    else
return I;
```

# 作业:用 >= target 的最小值的思路; 实现二分查找法

## 作业解析:用 >= target 的最小值的思路; 实现二分查找法

### 其他

欢迎大家关注我的个人公众号:是不是很酷



## 算法与数据结构体系课程

liuyubobobo