

慕课网《玩转数据结构》

玩儿转数据结构

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

liuyubobobo

慕课网《玩转数据结构》

线段树 (区间树)

Segment Tree

讲师: lilyubobobo
版权所有, 侵权必究

慕课网《玩转数据结构》

为什么使用线段树

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

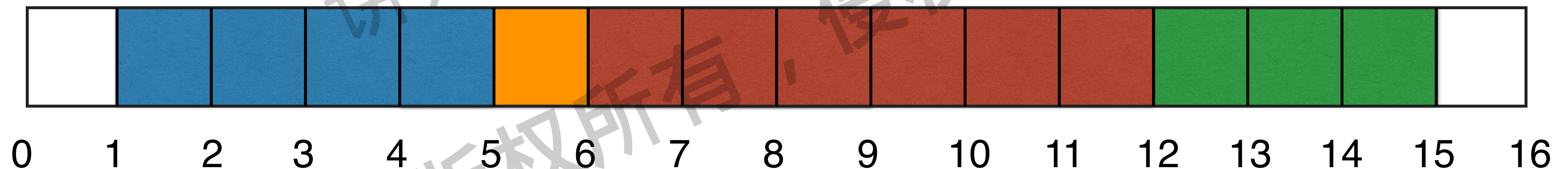
为什么要使用线段树

对于有一类问题，我们关心的是线段（或者区间）

为什么要使用线段树

最经典的线段树问题：区间染色

有一面墙，长度为 n ，每次选择一段儿墙进行染色



m 次操作后，我们可以看见多少种颜色？

为什么要使用线段树

最经典的线段树问题：区间染色

m次操作后，我们可以看见多少种颜色？

m次操作后，我们可以在 $[i, j]$ 区间内看见多少种颜色？

为什么要使用线段树

m次操作后，我们可以在 $[i, j]$ 区间内看见多少种颜色？

使用数组实现

染色操作（更新区间） $O(n)$

查询操作（查询区间） $O(n)$

为什么要使用线段树

另一类经典问题：区间查询

32	26	17	55	72	19	8	46	22	68	28	33	62	92	53	16
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

查询一个区间 $[i, j]$ 的最大值，最小值，或者区间数字和

实质：基于区间的统计查询

为什么要使用线段树

实质：基于区间的统计查询

2017年注册用户中消费最高的用户？消费最少的用户？学习时间最长的用户？

某个太空区间中天体总量？

使用数组实现

更新

$O(n)$

查询

$O(n)$

为什么要使用线段树

	使用数组实现	使用线段树
更新	$O(n)$	$O(\log n)$
查询	$O(n)$	$O(\log n)$

为什么要使用线段树

32	26	17	55	72	19	8	46	22	68	28	33	62	92	53	16
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

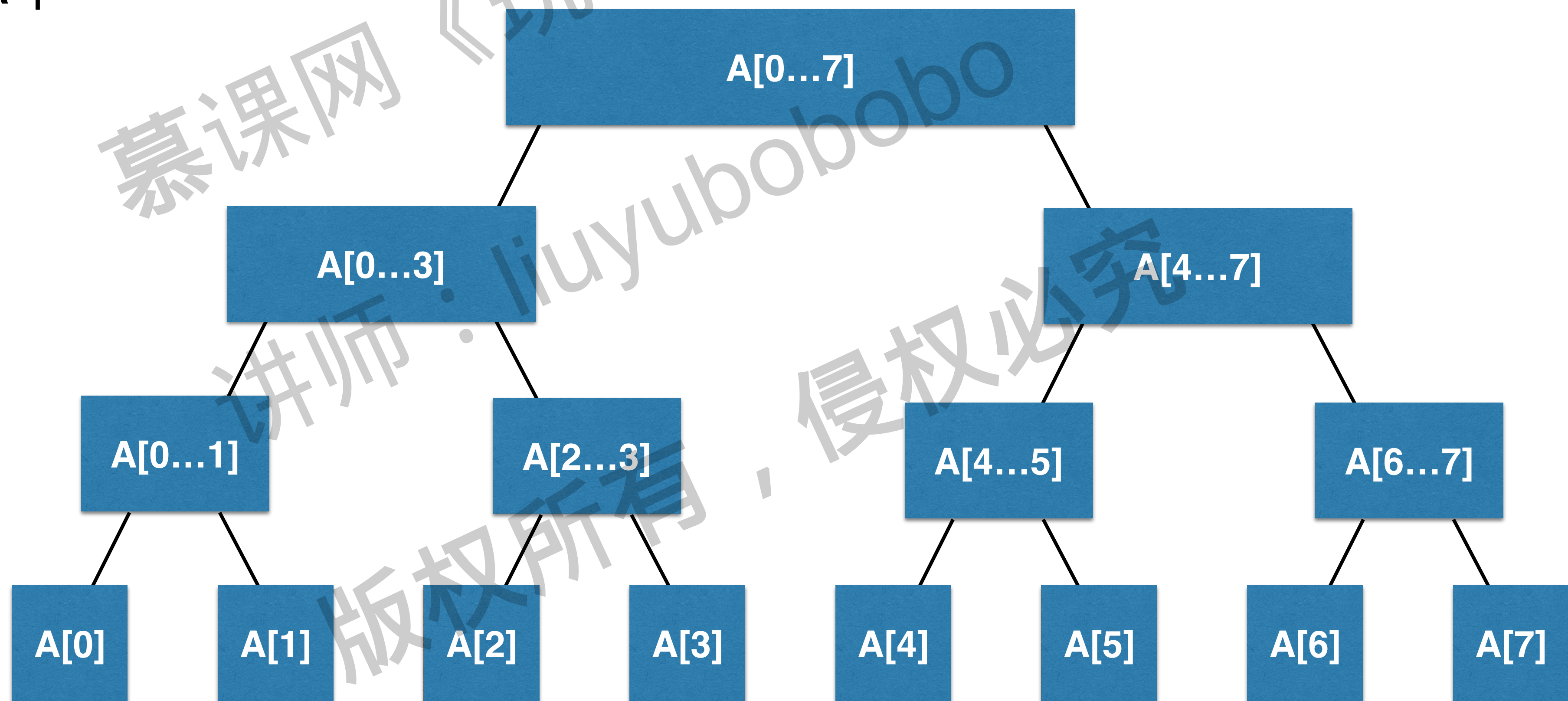
对于给定区间

更新：更新区间中一个元素或者一个区间的值

查询一个区间 $[i, j]$ 的最大值，最小值，或者区间数字和

什么是线段树

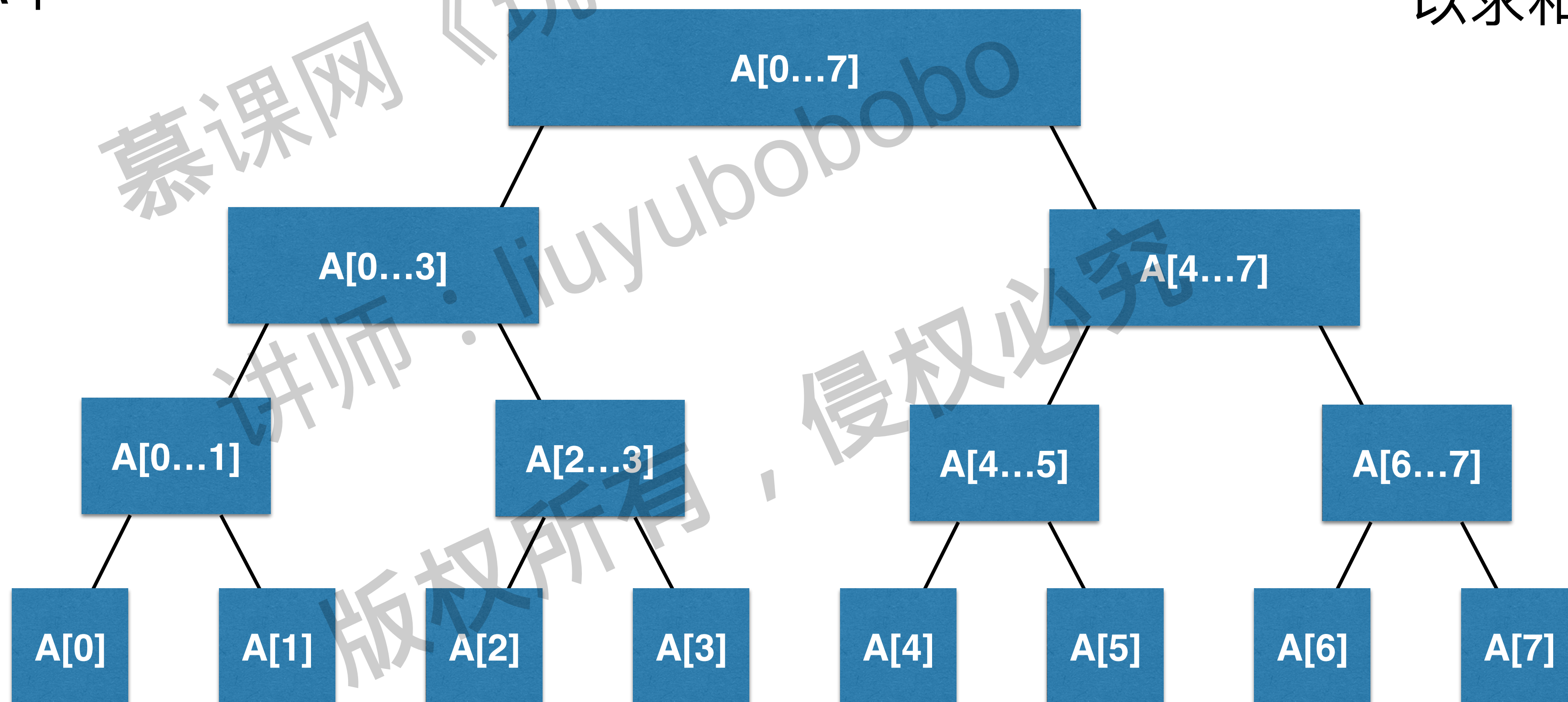
在数组A中



什么是线段树

在数组A中

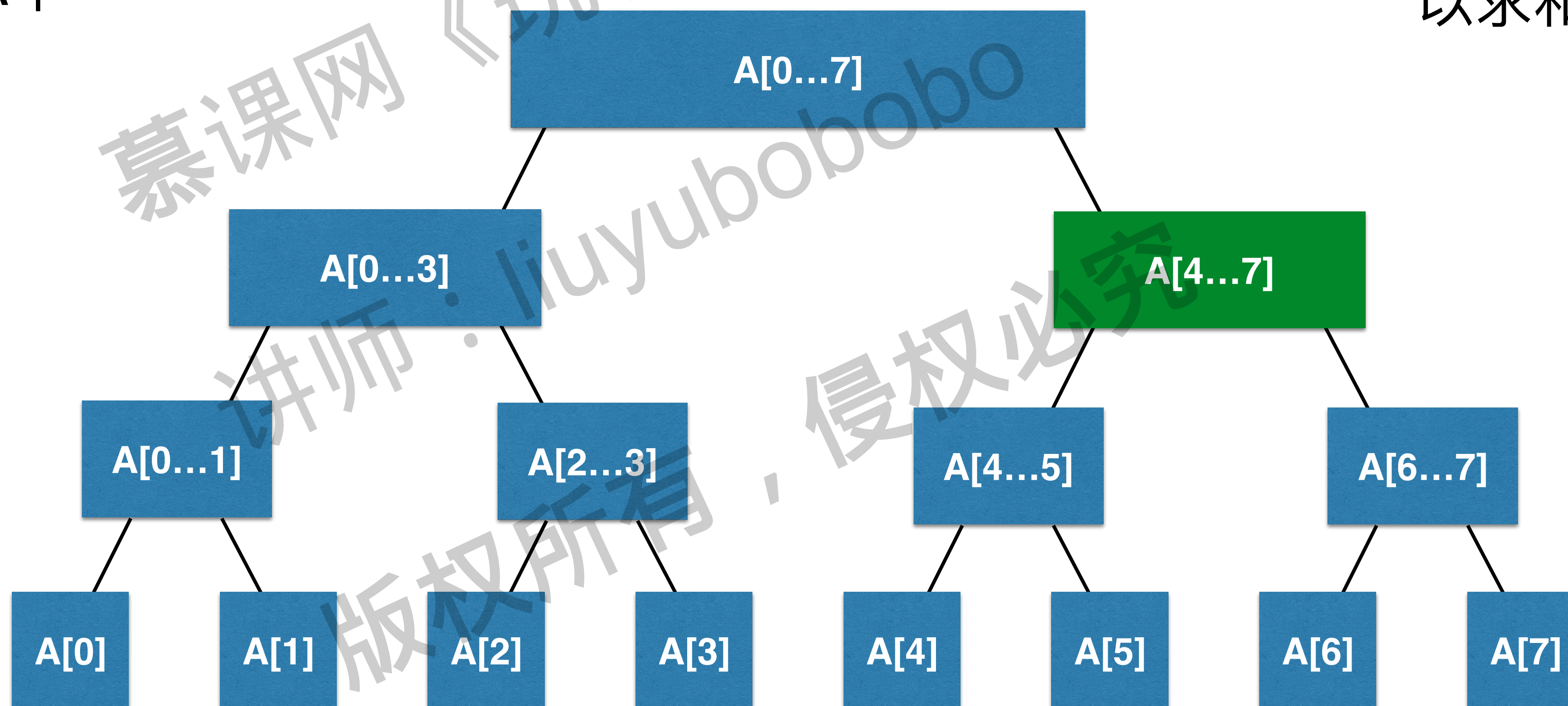
以求和为例



什么是线段树

在数组A中

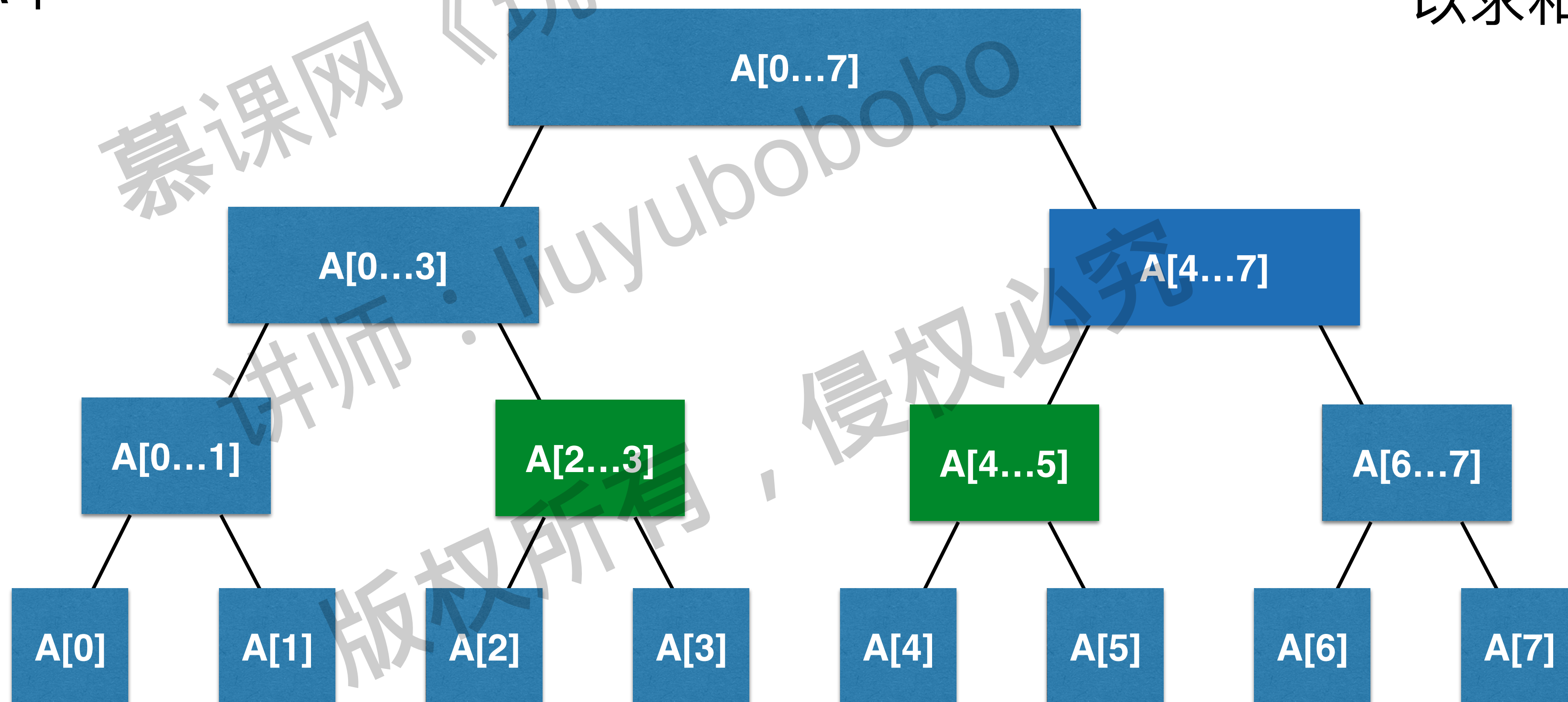
以求和为例



什么是线段树

在数组A中

以求和为例



慕课网《玩转数据结构》

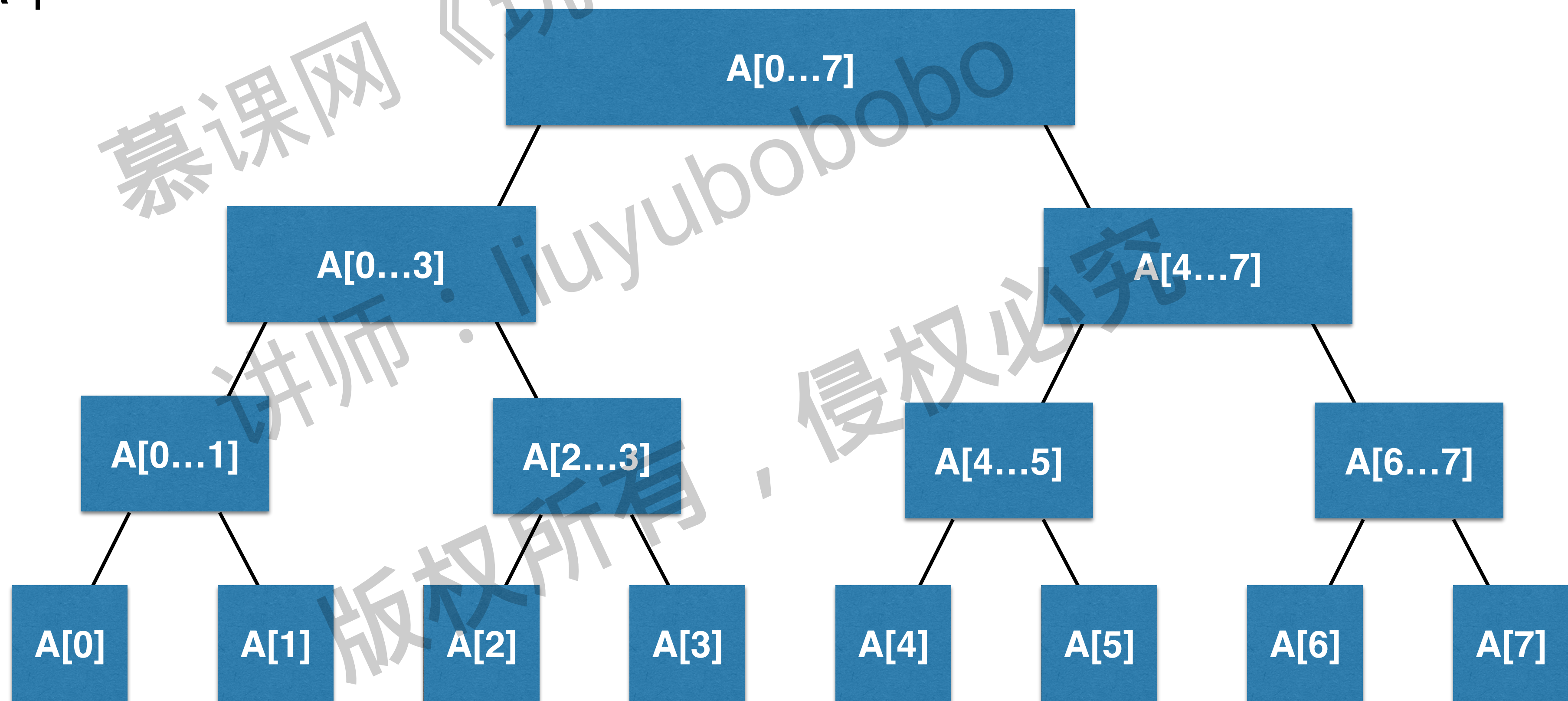
线段树基础

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

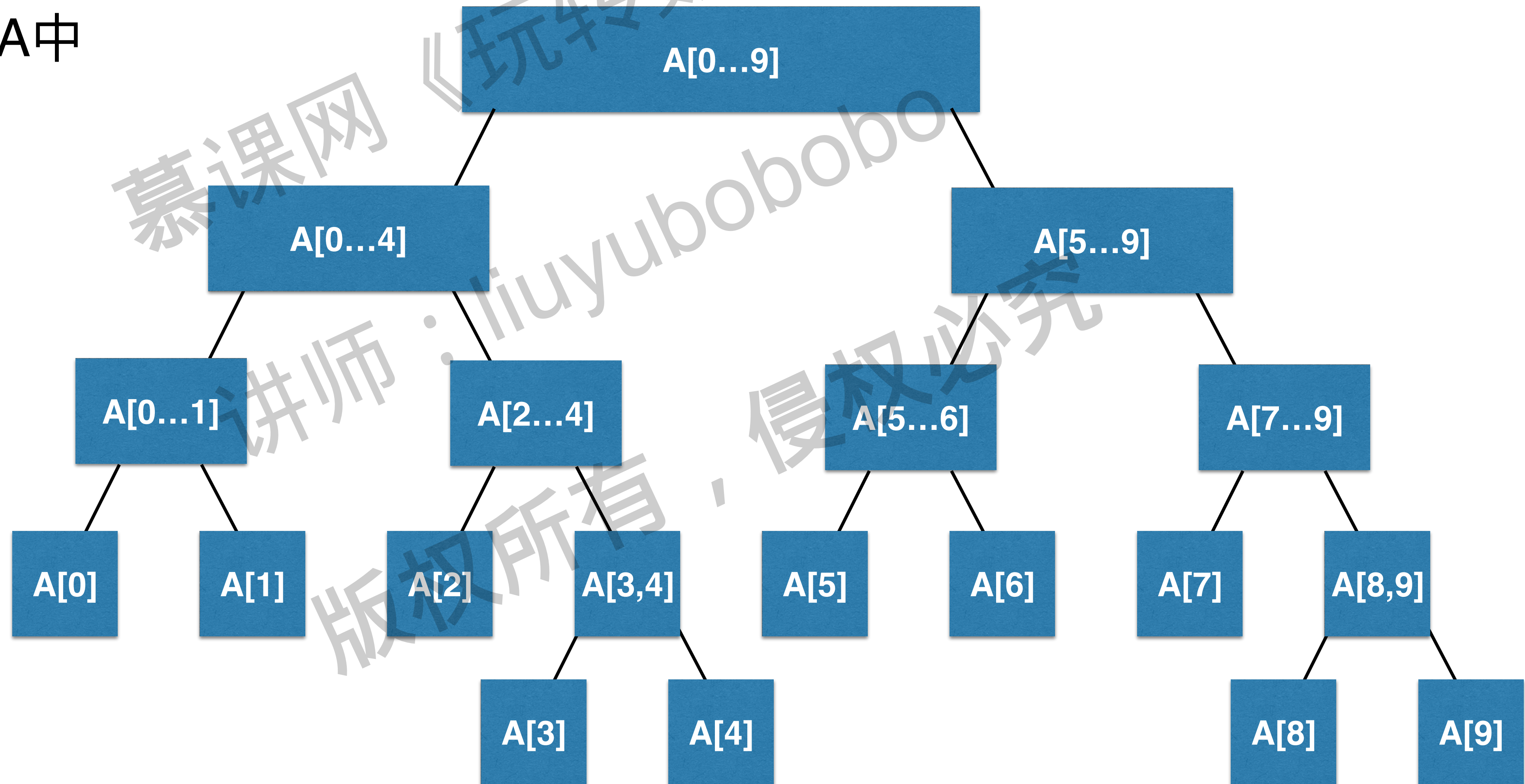
什么是线段树

在数组A中



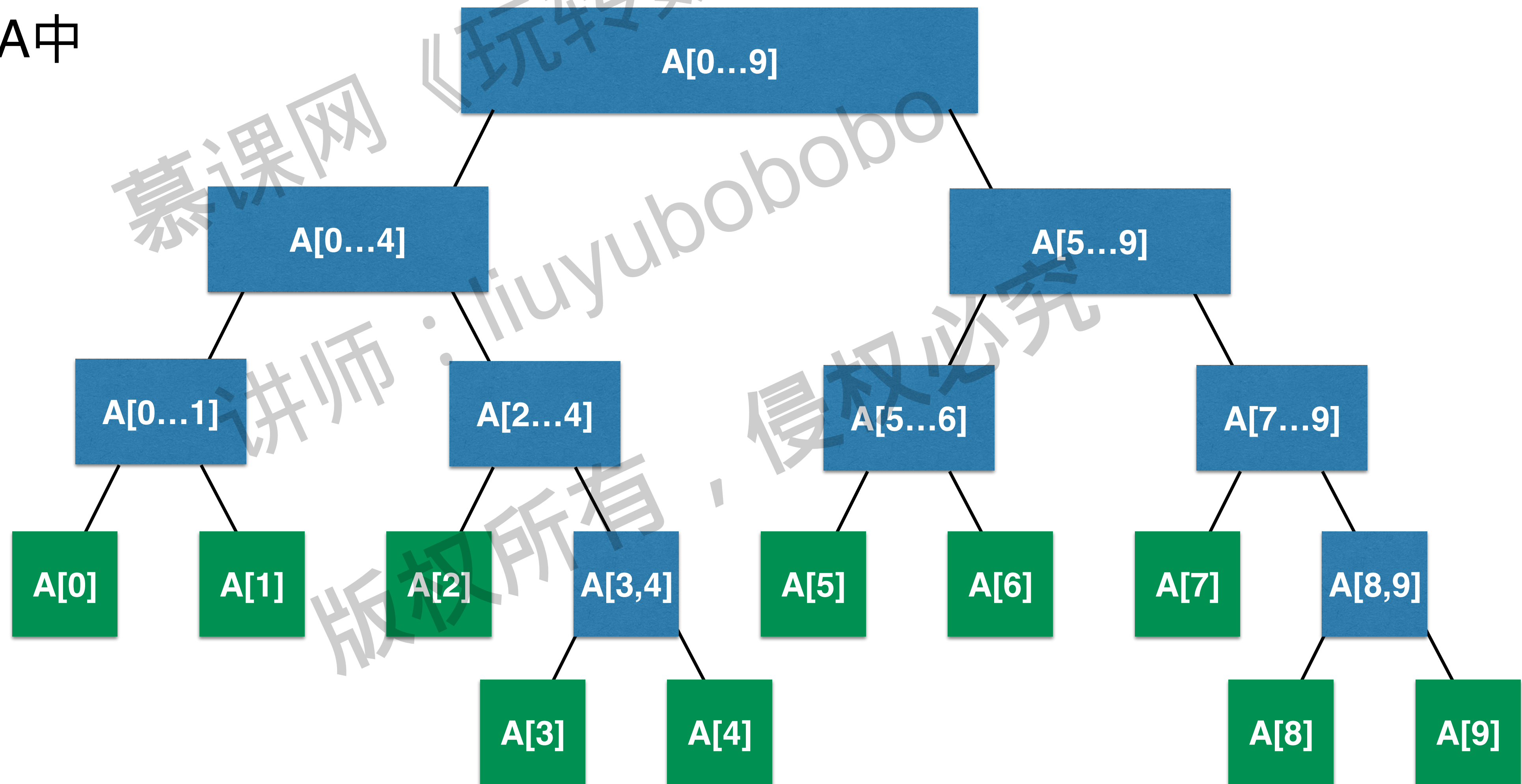
什么是线段树

在数组A中

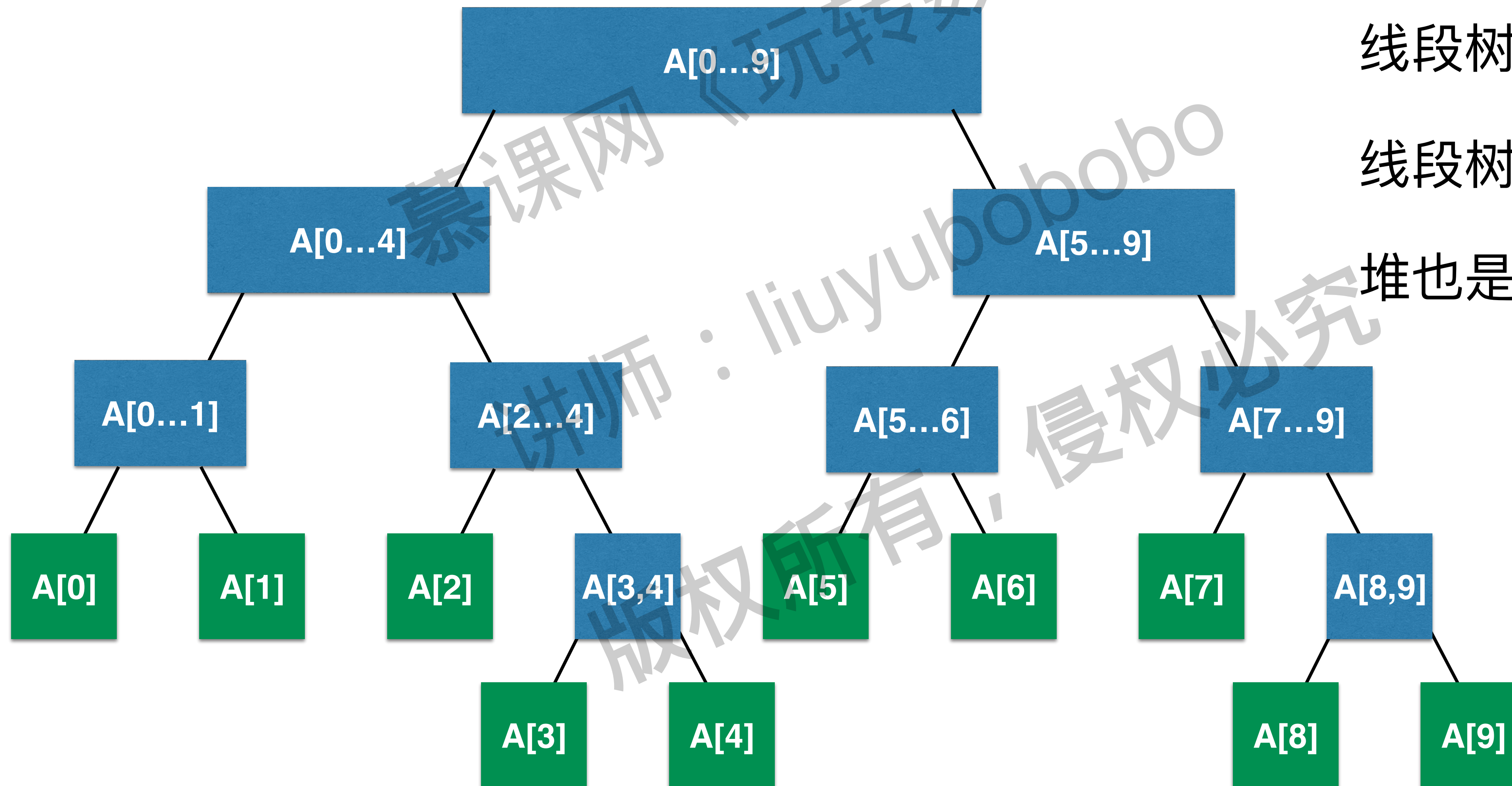


什么是线段树

在数组A中



什么是线段树



线段树不是完全二叉树

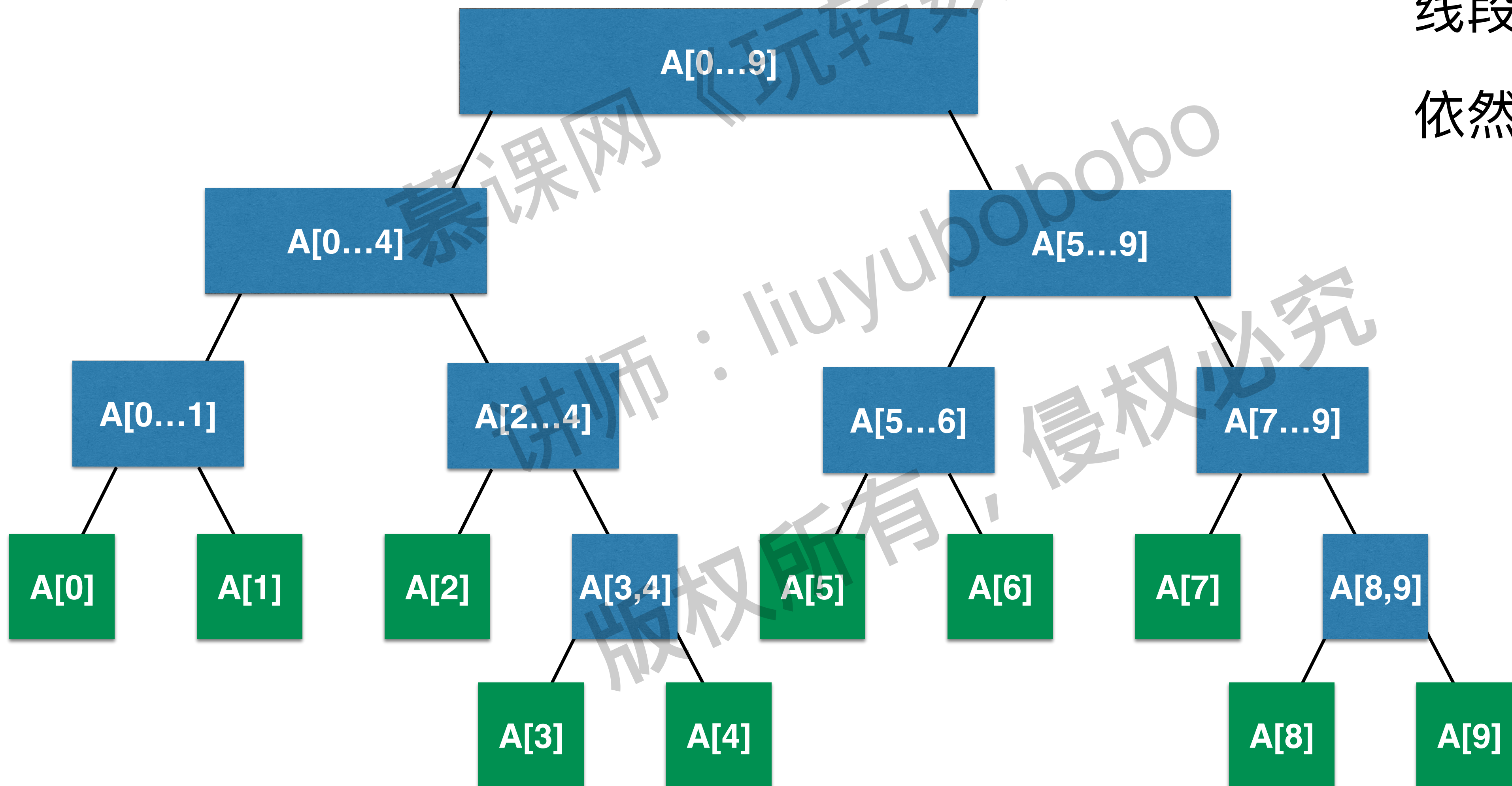
线段树是平衡二叉树

堆也是平衡二叉树

什么是线段树

线段树是平衡二叉树

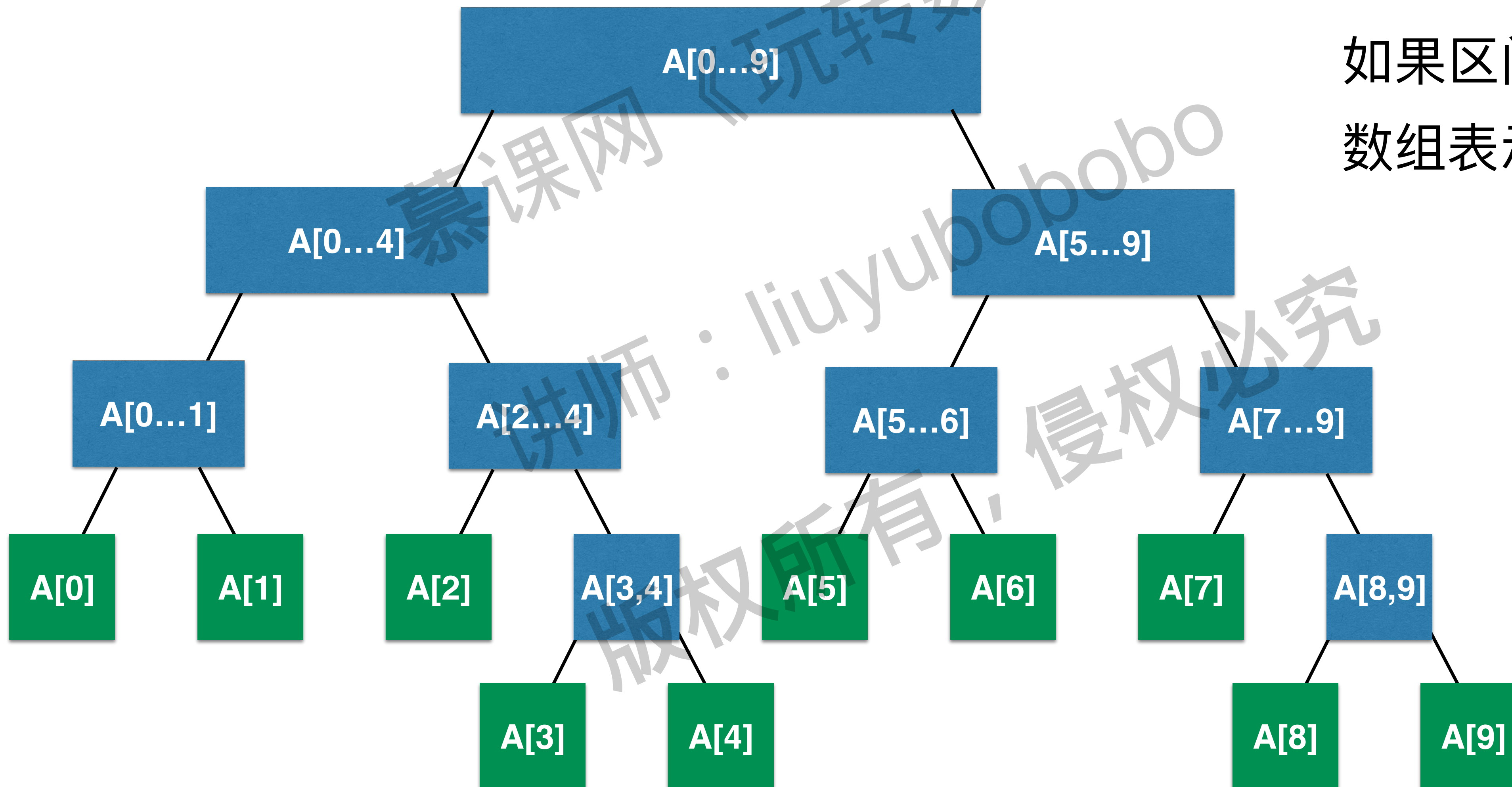
依然可以用数组表示



看做满二叉树

什么是线段树

如果区间有n个元素
数组表示需要有多少节点？



什么是线段树

如果区间有 n 个元素 数组表示需要有多少节点?

0层: 1

1层: 2

2层: 4

3层: 8

...

$h-1$ 层: $2^{(h-1)}$

对满二叉树:

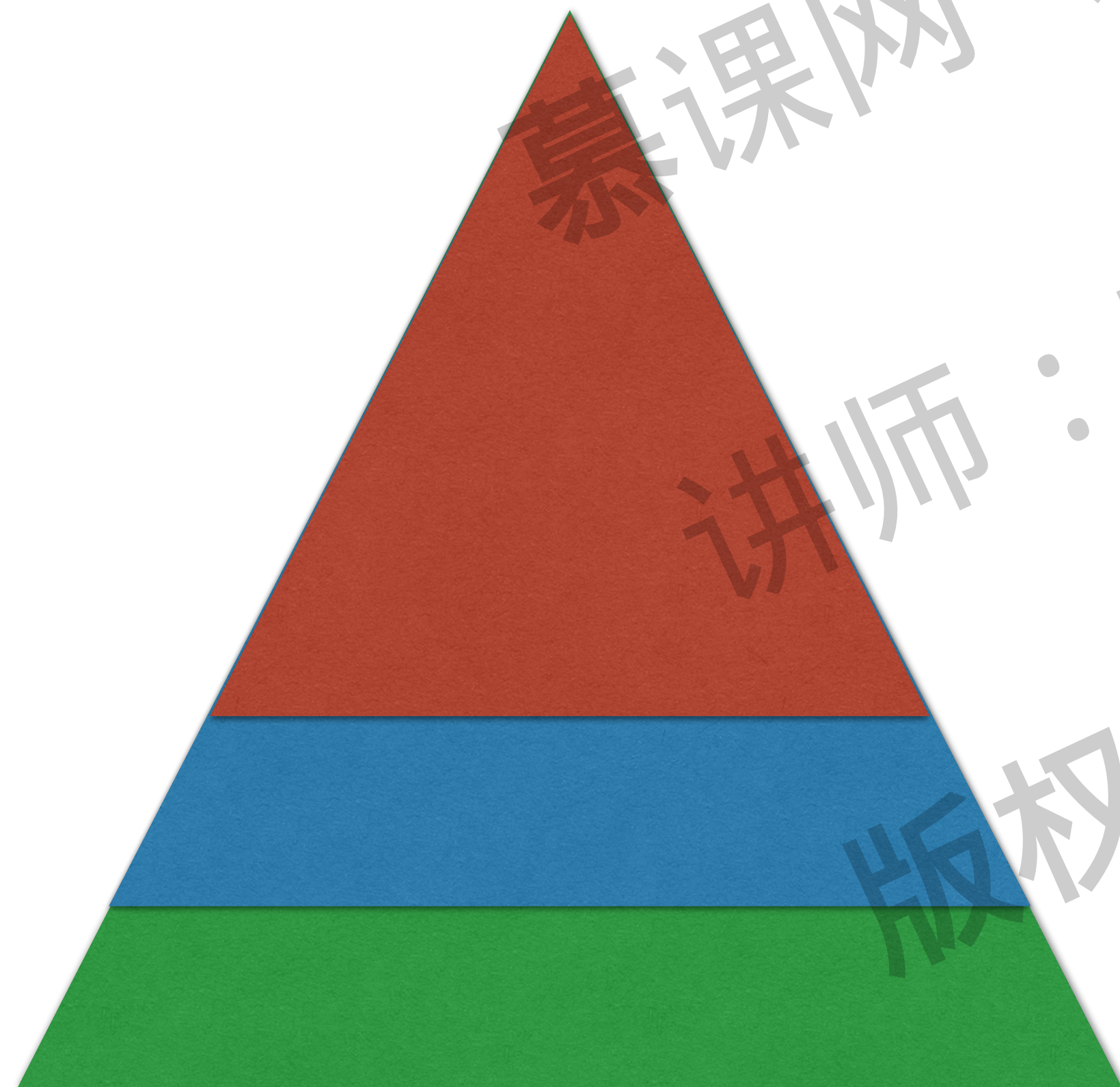
h 层, 一共有 $2^h - 1$ 个节点 (大约是 2^h)

最后一层($h-1$ 层), 有 $2^{(h-1)}$ 个节点

最后一层的节点数大致等于前面所有层节点之和

什么是线段树

如果区间有 n 个元素 数组表示需要有多少节点？



如果 $n=2^k$ 只需要 $2n$ 的空间

最坏情况，如果 $n=2^k+1$ 需要 $4n$ 的空间

什么是线段树

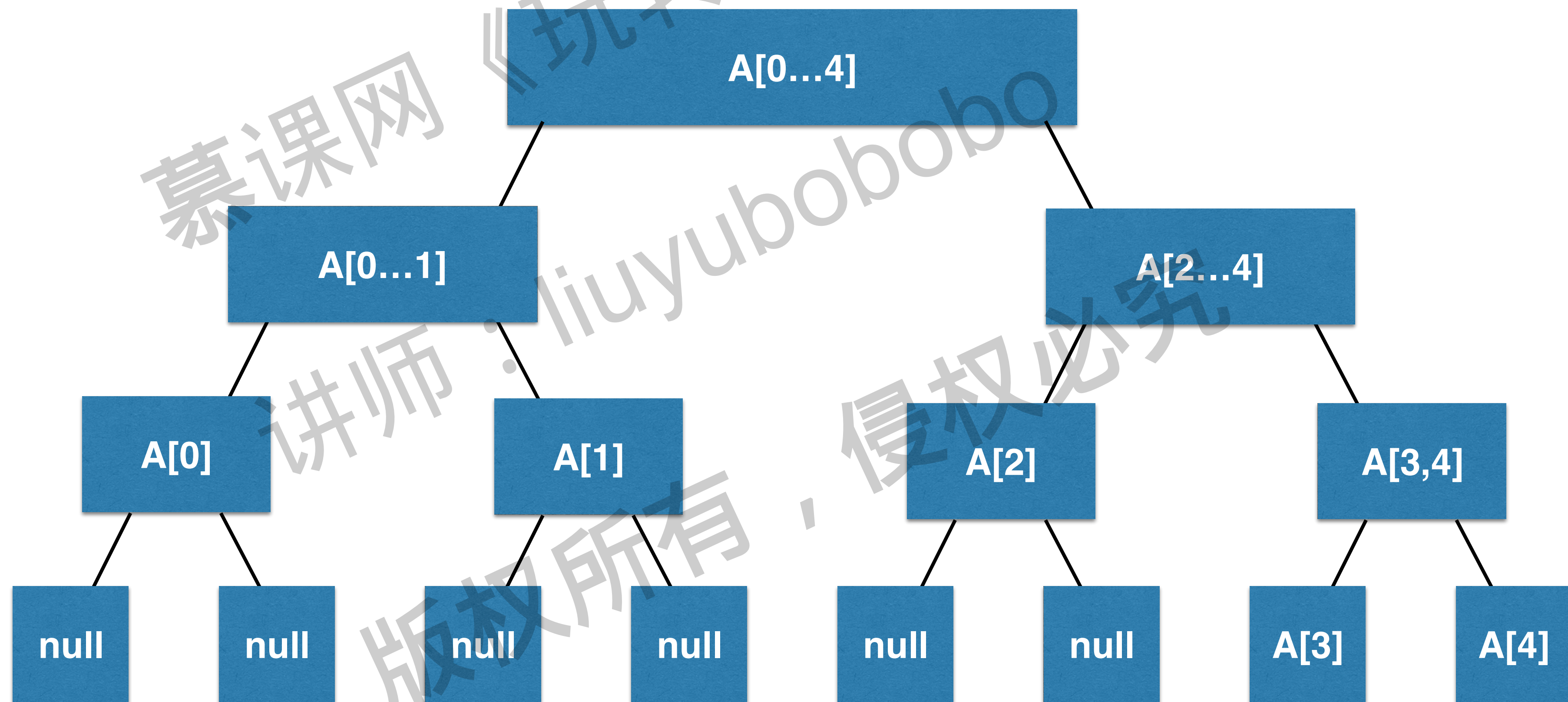
如果区间有 n 个元素 数组表示需要有多少节点?

需要 $4n$ 的空间

我们的线段树不考虑添加元素，即区间固定

使用 $4n$ 的静态空间即可

什么是线段树



慕课网《玩转数据结构》

实践：线段树基础

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

慕课网《玩转数据结构》

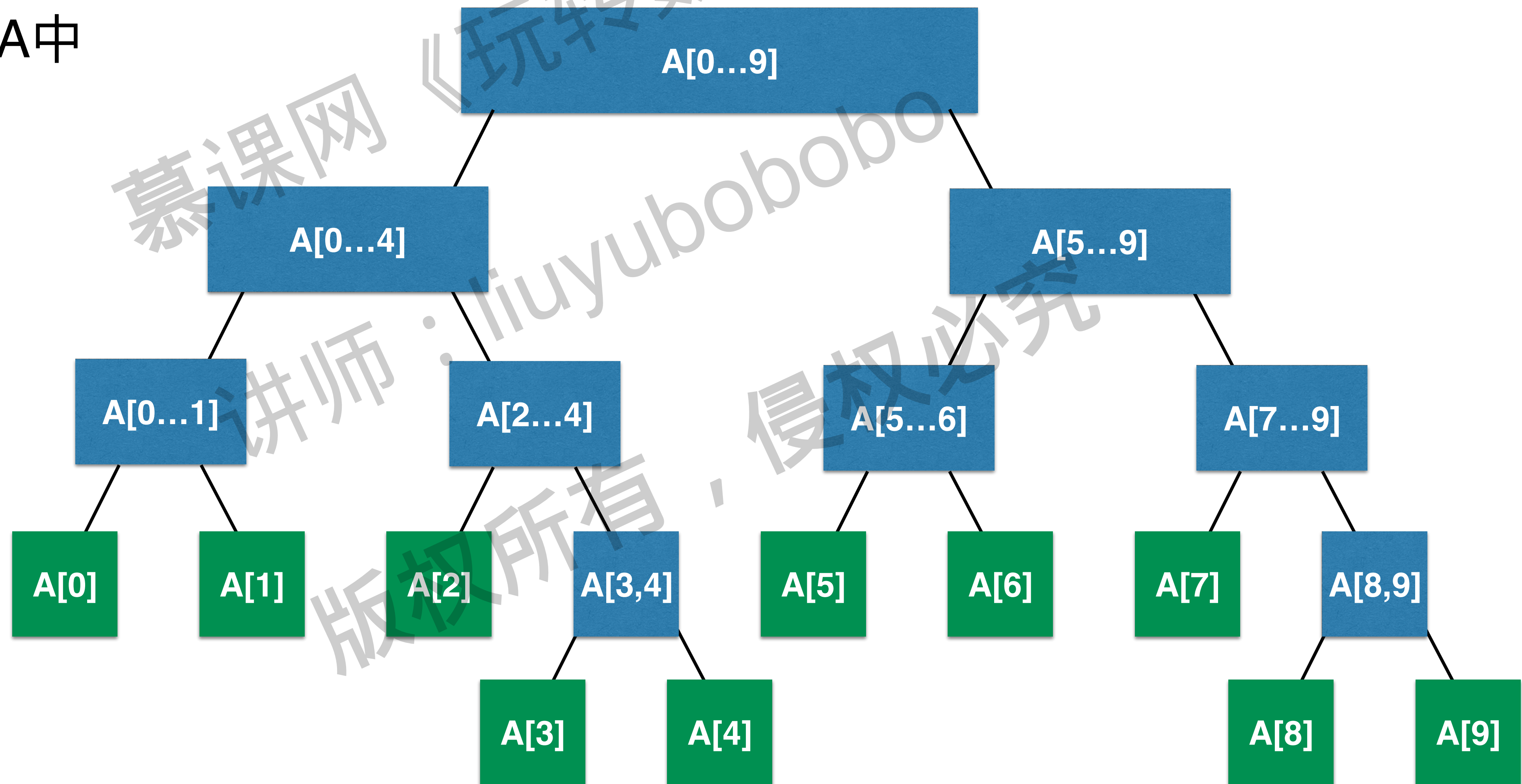
创建线段树

讲师：lilyalobobobo

版权所有，侵权必究

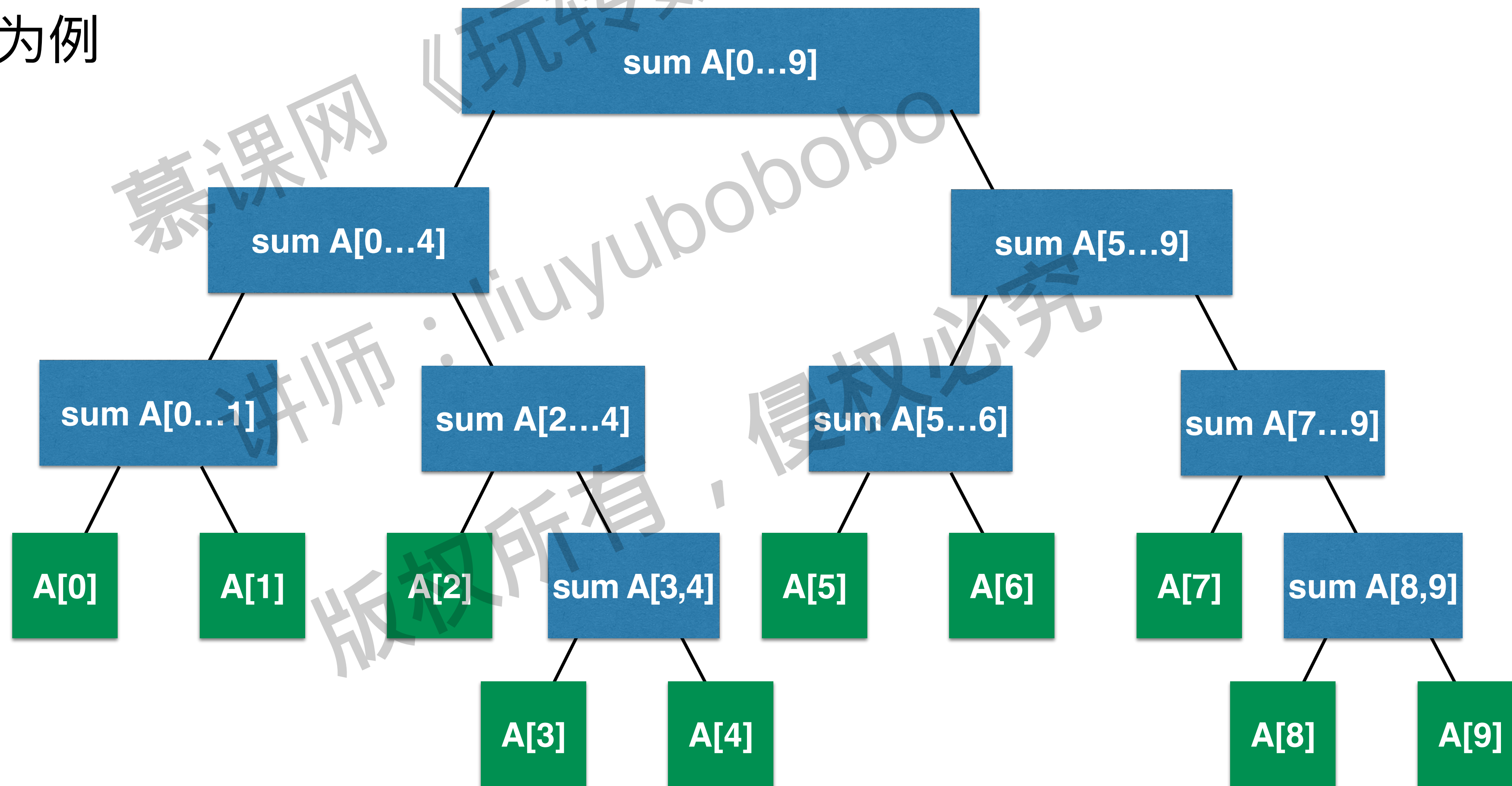
什么是线段树

在数组A中



创建线段树

以求和为例



慕课网《玩转数据结构》

实践：创建线段树

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

慕课网《玩转数据结构》

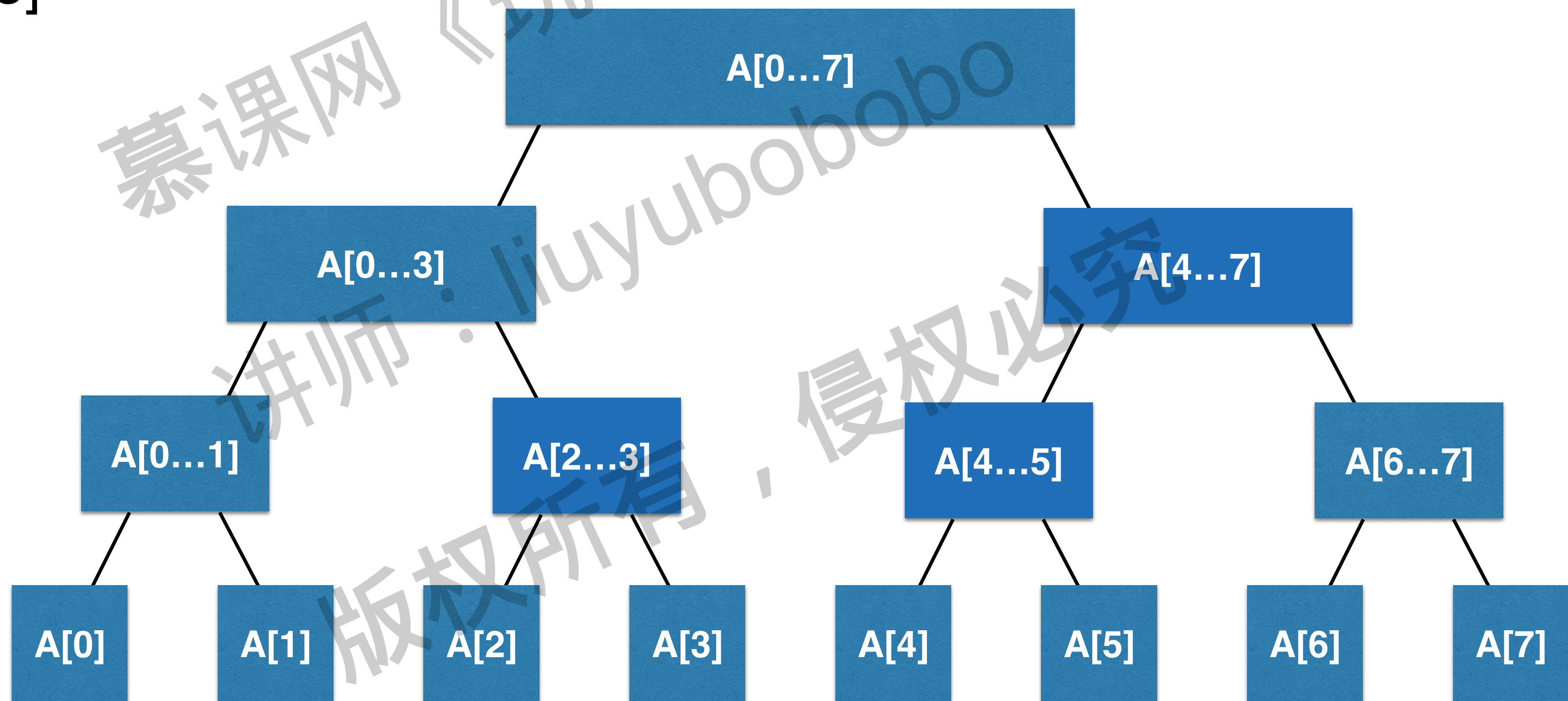
线段树的查询

讲师：luyubobobo

版权所有，侵权必究

什么是线段树

查询[2, 5]

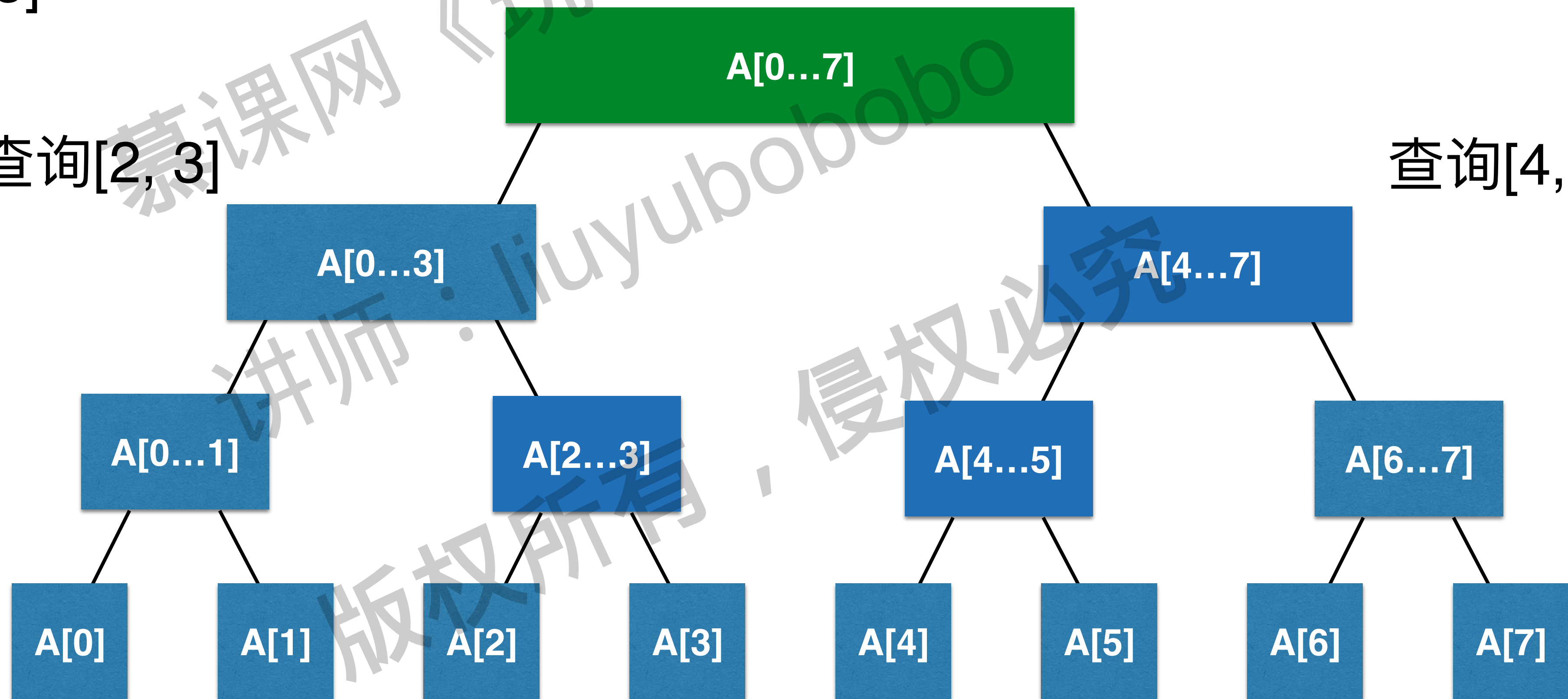


什么是线段树

查询[2, 5]

查询[2, 3]

查询[4, 5]

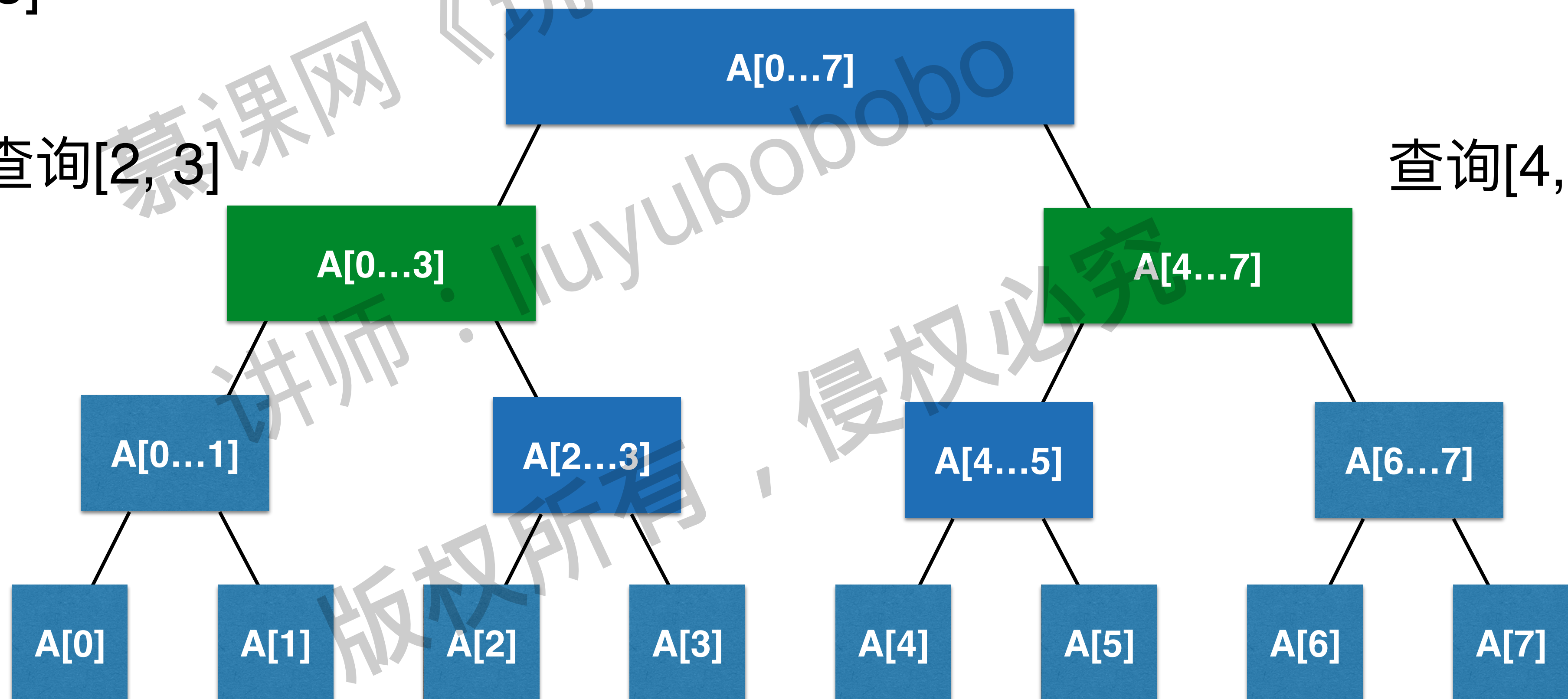


什么是线段树

查询[2, 5]

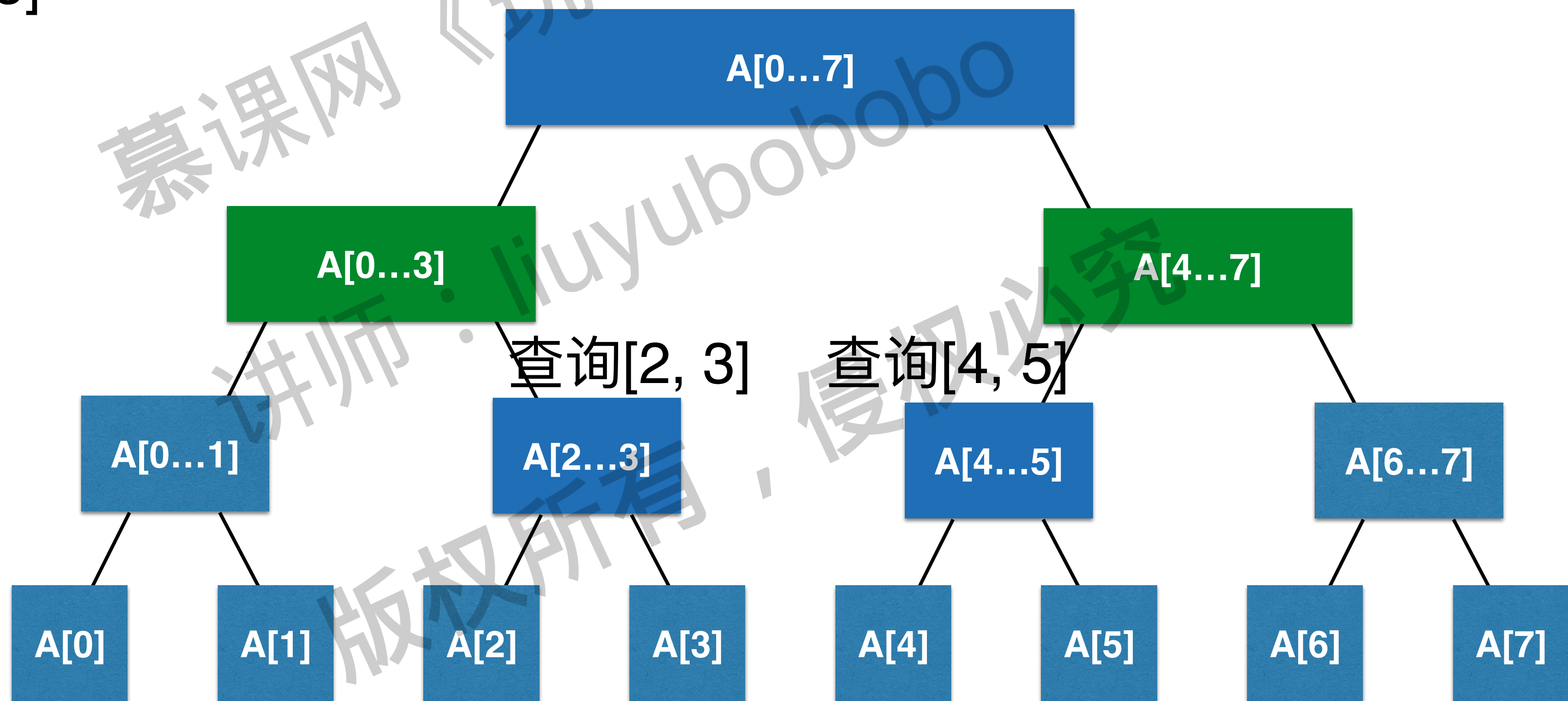
查询[2, 3]

查询[4, 5]



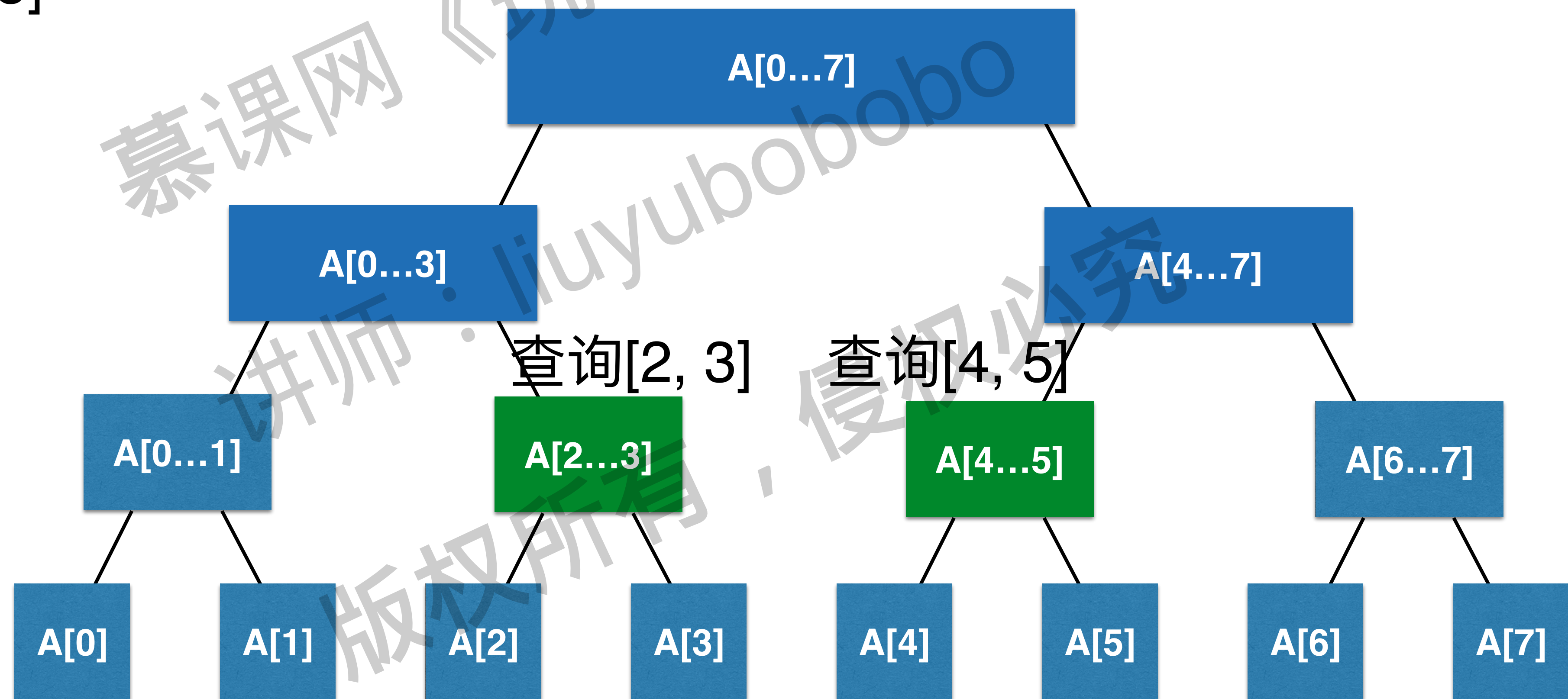
什么是线段树

查询[2, 5]



什么是线段树

查询[2, 5]



慕课网《玩转数据结构》

实践：线段树的查询

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

Leetcode上线段树相关的问题

实践：线段树解决Leetcode 303问题

慕课网《玩转数据结构》

讲师：lilyu@bobo

版权所有，侵权必究

实践：数组解决Leetcode 303问题

慕课网《玩转数据结构》
讲师：lilyabobobo

版权所有，侵权必究

实践：数组解决Leetcode 307问题 - TLE

慕课网《玩转数据结构》

讲师：lilyubobobo

版权所有，侵权必究

慕课网《玩转数据结构》

线段树更新一个位置

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

实践：线段树更新一个位置

慕课网《玩转数据结构》
讲师：luyubobobo

版权所有，侵权必究

实践：线段树解决Leetcode 307问题

慕课网《玩转数据结构》

讲师：lilyubobobo

版权所有，侵权必究

线段树

使用数组实现

使用线段树

更新

$O(n)$

$O(\log n)$

查询

$O(n)$

$O(\log n)$

慕课网《玩转数据结构》

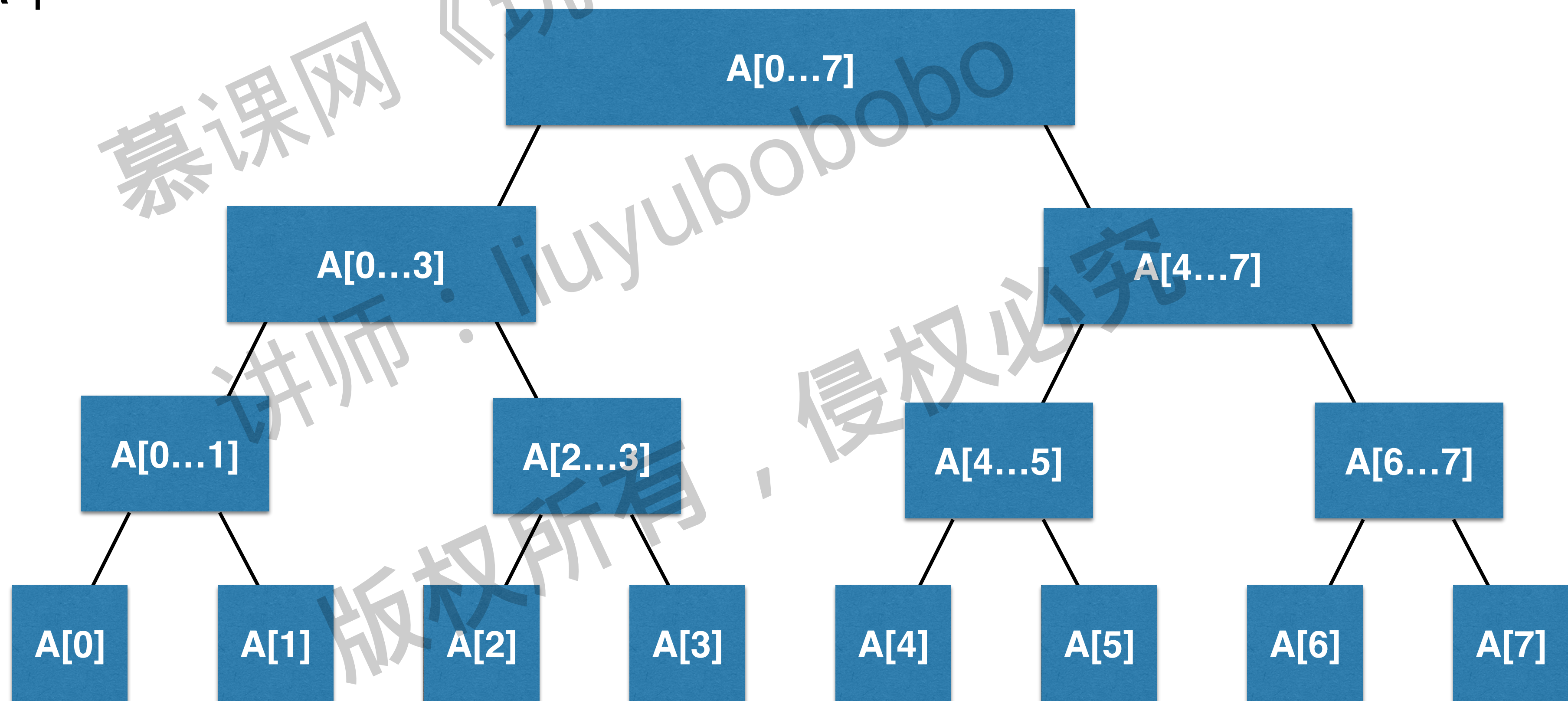
更多线段树相关的问题

讲师：luyubobobo

版权所有，侵权必究

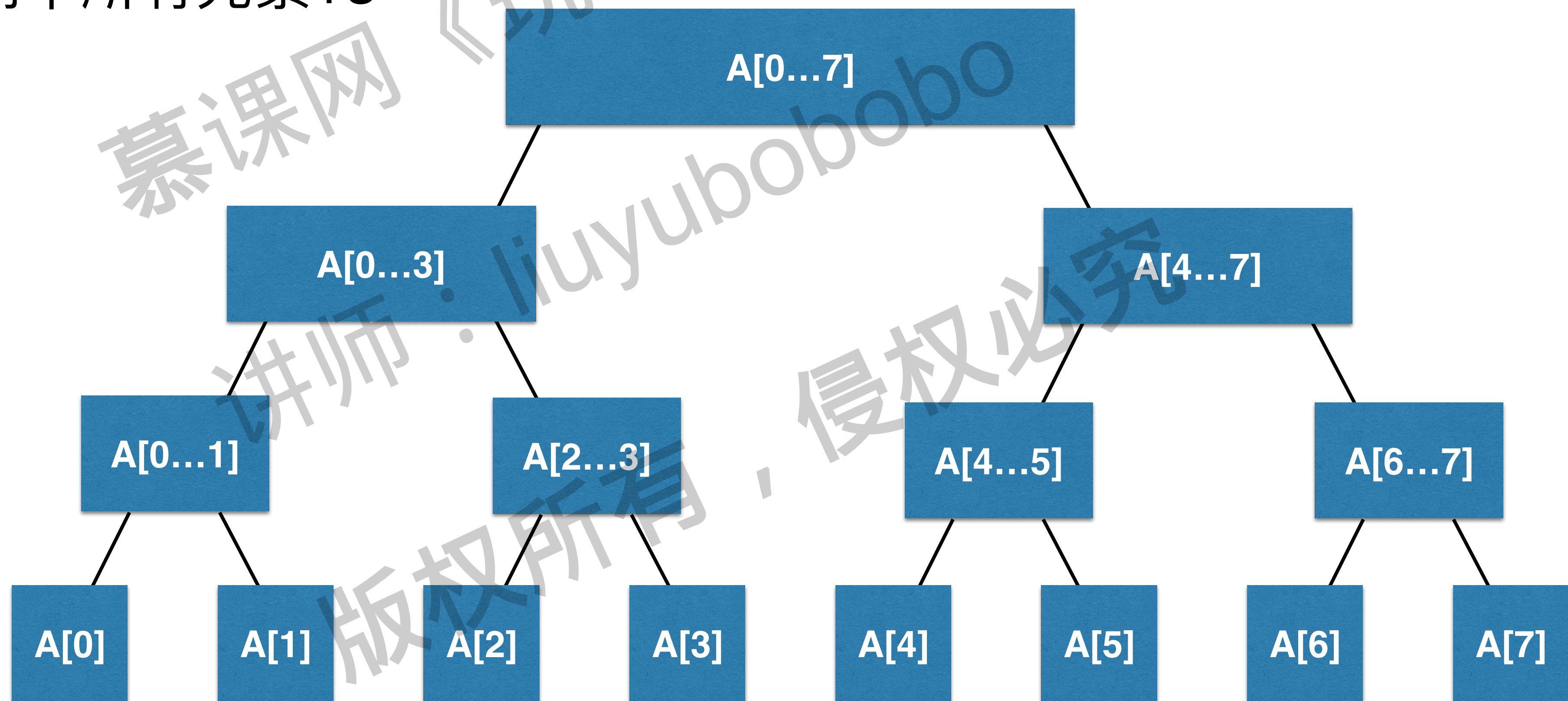
线段树

在数组A中



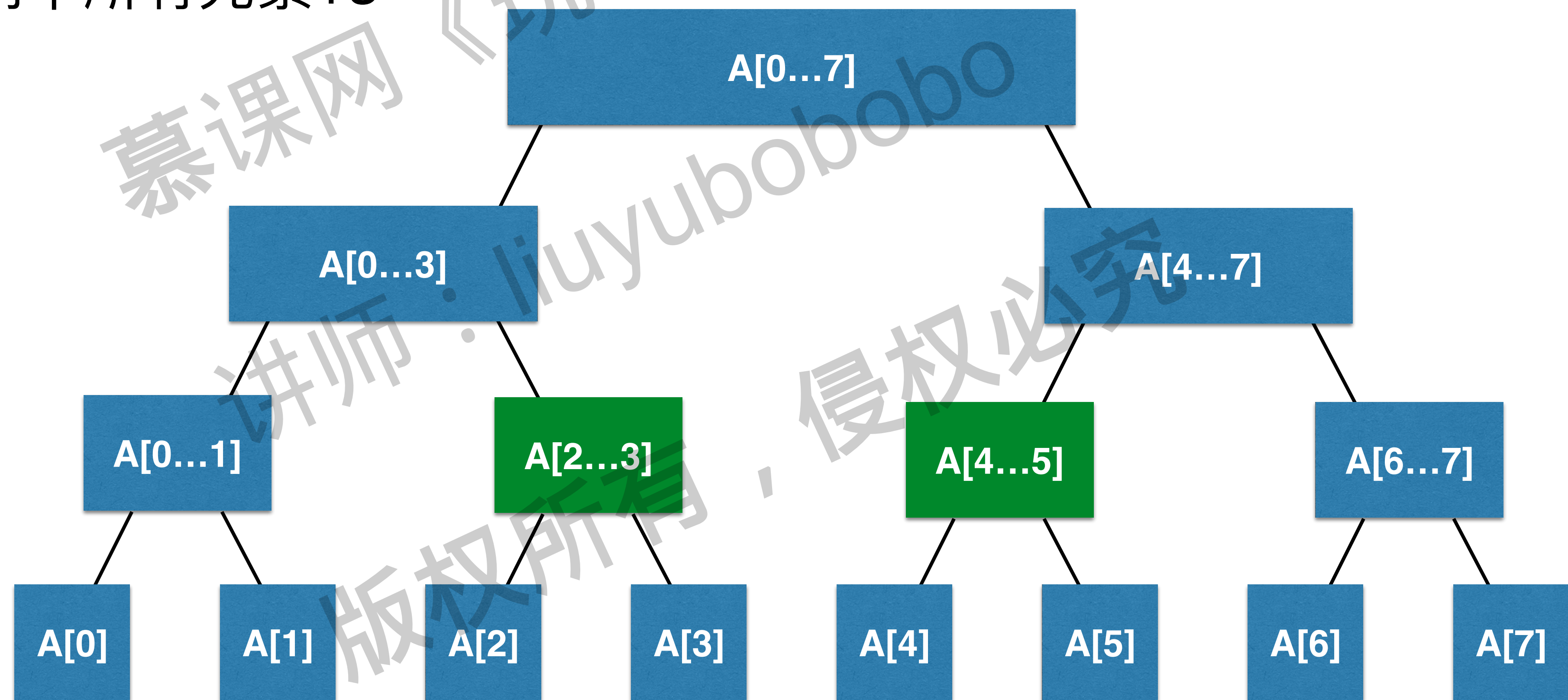
对于一个区间进行更新

将[2,5]区间中所有元素+3



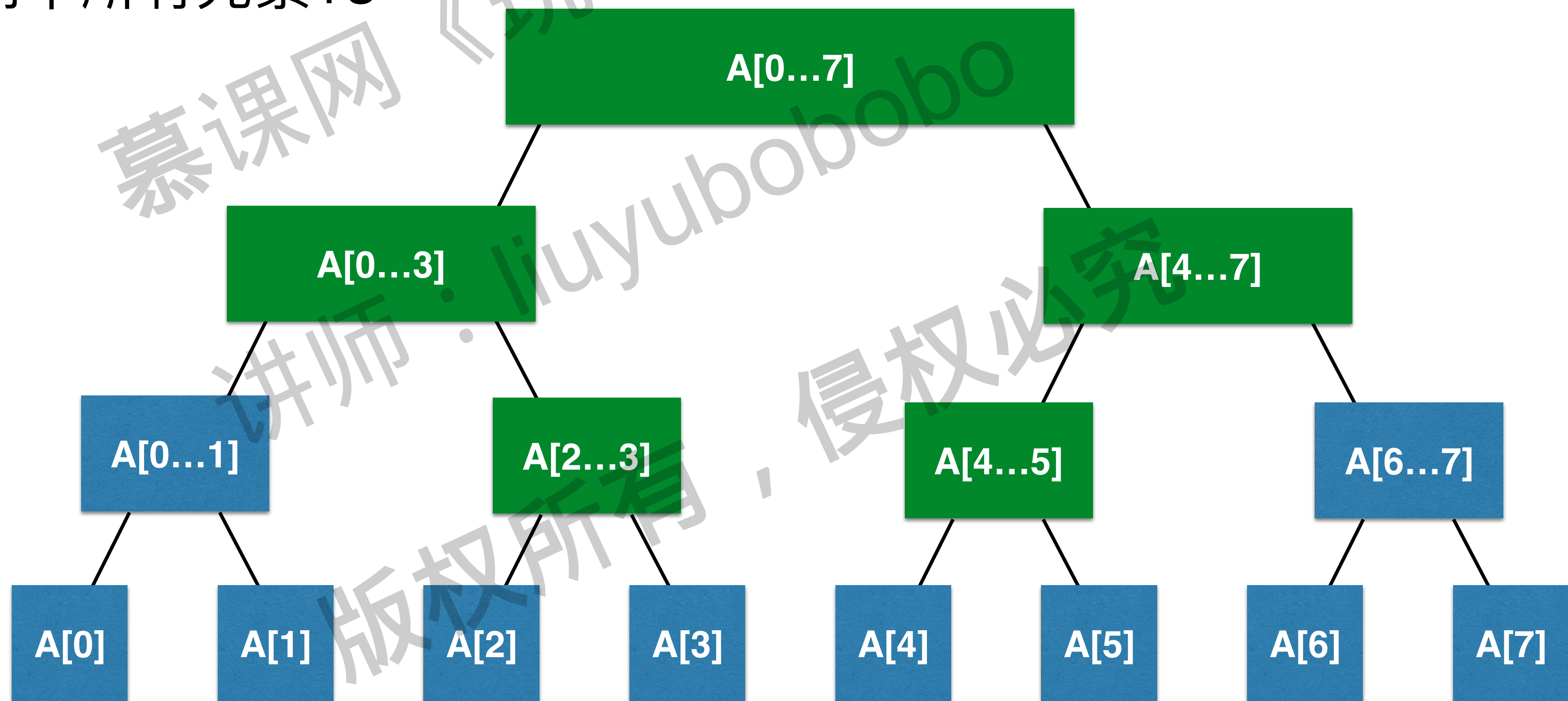
对于一个区间进行更新

将[2,5]区间中所有元素+3



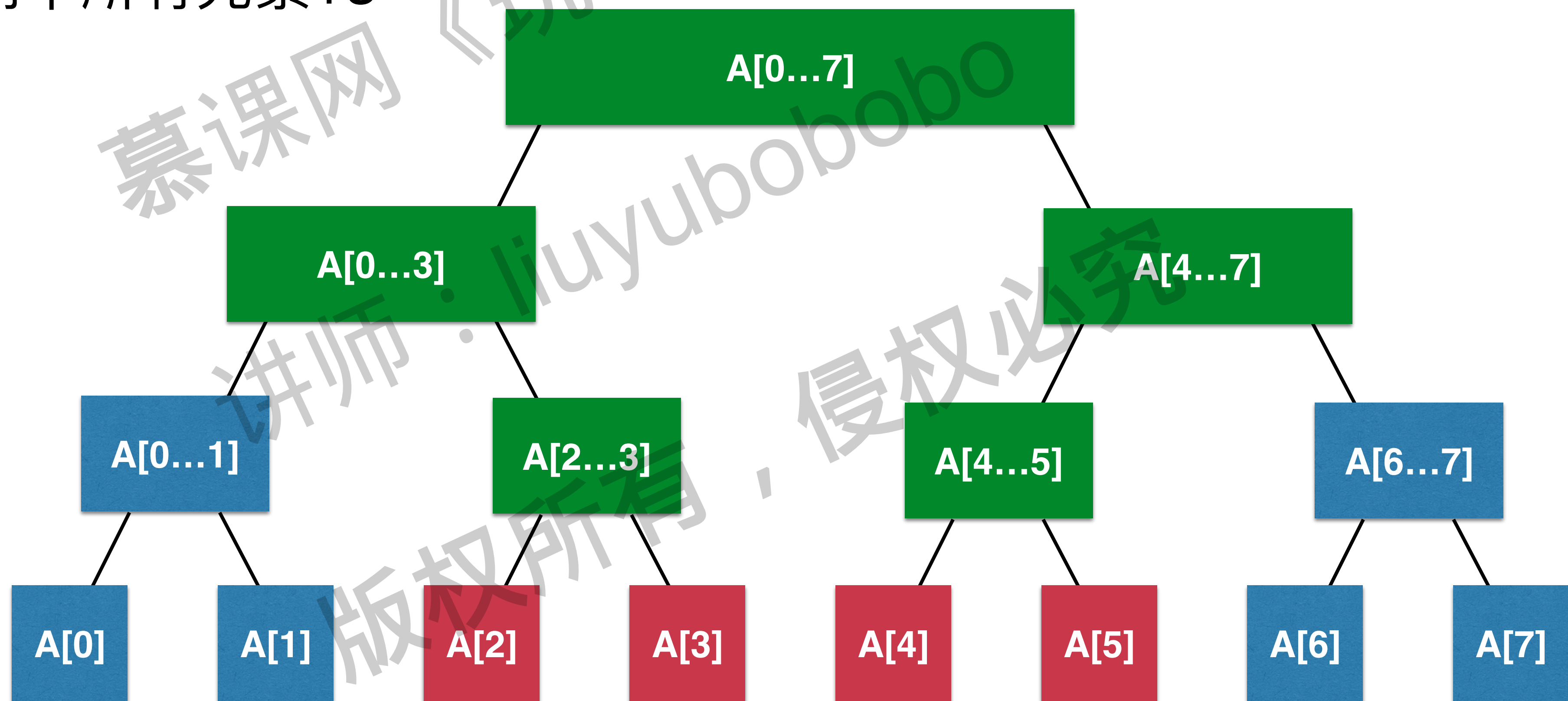
对于一个区间进行更新

将[2,5]区间中所有元素+3



对于一个区间进行更新

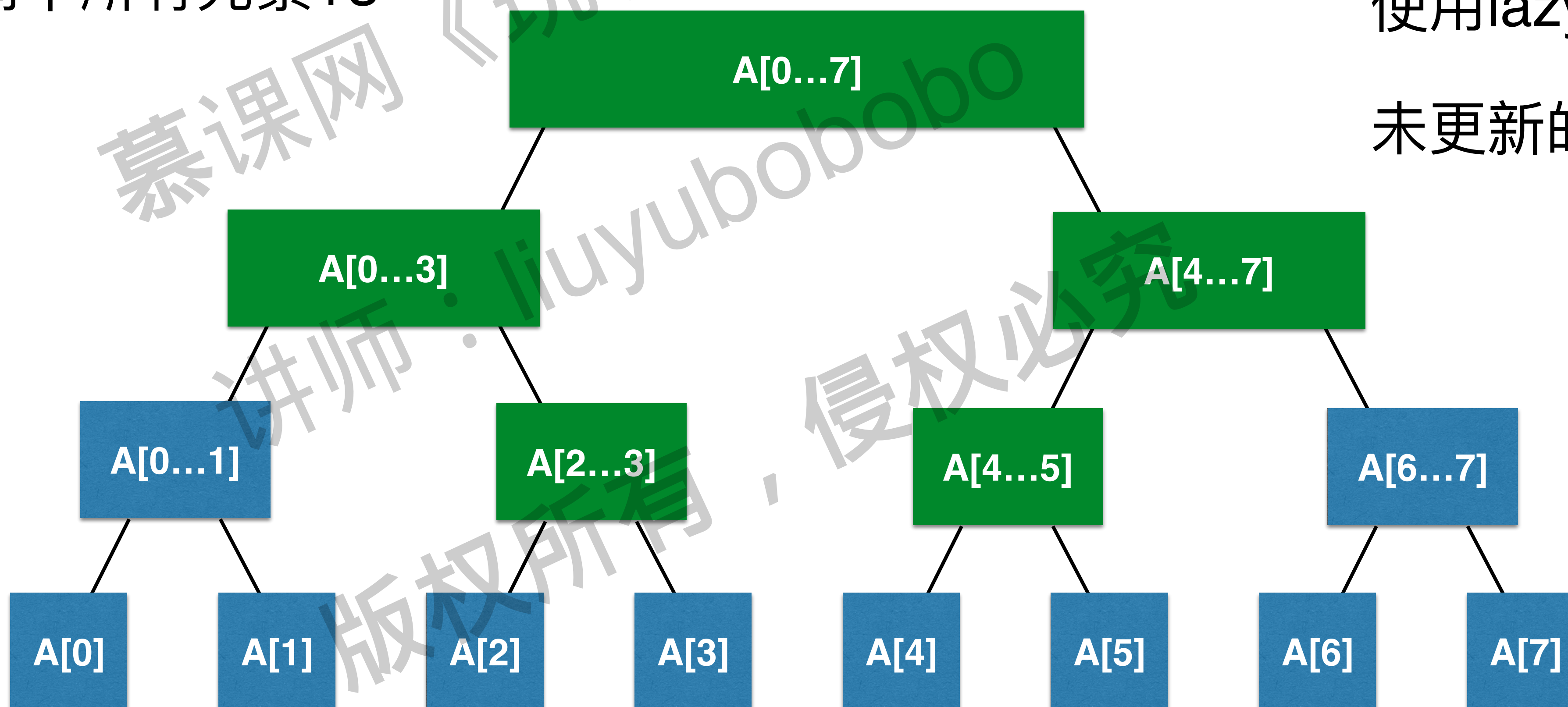
将[2,5]区间中所有元素+3



懒惰更新

将[2,5]区间中所有元素+3

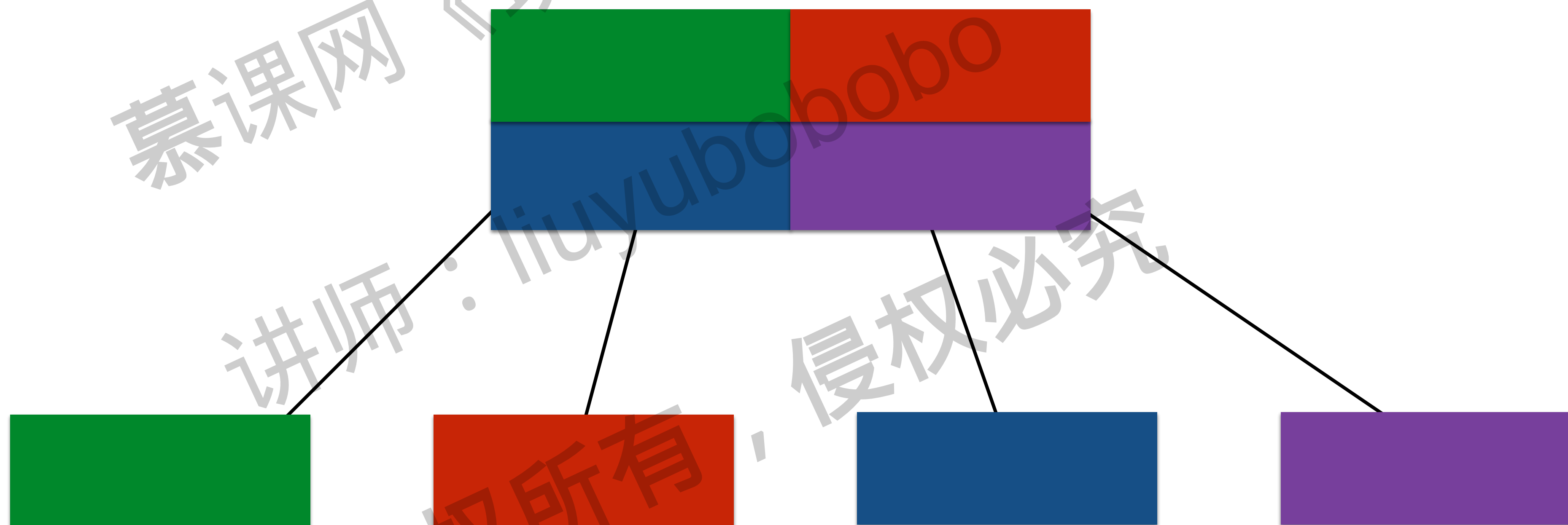
使用lazy数组记录
未更新的内容



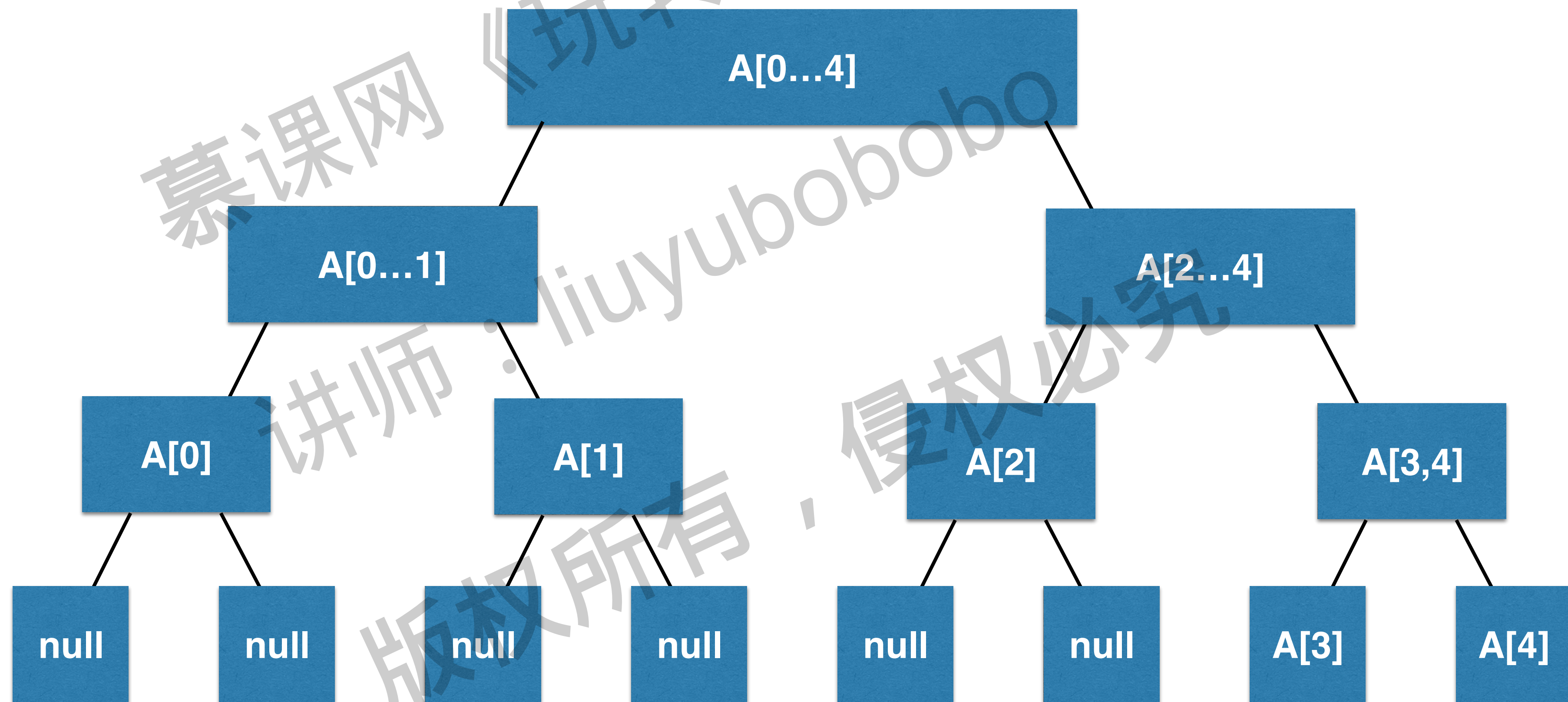
二维线段树



二维线段树

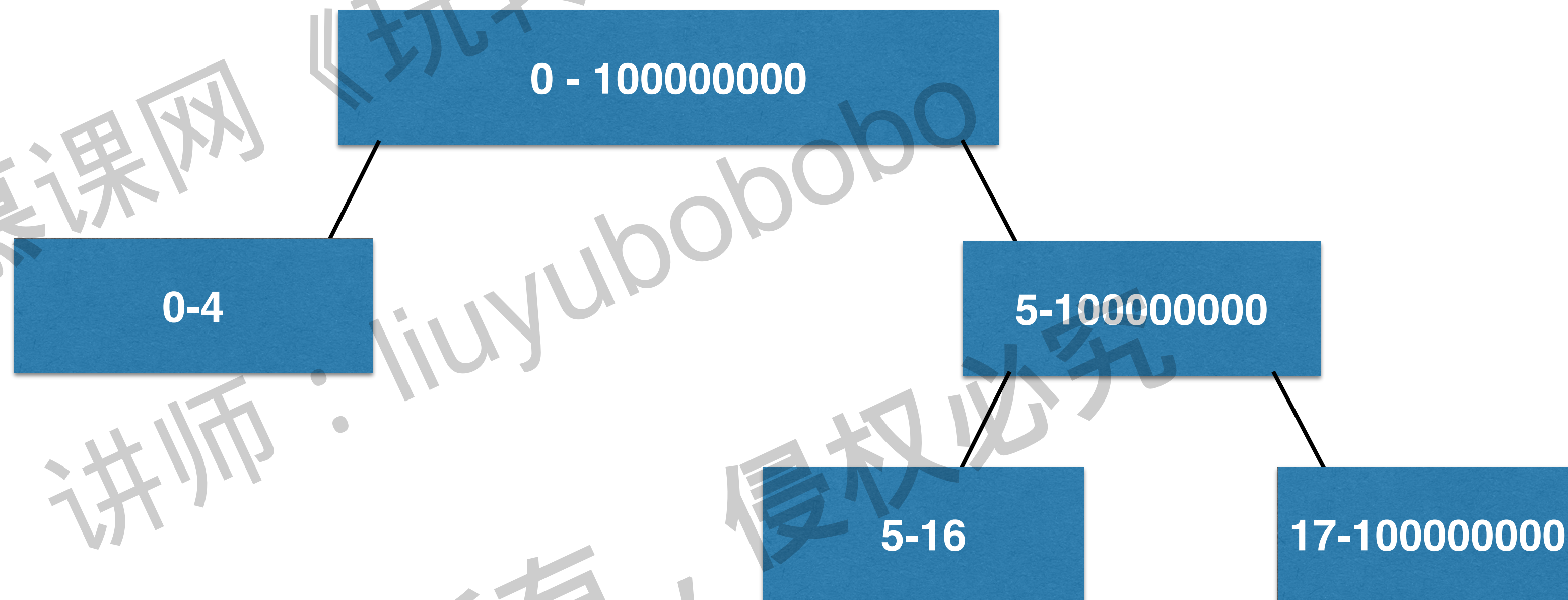


动态线段树



动态线段树

关注[5, 16]



区间操作相关另外一个重要数据结构

树状数组

Binary Index Tree

区间相关的问题

RMQ

Range Minimum Query

慕课网《玩转数据结构》

线段树 (区间树)

Segment Tree

讲师: lilyubobobo
版权所有, 侵权必究

其他

欢迎大家关注我的个人公众号：是不是很酷



慕课网《玩转数据结构》

玩儿转数据结构

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

liuyubobobo