

慕课网《算法与数据结构》

算法

讲师：liuyubobobo

版权所有 侵权必究

liuyubobobo

慕课网《算法与数据结构》

排序算法

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

慕课网《算法与数据结构》

$O(n \cdot \log n)$ 的排序算法

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

nlogn 比 n^2 快多少?

	n^2	$n \log n$	faster
$n = 10$	100	33	3
$n = 100$	10000	664	15
$n = 1000$	10^6	9966	100
$n = 10000$	10^8	132877	753
$n = 100000$	10^{10}	1660964	6020

慕课网《算法与数据结构》

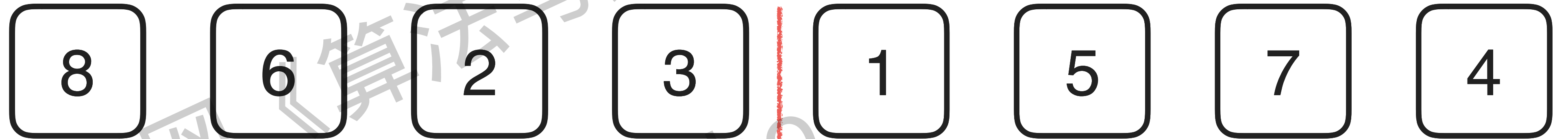
Merge Sort

归并排序

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

归并排序 Merge Sort

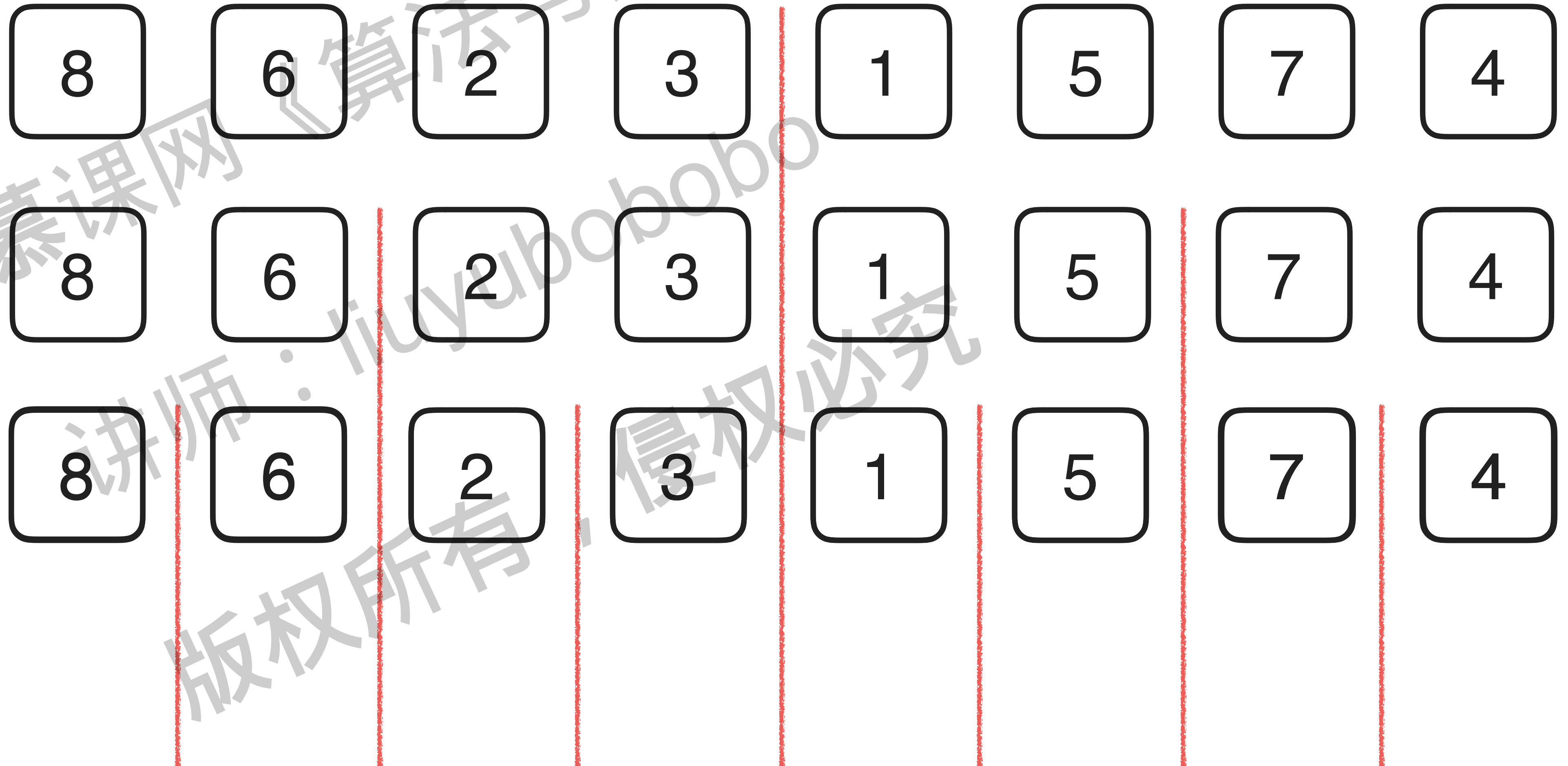


慕课网《算法与数据结构》
讲师：liuyubobobo
版权所有，侵权必究

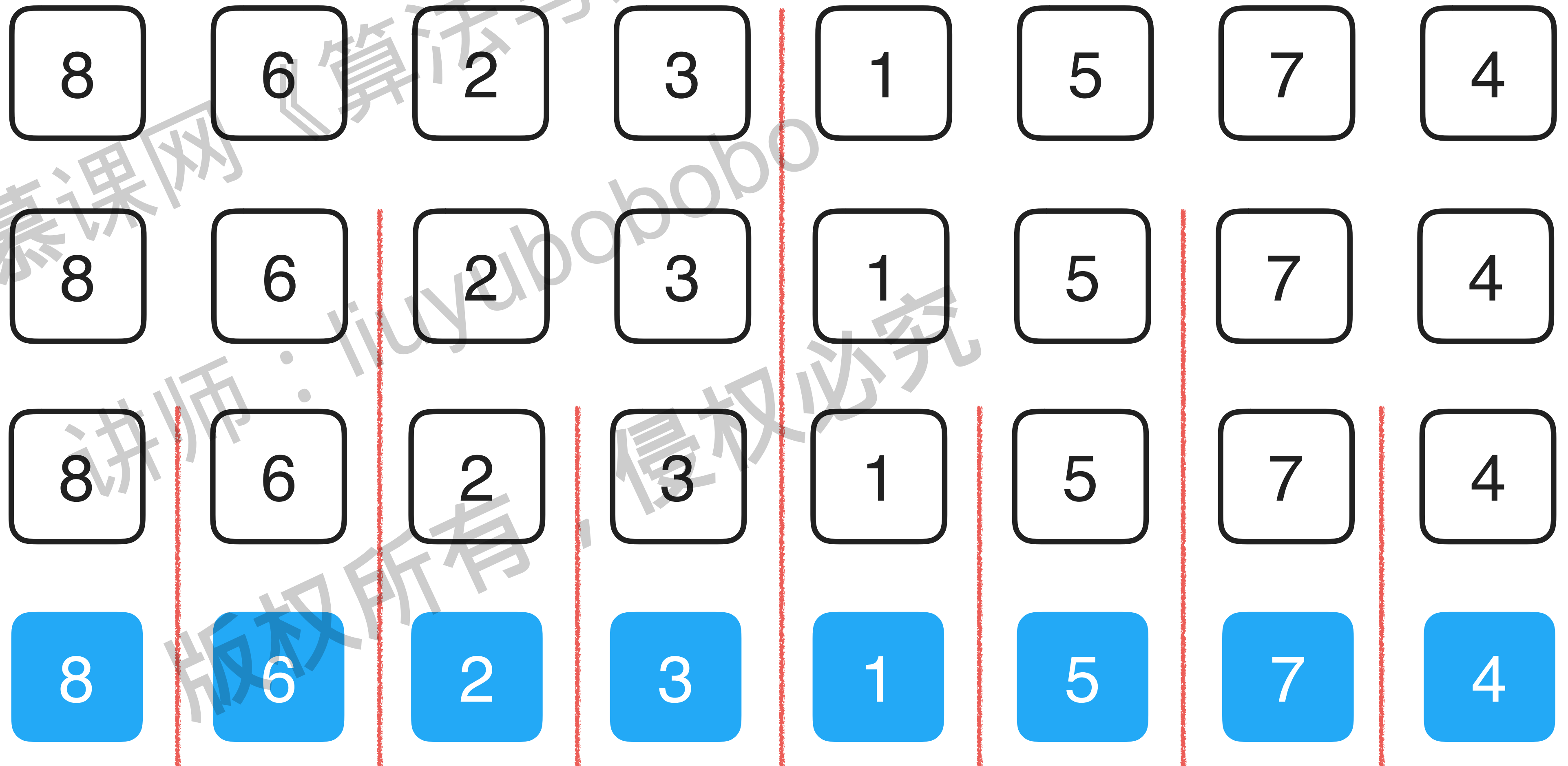
归并排序 Merge Sort



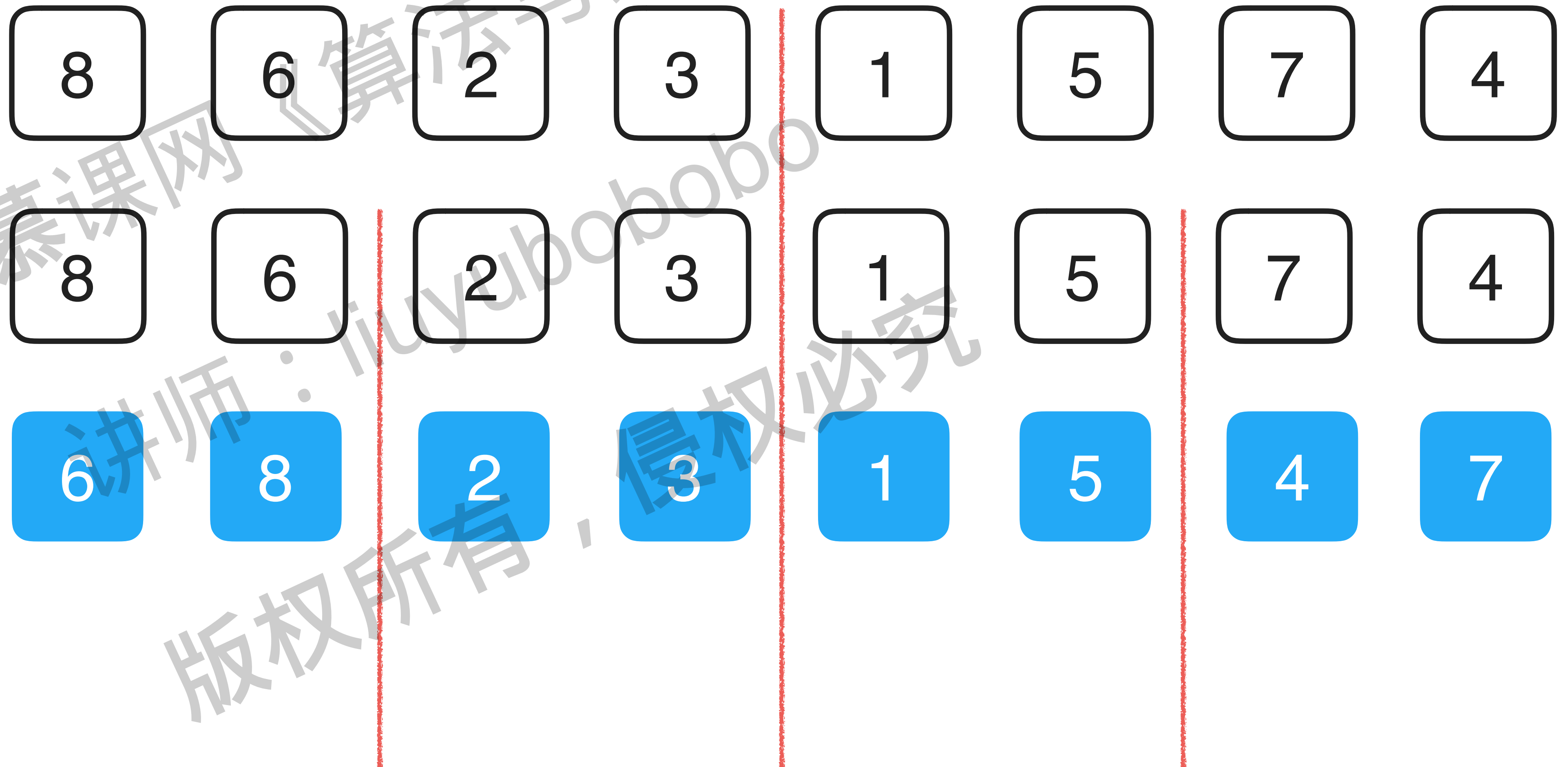
归并排序 Merge Sort



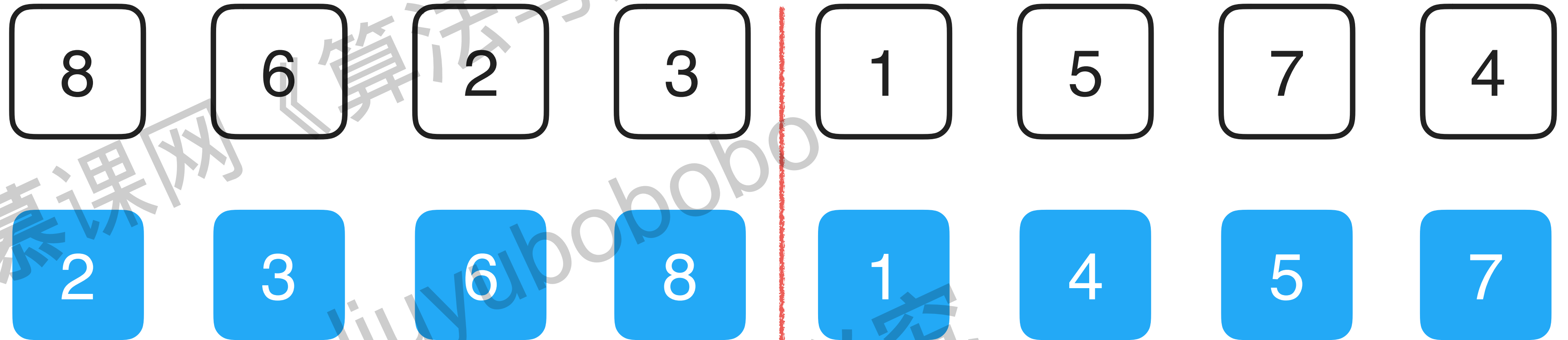
归并排序 Merge Sort



归并排序 Merge Sort

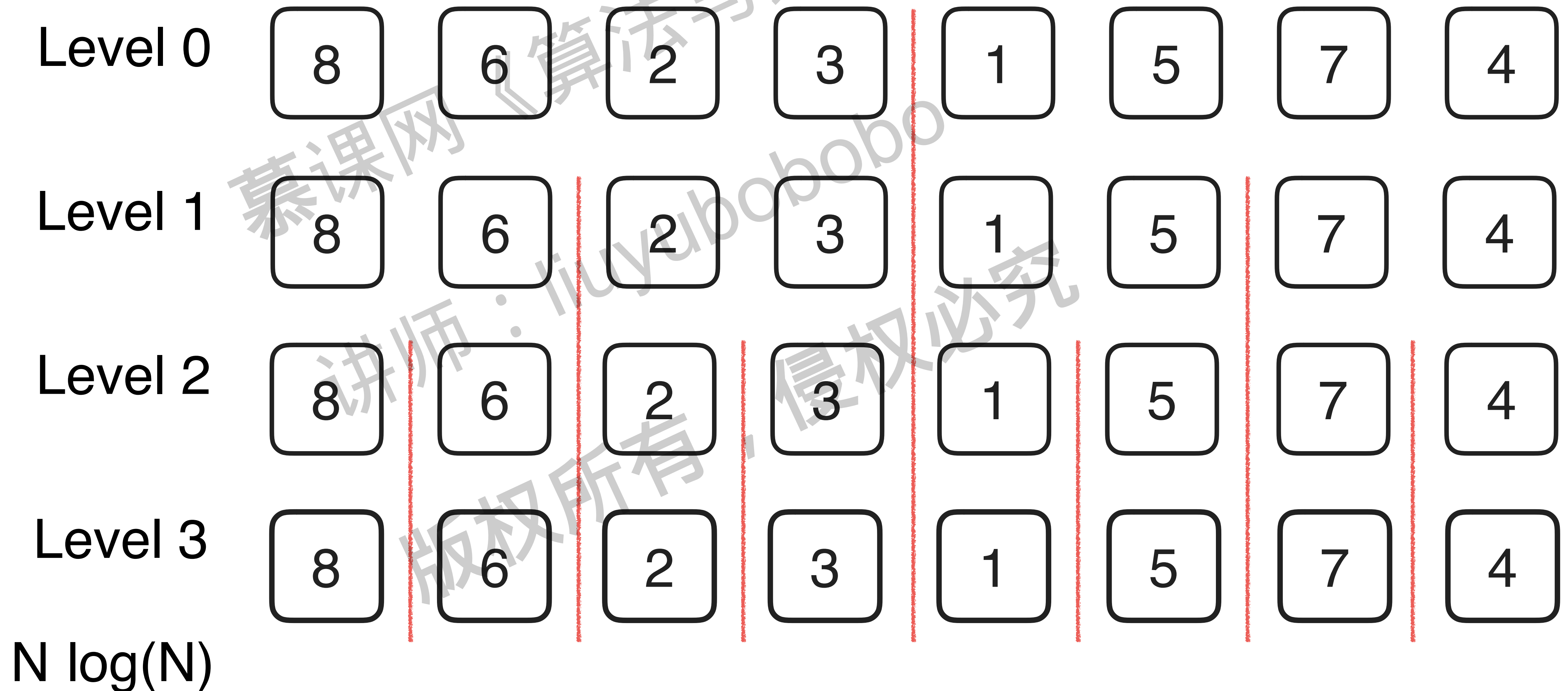


归并排序 Merge Sort

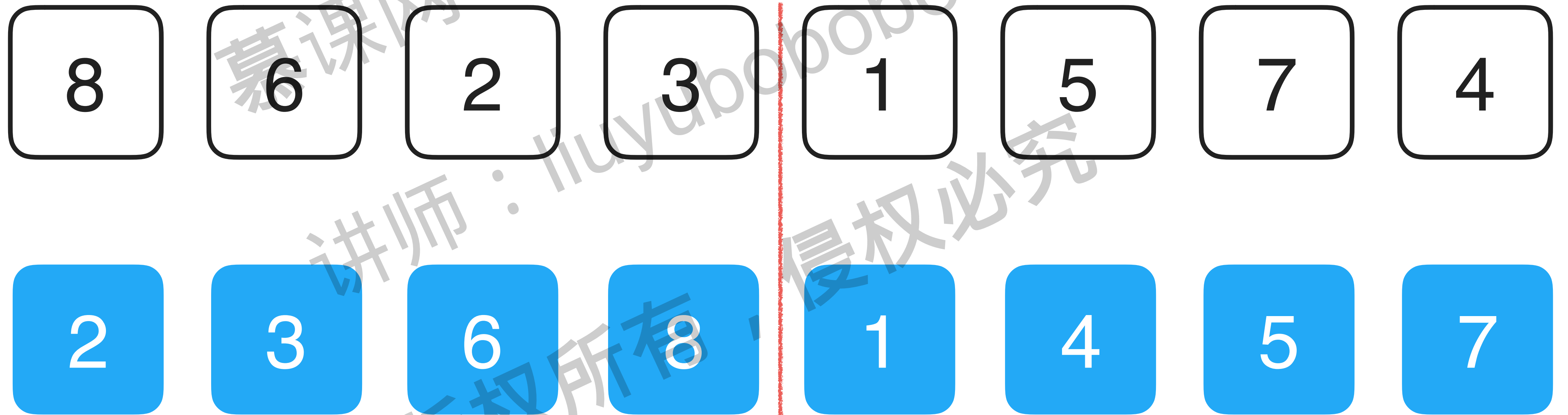


讲师：liuyuboboo
版权所有，侵权必究

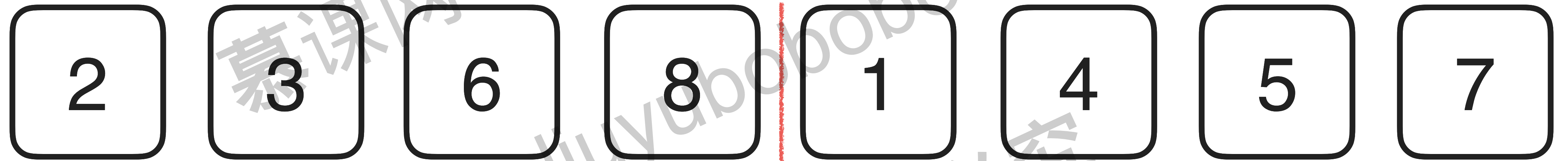
归并排序 Merge Sort



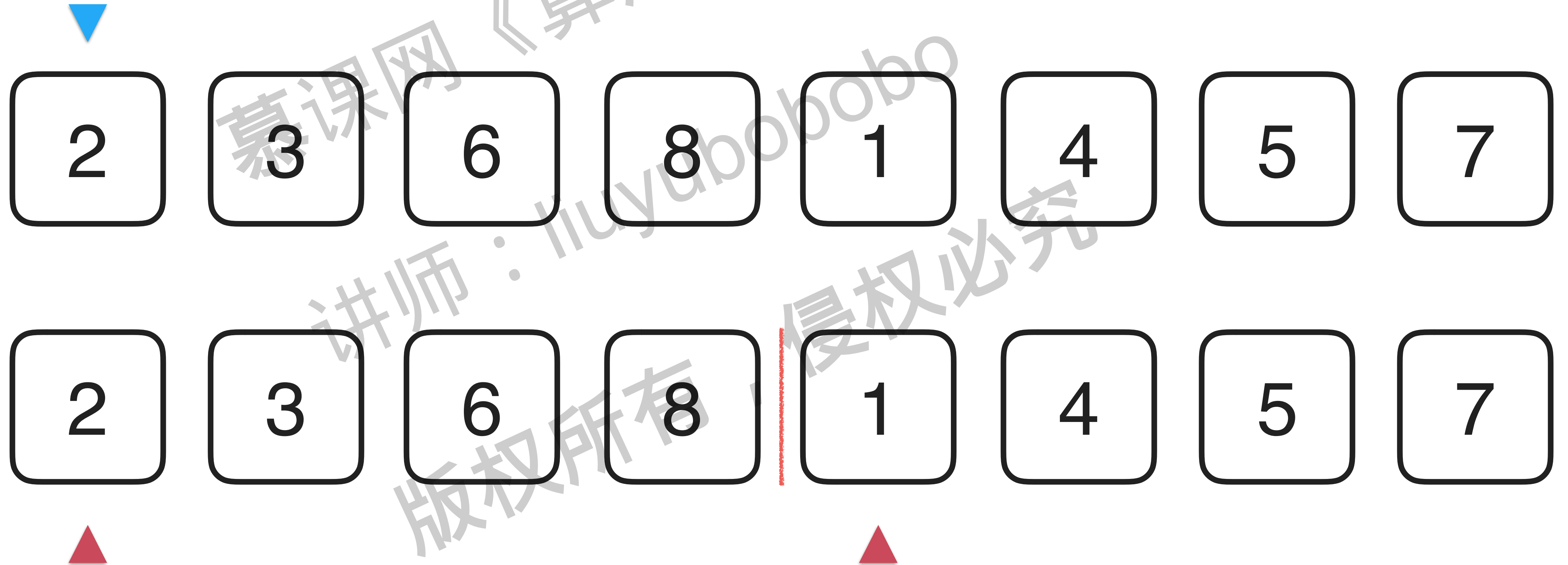
归并过程 Merge



归并过程 Merge



归并过程 Merge



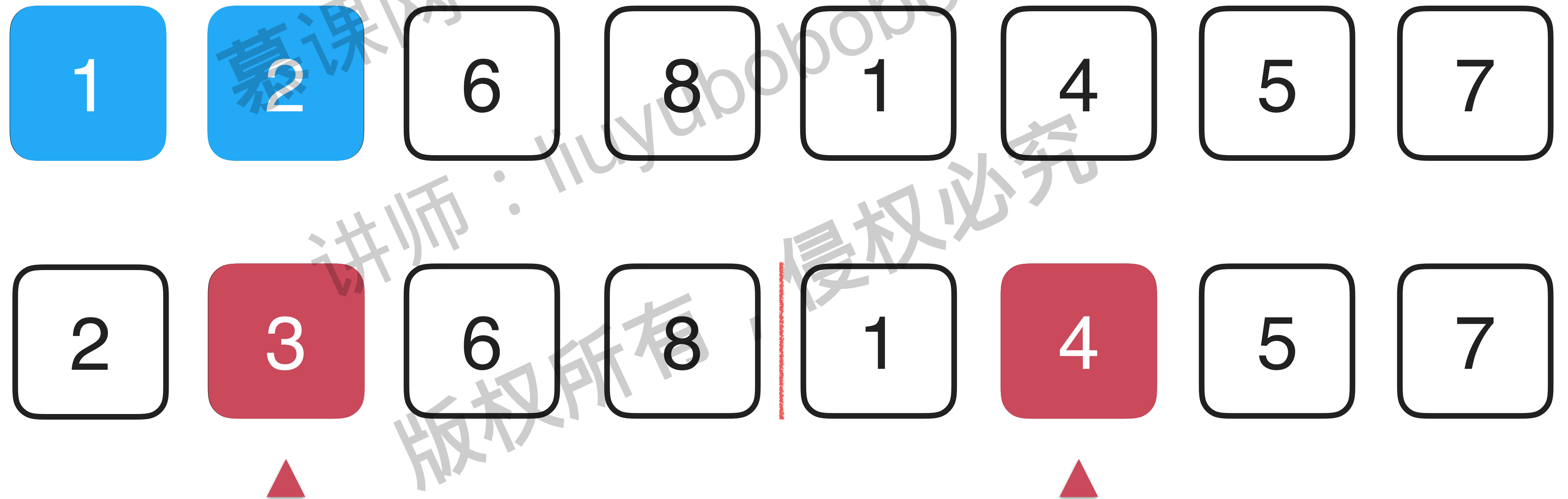
归并过程 Merge



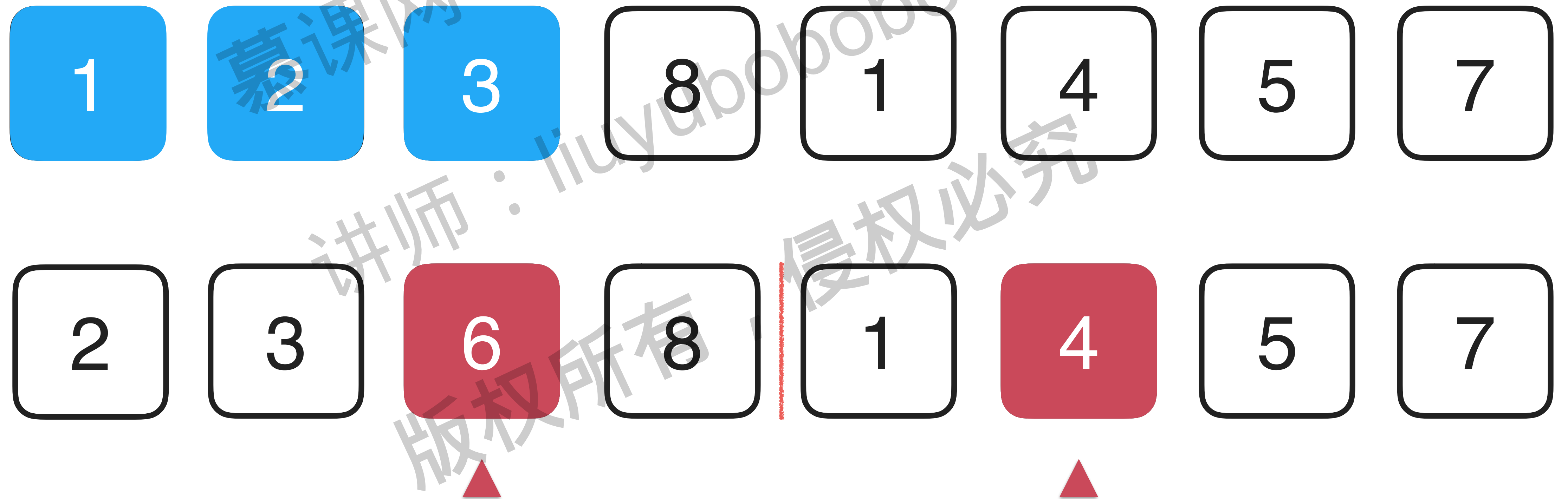
归并过程 Merge



归并过程 Merge

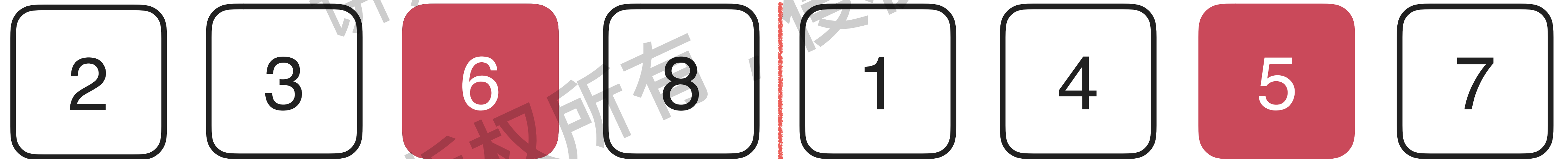
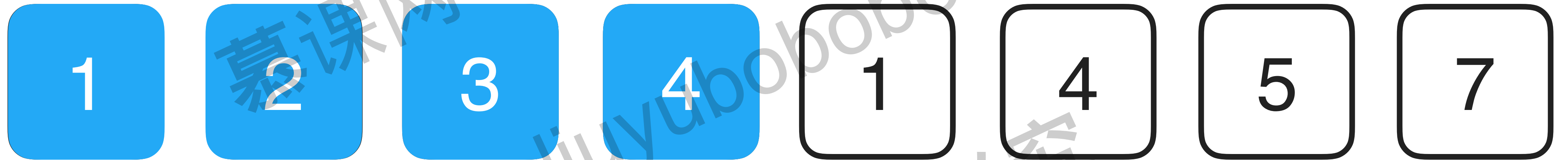


归并过程 Merge



归并过程 Merge

k



l(left)

i

m(middle)

j

r(right)

慕课网《算法与数据结构》

操作：编写Merge

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

慕课网《算法与数据结构》

操作：编写 Merge Sort

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

操作：Merge sort 和 Insertion Sort 性能比较

操作：针对近乎有序的数组，改进Merge Sort

操作：使用Insertion sort，改进Merge sort

使用递归实现自顶向下的归并排序

讲师：liuyubobobo
版权所有，侵权必究

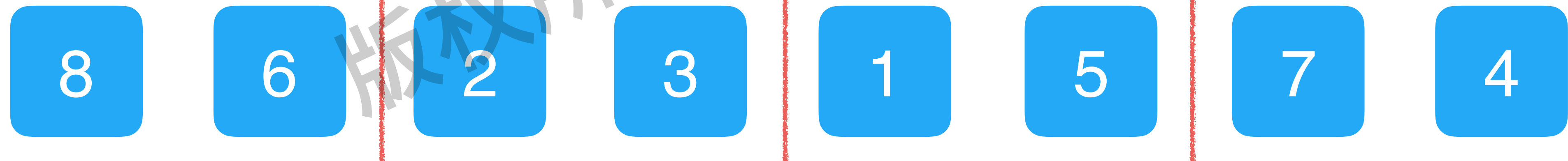
慕课网《算法与数据结构》

自底向上的归并排序

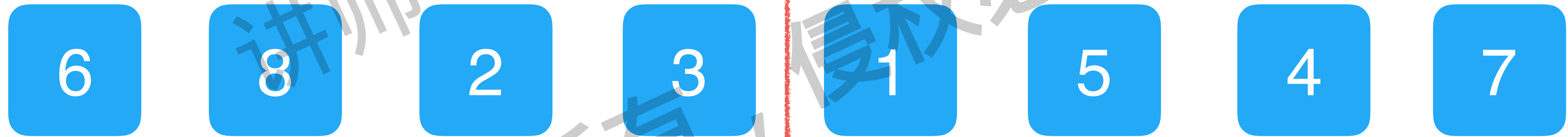
讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

自底向上归并排序 Merge Sort



自底向上归并排序 Merge Sort



自底向上归并排序 Merge Sort

2 3 6 8 1 4 5 7

操作：Merge Sort Bottom Up

慕课网《算法与数据结构》
讲师：iluvubobobo
版权所有，侵权必究

选做：为 Merge Sort Bottom Up 优化

慕课网《算法与数据结构》

选做： Merge Sort Bottom Up
使用 $n \log(n)$ 的复杂度为链表排序

讲师：Wuyuboboo

版权所有，侵权必究

慕课网《算法与数据结构》

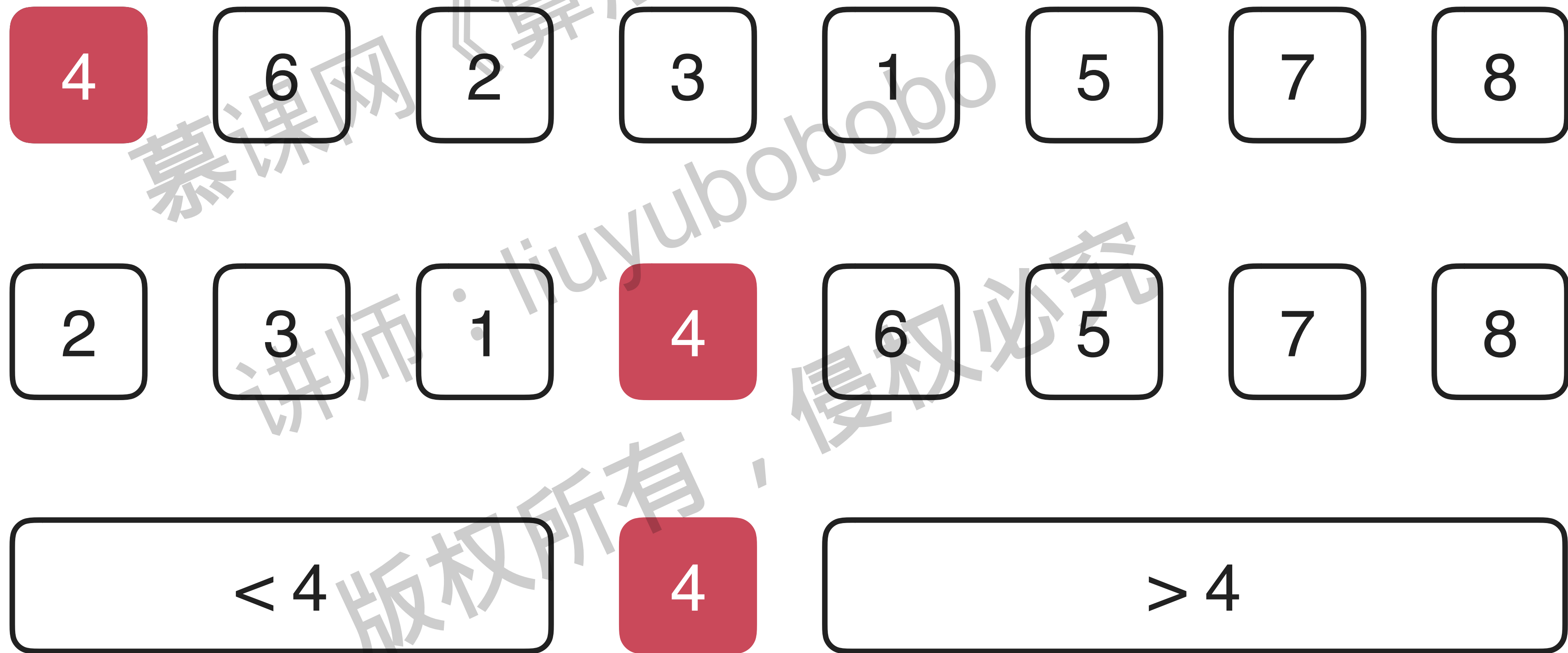
Quick Sort

快速排序

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

快速排序 Quick Sort



快速排序 Quick Sort



Partition

$\text{arr}[l+1 \dots j] < v$

$\text{arr}[j+1 \dots i-1] > v$



Partition

$\text{arr}[l+1 \dots j] < v$

$\text{arr}[j+1 \dots i-1] > v$



$e > v$

Partition

$\text{arr}[l+1..j] < v$

$\text{arr}[j+1..i-1] > v$



Partition

$\text{arr}[l+1..j] < v$

$\text{arr}[j+1..i-1] > v$



l

j

i

$e < v$

Partition

$\text{arr}[l+1..j] < v$

$\text{arr}[j+1..i-1] > v$



$e < v$

Partition

$\text{arr}[l+1..j] < v$

$\text{arr}[j+1..i-1] > v$



Partition

$\text{arr}[l+1 \dots j] < v$

$\text{arr}[j+1 \dots i-1] > v$



l



j



i

慕课网《算法与数据结构》

操作：Quick Sort

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

慕课网《算法与数据结构》

操作：Quick Sort

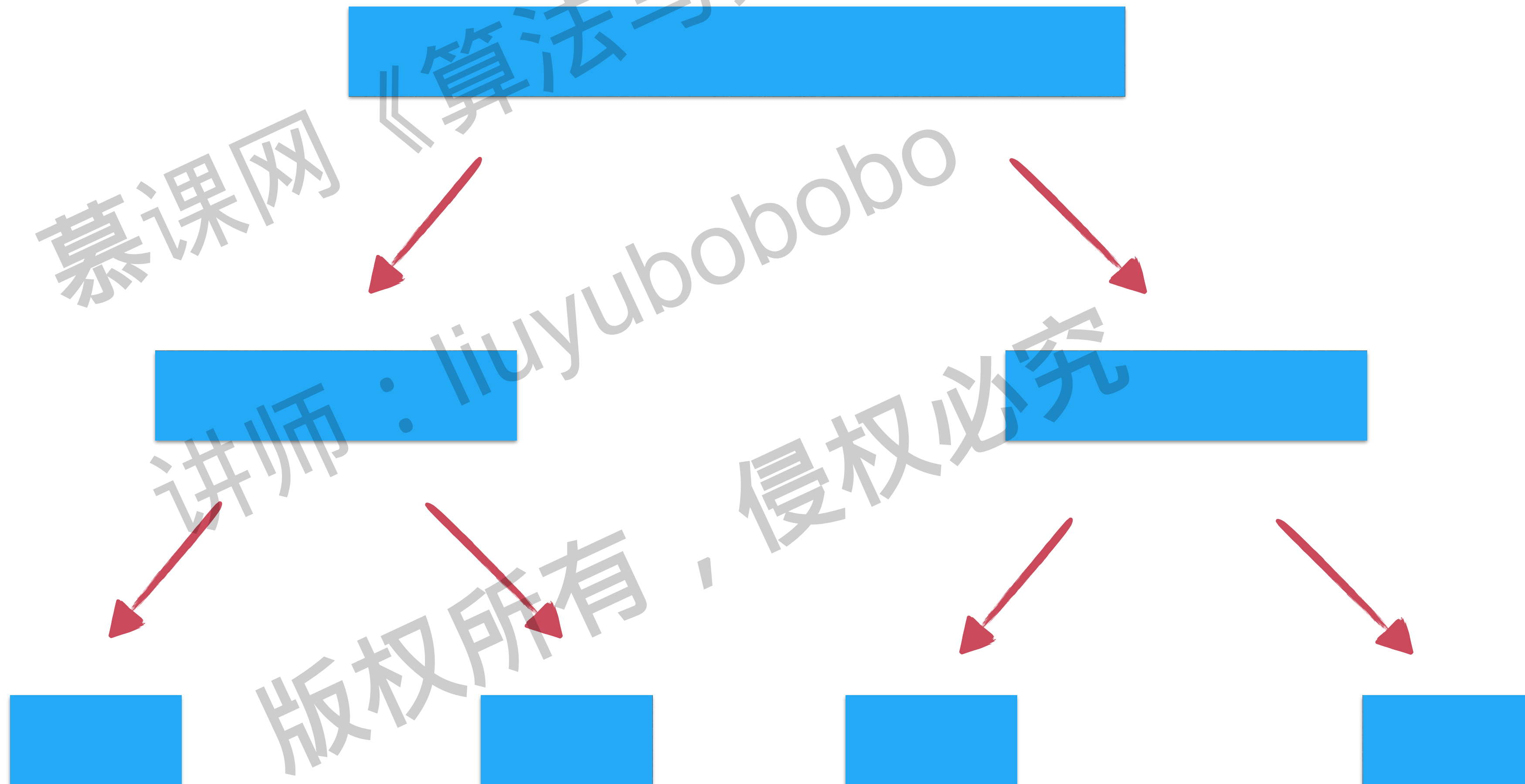
讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

操作：使用Insertion Sort优化快速排序

快速排序可能退化为 $O(n^2)$

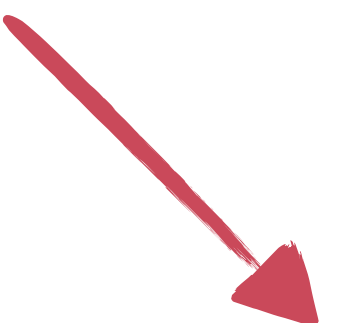
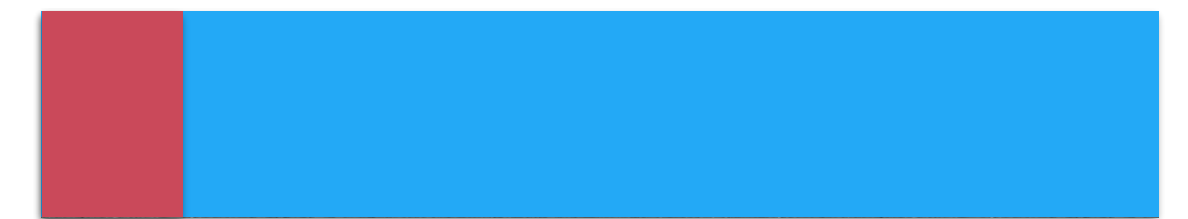
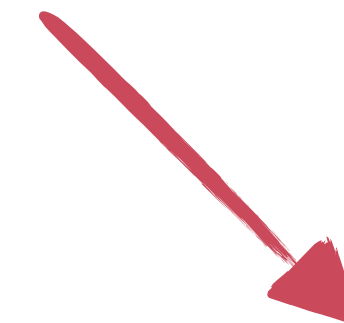
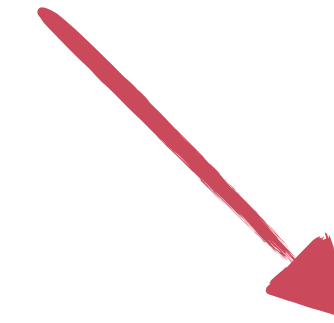
归并排序



快速排序



快速排序最差情况，退化为 $O(n^2)$



操作：使用随机化防止Quick Sort降至 $O(n^2)$

过多重复键值使Quick Sort降至 $O(n^2)$

Partition

$\text{arr}[l+1 \dots j] < v$

$\text{arr}[j+1 \dots i-1] > v$



Partition

$\text{arr}[l+1..j] < v$

$\text{arr}[j+1..i-1] \geq v$



l

j

i

Partition

$\text{arr}[l+1..j] \leq v$

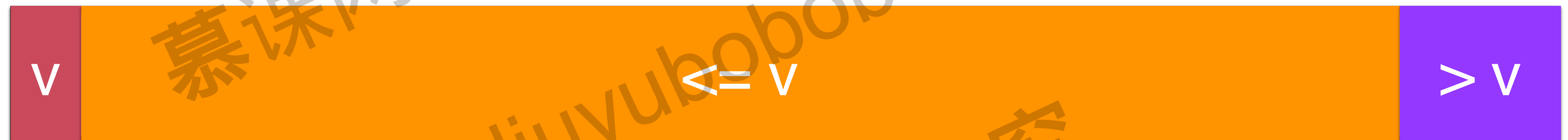
$\text{arr}[j+1..i-1] > v$



Partition

$\text{arr}[l+1 \dots j] \leq v$

$\text{arr}[j+1 \dots i-1] > v$



$\text{arr}[l+1 \dots j] \leq v$

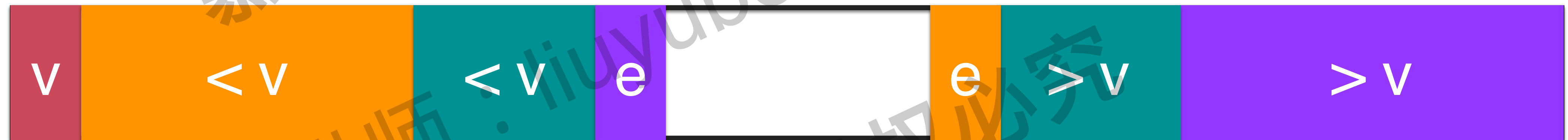
$\text{arr}[j+1 \dots i-1] > v$



Partition2

$\text{arr}[l+1 \dots i-1] < v$

$\text{arr}[j \dots r] > v$



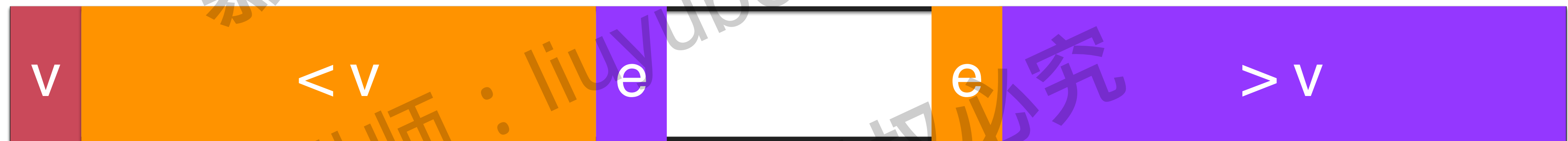
$e \geq v$

$e \leq v$

Partition2

$\text{arr}[l+1..i-1] < v$

$\text{arr}[j..r] > v$



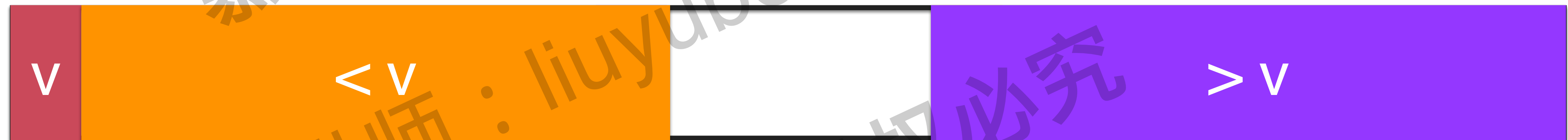
$e \geq v$

$e \leq v$

Partition2

$\text{arr}[l+1..i-1] < v$

$\text{arr}[j..r] > v$



l

i

j

r

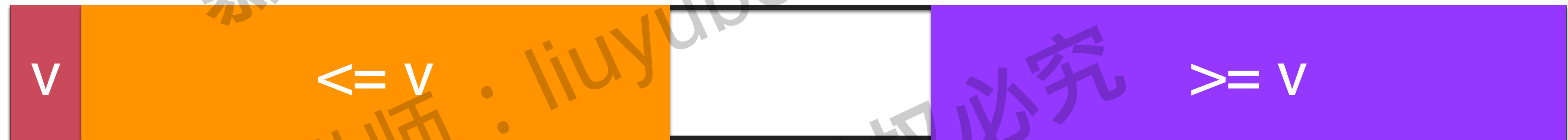
$e \geq v$

$e \leq v$

Partition2

$\text{arr}[l+1 \dots i-1] \leq v$

$\text{arr}[j \dots r] \geq v$



l

i

j

r

$e \geq v$

$e \leq v$

操作：使用Partition2编写Quick Sort 2

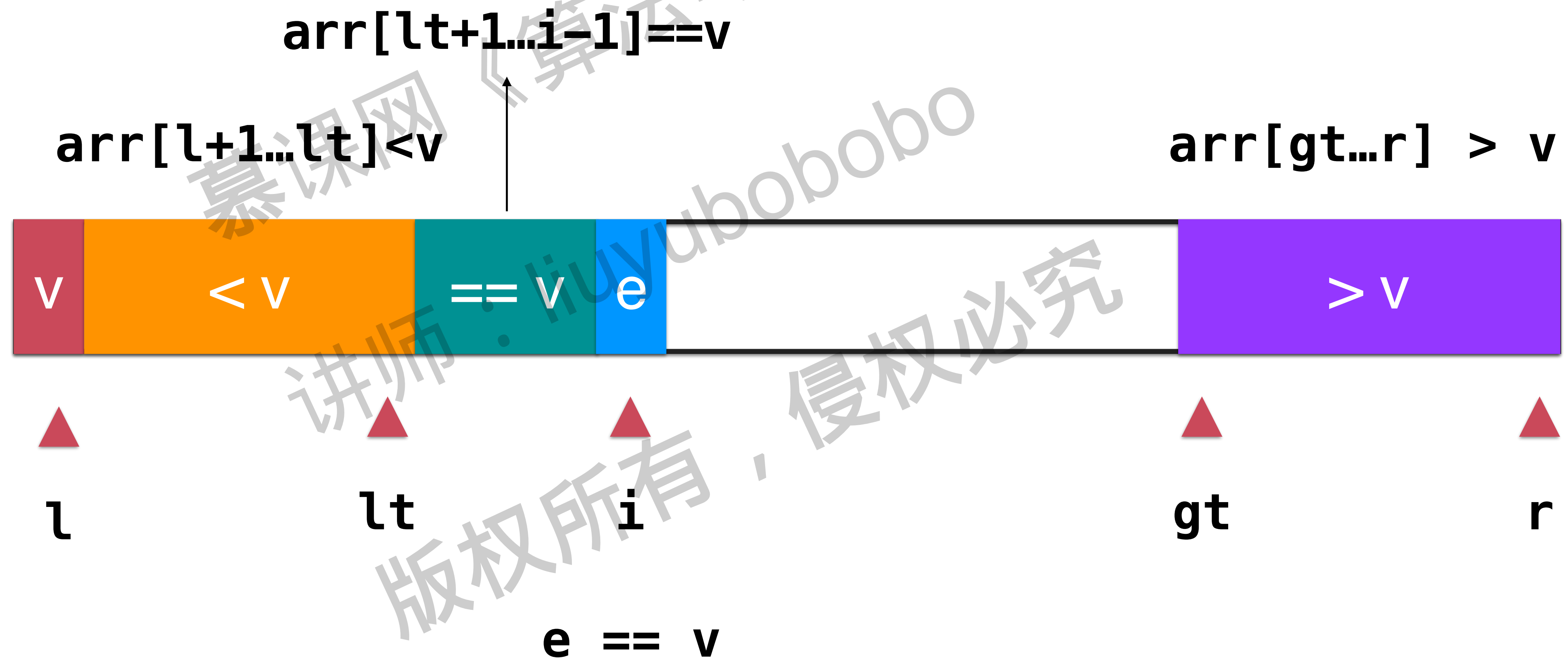
慕课网《算法与数据结构》

Quick Sort 3 Ways

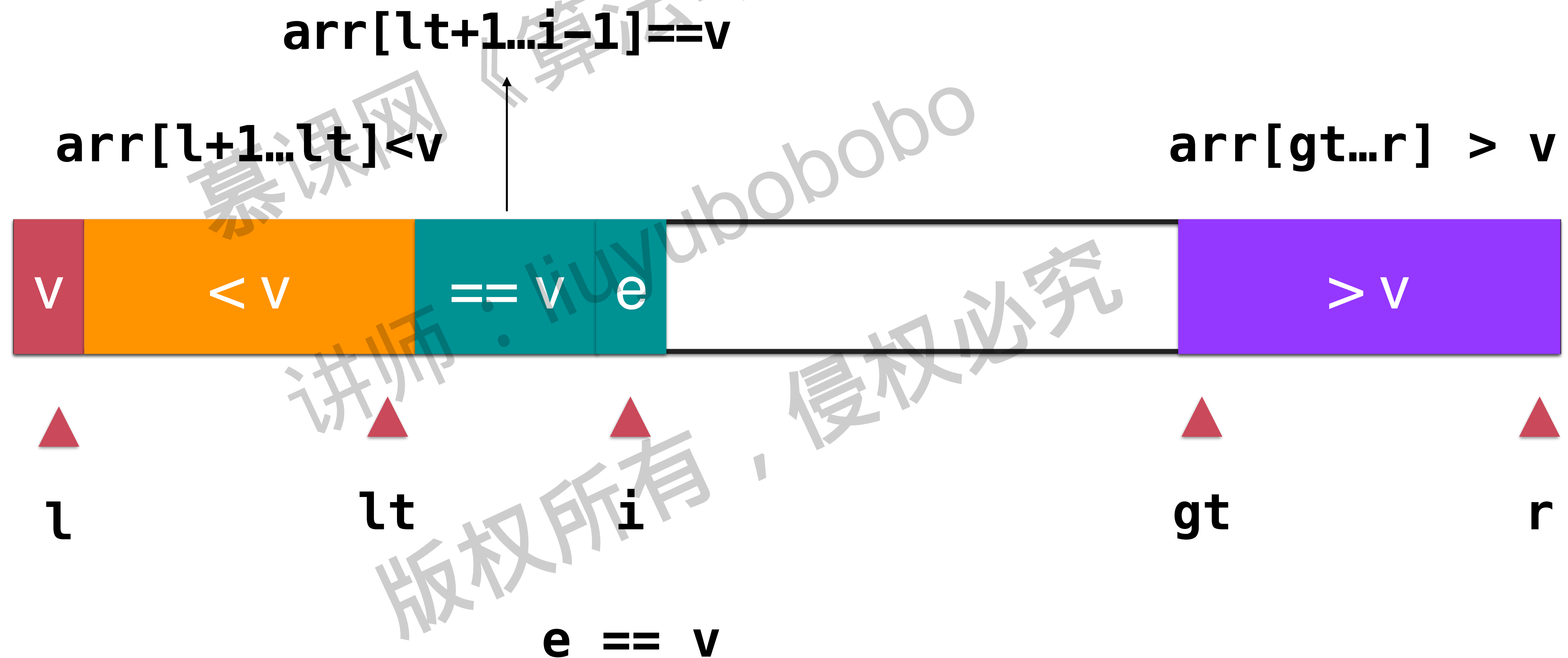
讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

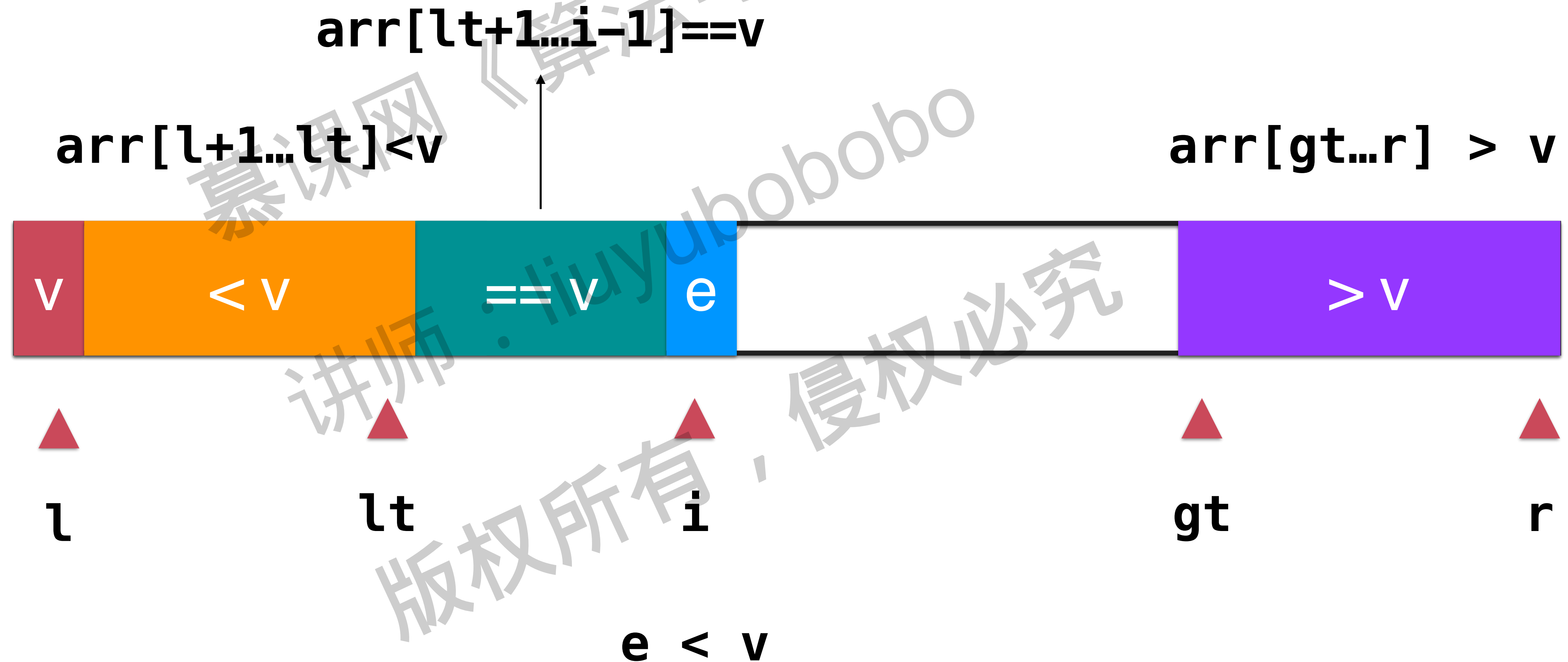
Quick Sort 3 Ways



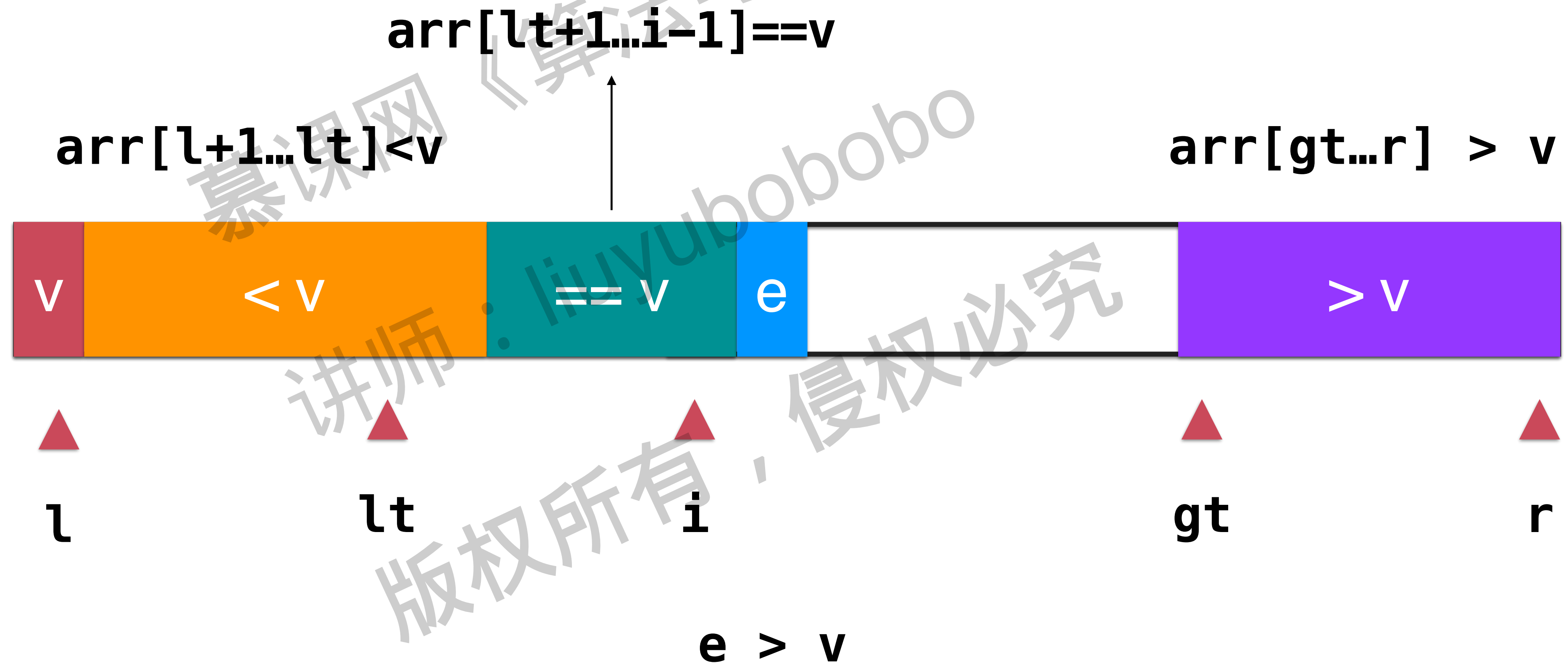
Quick Sort 3 Ways



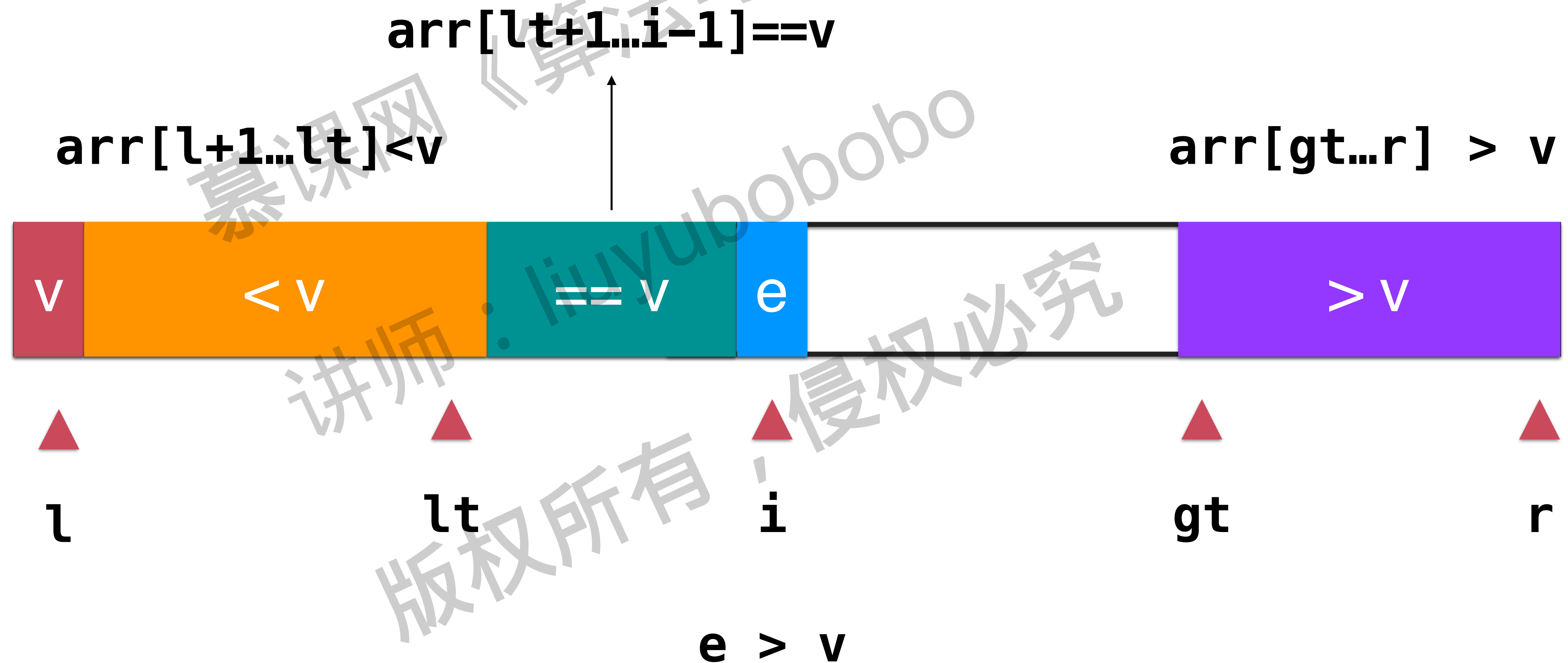
Quick Sort 3 Ways



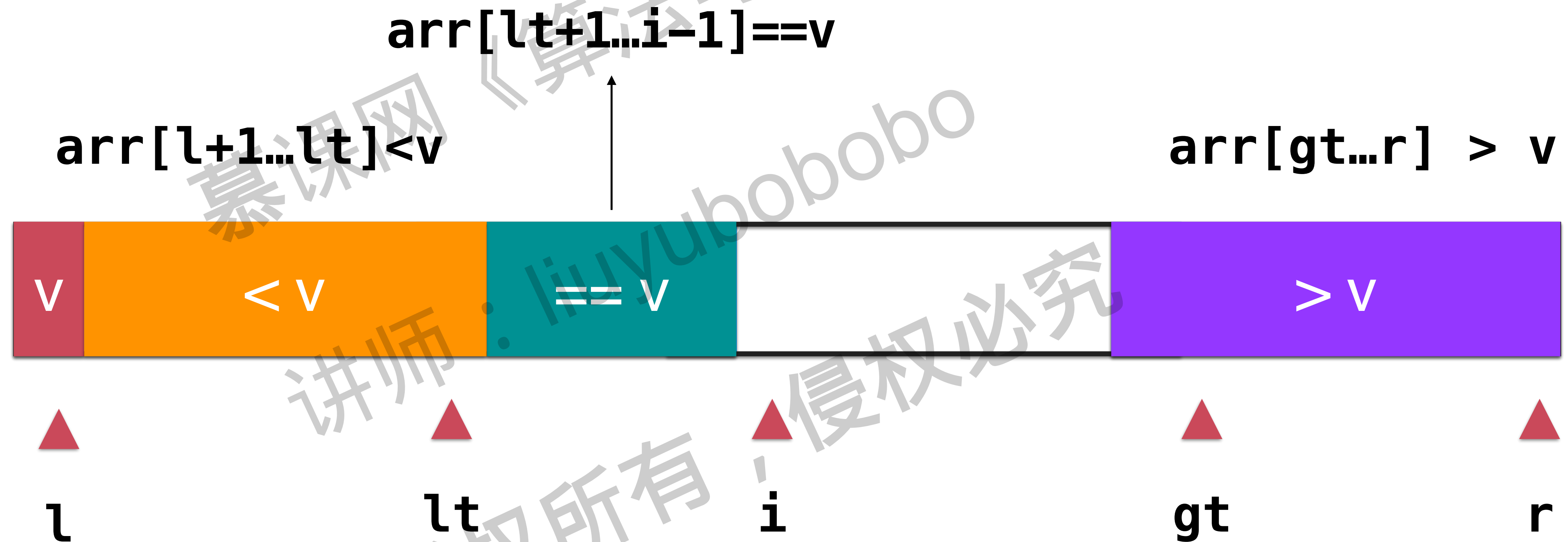
Quick Sort 3 Ways



Quick Sort 3 Ways



Quick Sort 3 Ways



Quick Sort 3 Ways

$\text{arr}[l+1 \dots lt] < v$

$\text{arr}[lt+1 \dots i-1] == v$

$\text{arr}[gt \dots r] > v$



l

lt

gt

r

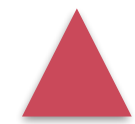
i

Quick Sort 3 Ways

$\text{arr}[l \dots lt-1] < v$

$\text{arr}[lt \dots gt-1] == v$

$\text{arr}[gt \dots r] > v$



l



lt



gt



r

三路快排 Quick Sort 3 Ways



慕课网《算法与数据结构》

操作：Quick Sort 3 Ways

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

操作：比较 Quick Sort 3 Ways 的性能

Merge Sort 和 Quick Sort 的衍生问题

Merge Sort 和 Quick Sort 都使用了分治算法

慕课网《算法与数据结构》

逆序对

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

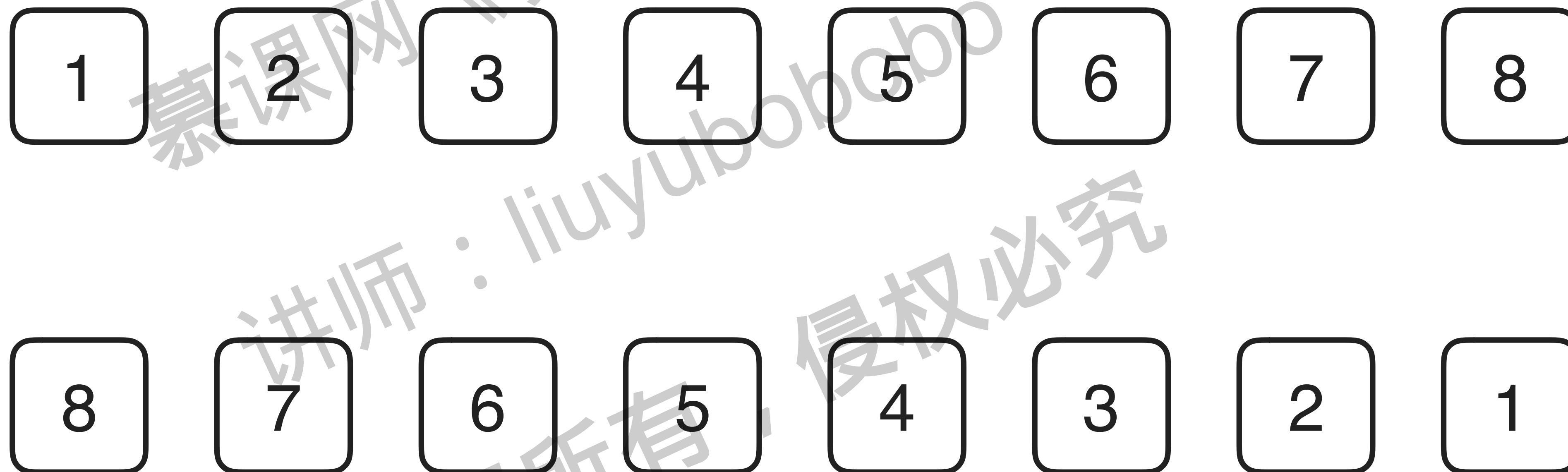
逆序对

8 6 2 3 1 5 7 4

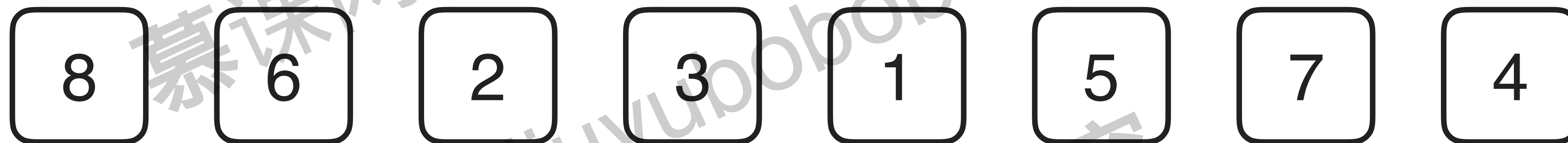
8 6 2 3 1 5 7 4

8 6 2 3 1 5 7 4

逆序对



逆序对

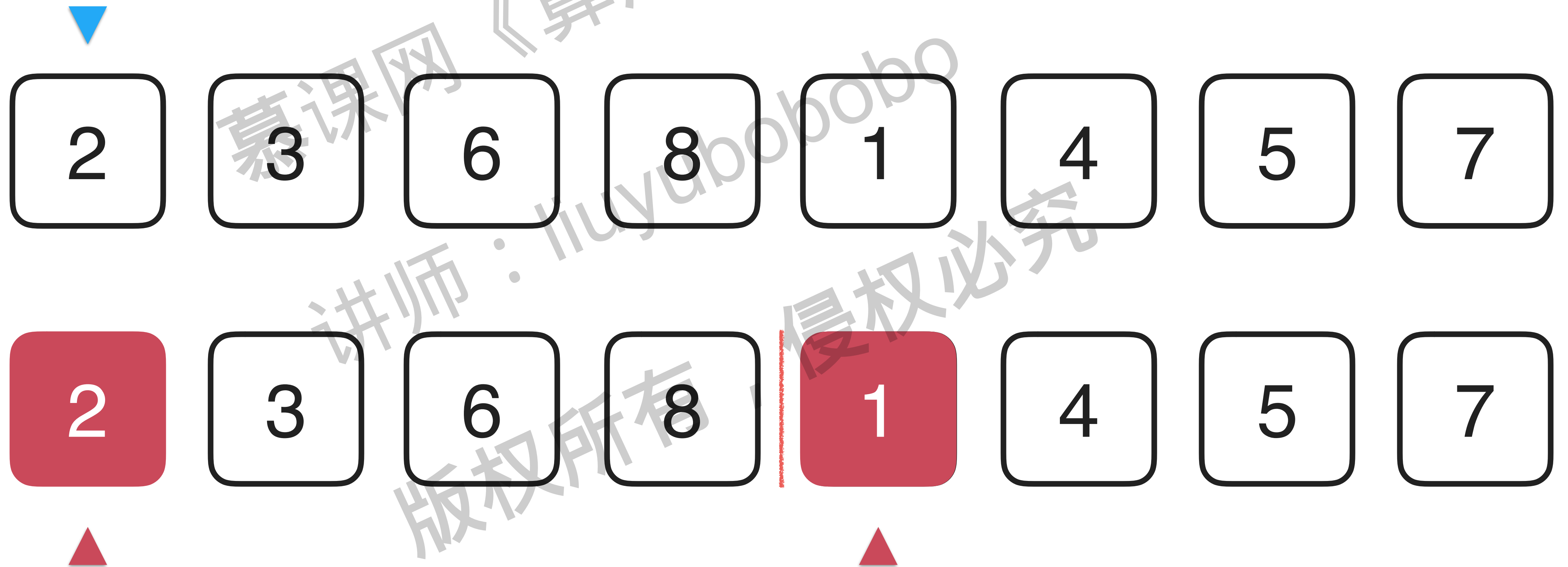


暴力解法：考察每一个数对。算法复杂度： $O(n^2)$

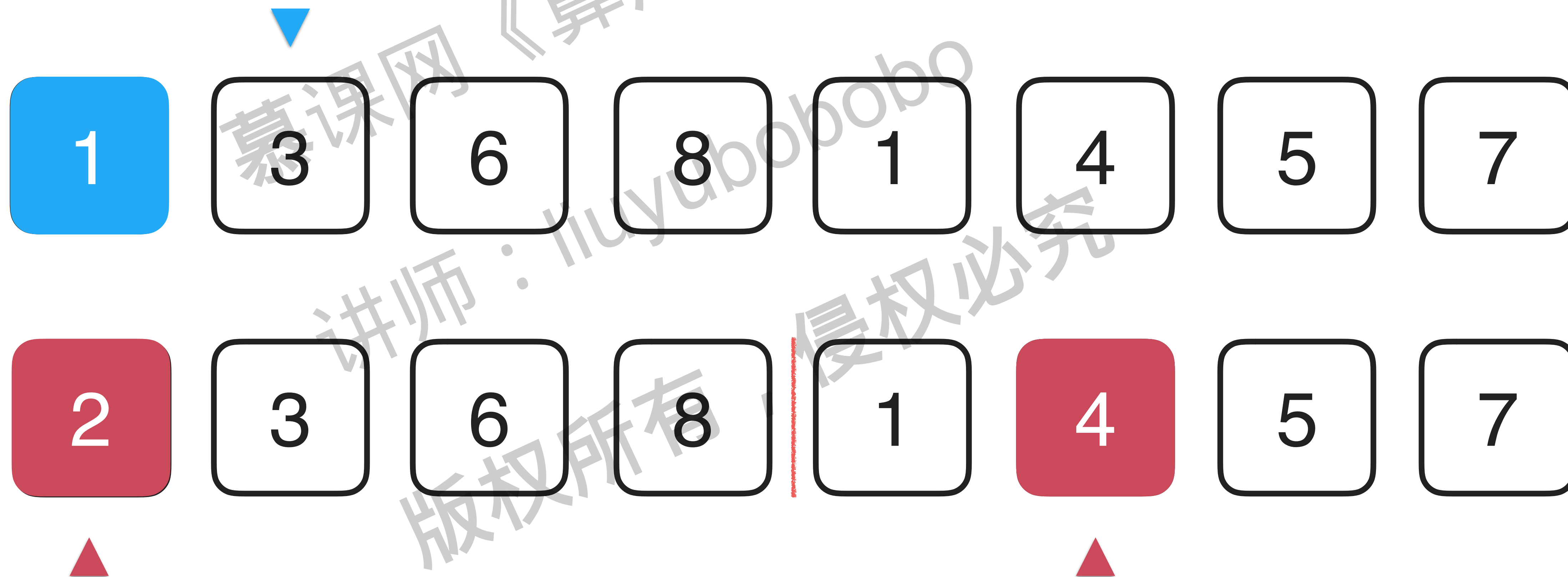
Merge Sort的思路求逆序对的个数

算法复杂度： $O(n\log n)$

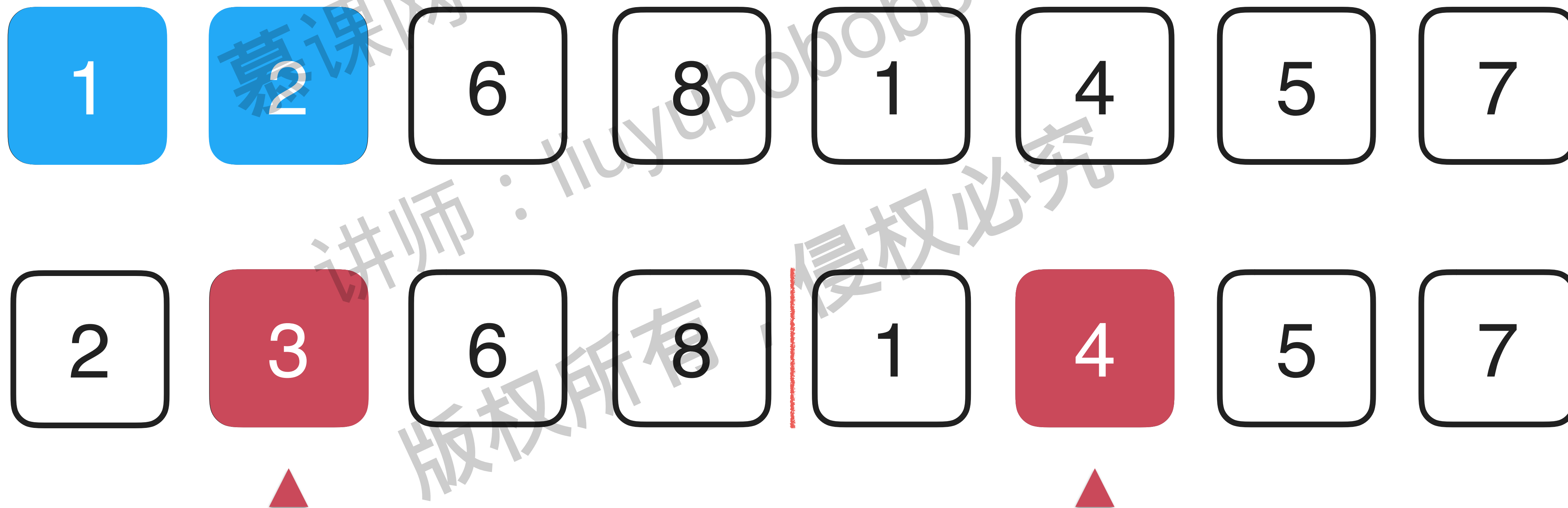
归并排序求逆数对



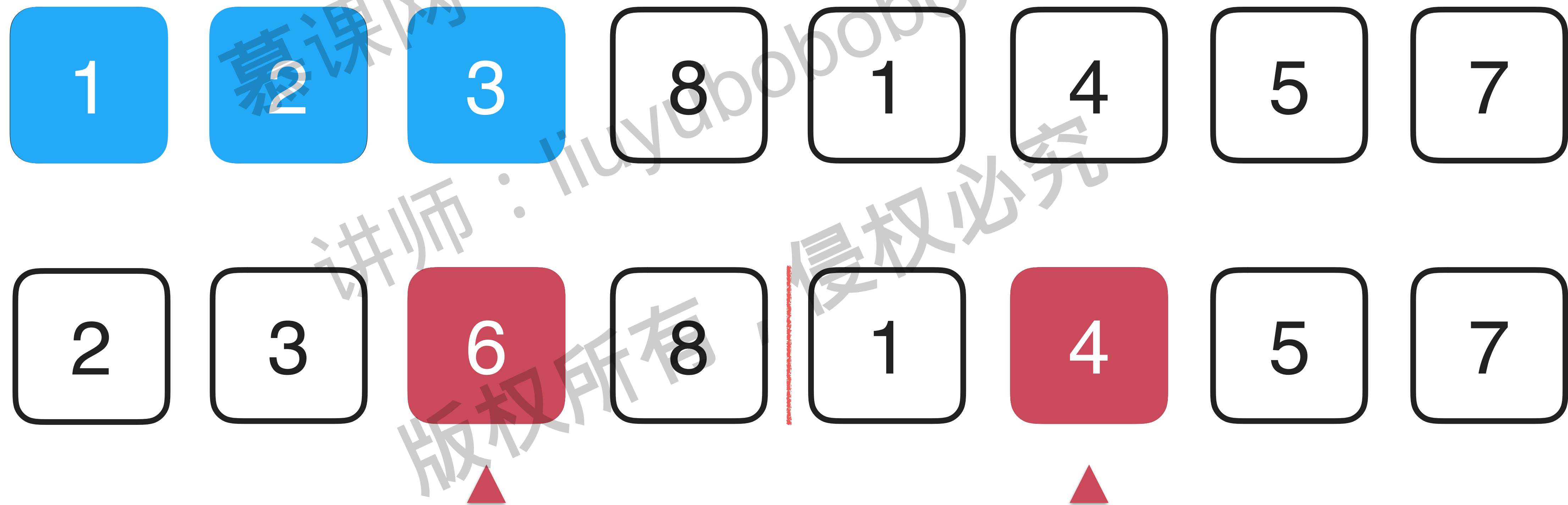
归并排序求逆数对



归并排序求逆数对



归并排序求逆数对



慕课网《算法与数据结构》

取数组中第n大的元素

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

取数组中的最大值，最小值

遍历。算法复杂度： $O(n)$

取数组中的第n大的元素

排序。算法复杂度： $O(n\log n)$

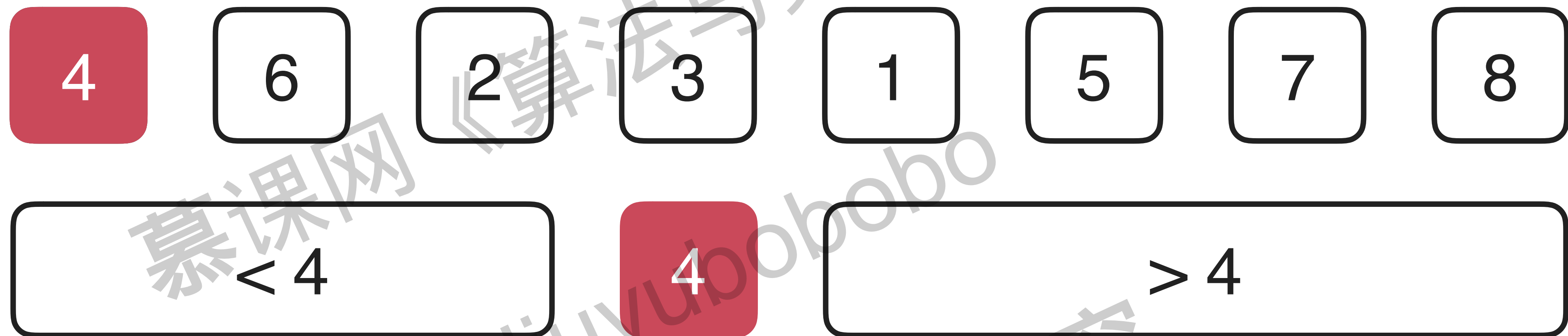
Quick Sort的思路求数组中第n大元素

算法复杂度: $O(n)$

Quick Sort的思路求数组中第n大元素



Quick Sort的思路求数组中第n大元素



$$\text{算法复杂度} = n + n/2 + n/4 + n/8 + \dots + 1$$

$$= O(2n)$$

慕课网《算法与数据结构》

算法

讲师：liuyubobobo

版权所有 侵权必究

liuyubobobo