

慕课网《算法与数据结构》

# 算法与数据结构

讲师：liuyubobobo

版权所有 侵权必究

liuyubobobo

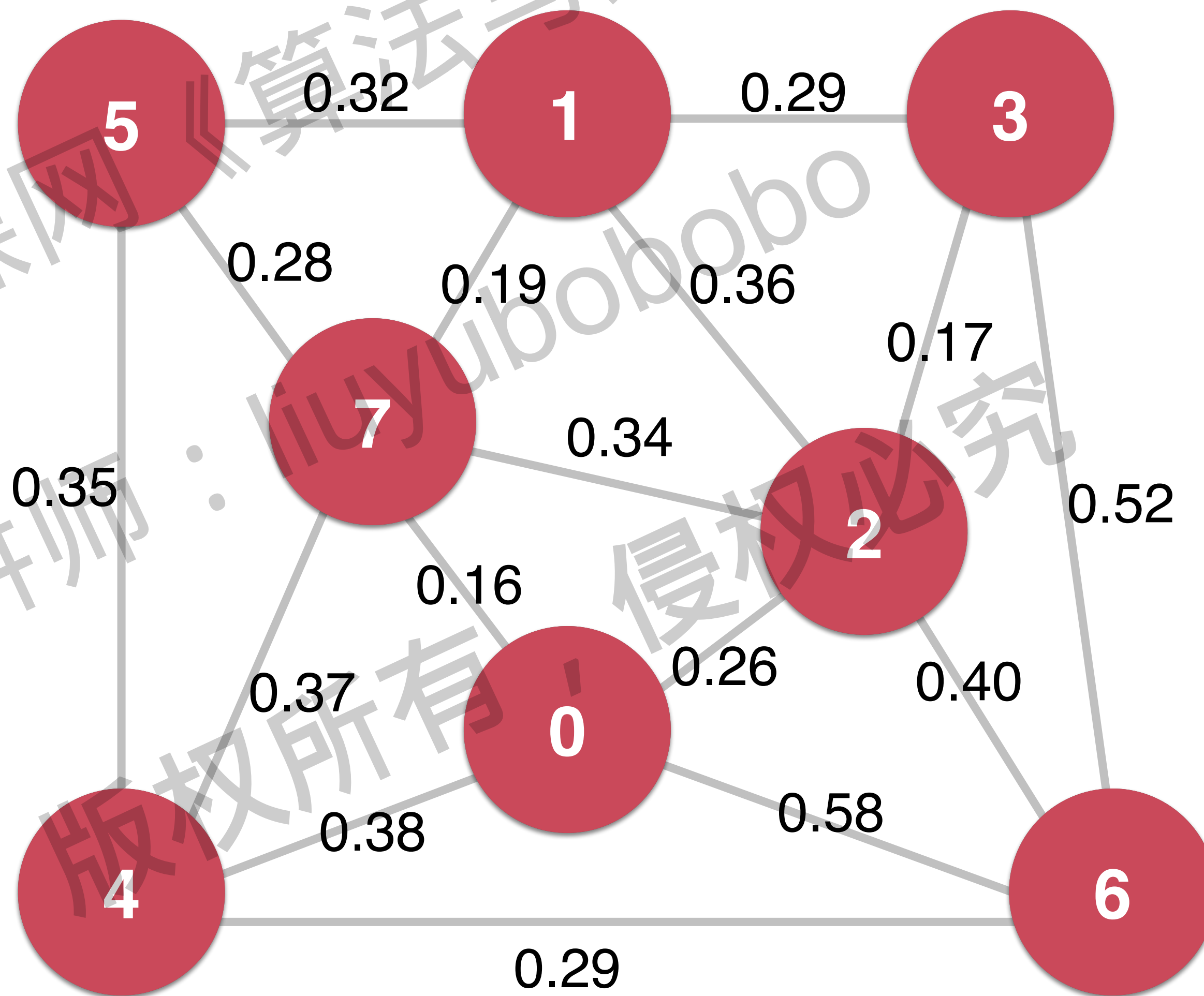
慕课网《算法与数据结构》

# 带权图 Weighted Graph

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

# 带权图 Weighted Graph



# 邻接矩阵 (Adjacency Matrix)



# 邻接表 (Adjacency Lists)



# 邻接矩阵 (Adjacency Matrix)



\* Edge



# 邻接表 (Adjacency Lists)



慕课网《算法与数据结构》

# 操作：带权图的实现

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究



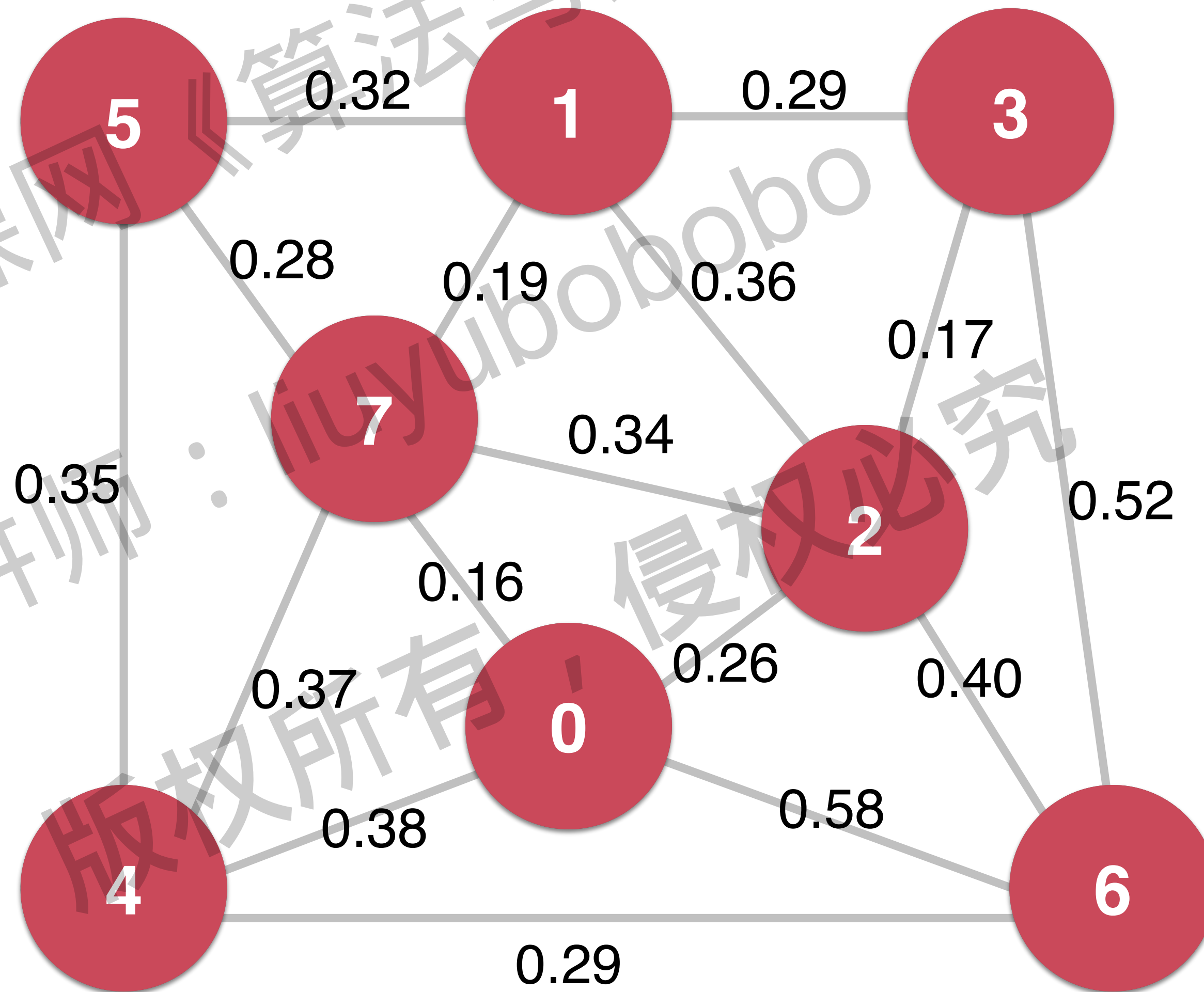
# 最小生成树问题 Minimum Span Tree

慕课网《算法与数据结构》

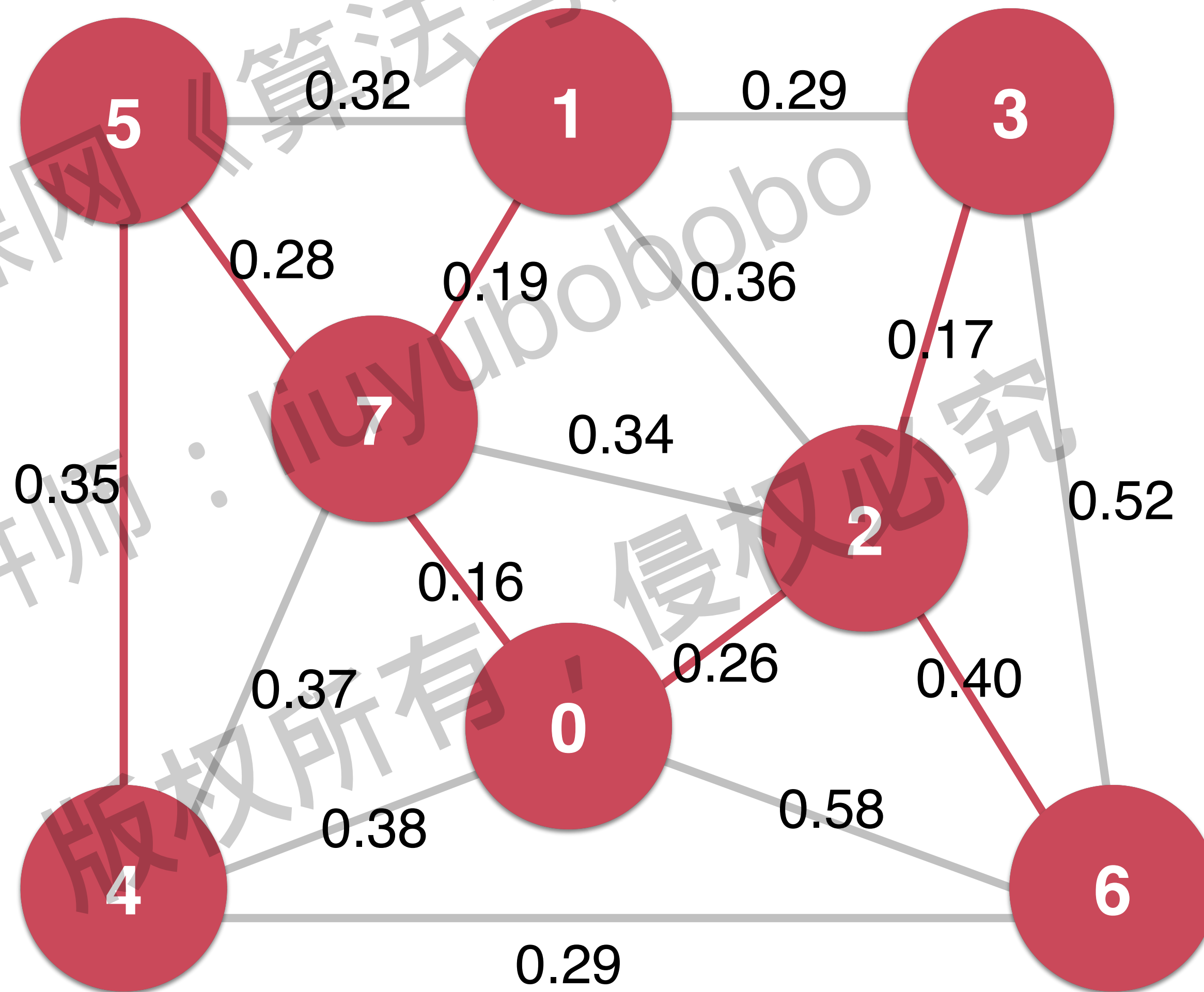
讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

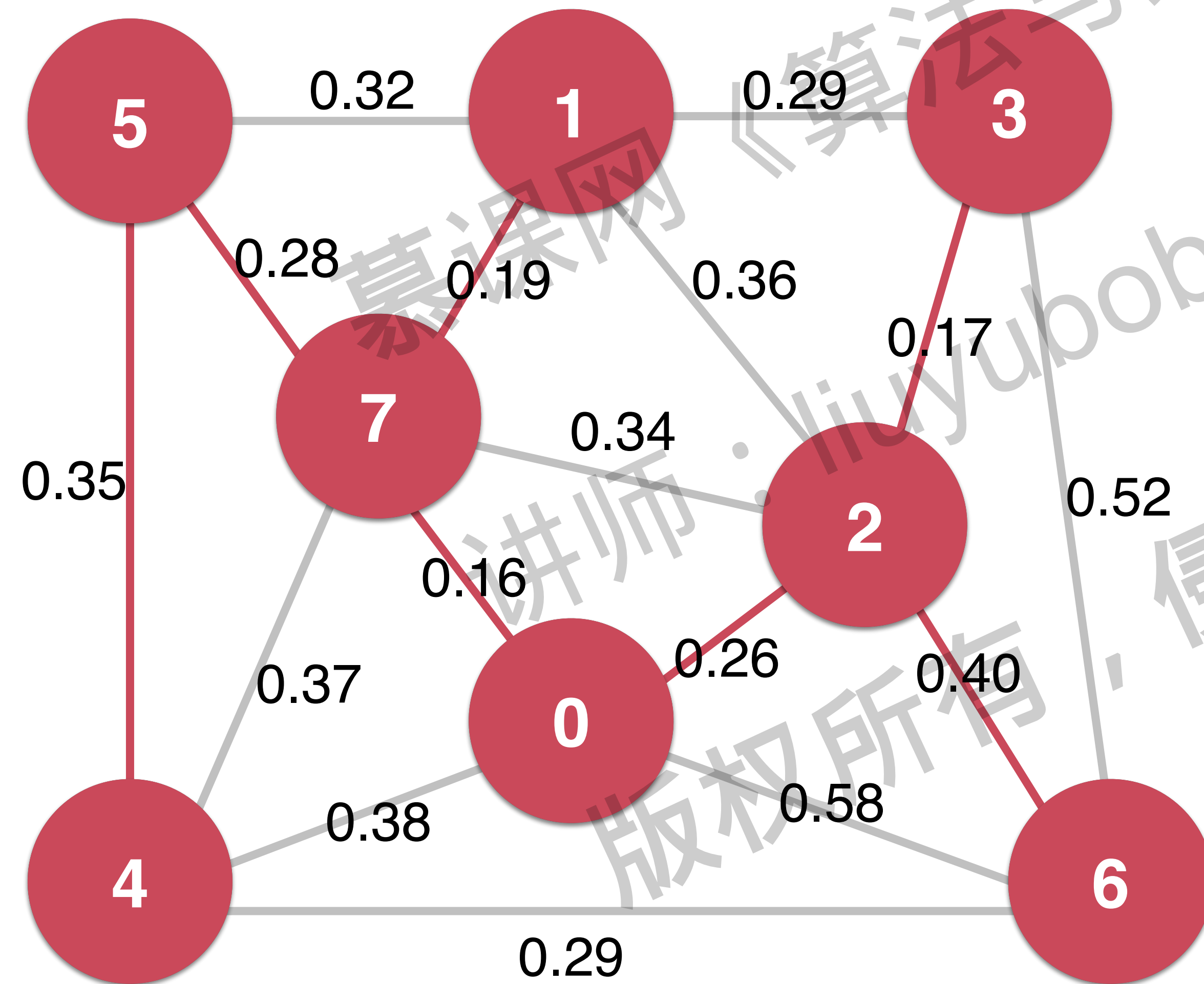
# 最小生成树问题 Minimum Span Tree



# 最小生成树问题 Minimum Span Tree



# 最小生成树问题 Minimum Span Tree

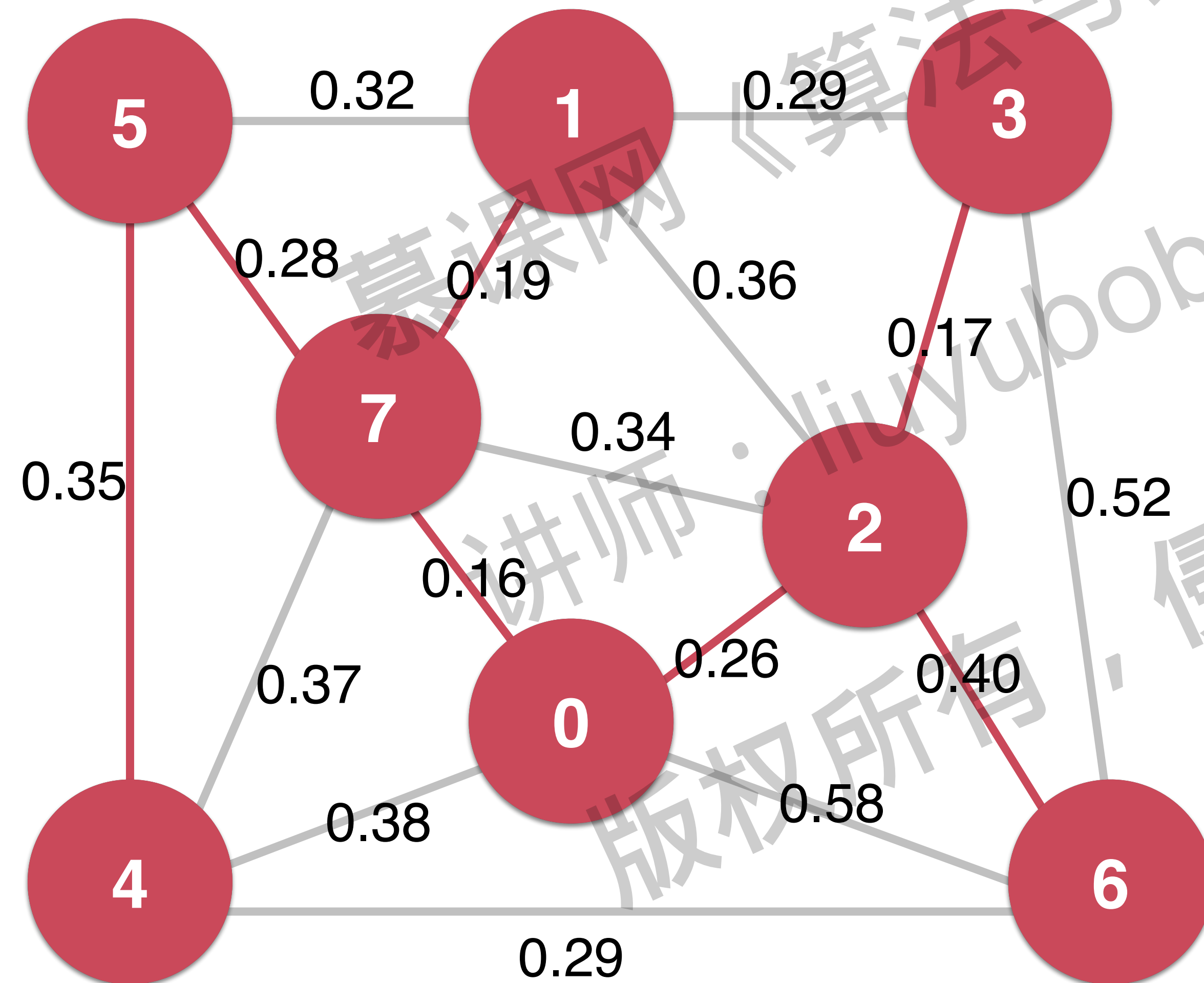


电缆布线设计

网络设计

电路设计

# 最小生成树问题 Minimum Span Tree

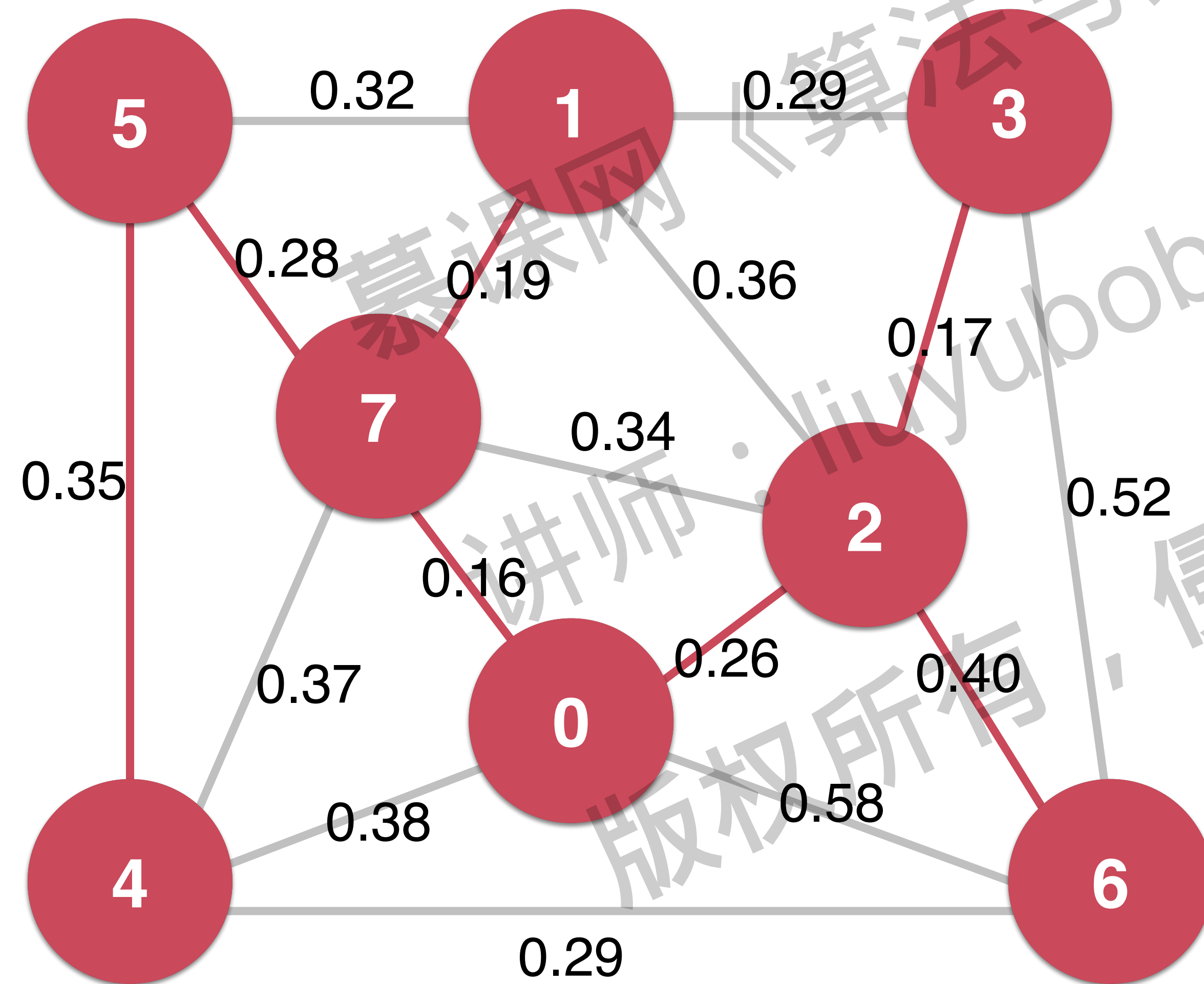


针对带权无向图

针对连通图



# 最小生成树问题 Minimum Span Tree



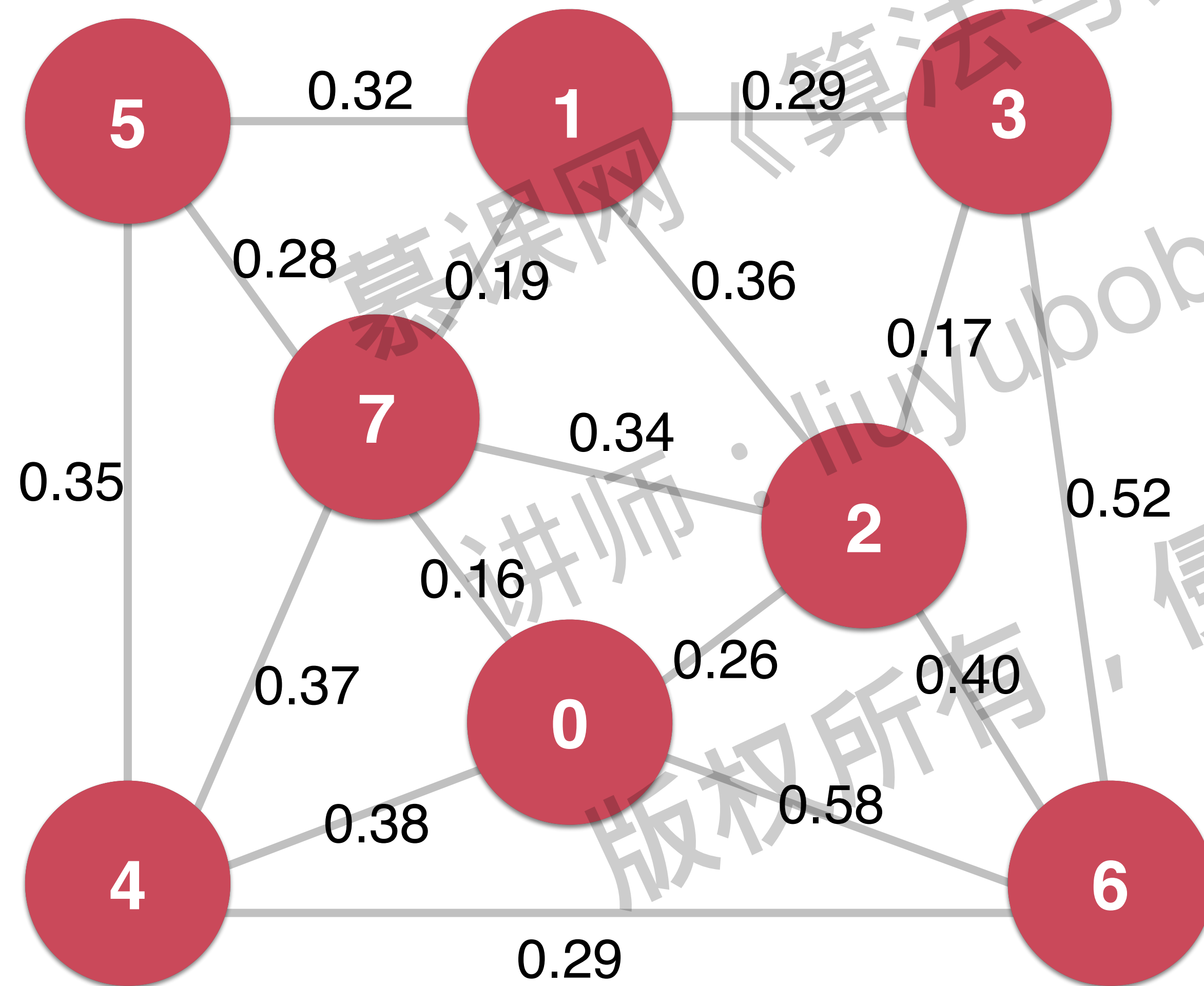
找  $V-1$  条边

连接  $V$  个顶点

总权值最小

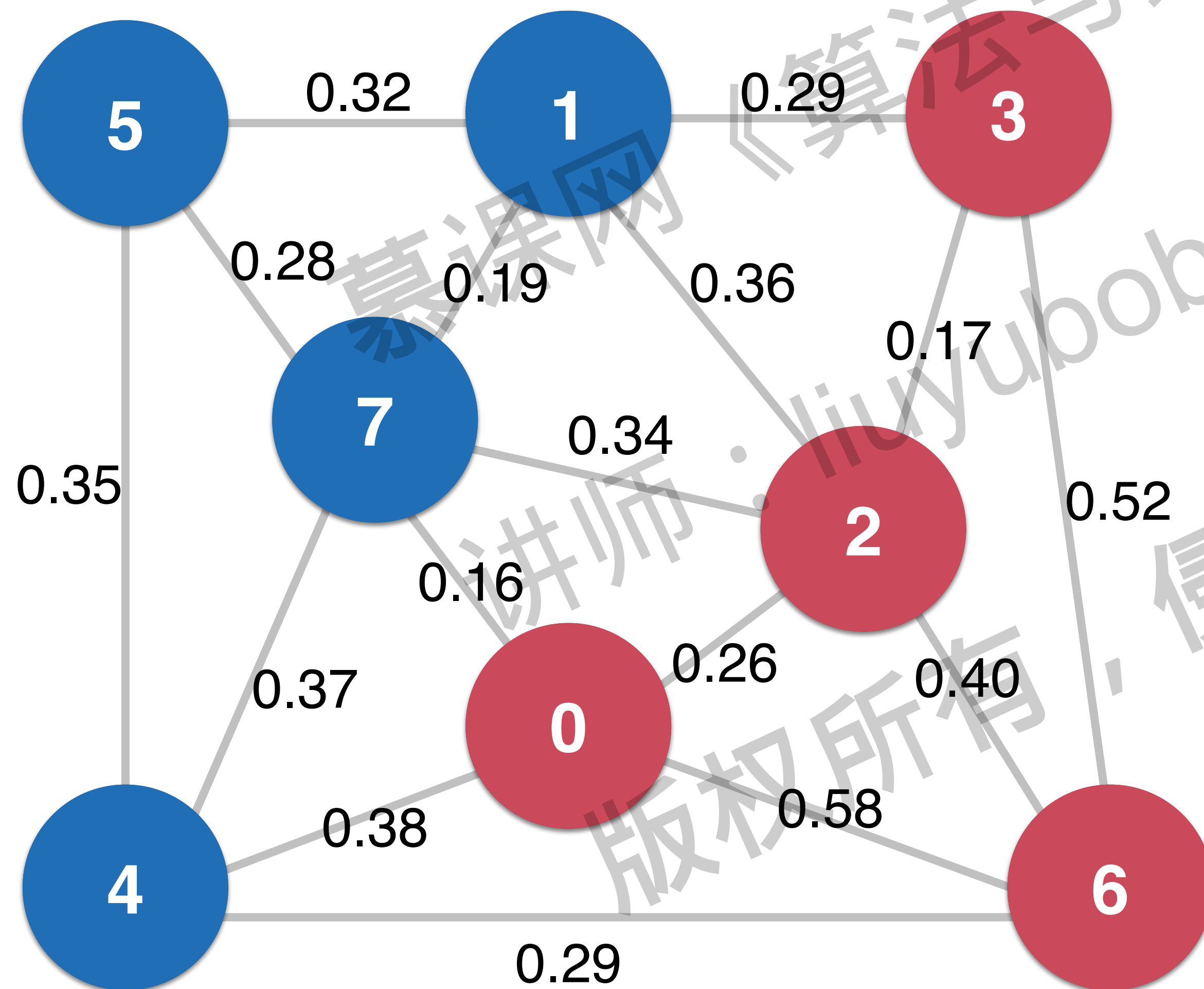


# 切分定理 Cut Property



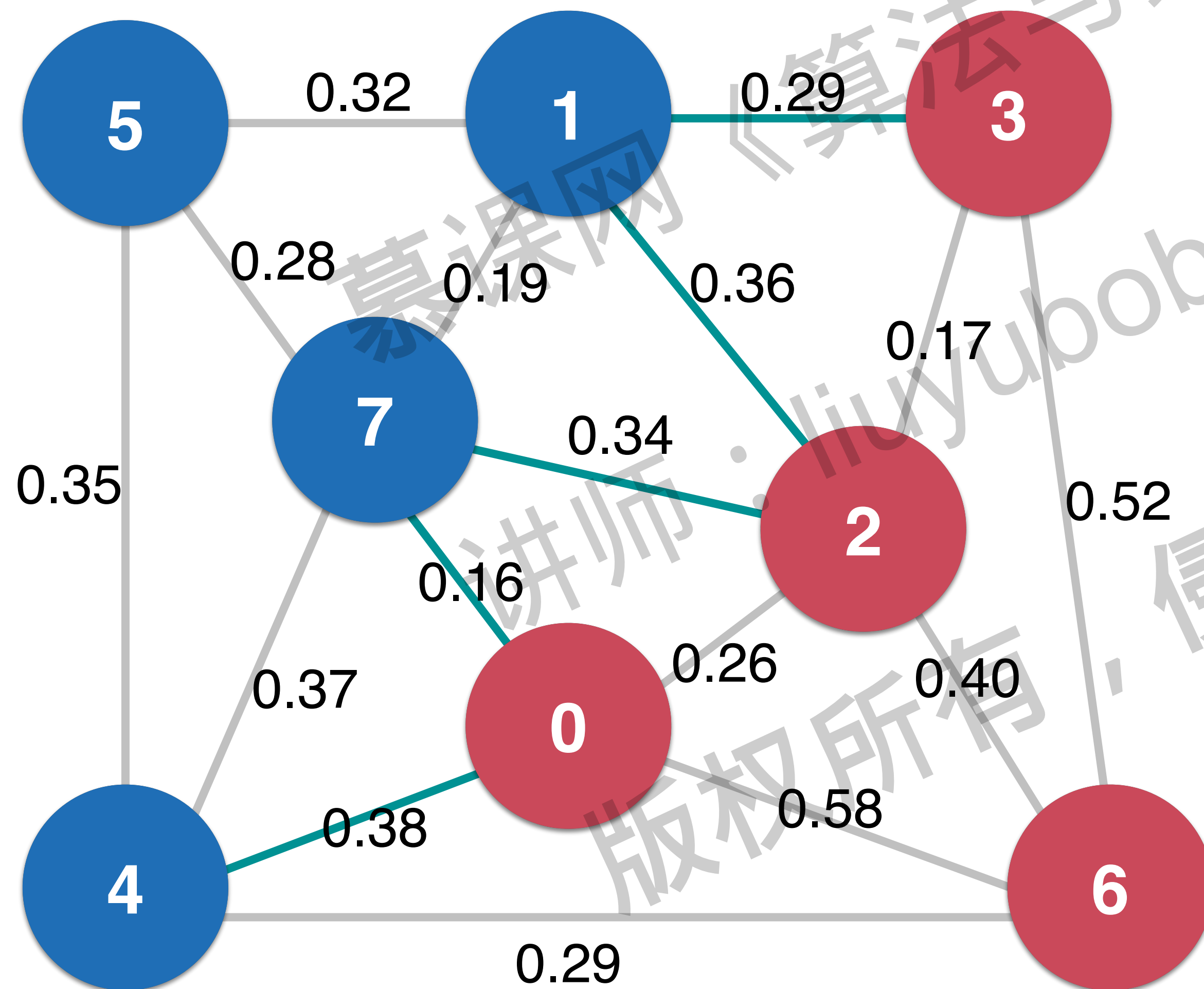
把图中的结点分为两部分，  
成为一个切分(Cut)。

# 切分定理 Cut Property



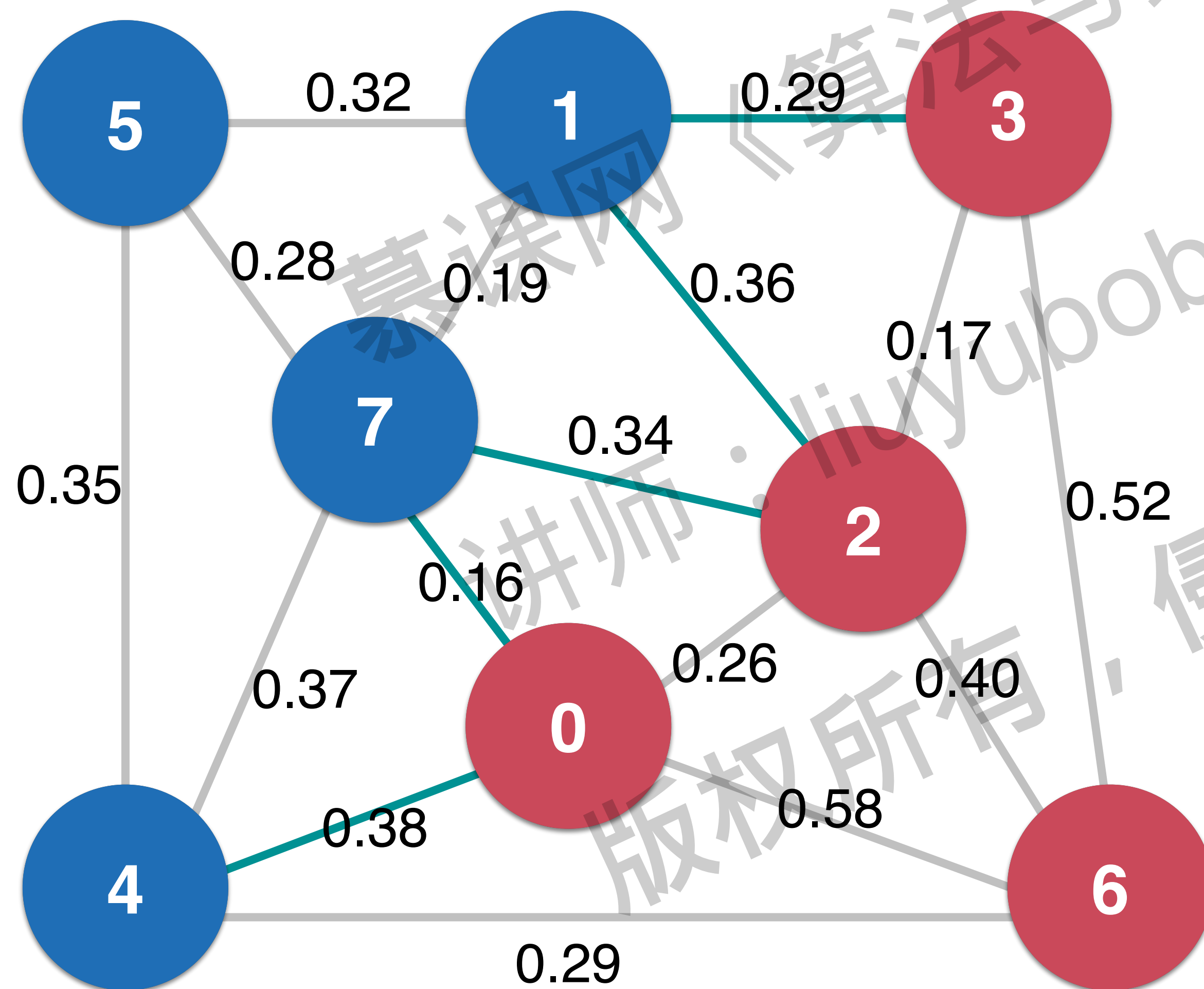
把图中的结点分为两部分，  
成为一个切分(Cut)。

# 切分定理 Cut Property



如果一个边的两个端点，属于切分(Cut)不同的两边，这个边称为横切边(Crossing Edge)。

# 切分定理 Cut Property

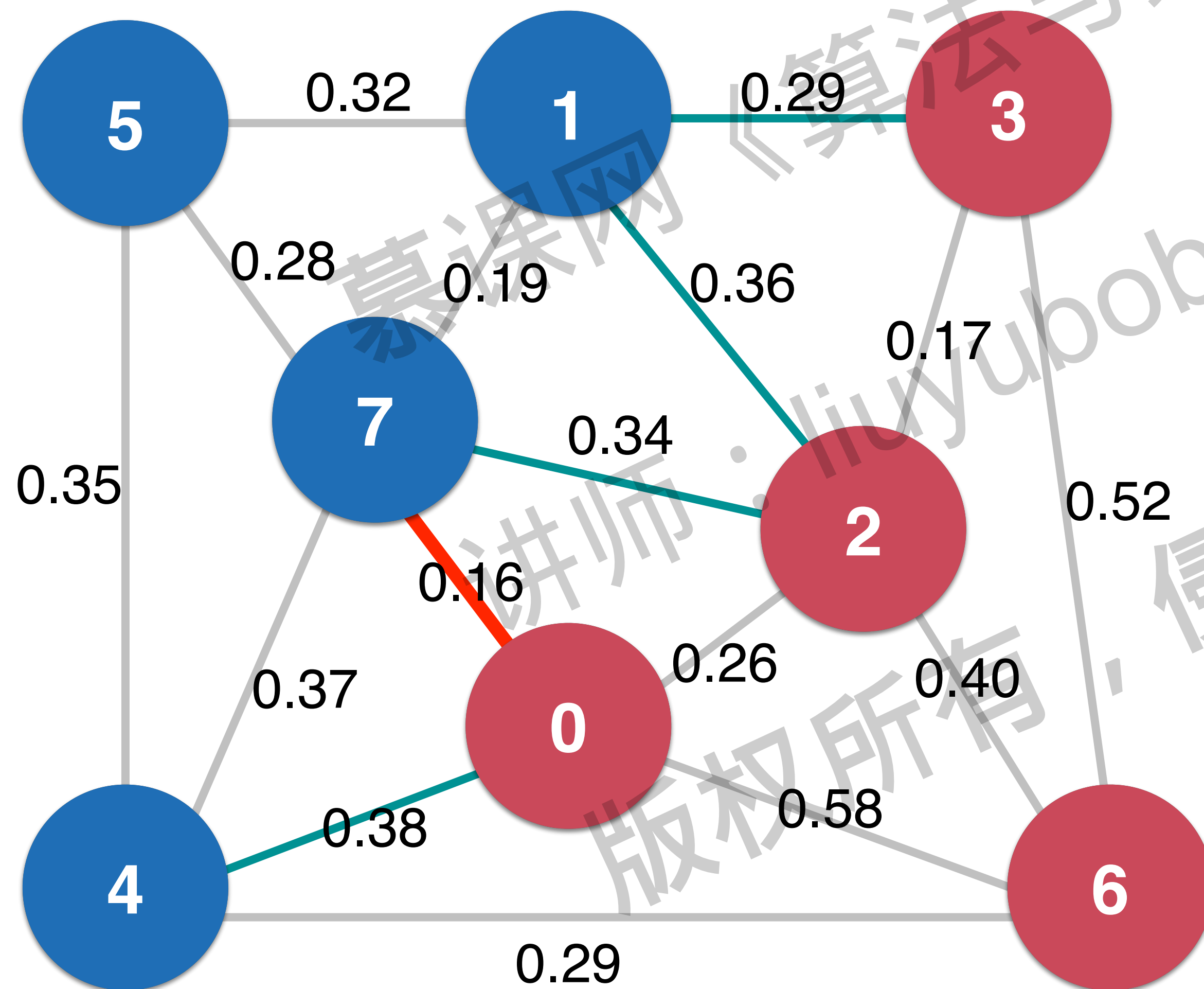


**切分定理：**

给定任意切分，横切边中权值最小的边必然属于最小生成树。



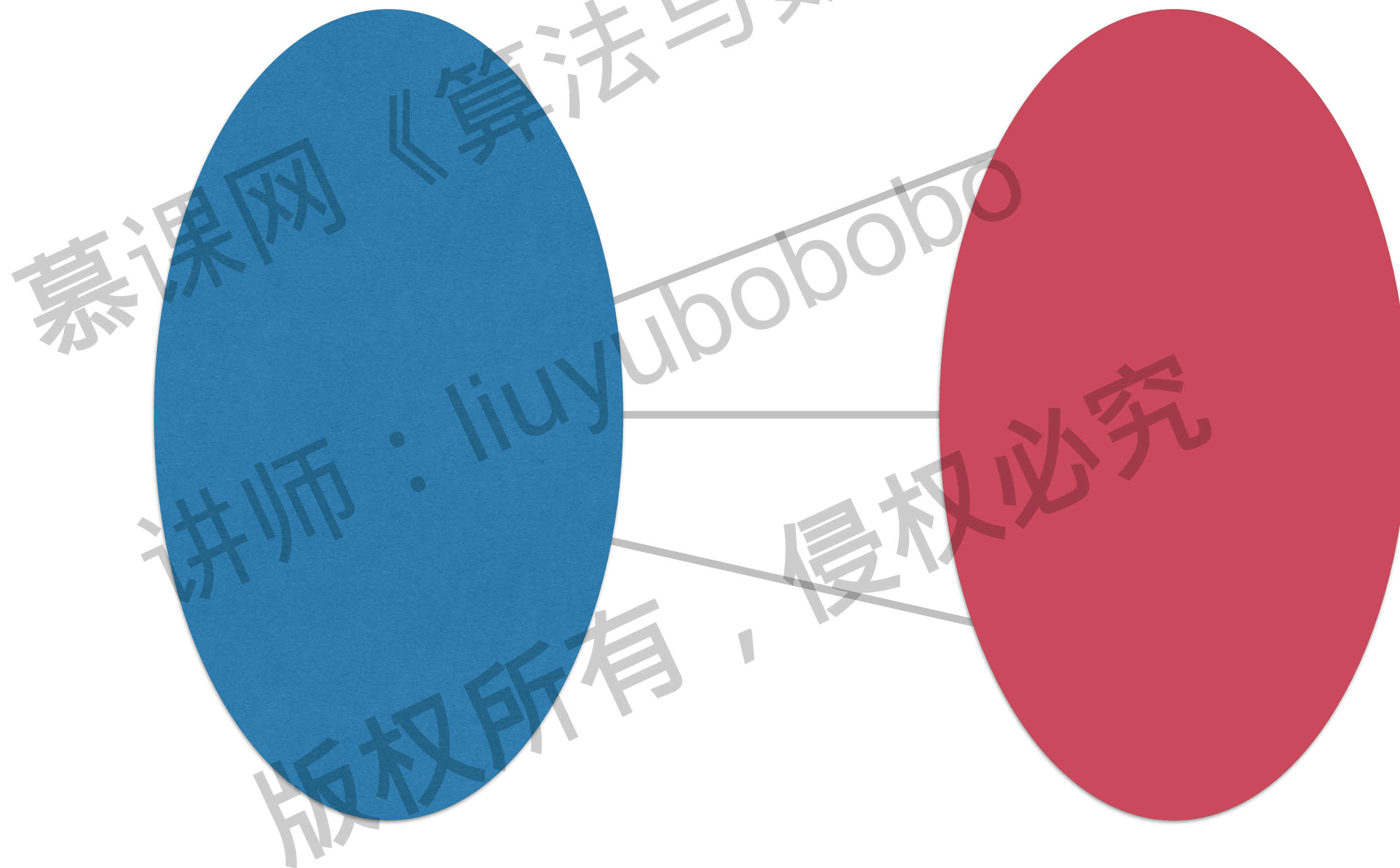
# 切分定理 Cut Property



**切分定理：**

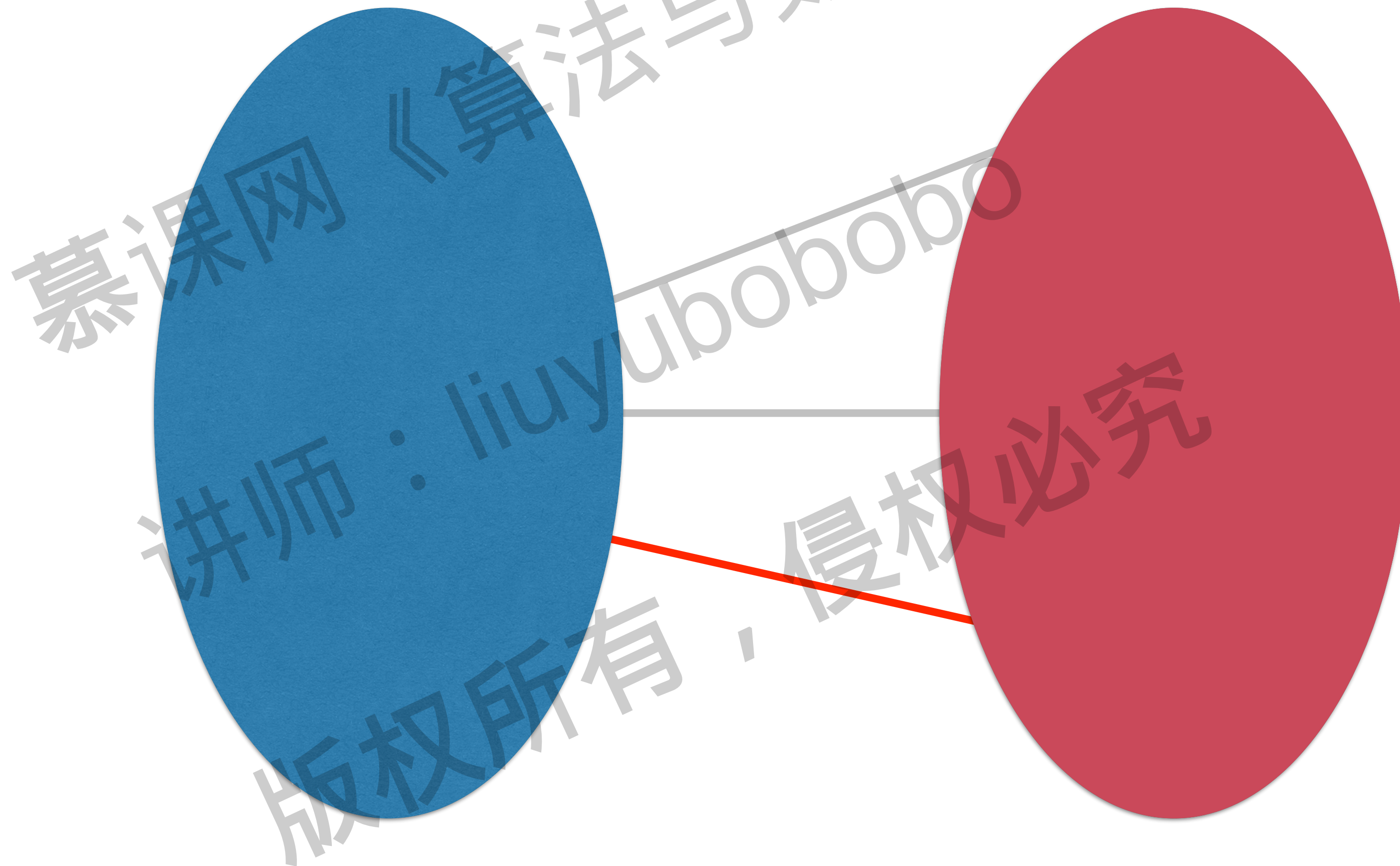
给定任意切分，横切边中全值最小的边必然属于最小生成树。

# 切分定理 Cut Property

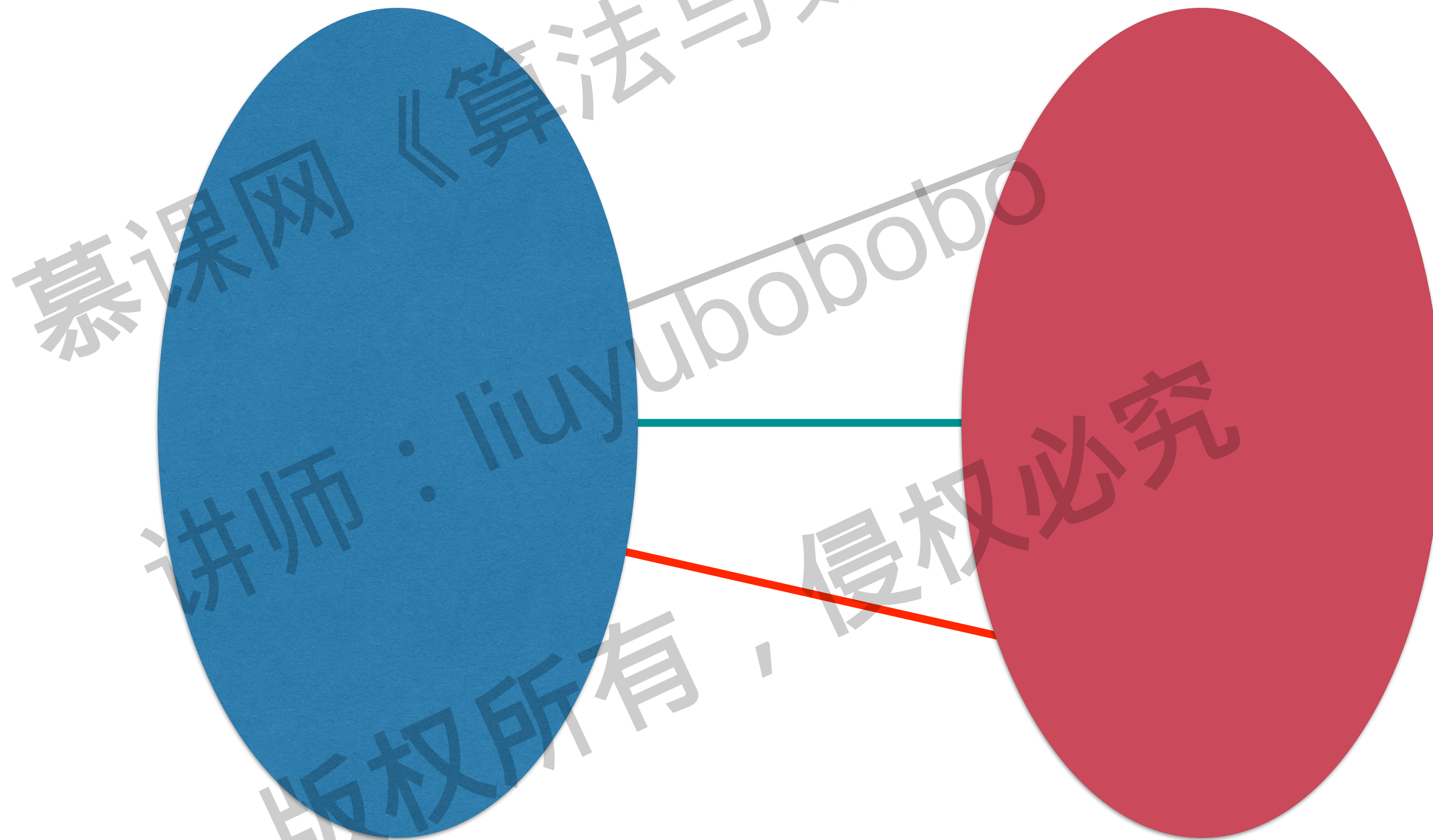




# 切分定理 Cut Property

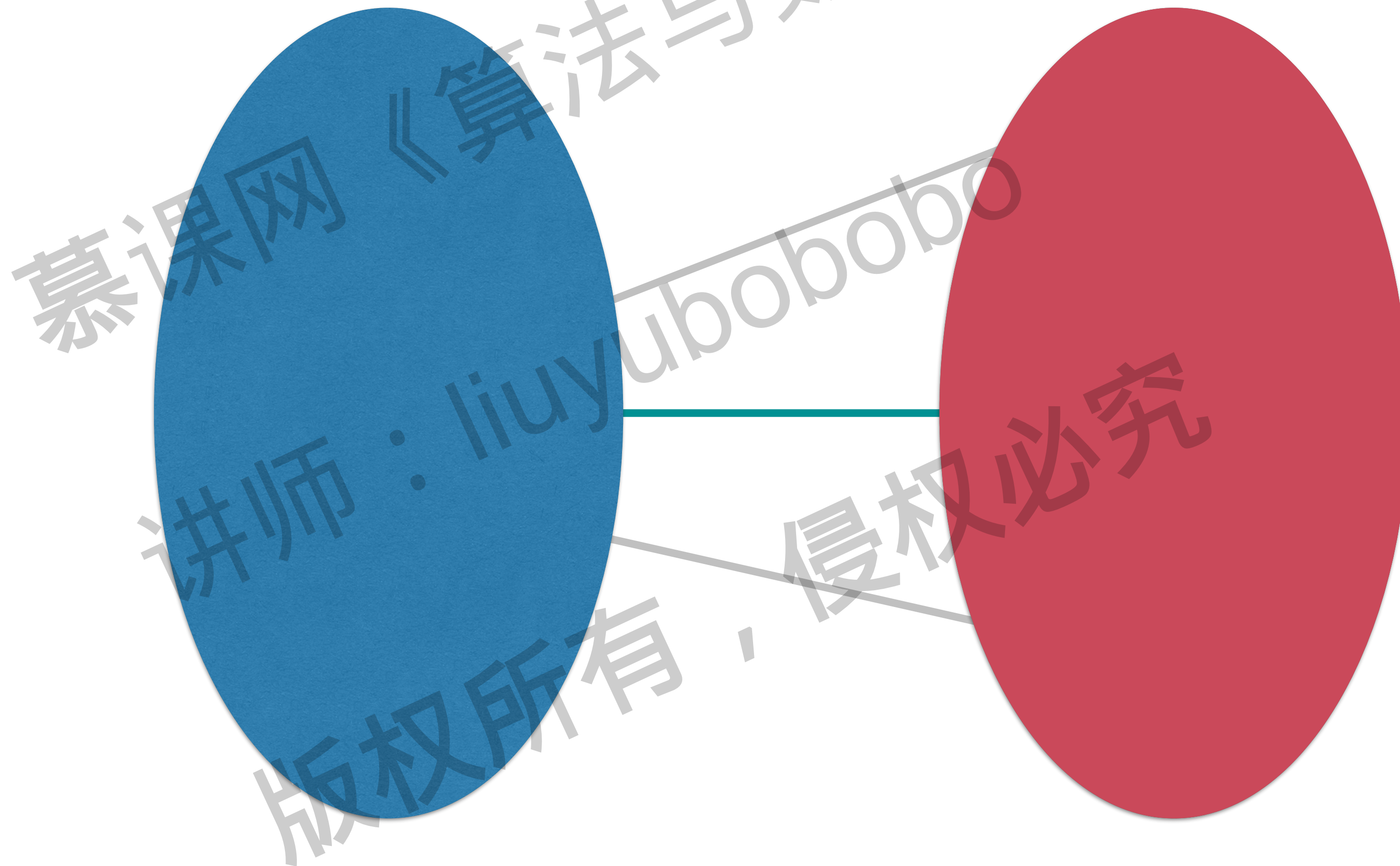


# 切分定理 Cut Property

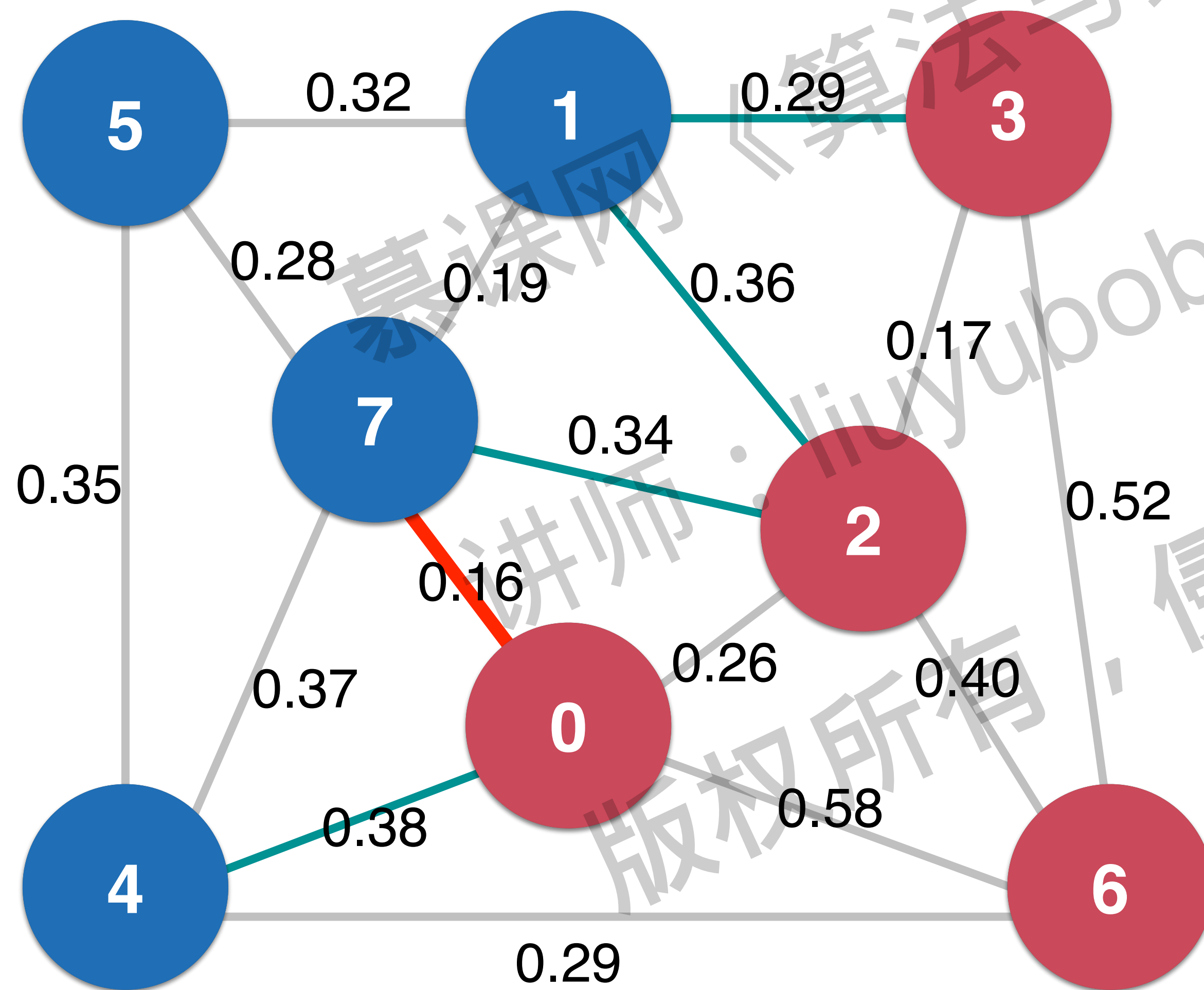




# 切分定理 Cut Property



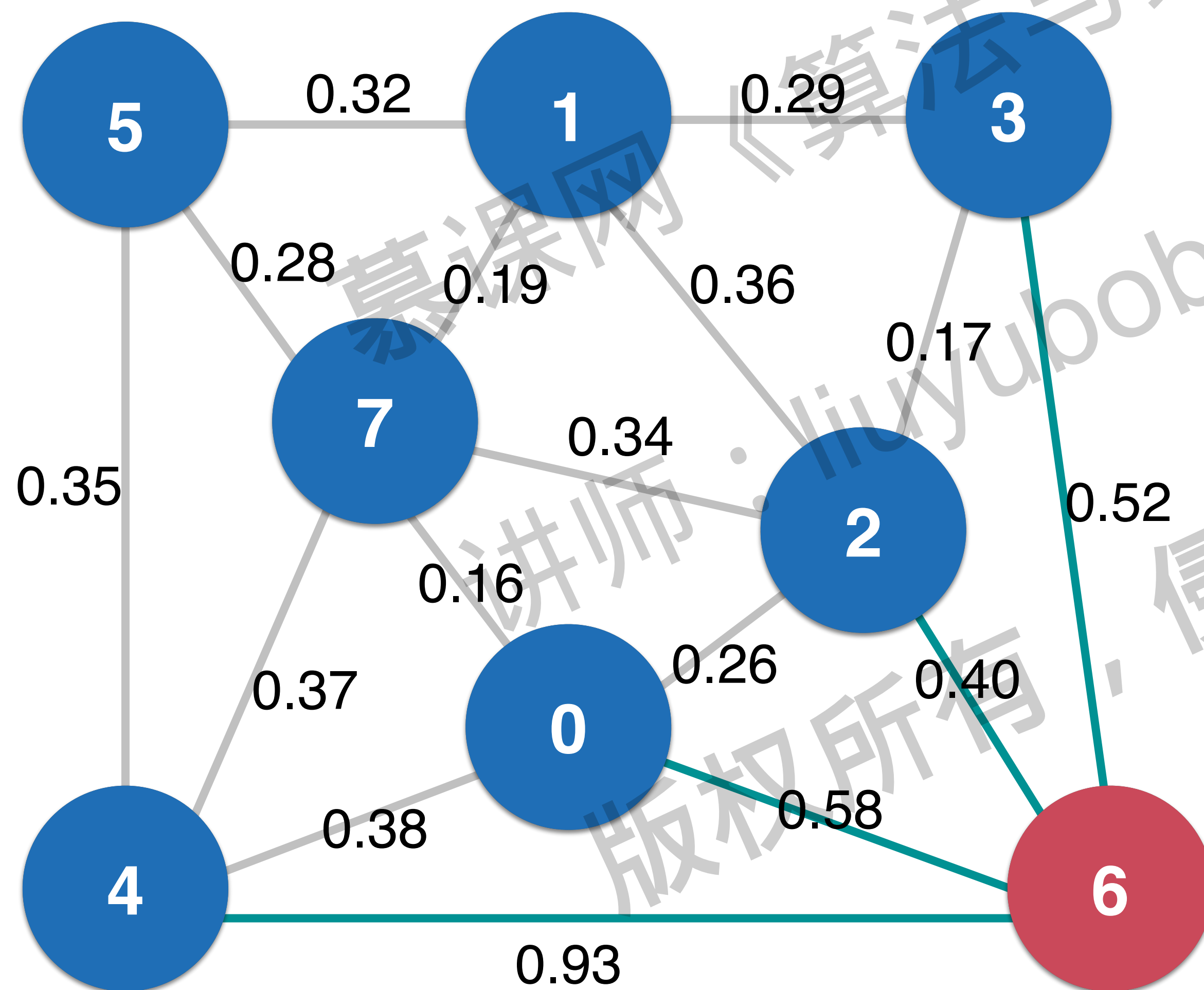
# 切分定理 Cut Property



切分定理:

给定任意切分, 横切边中全值最小的边必然属于最小生成树。

# 切分定理 Cut Property

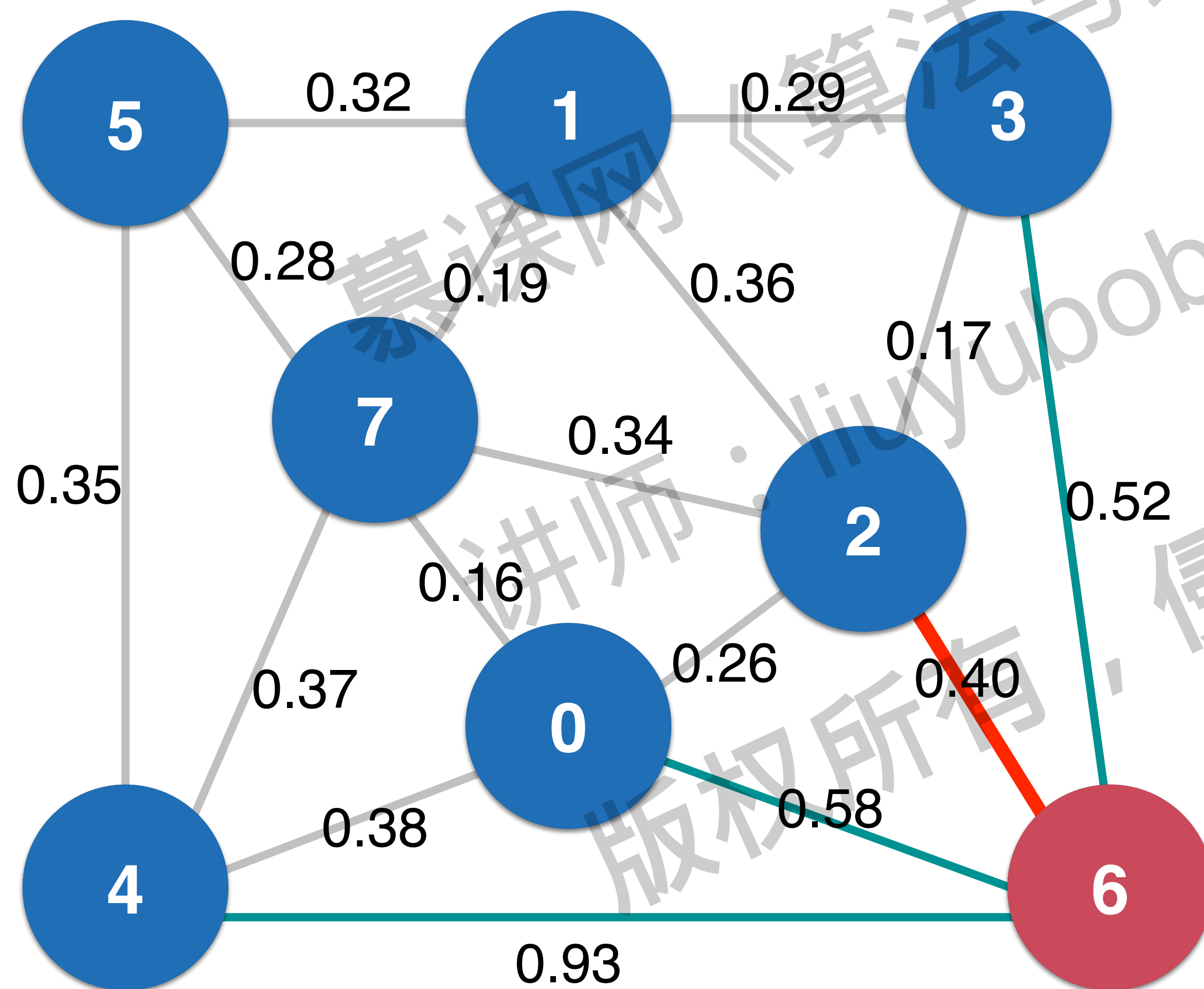


切分定理:

给定任意切分，横切边中全值最小的边必然属于最小生成树。



# 切分定理 Cut Property



切分定理:

给定任意切分, 横切边中全值最小的边必然属于最小生成树。



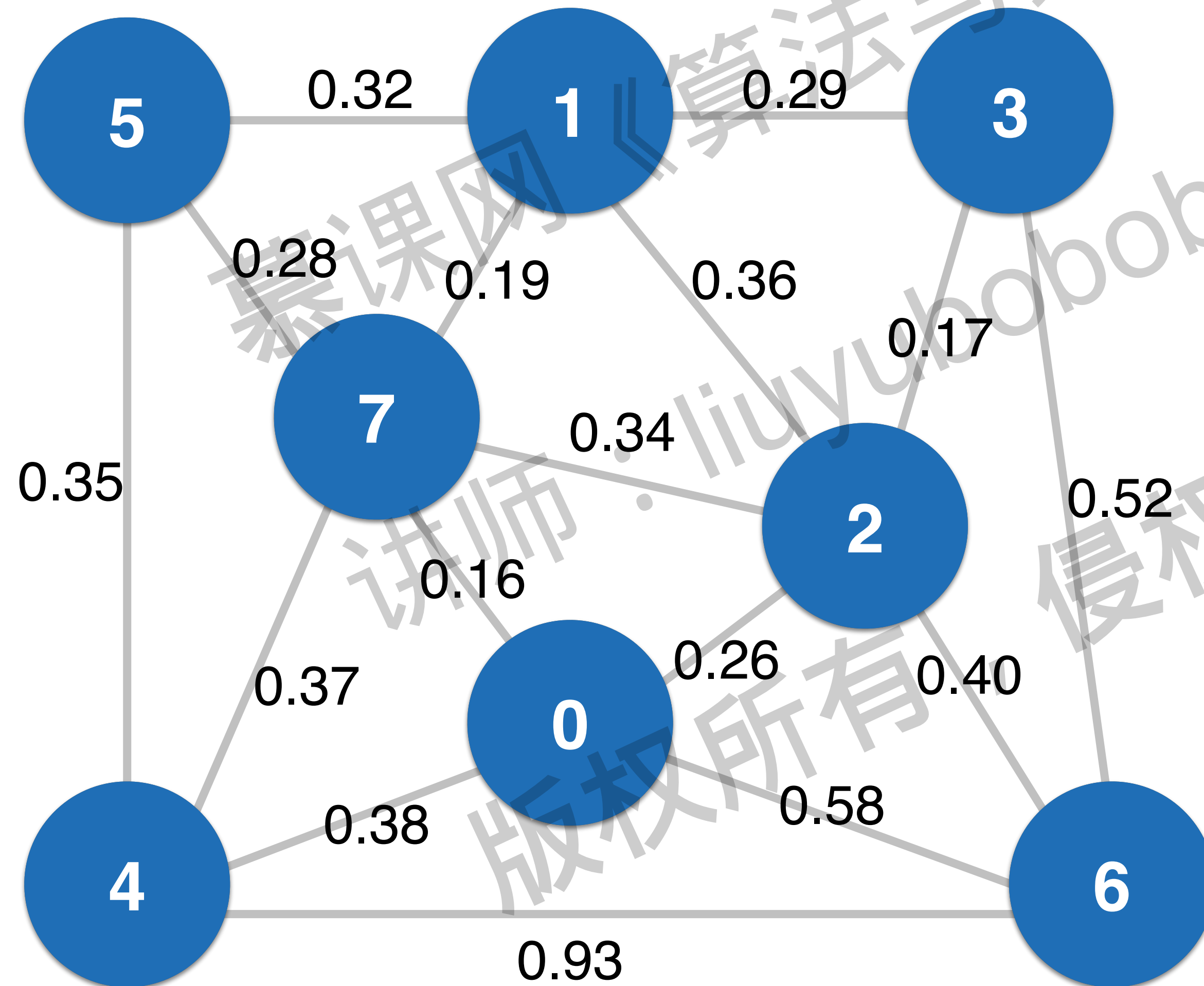
慕课网《算法与数据结构》

# Lazy Prim

讲师：liuyuhobobo

版权所有，侵权必究

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

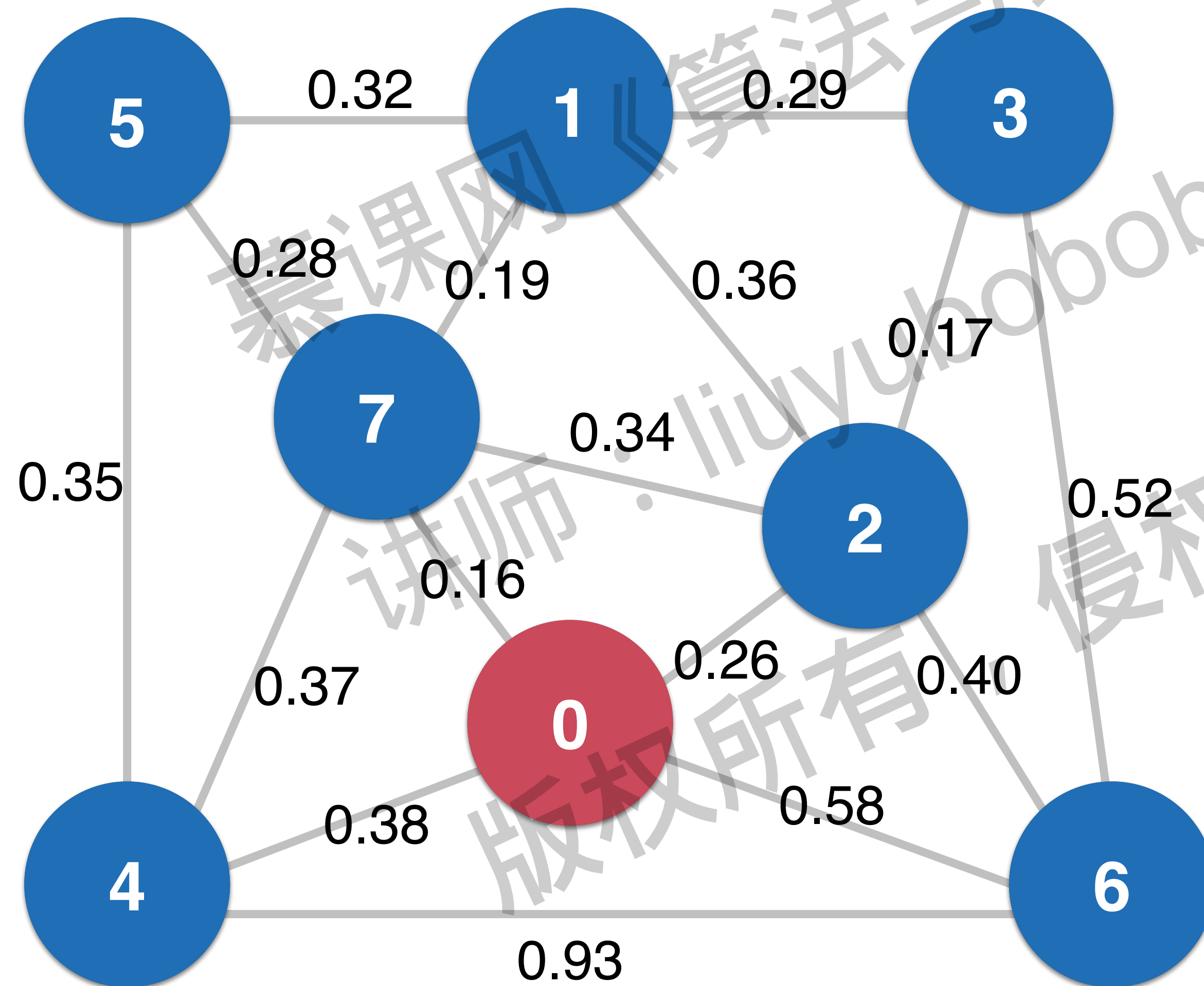
1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

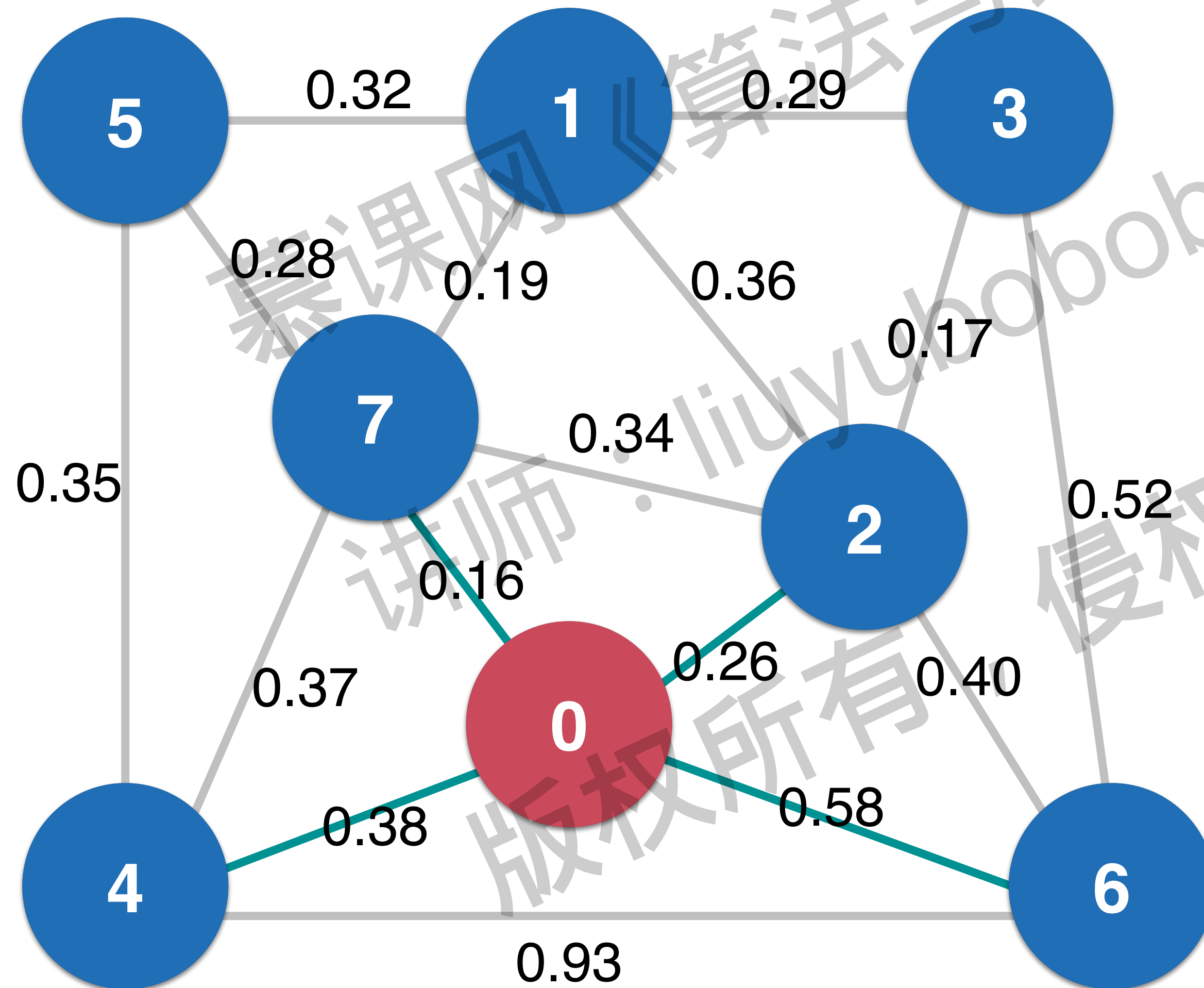
1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

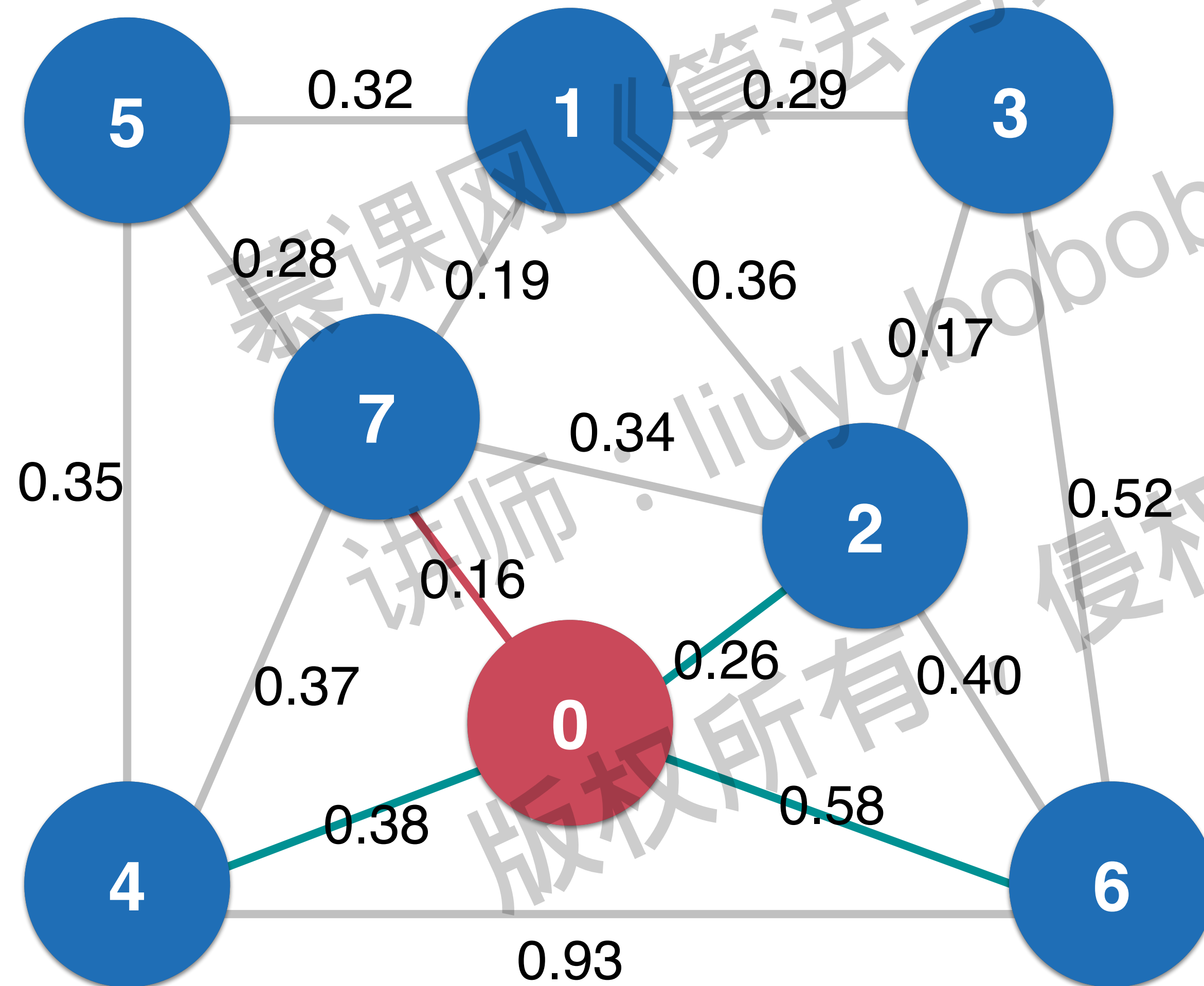
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

~~0 - 7 : 0.16~~

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

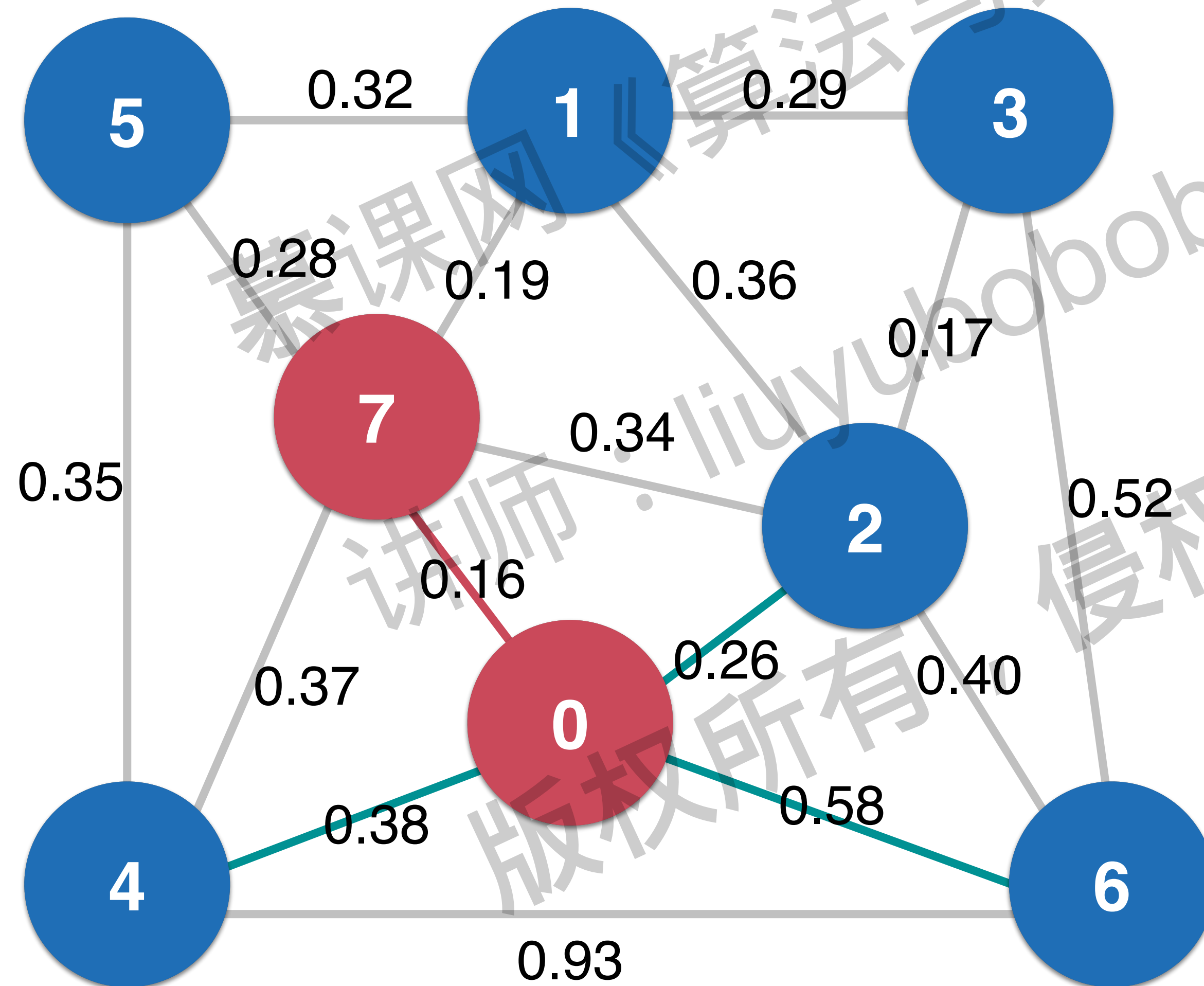
4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28



# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

~~0 - 7 : 0.16~~

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

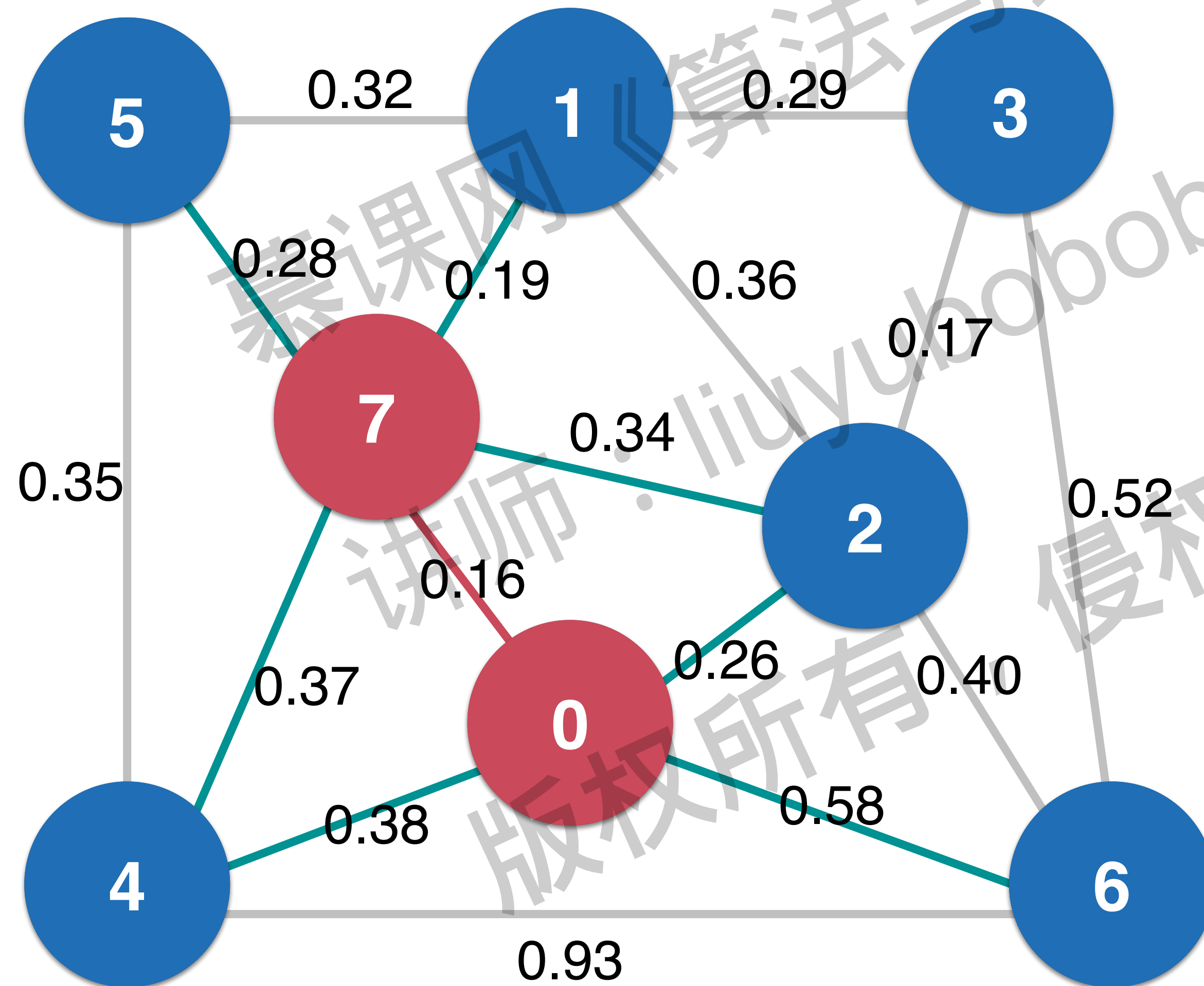
4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28



# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

~~0 - 7 : 0.16~~

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

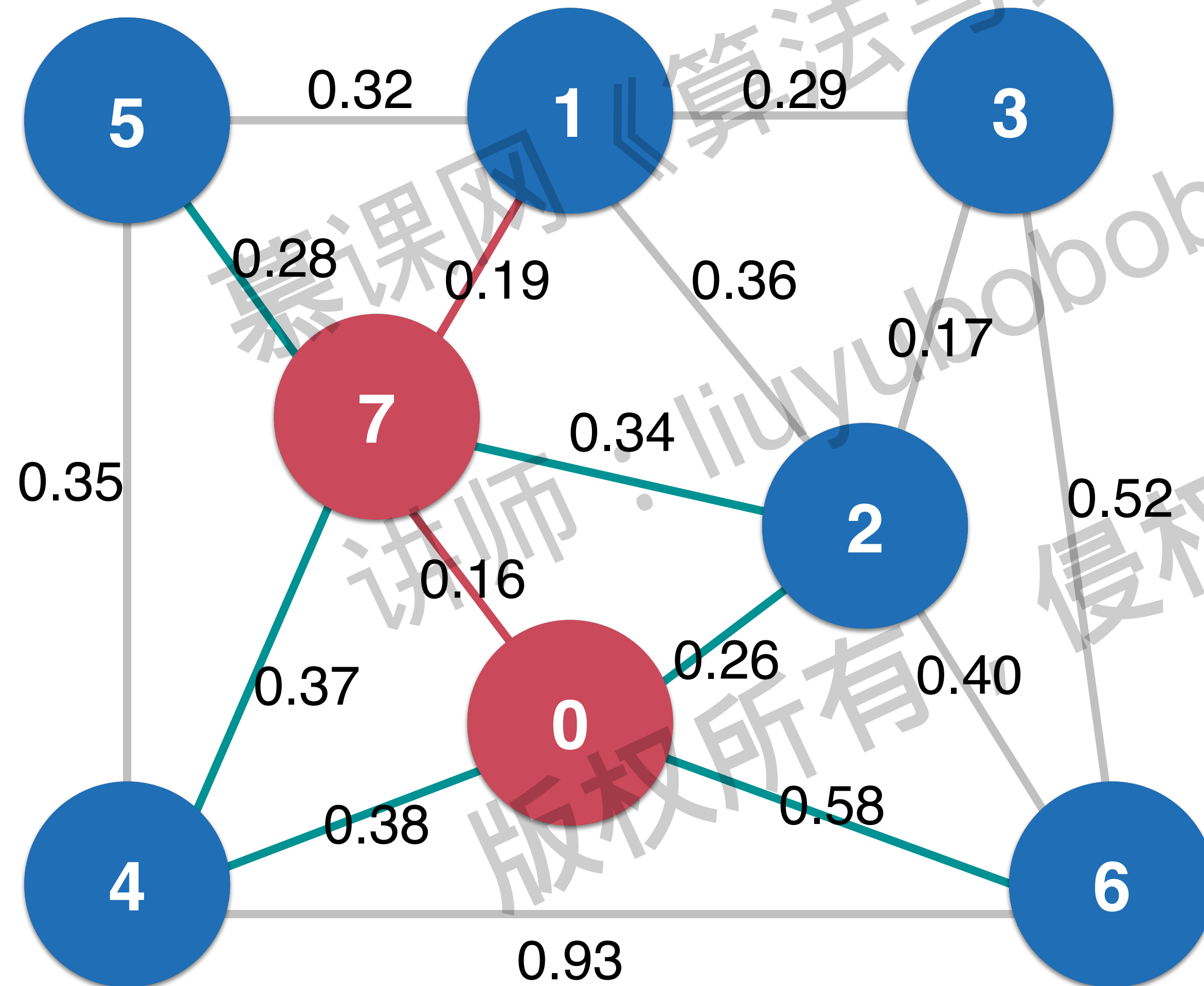
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

~~0 - 1 : 0.16~~

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

~~1 - 7 : 0.19~~

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

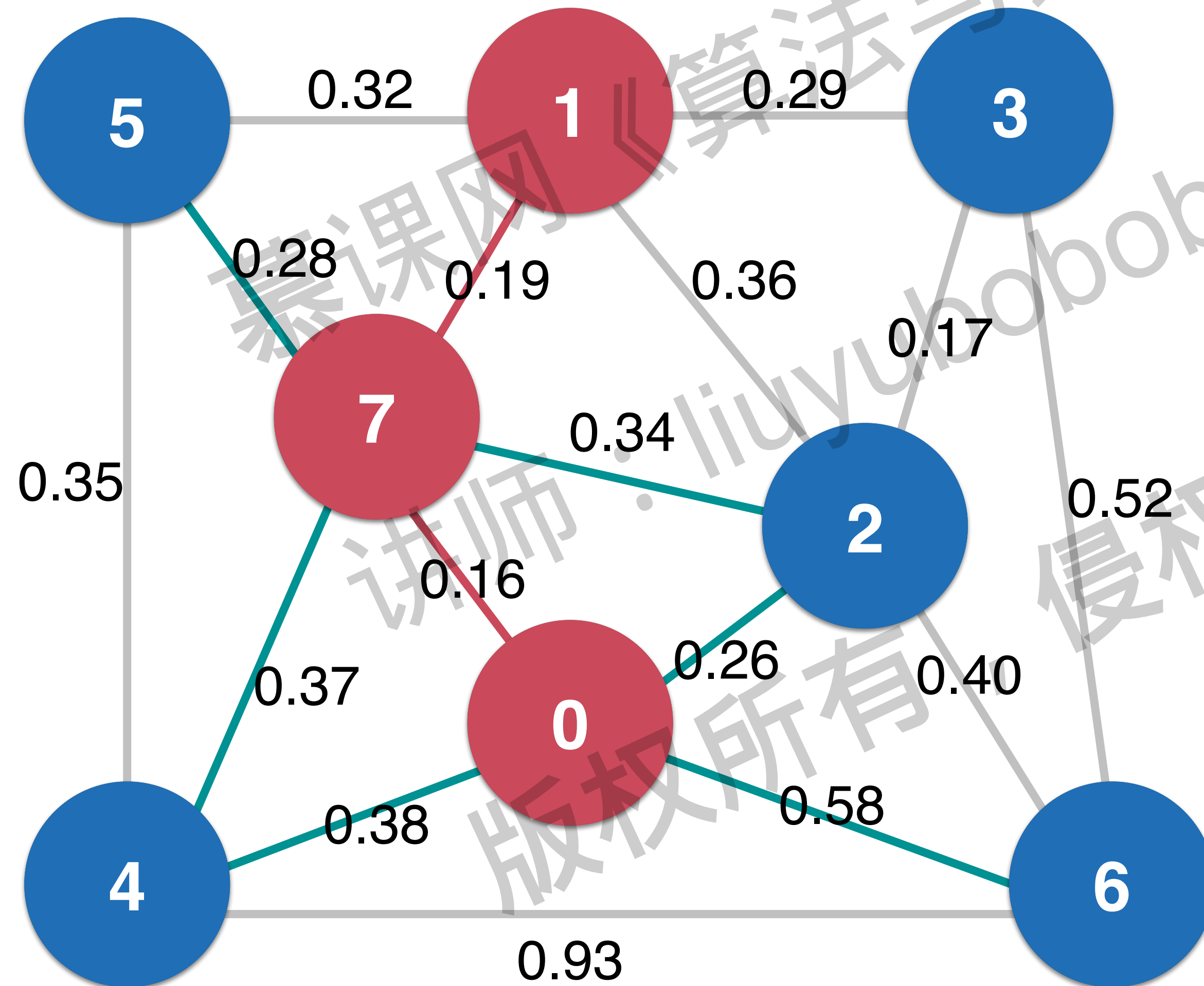
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

~~0 - 7 : 0.16~~

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

~~1 - 7 : 0.19~~

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

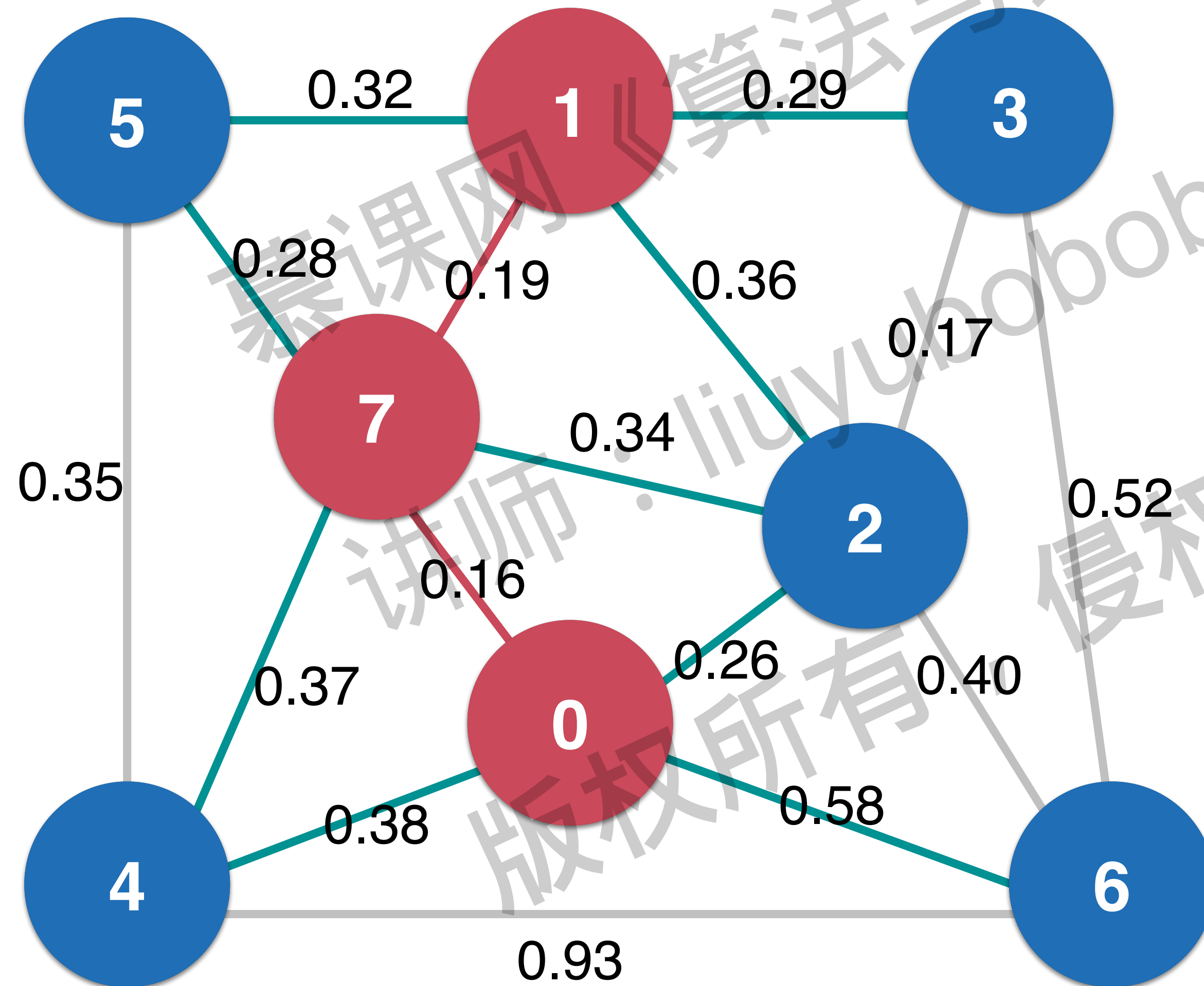
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

~~0 - 7 : 0.16~~

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

~~1 - 7 : 0.19~~

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

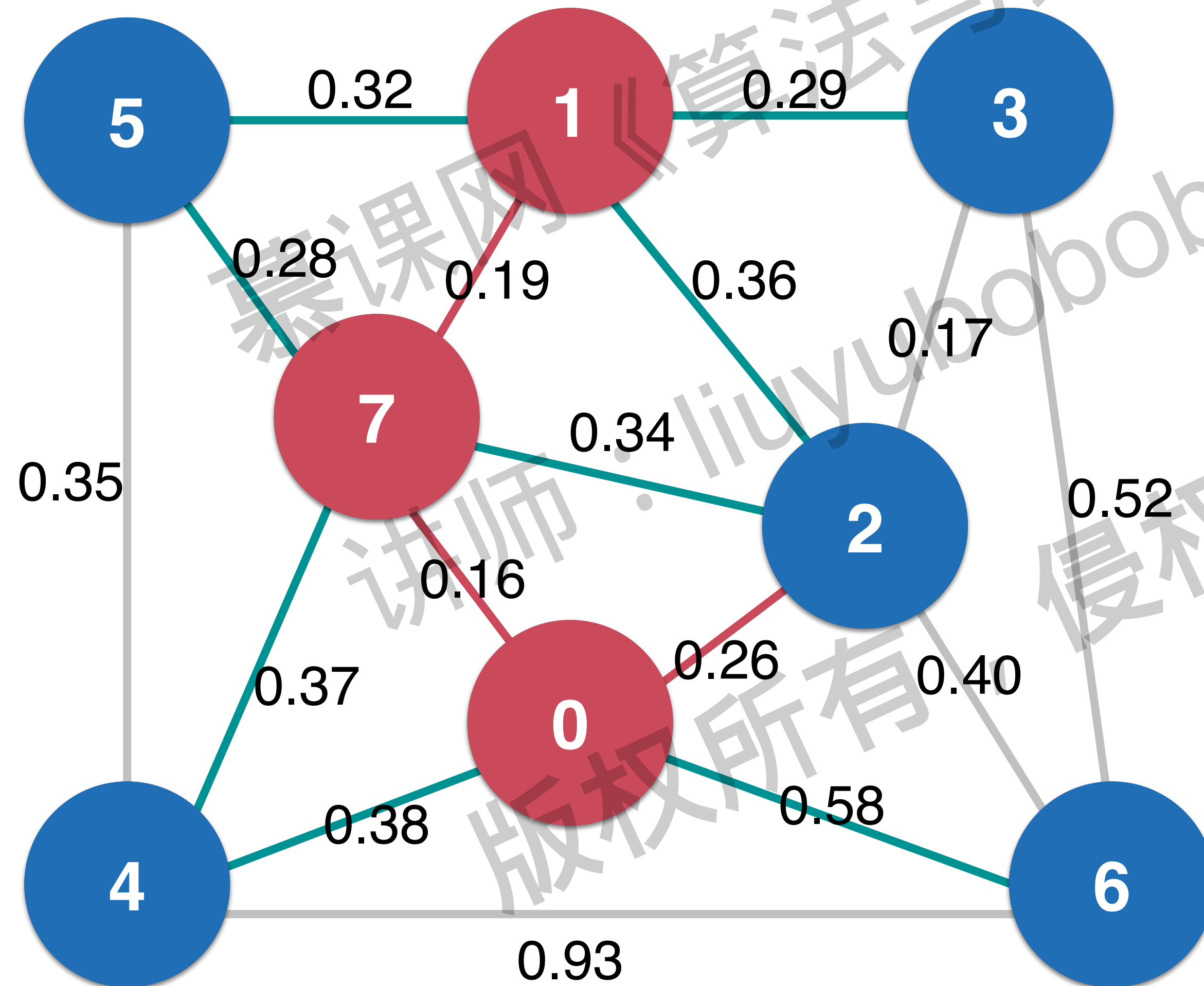
4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28



# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

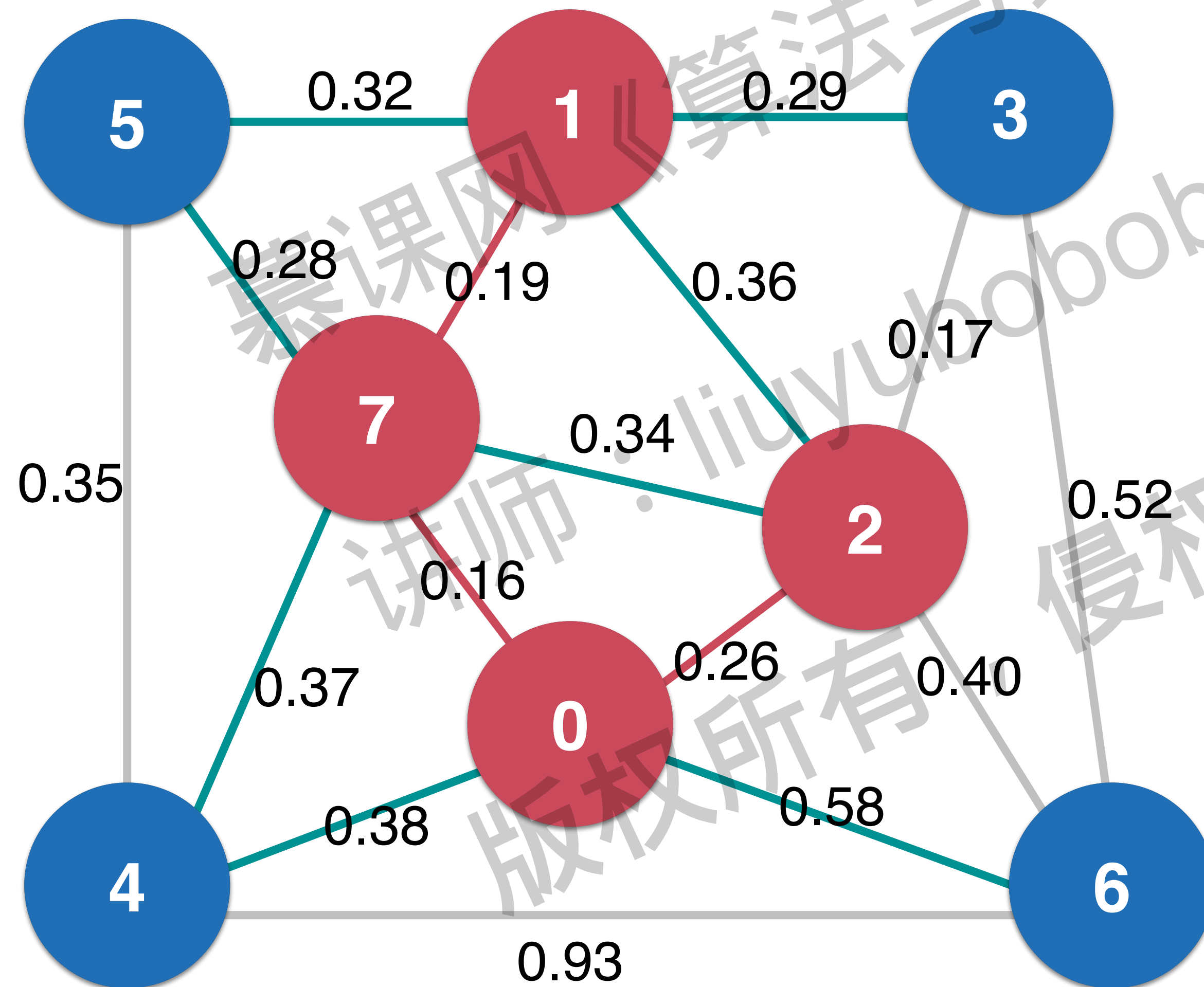
4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28



# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

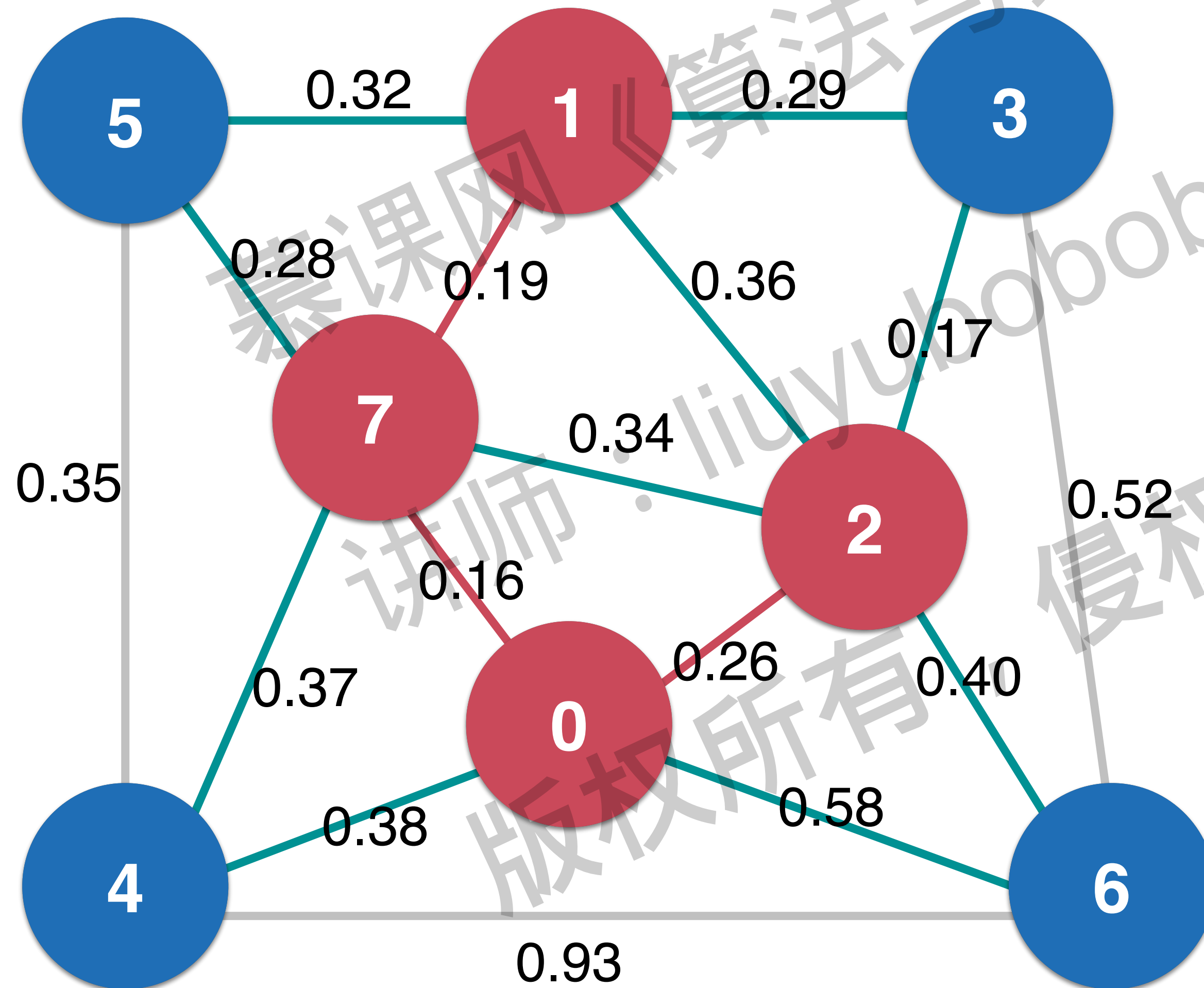
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

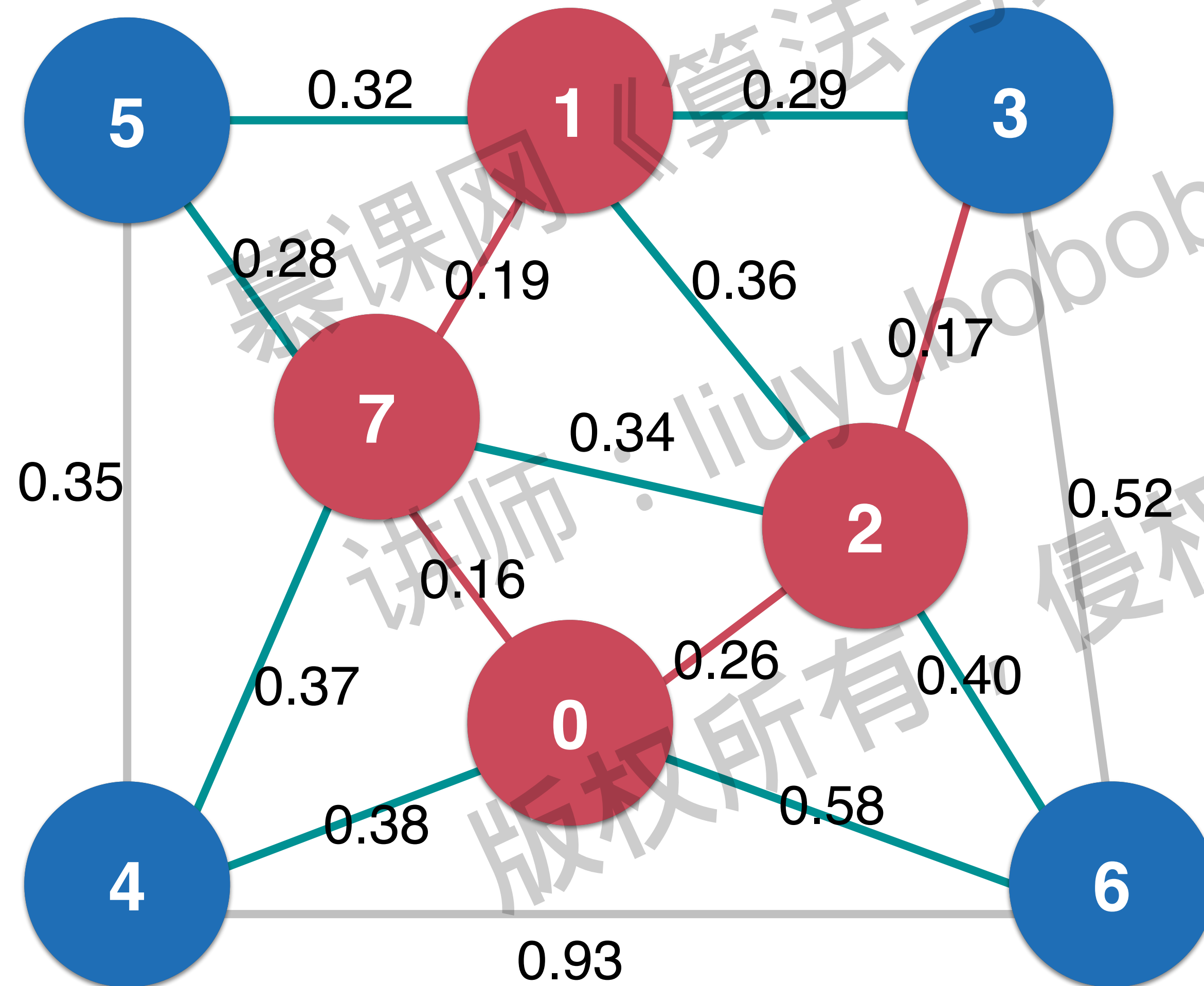
1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

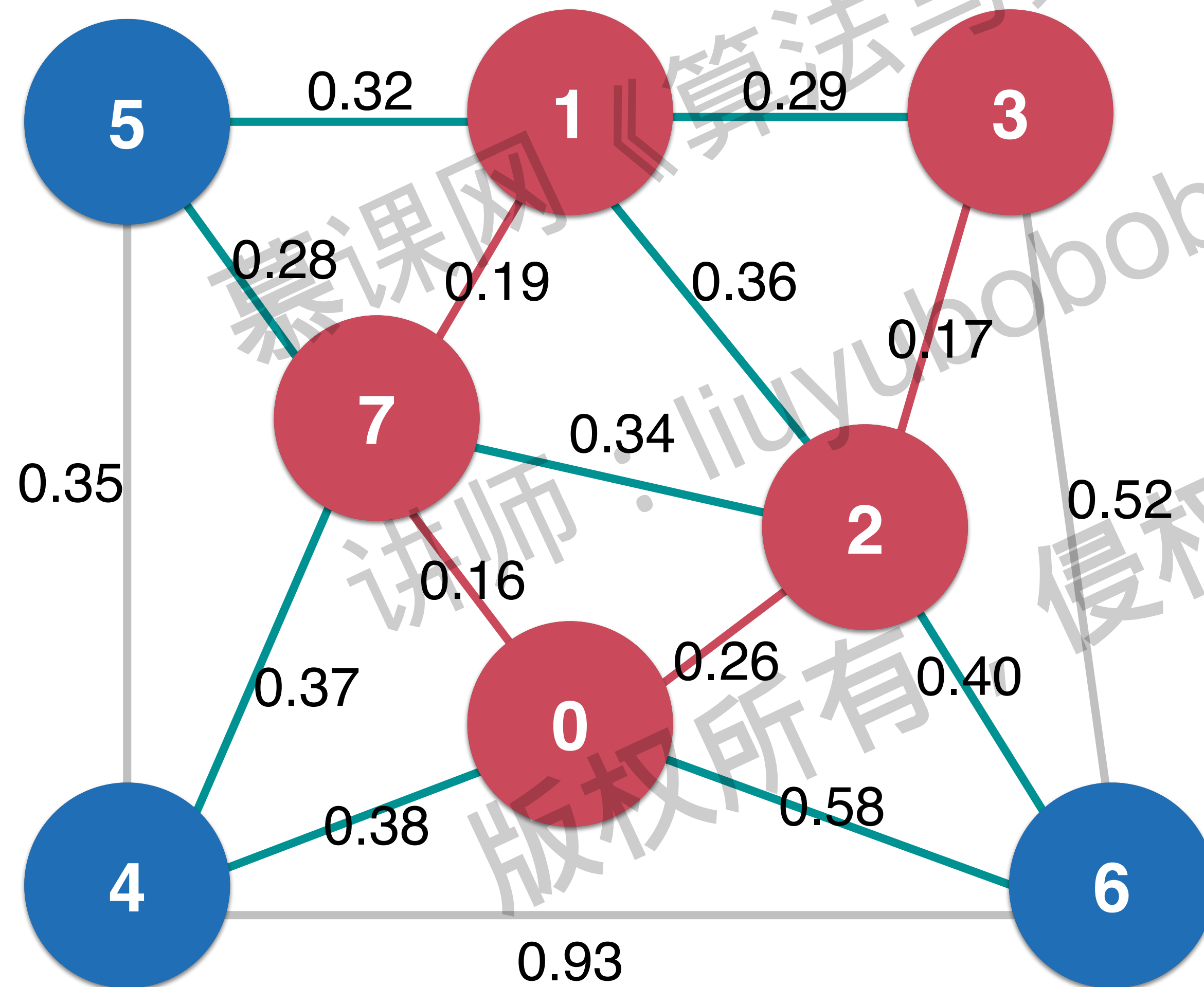
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

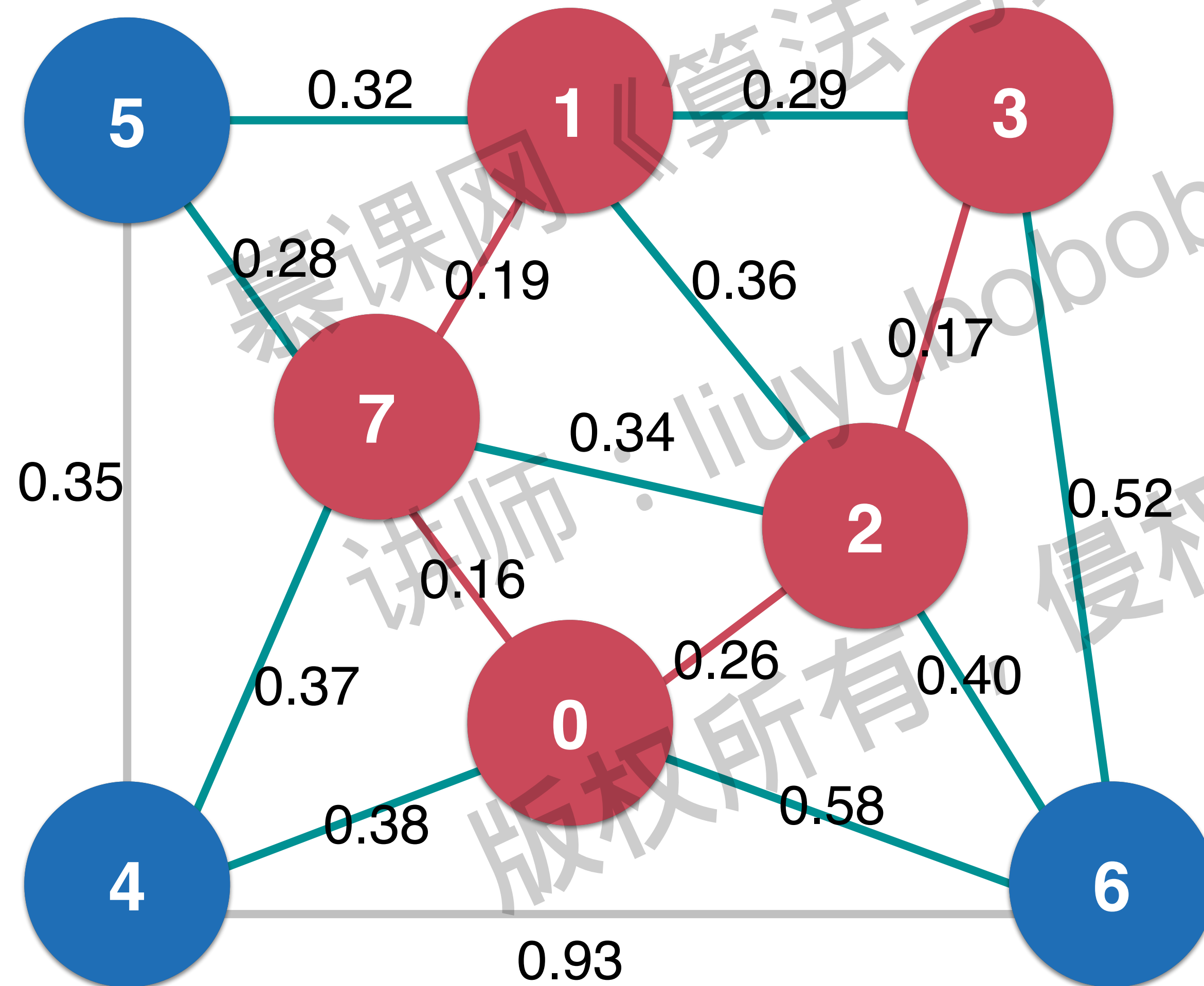
4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28



# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

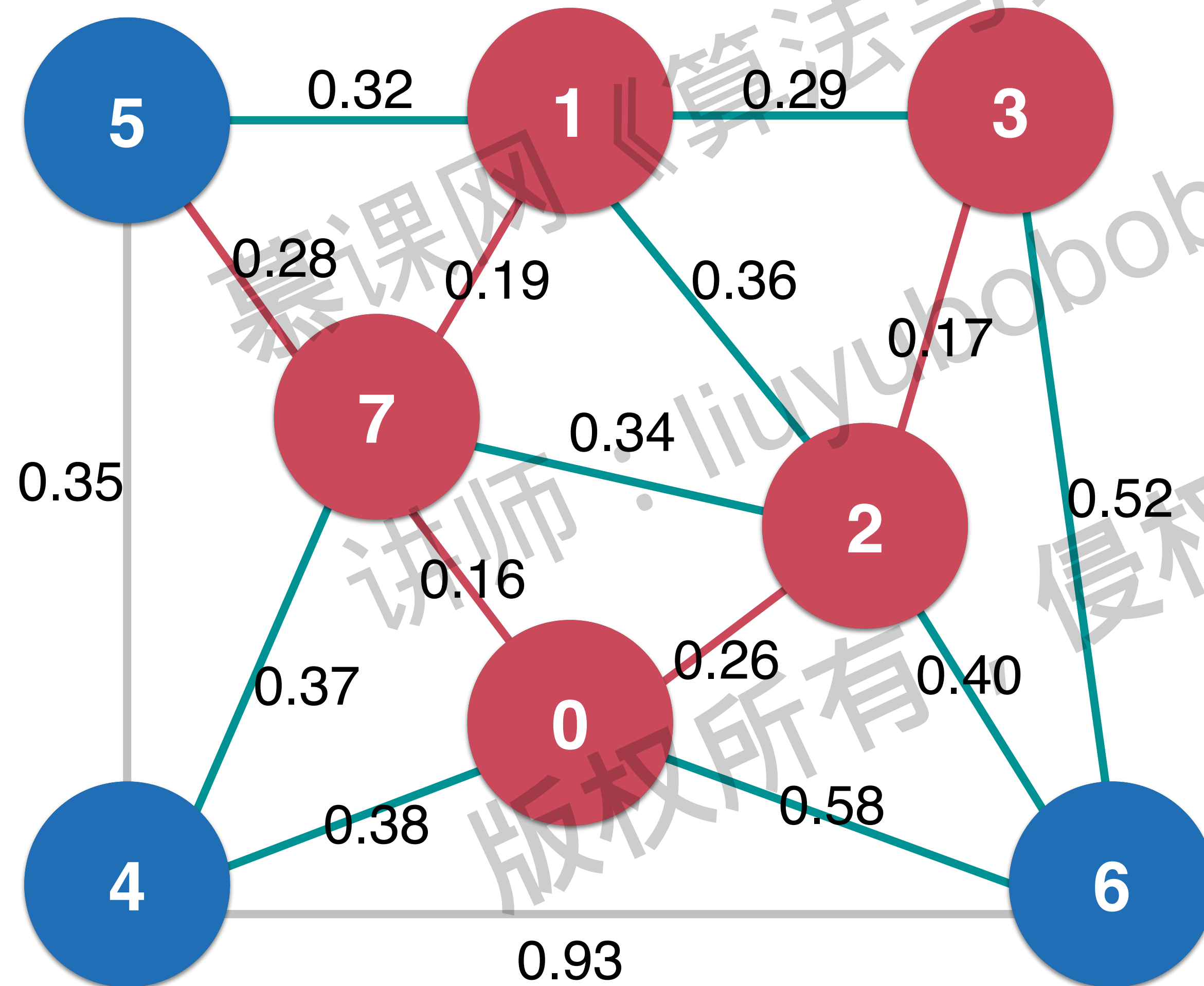
4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28



# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

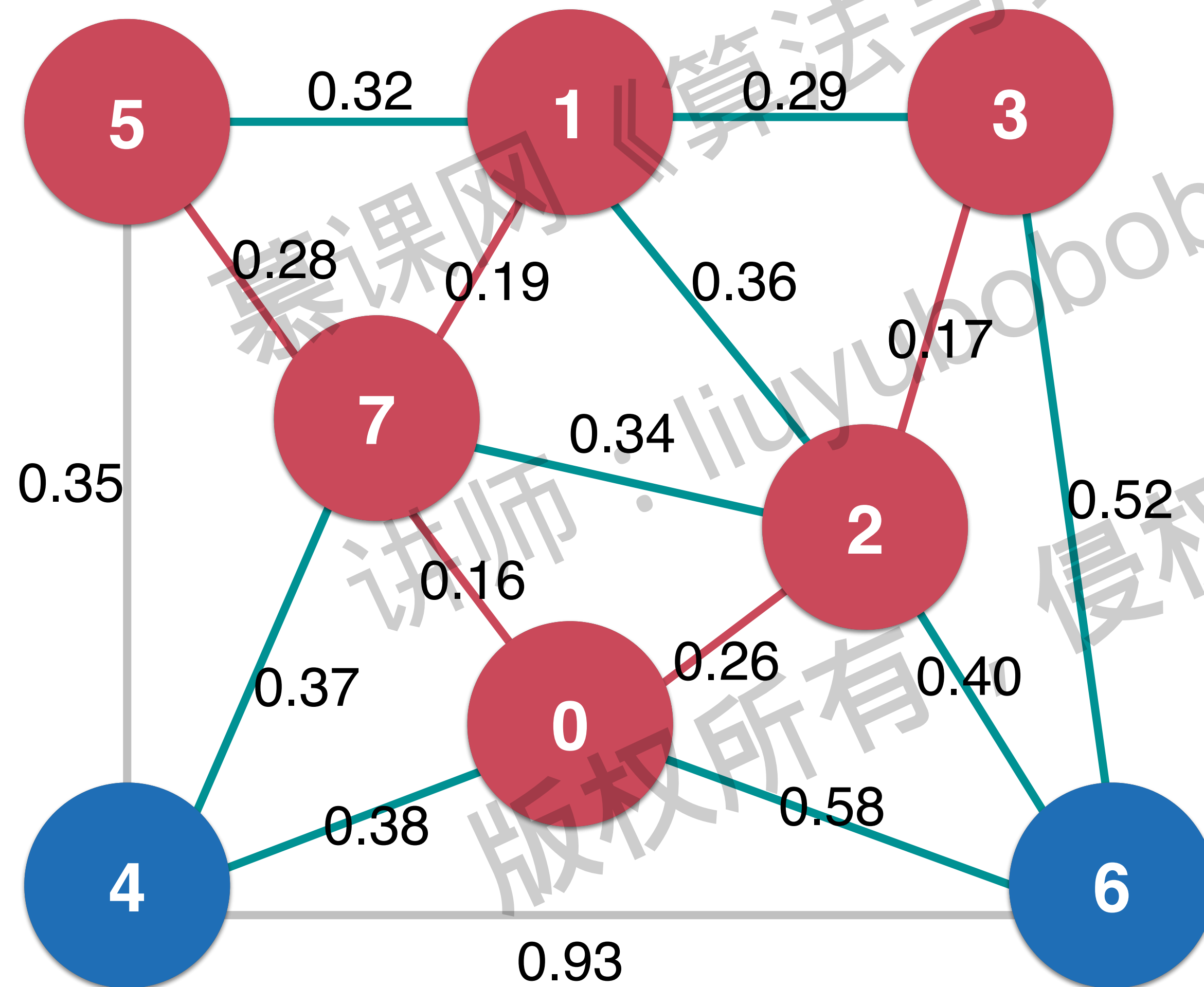
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

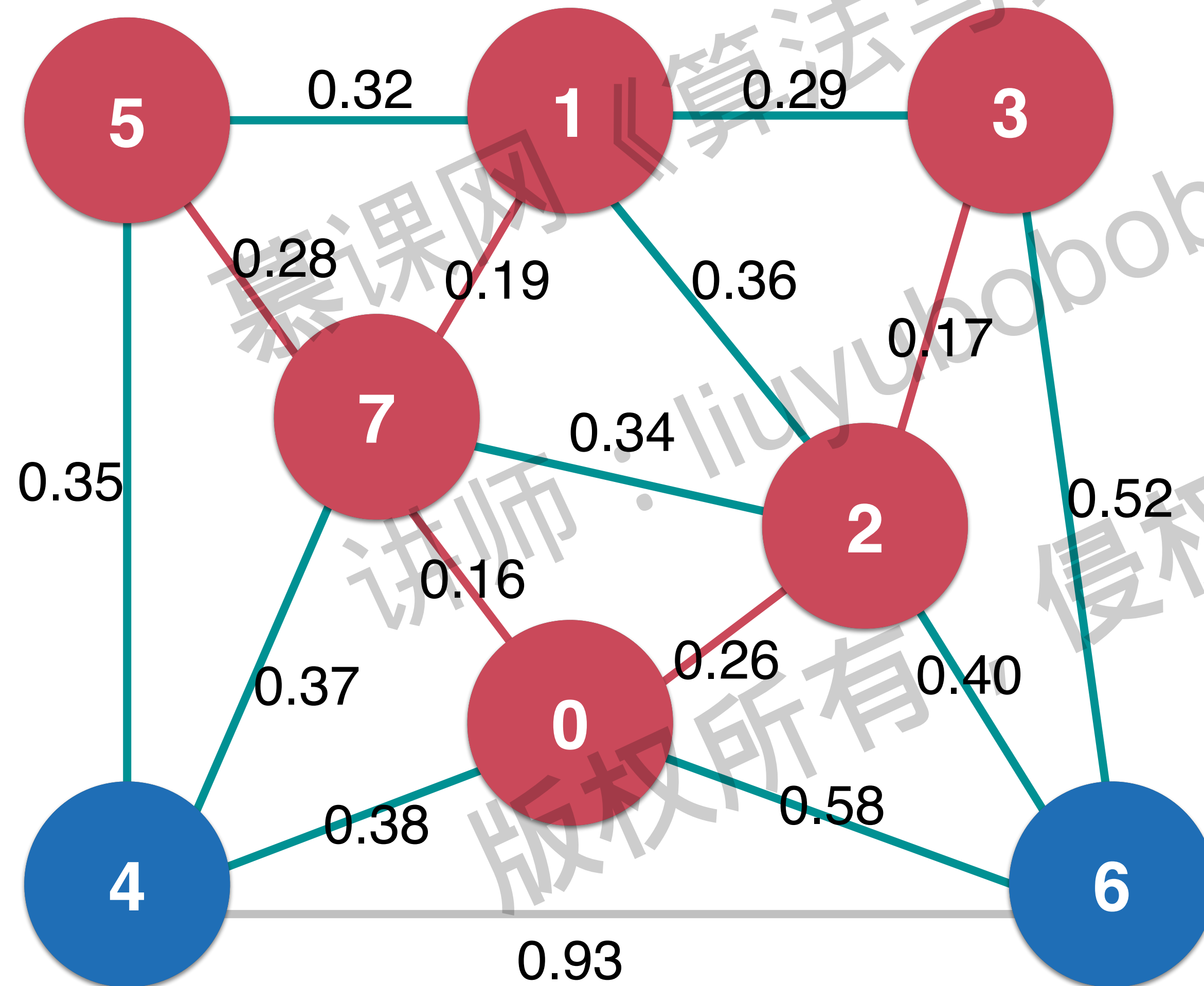
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

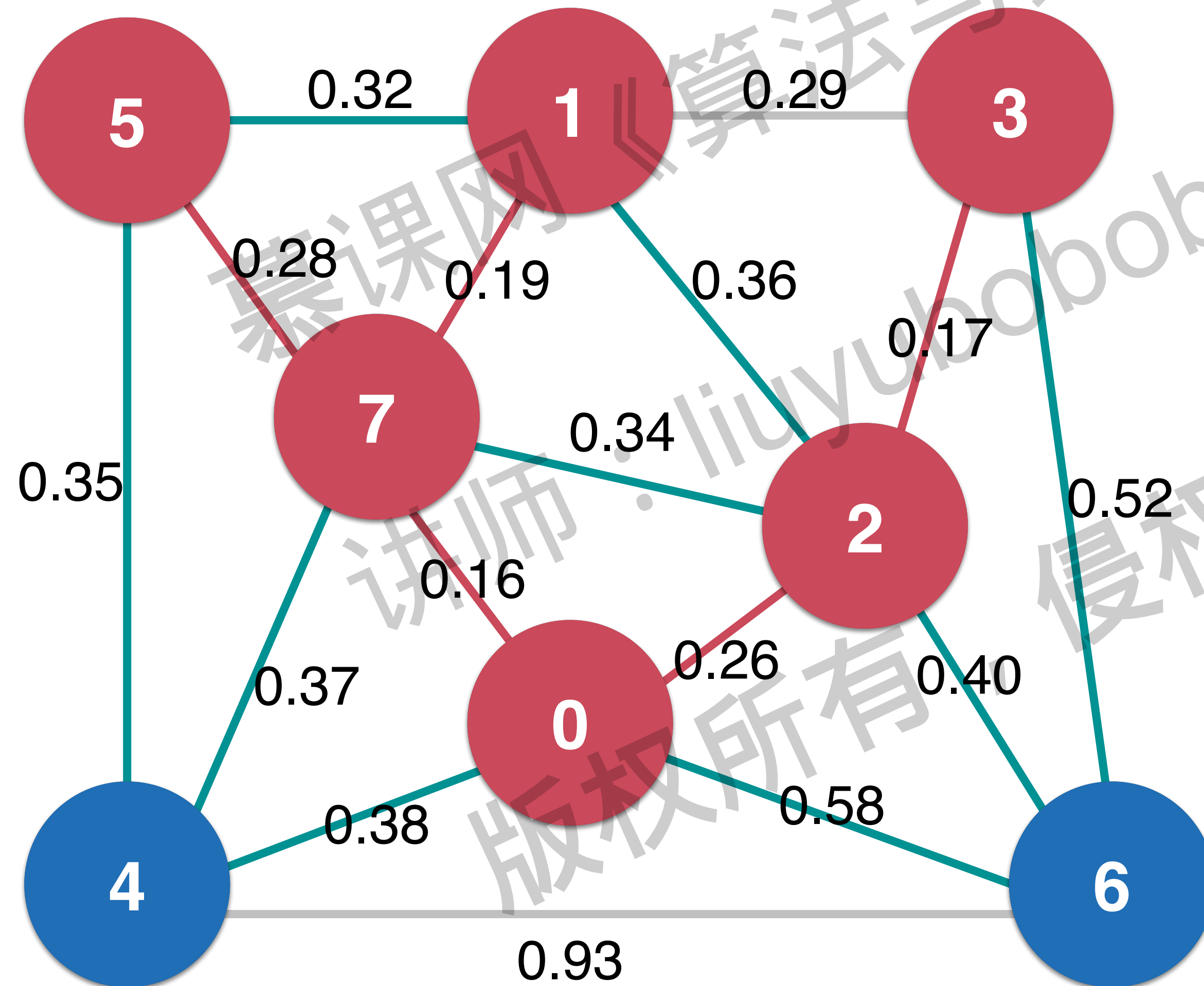
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

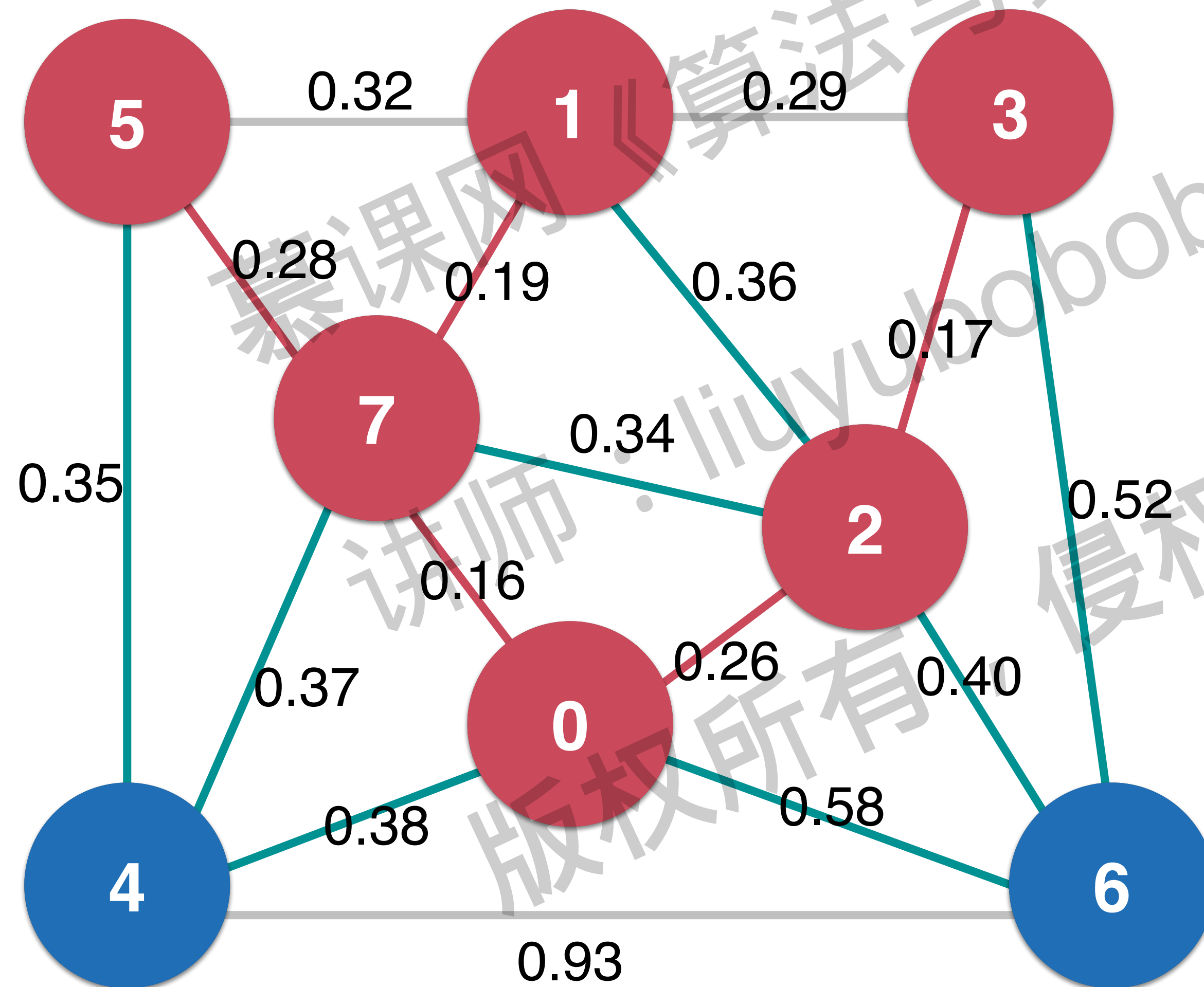
4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28



# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

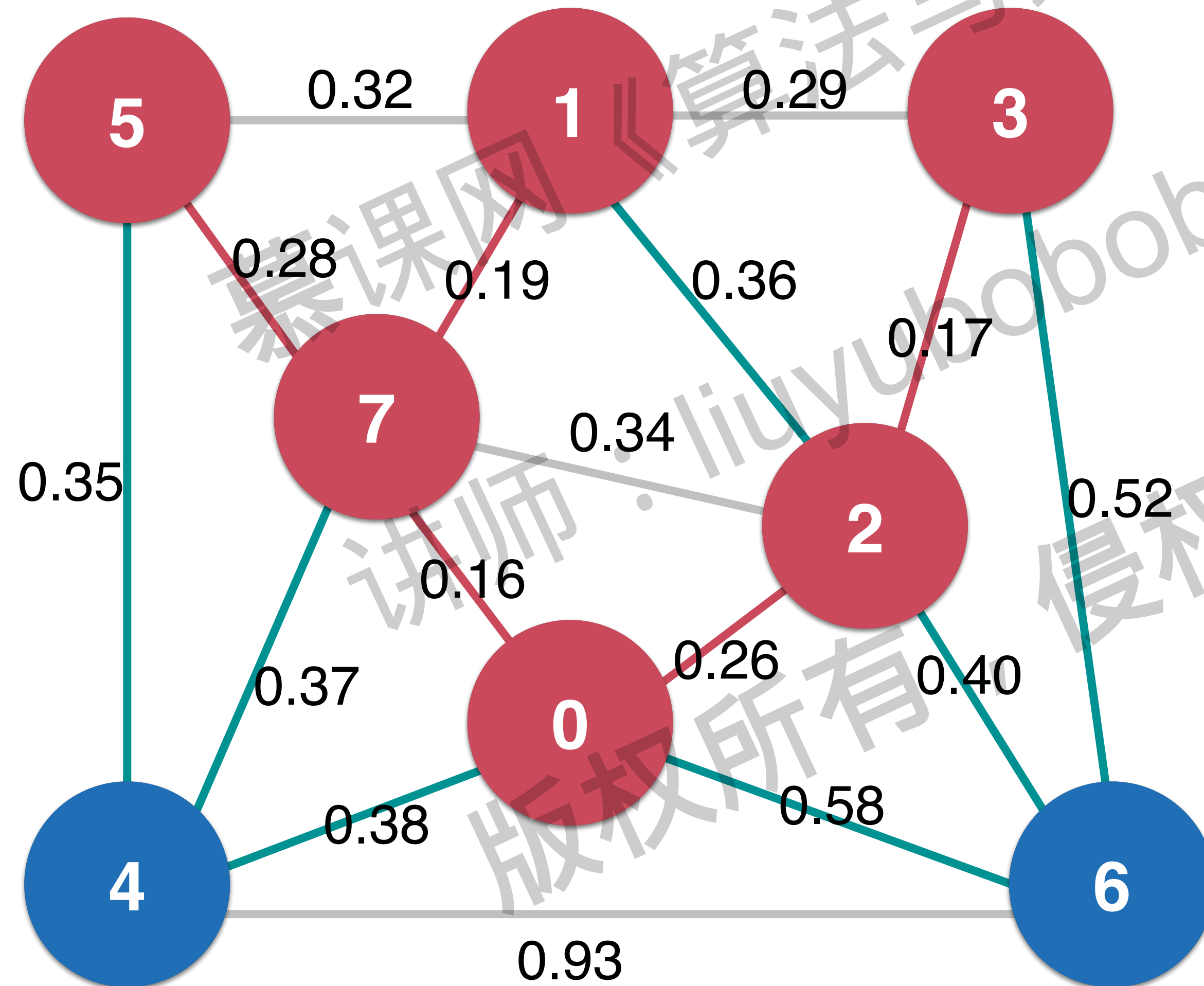
4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28



# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

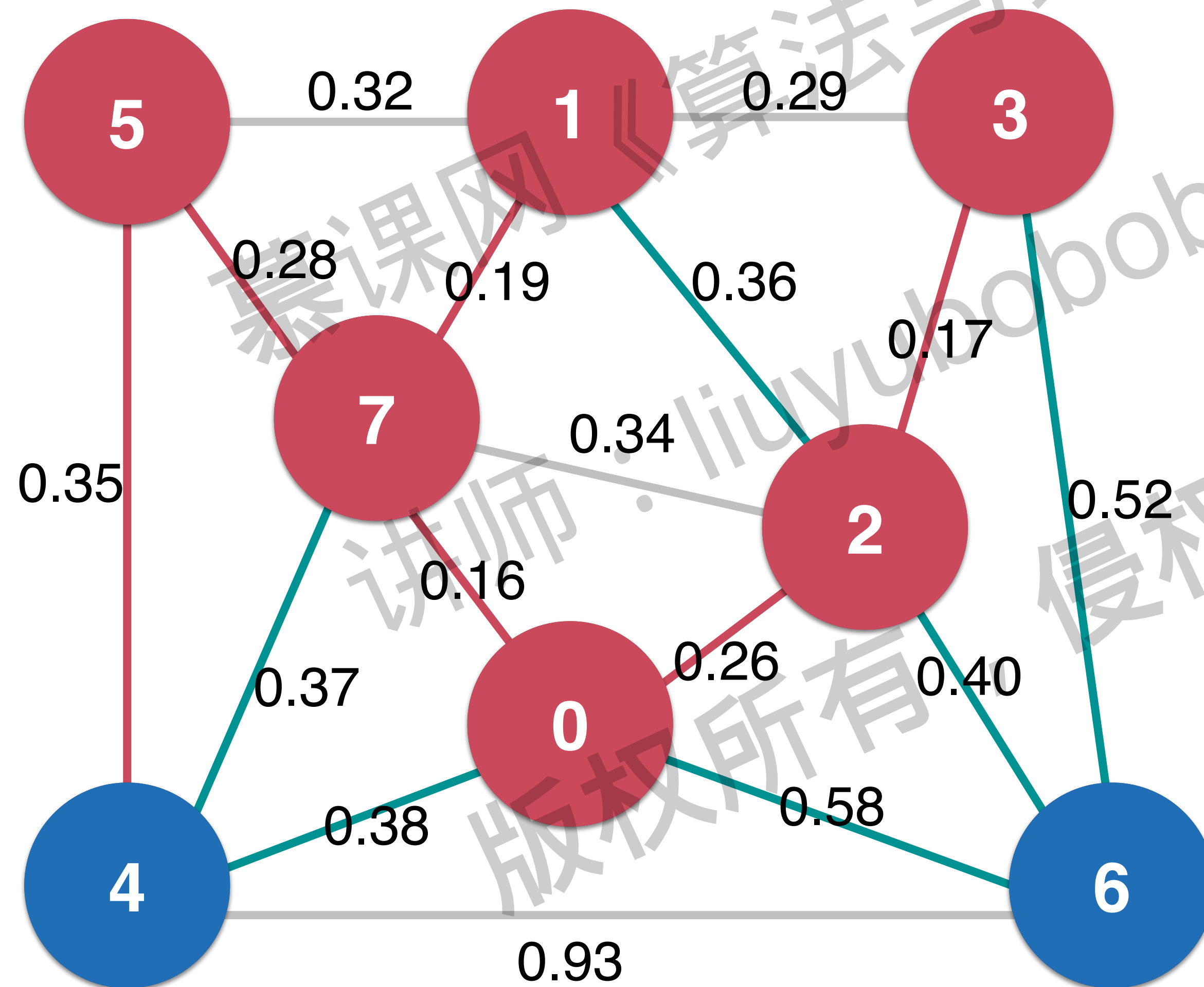
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

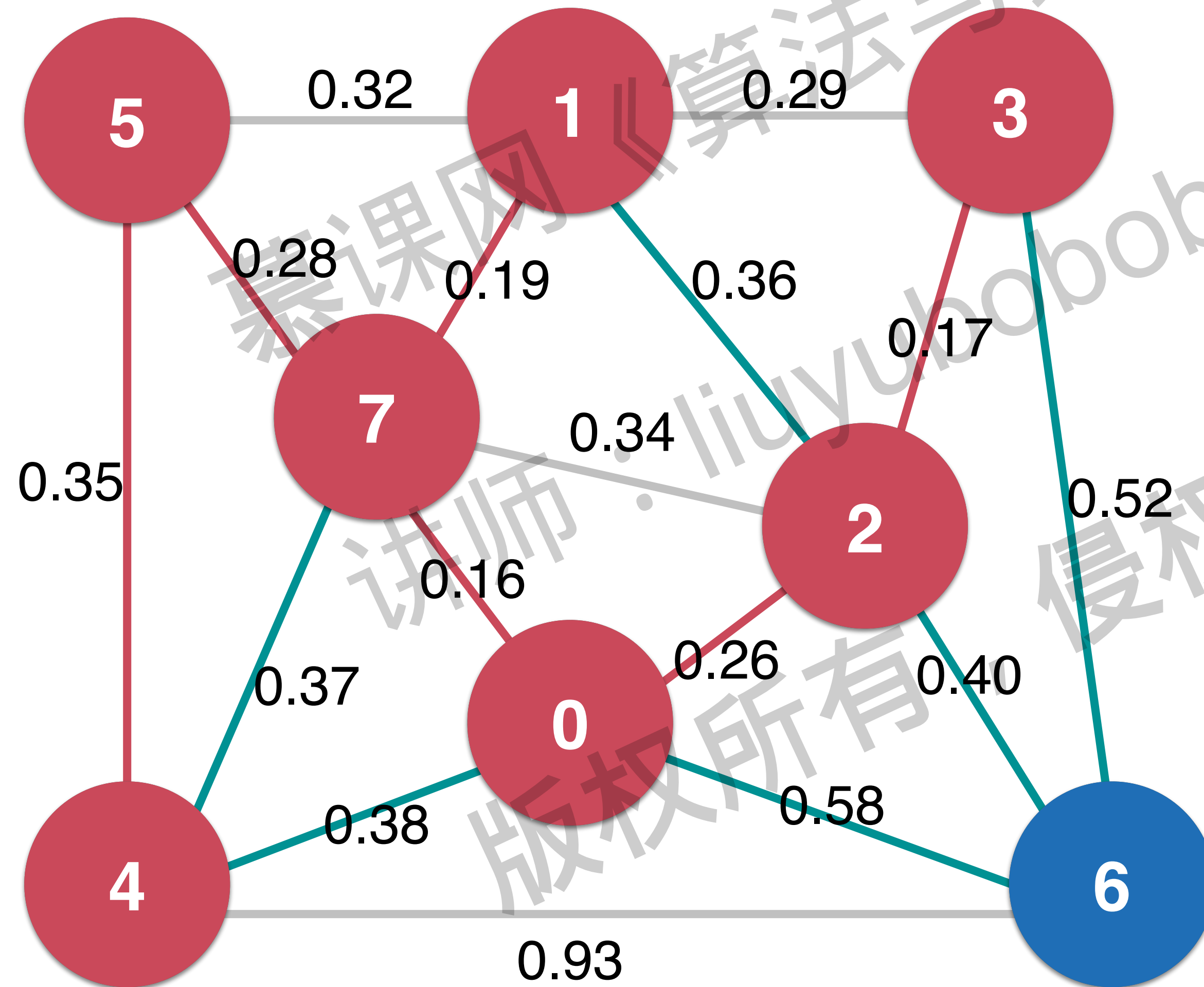
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

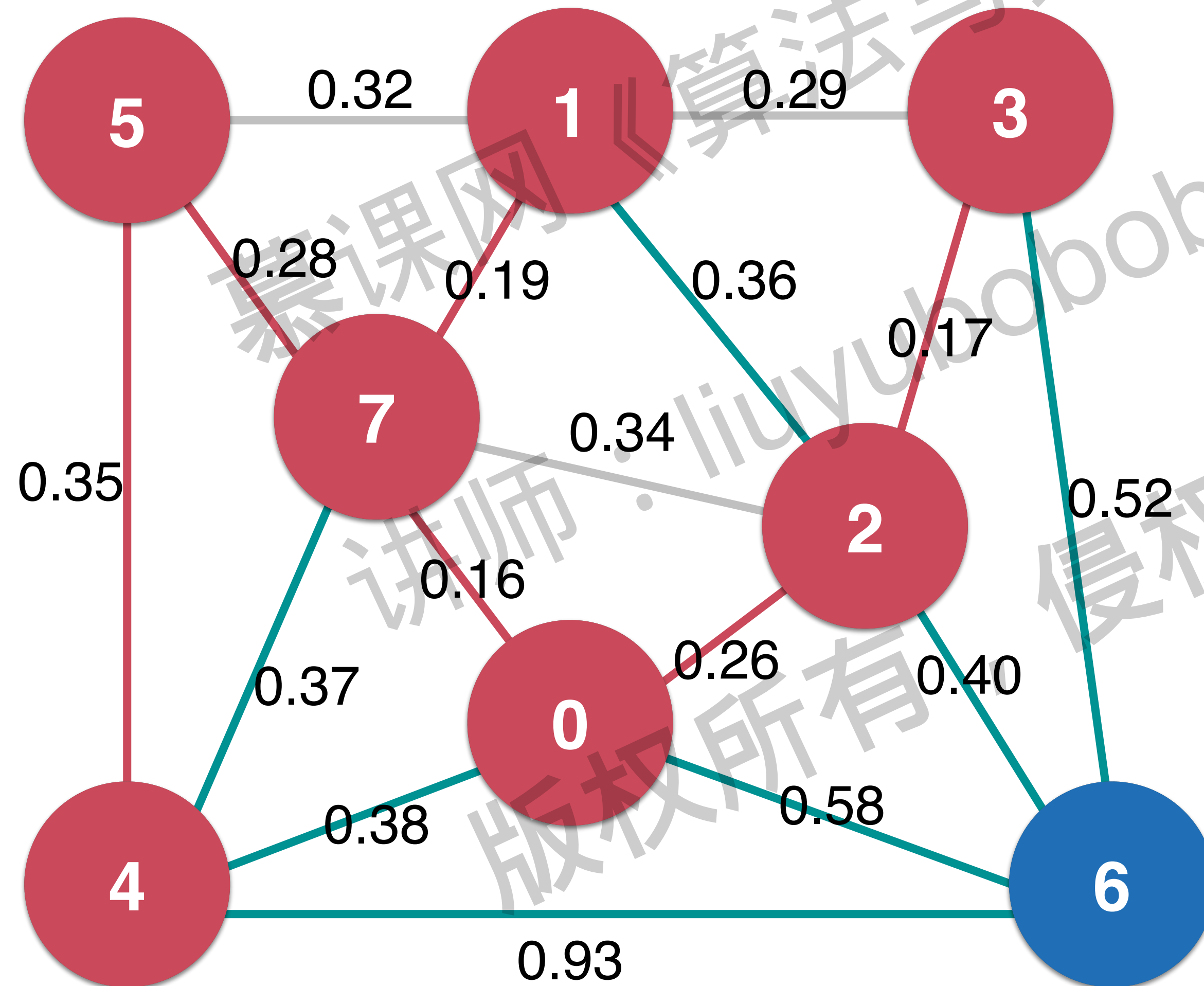
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

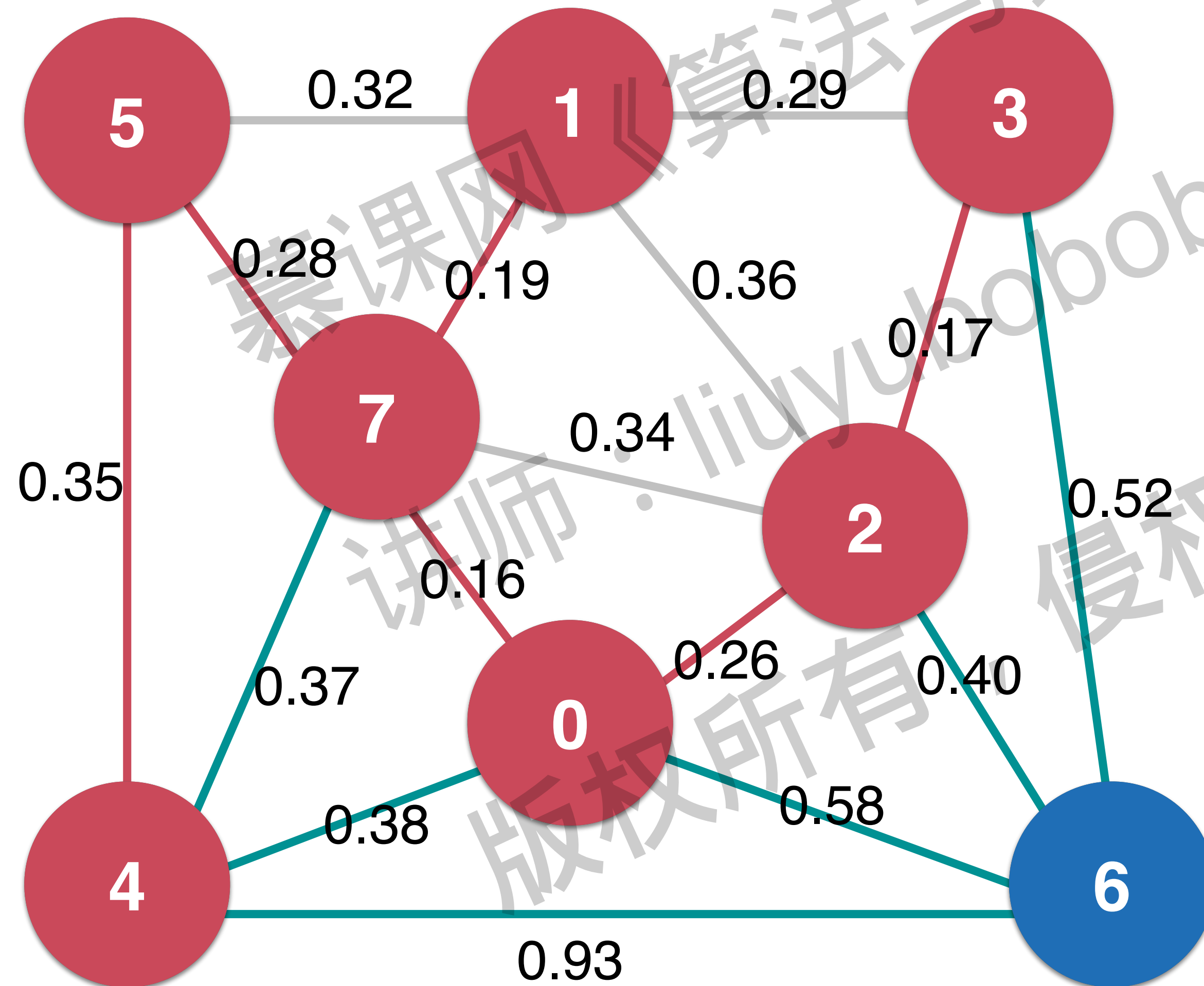
4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28



# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

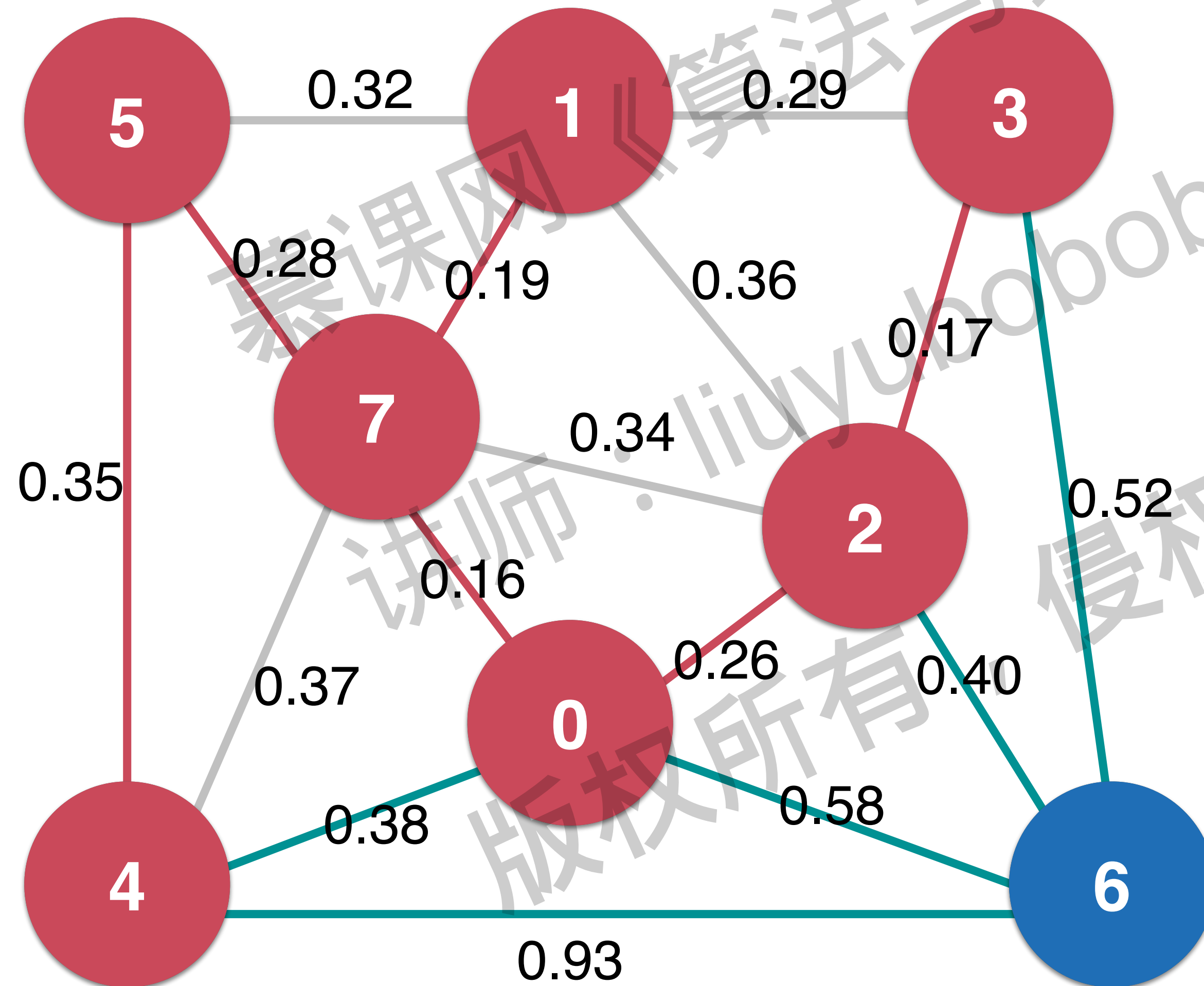
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

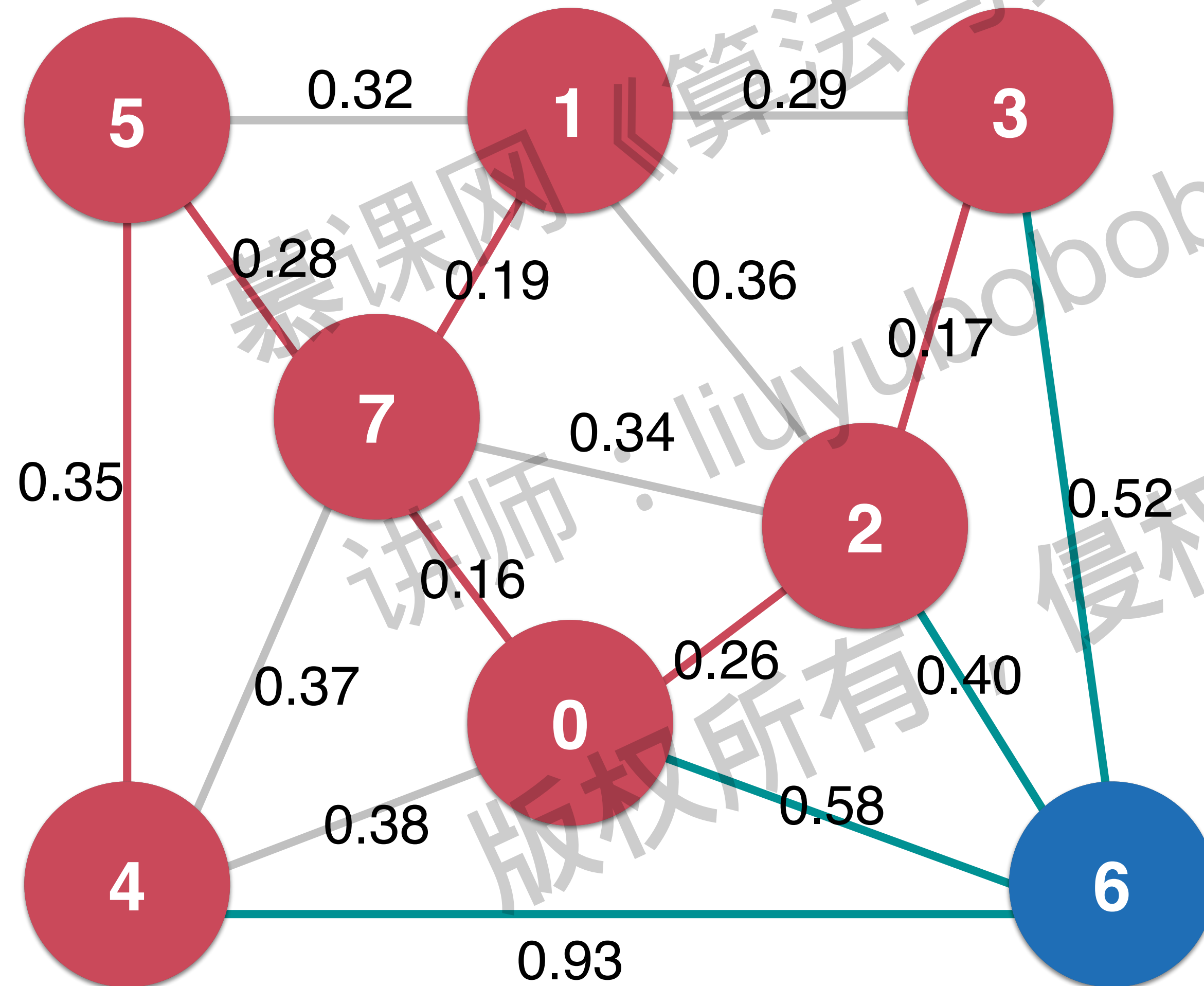
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

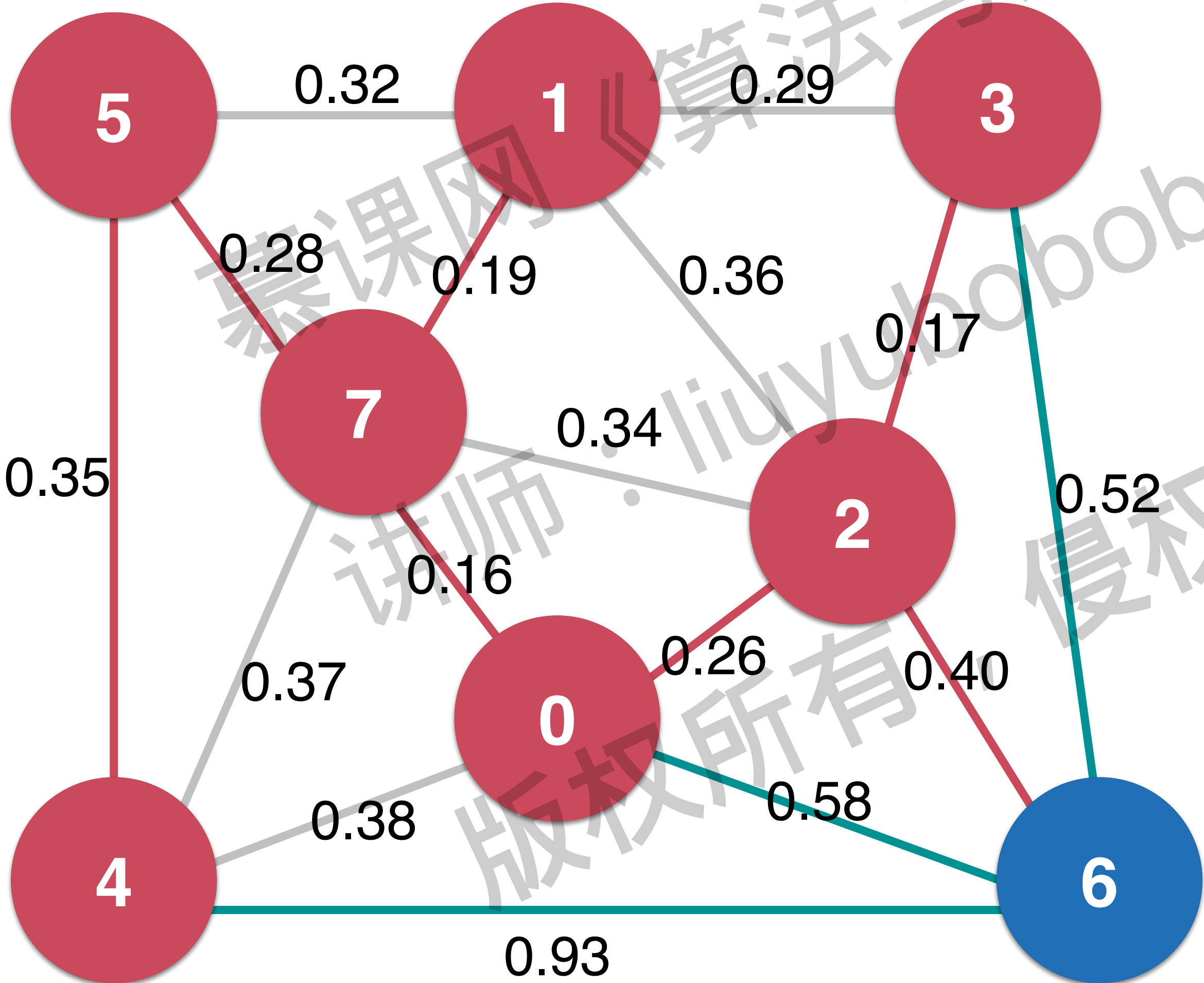
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

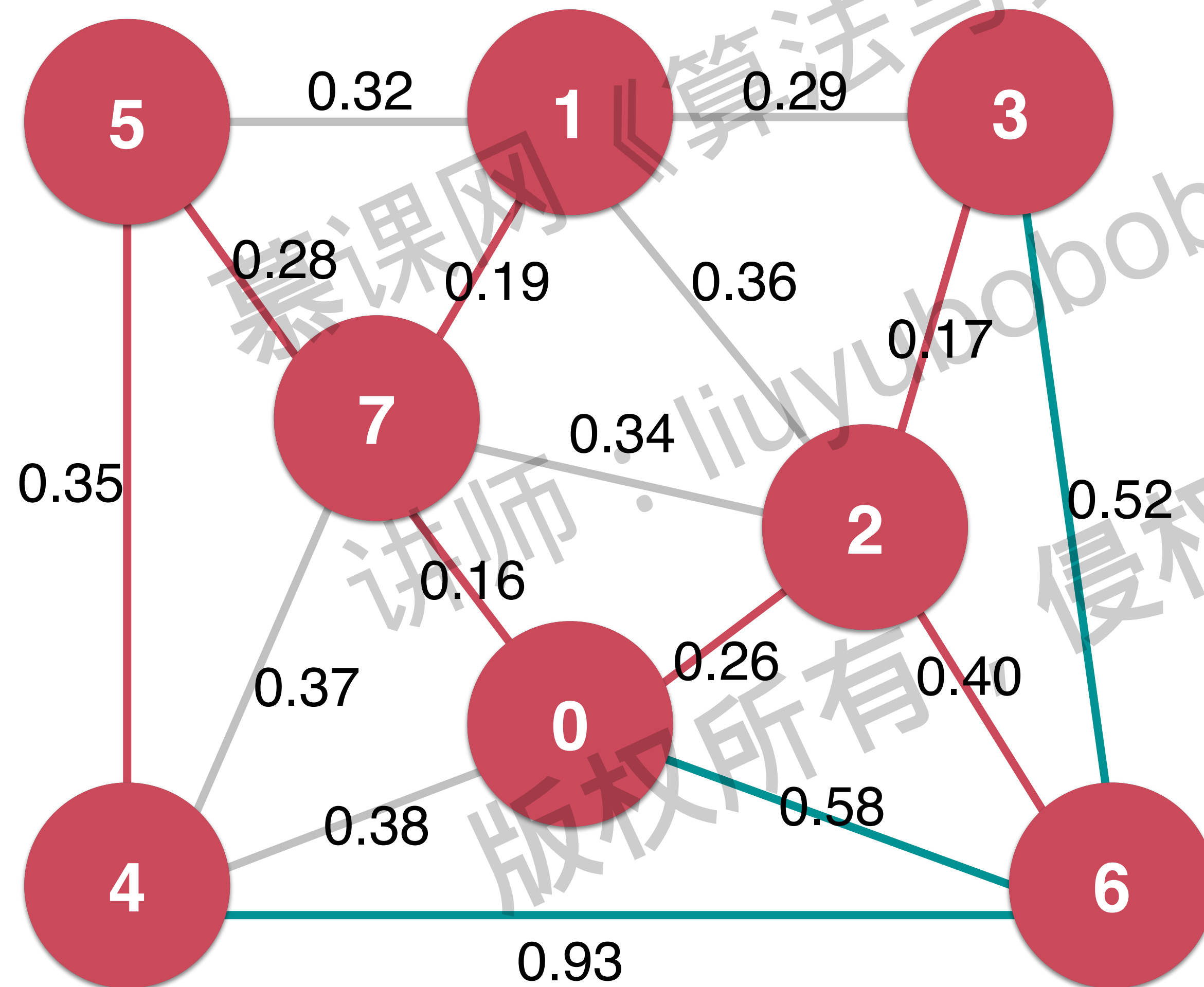
4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

$$5 - 7 : 0.28$$



# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

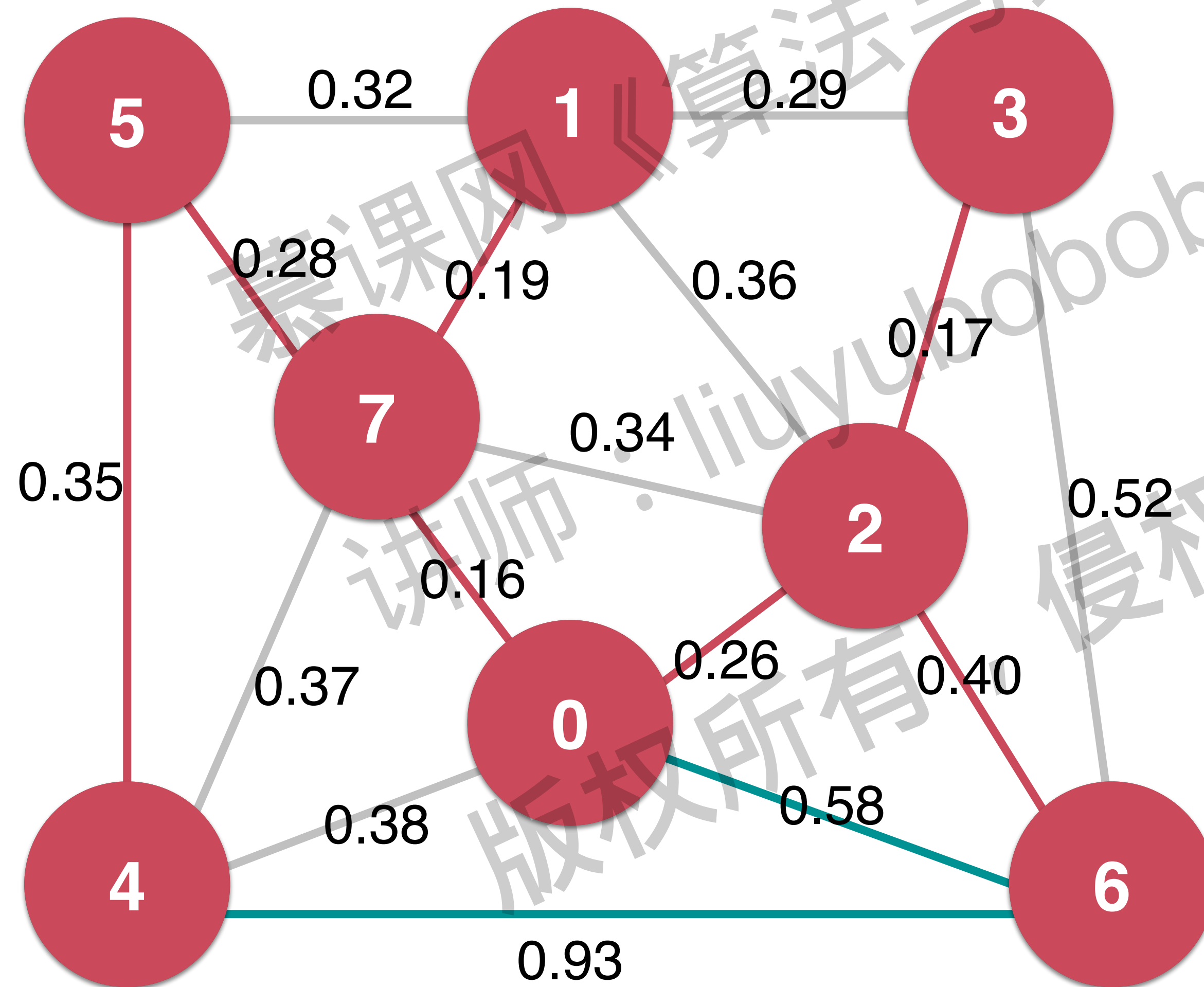
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

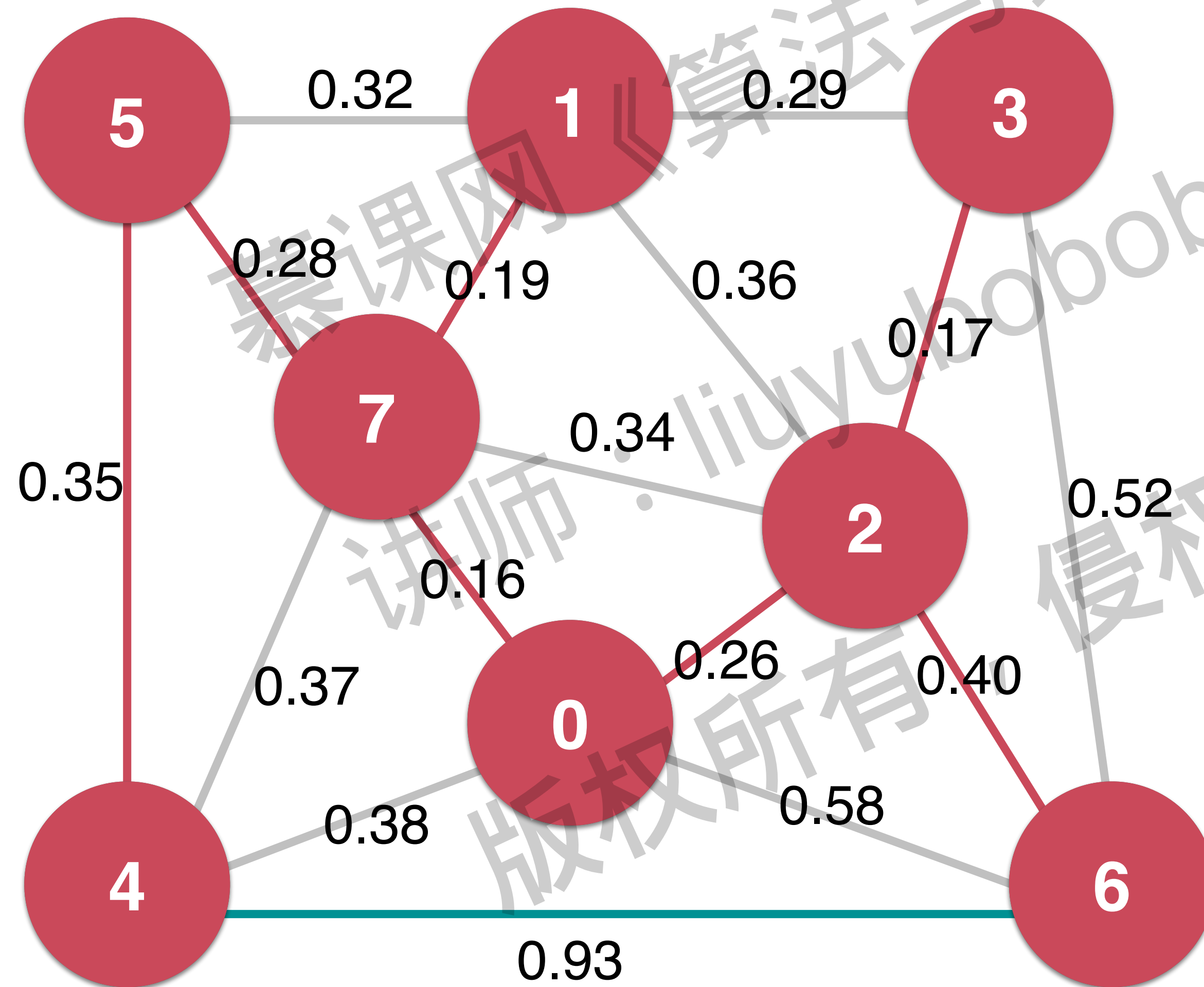
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

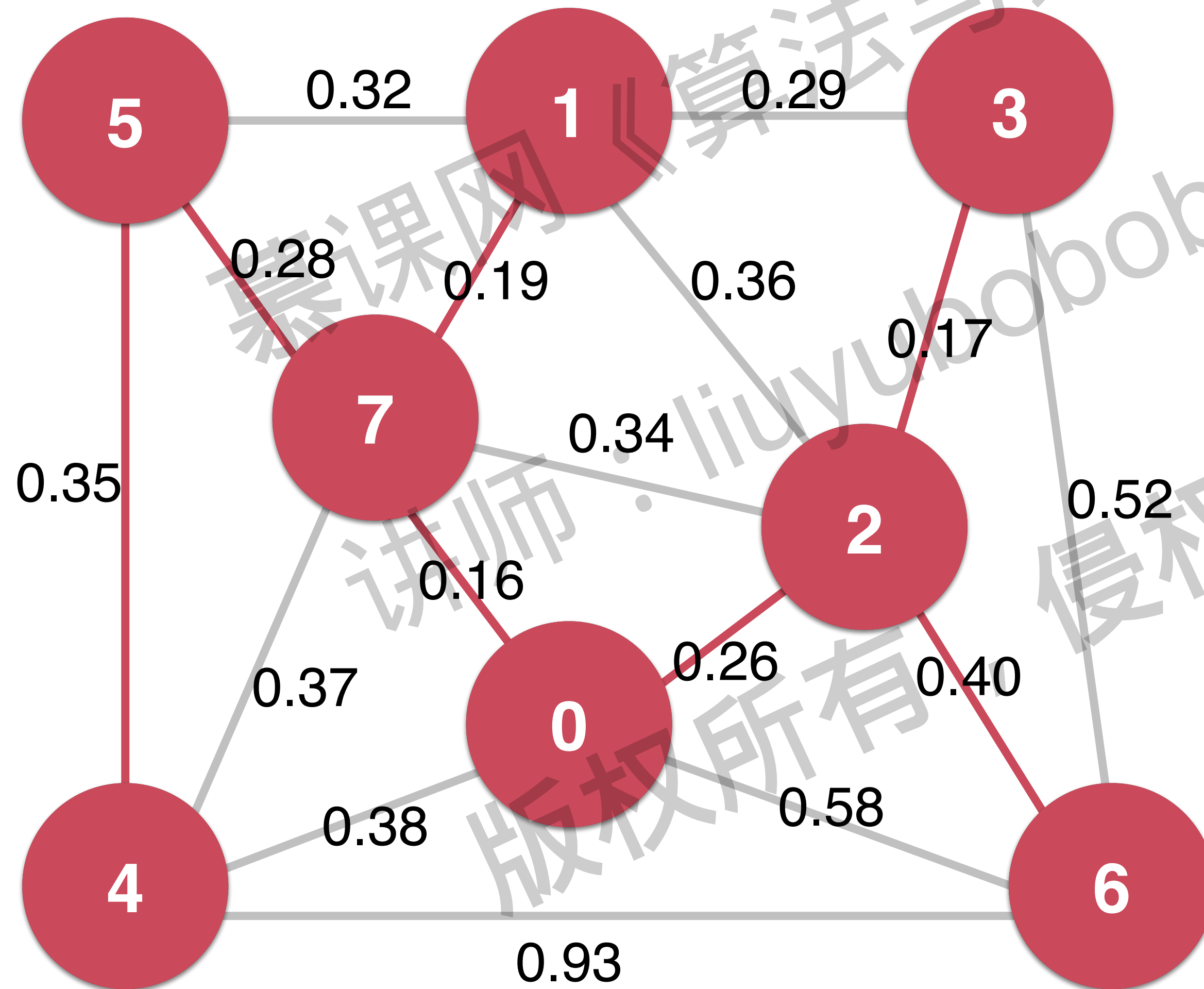
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

# Lazy Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28



慕课网《算法与数据结构》

# 操作：实现 Lazy Prim

讲师：liuryubobobo

版权所有，侵权必究

慕课网《算法与数据结构》  
讲师：liuyubobobo  
版权所有，侵权必究

Lazy Prim 的时间复杂度  $O(E \log E)$

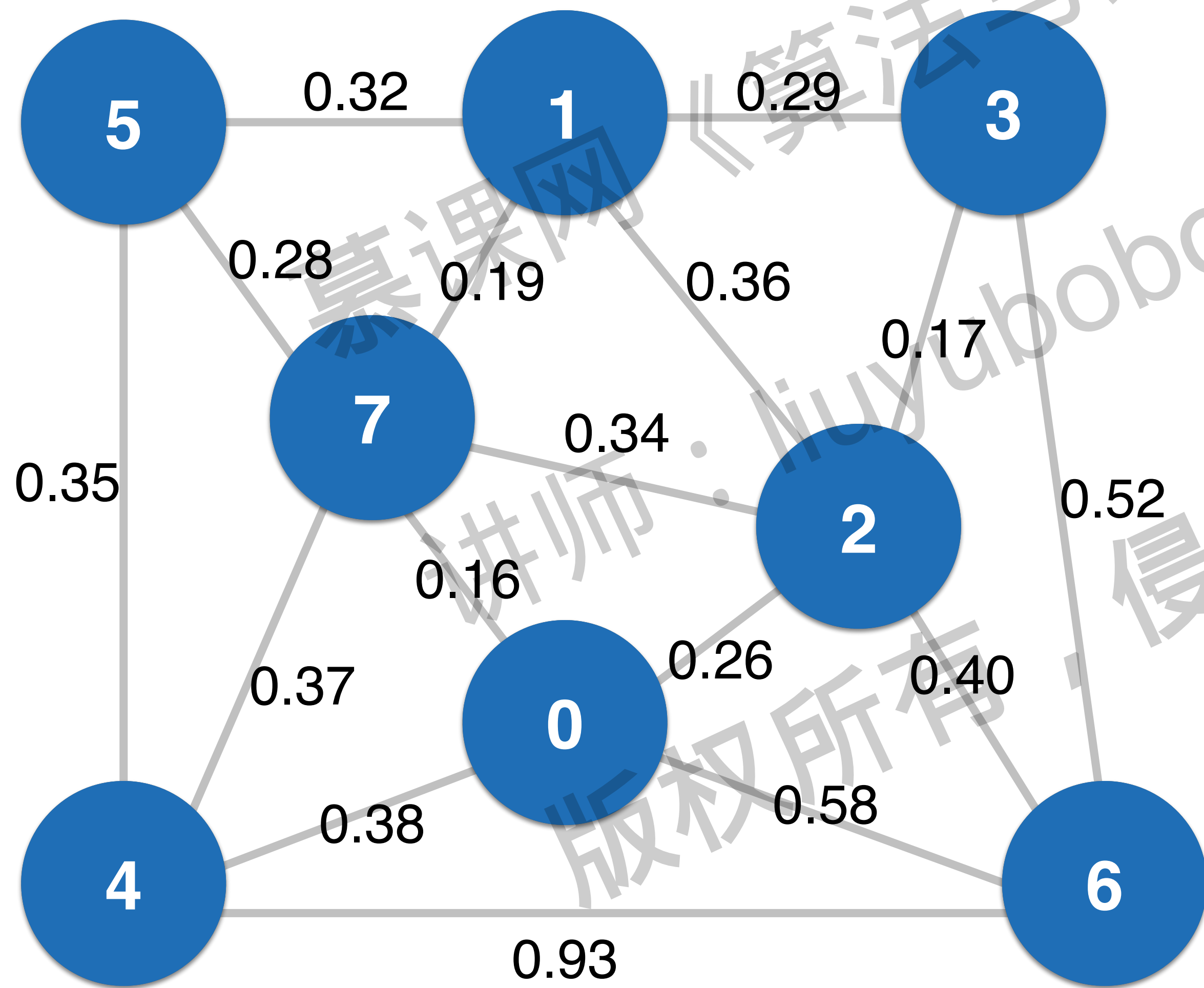
慕课网《算法与数据结构》

Prim  $O(E \log V)$

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

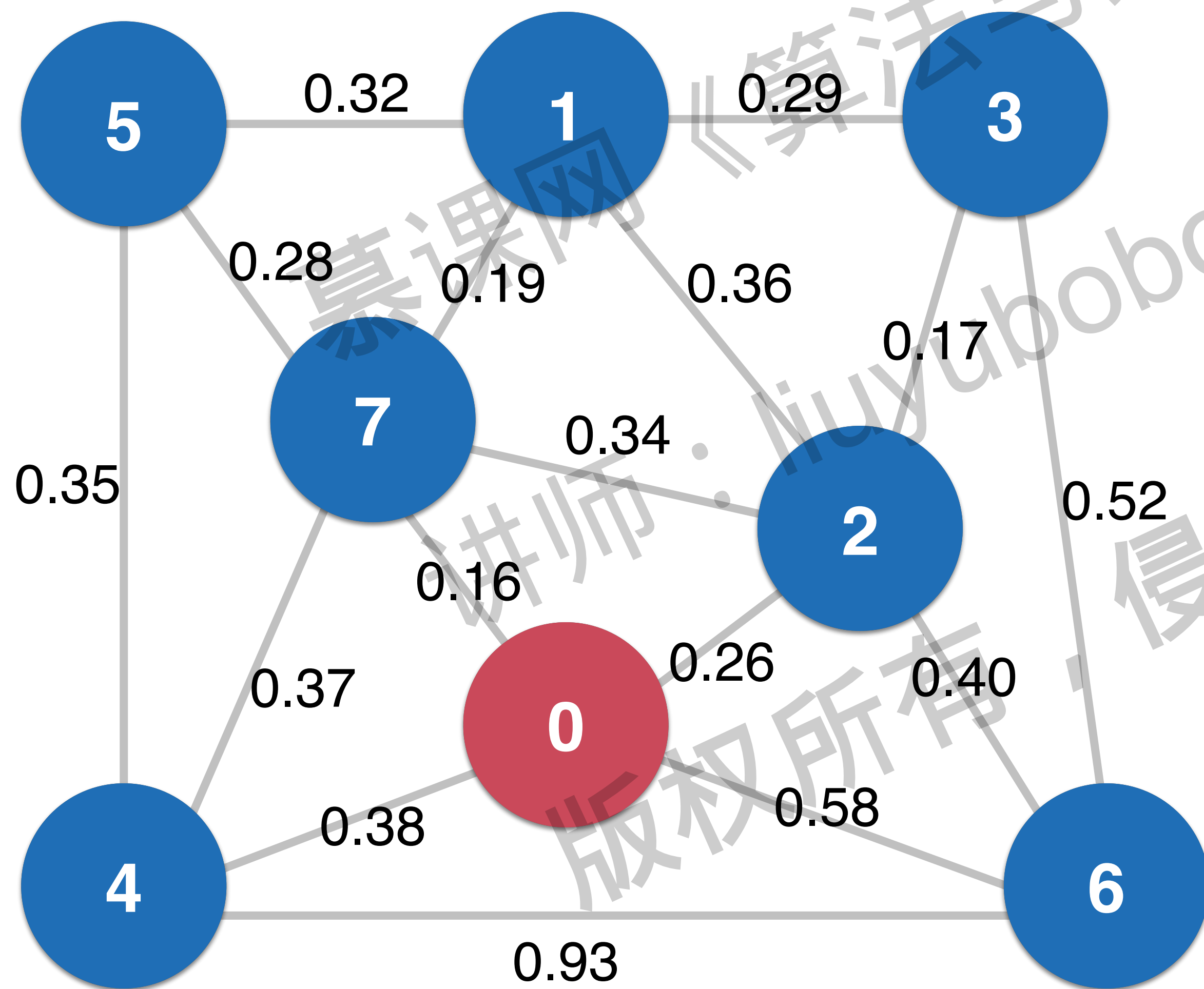
5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	-	-	-	-	-	-	-



# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0

1

2

3

4

5

6

7

-

-

-

-

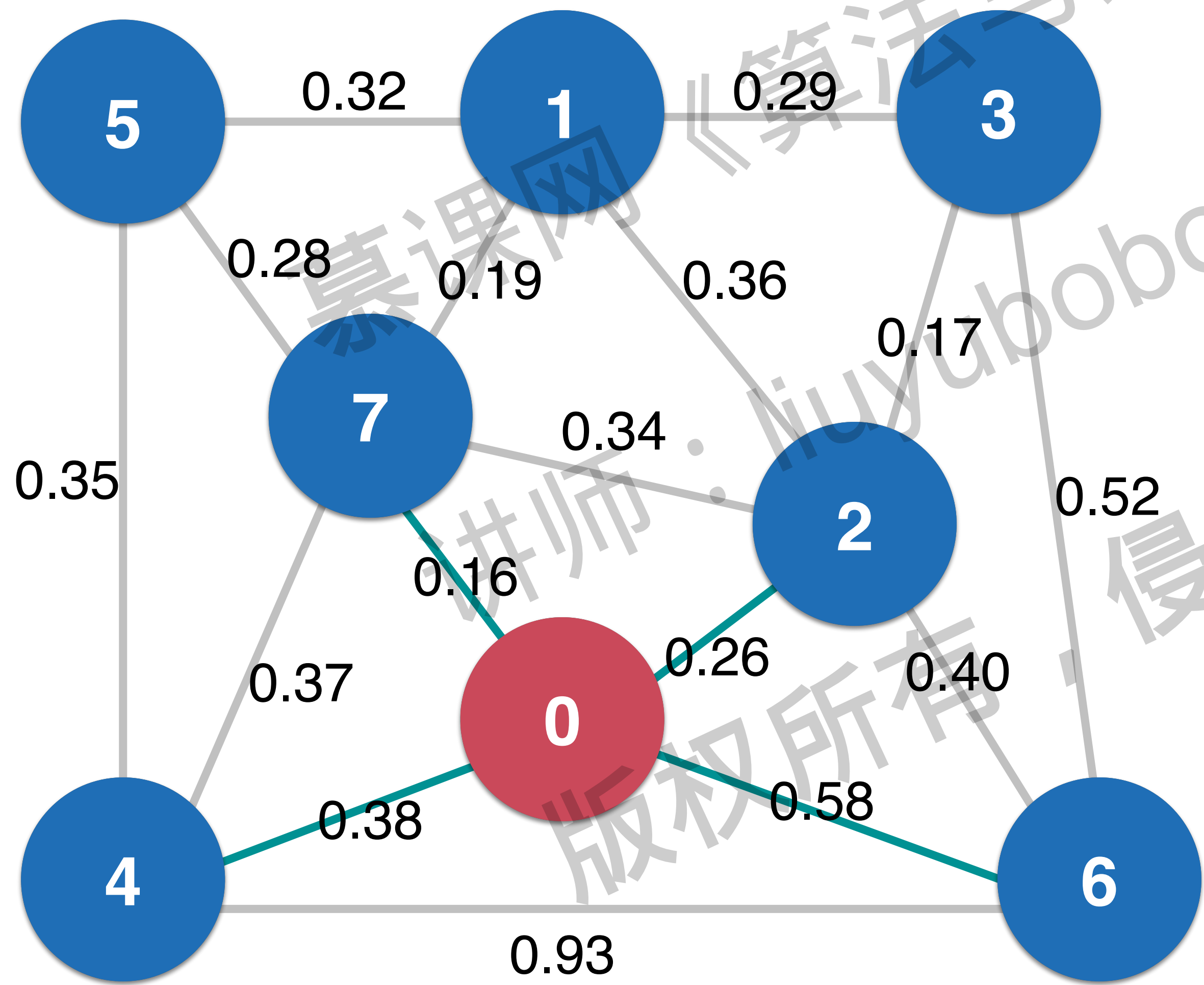
-

-

-

-

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

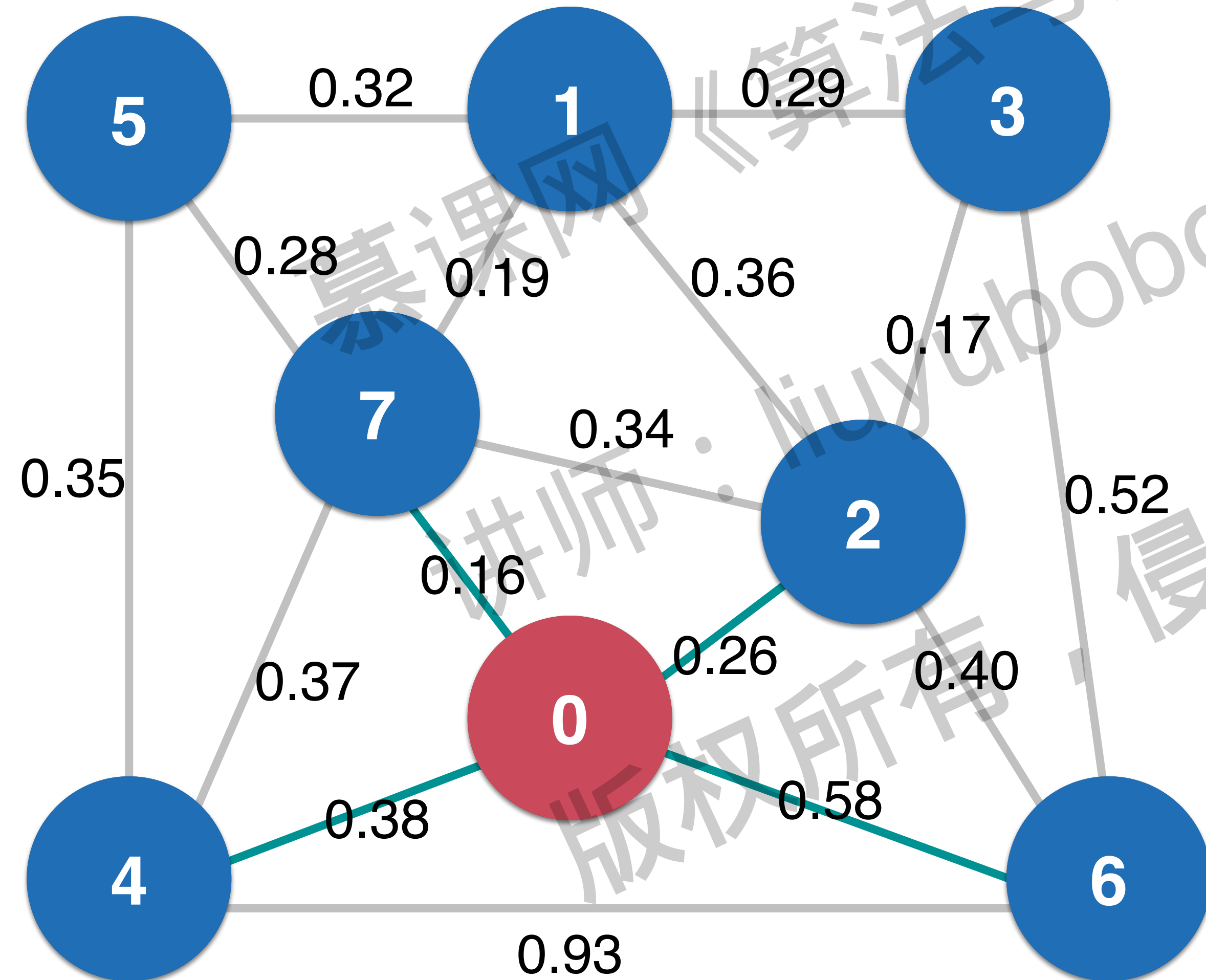
1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	-	-	-	-	-	-	-

# Prim

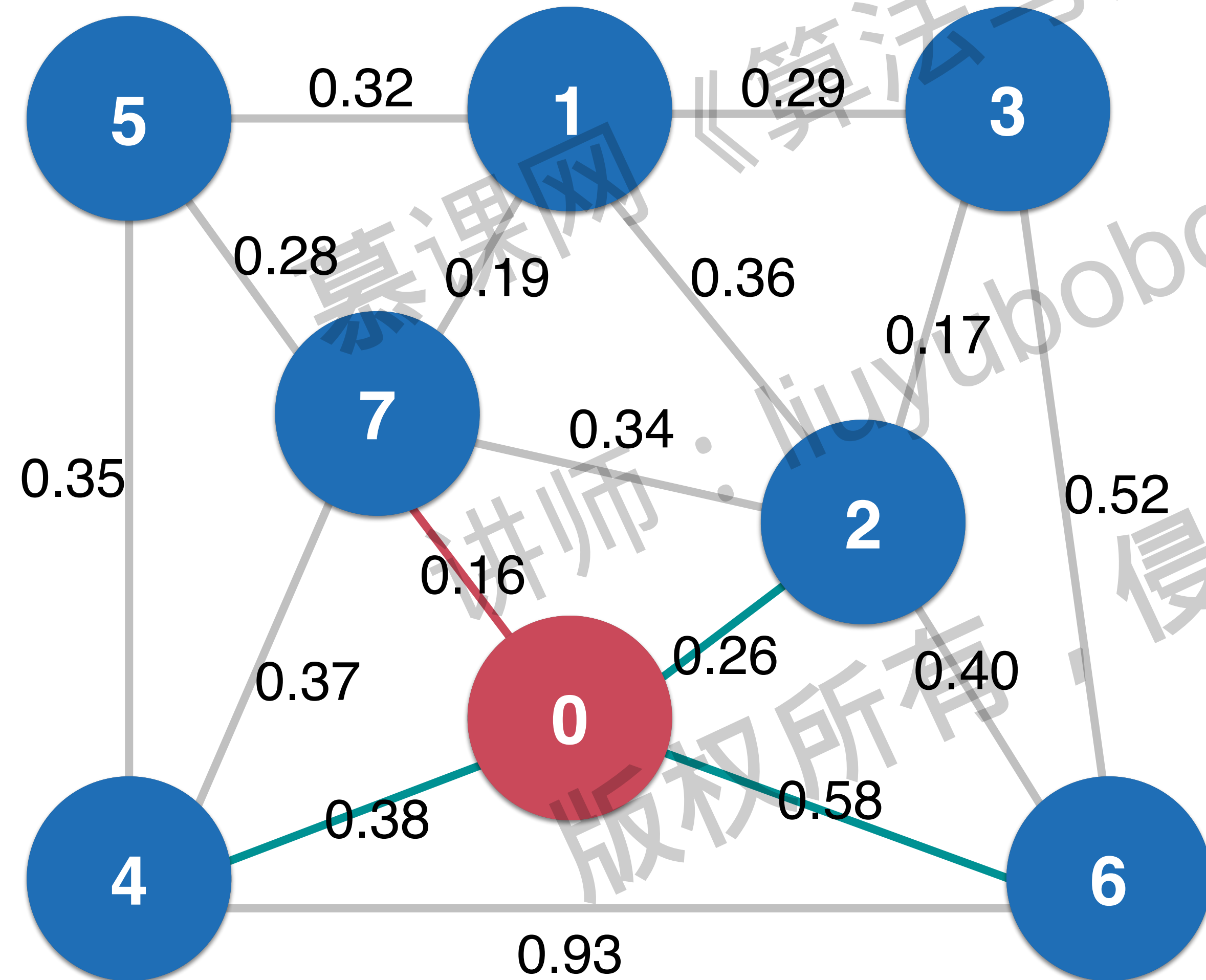


- 0 - 2 : 0.26
- 0 - 4 : 0.38
- 0 - 6 : 0.58
- 0 - 7 : 0.16
- 1 - 2 : 0.36
- 1 - 3 : 0.29
- 1 - 5 : 0.32
- 1 - 7 : 0.19
- 2 - 3 : 0.17
- 2 - 6 : 0.40
- 2 - 7 : 0.34
- 3 - 6 : 0.52
- 4 - 5 : 0.35
- 4 - 6 : 0.93
- 4 - 7 : 0.37
- 5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	-	0.26	-	0.38	-	0.58	0.16

# Prim



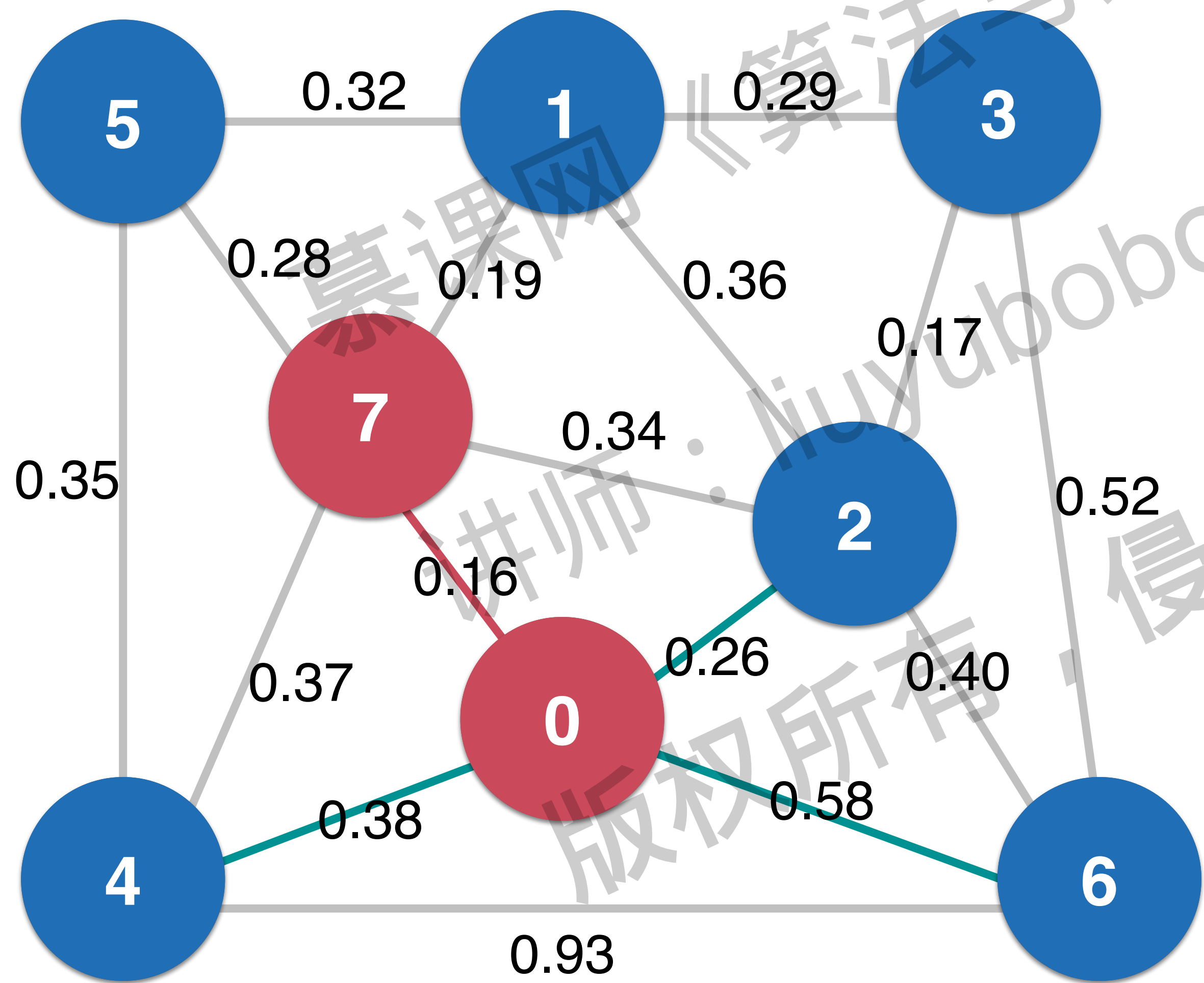
- 0 - 2 : 0.26
- 0 - 4 : 0.38
- 0 - 6 : 0.58
- 0 - 7 : 0.16
- 1 - 2 : 0.36
- 1 - 3 : 0.29
- 1 - 5 : 0.32
- 1 - 7 : 0.19
- 2 - 3 : 0.17
- 2 - 6 : 0.40
- 2 - 7 : 0.34
- 3 - 6 : 0.52
- 4 - 5 : 0.35
- 4 - 6 : 0.93
- 4 - 7 : 0.37
- 5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	-	0.26	-	0.38	-	0.58	0.16



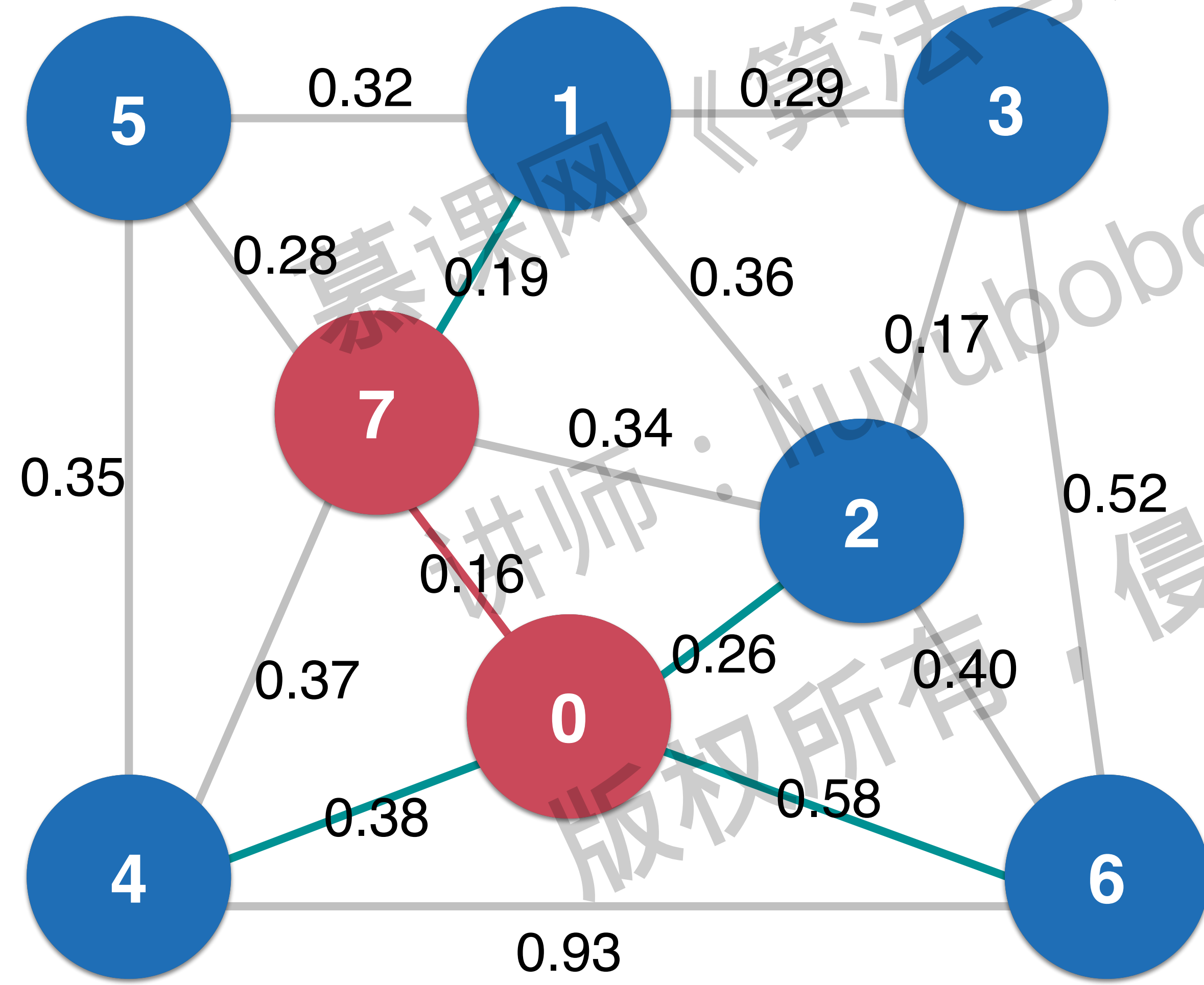
# Prim



IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	-	0.26	-	0.38	-	0.58	0.16

# Prim

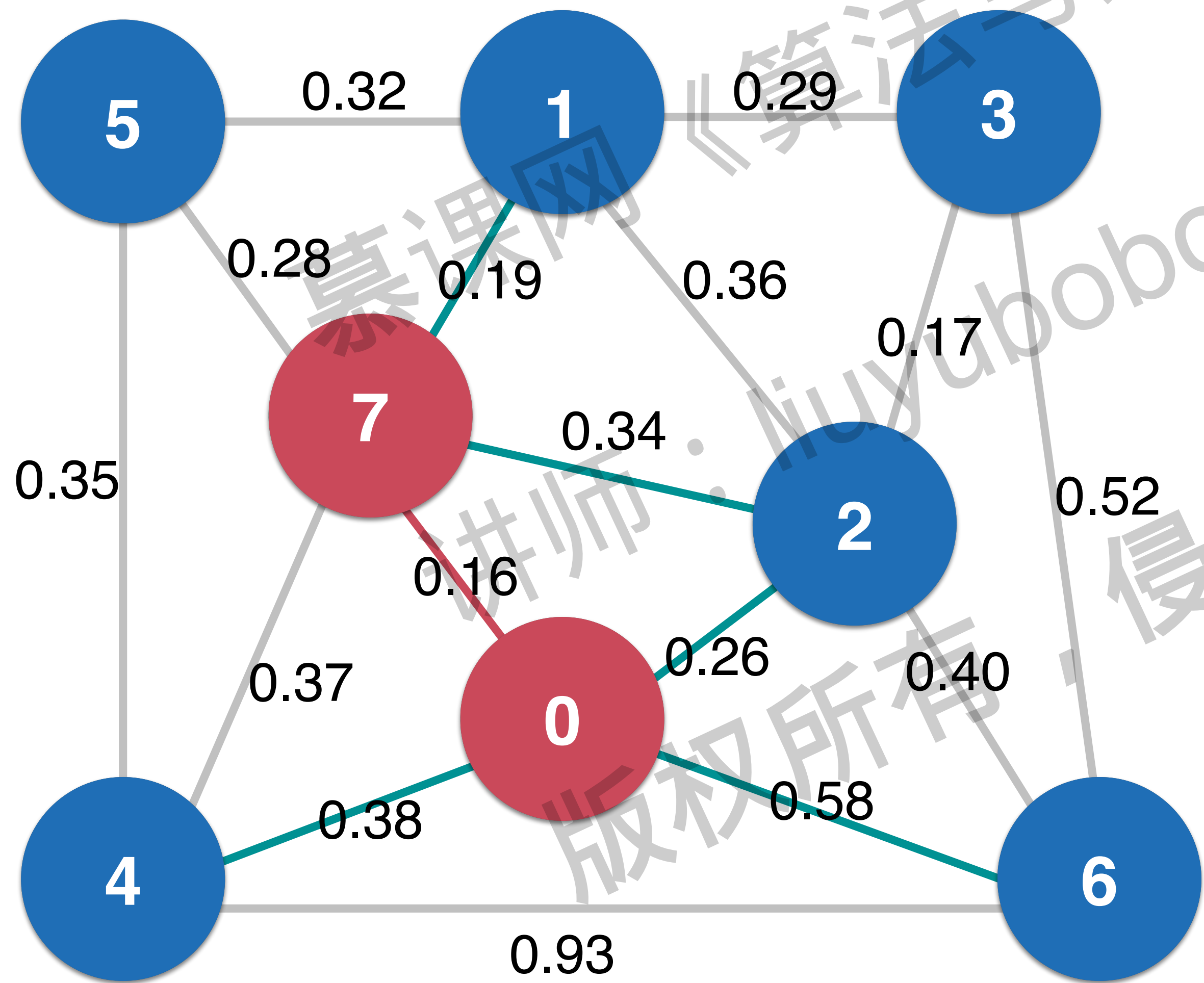


- 0 - 2 : 0.26
- 0 - 4 : 0.38
- 0 - 6 : 0.58
- 0 - 7 : 0.16
- 1 - 2 : 0.36
- 1 - 3 : 0.29
- 1 - 5 : 0.32
- 1 - 7 : 0.19
- 2 - 3 : 0.17
- 2 - 6 : 0.40
- 2 - 7 : 0.34
- 3 - 6 : 0.52
- 4 - 5 : 0.35
- 4 - 6 : 0.93
- 4 - 7 : 0.37
- 5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.38	-	0.58	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

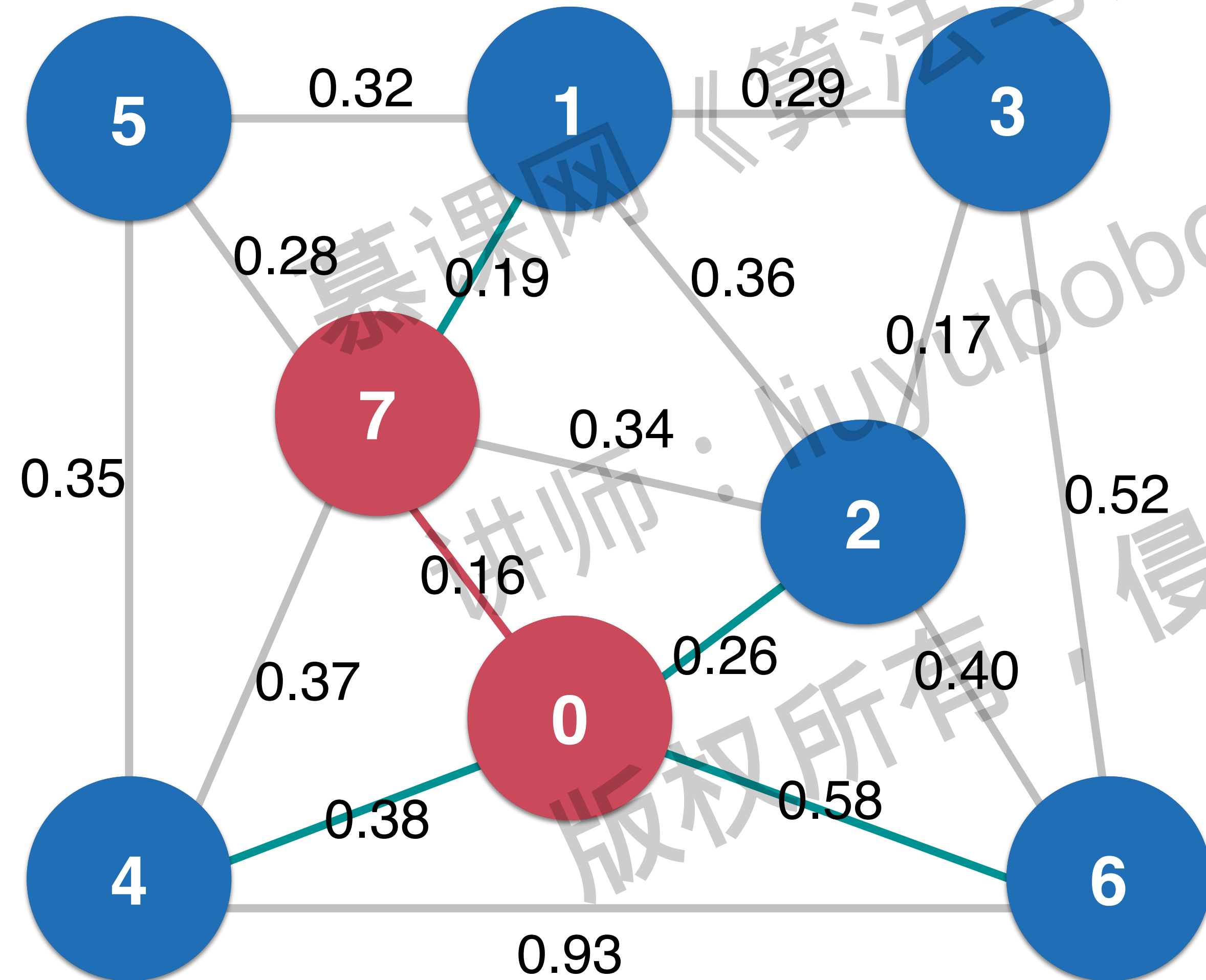
1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.38	-	0.58	0.16

# Prim



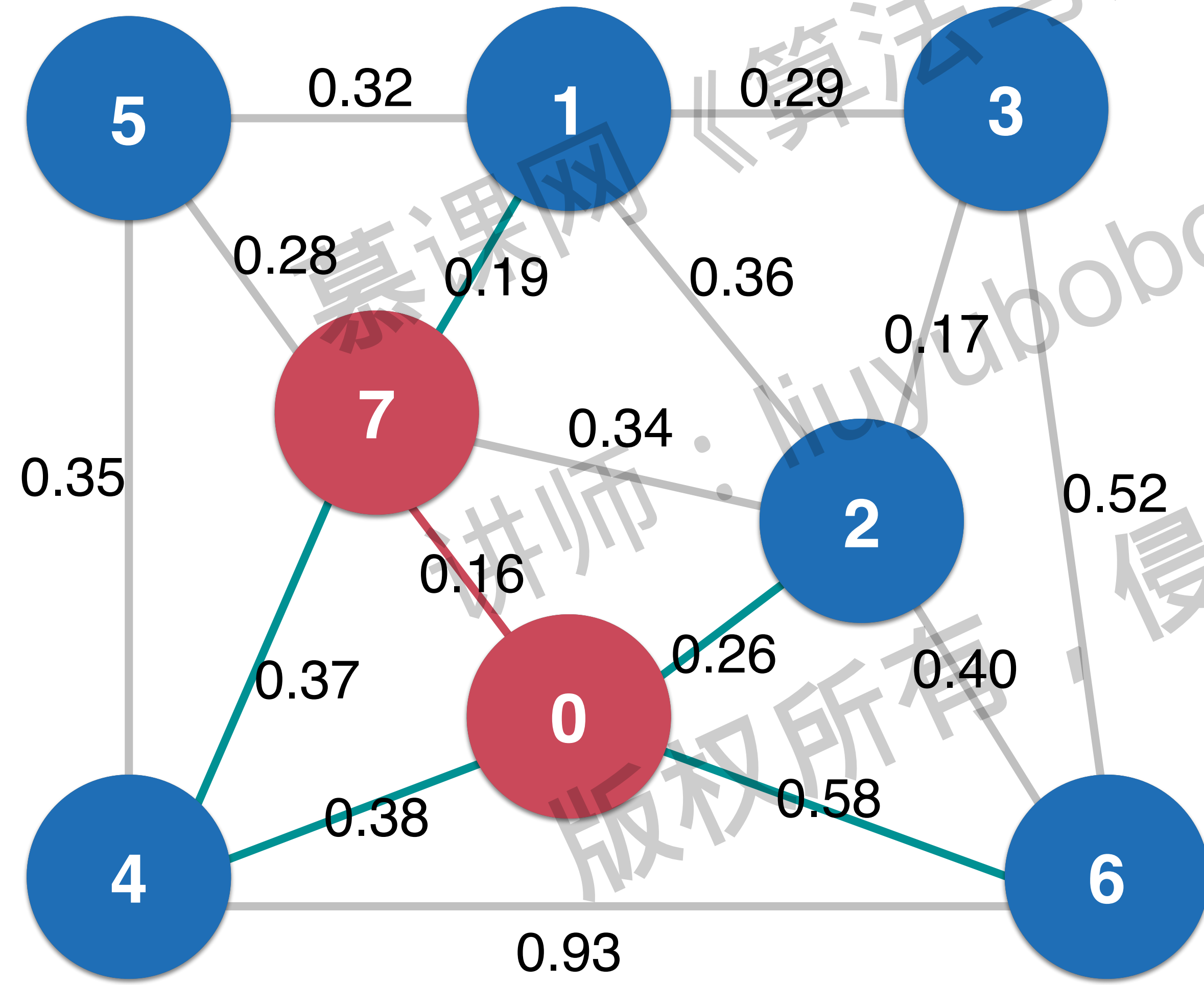
- 0 - 2 : 0.26
- 0 - 4 : 0.38
- 0 - 6 : 0.58
- 0 - 7 : 0.16
- 1 - 2 : 0.36
- 1 - 3 : 0.29
- 1 - 5 : 0.32
- 1 - 7 : 0.19
- 2 - 3 : 0.17
- 2 - 6 : 0.40
- 2 - 7 : 0.34
- 3 - 6 : 0.52
- 4 - 5 : 0.35
- 4 - 6 : 0.93
- 4 - 7 : 0.37
- 5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.38	-	0.58	0.16



# Prim

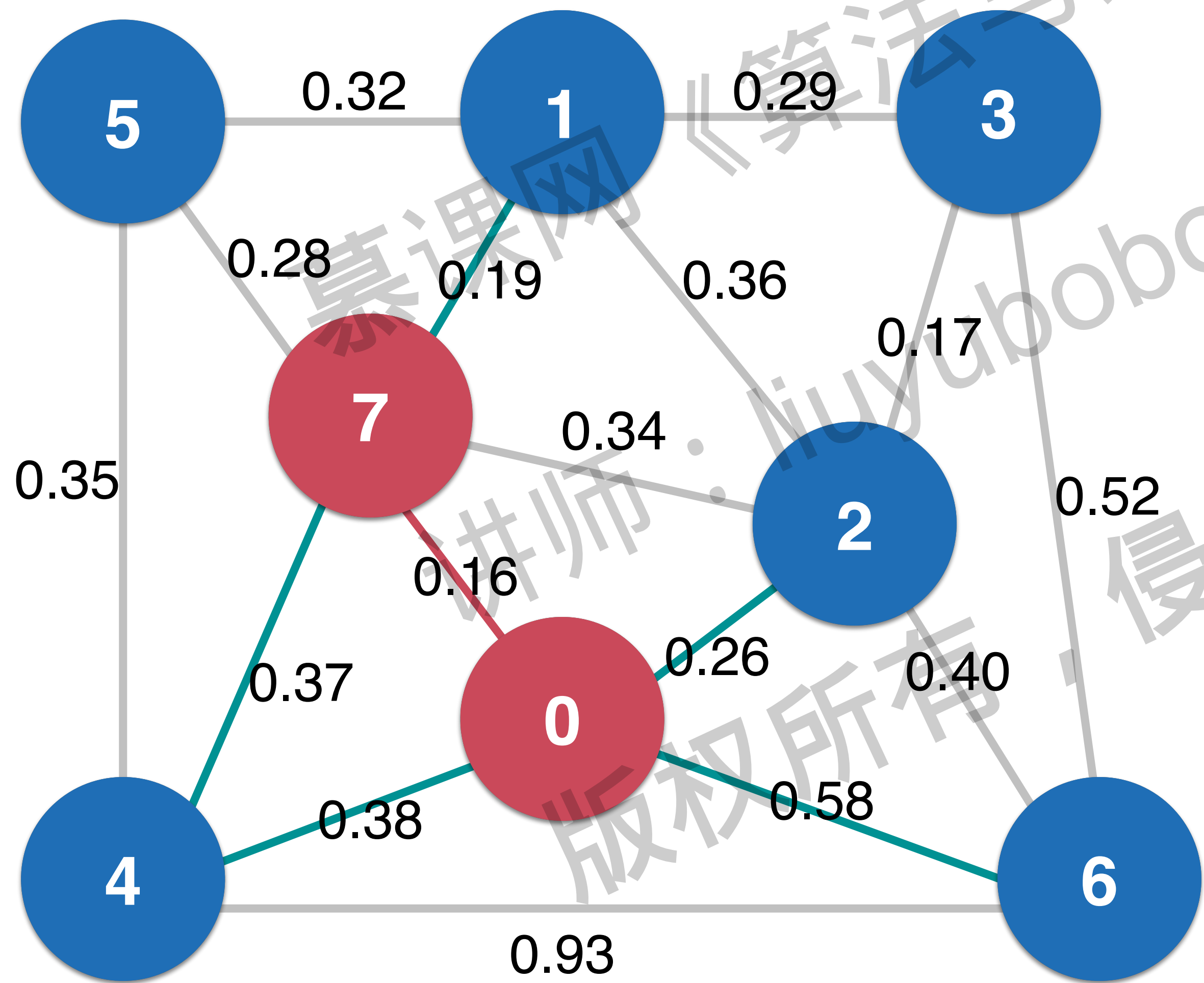


- 0 - 2 : 0.26
- 0 - 4 : 0.38
- 0 - 6 : 0.58
- 0 - 7 : 0.16
- 1 - 2 : 0.36
- 1 - 3 : 0.29
- 1 - 5 : 0.32
- 1 - 7 : 0.19
- 2 - 3 : 0.17
- 2 - 6 : 0.40
- 2 - 7 : 0.34
- 3 - 6 : 0.52
- 4 - 5 : 0.35
- 4 - 6 : 0.93
- 4 - 7 : 0.37
- 5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.38	-	0.58	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

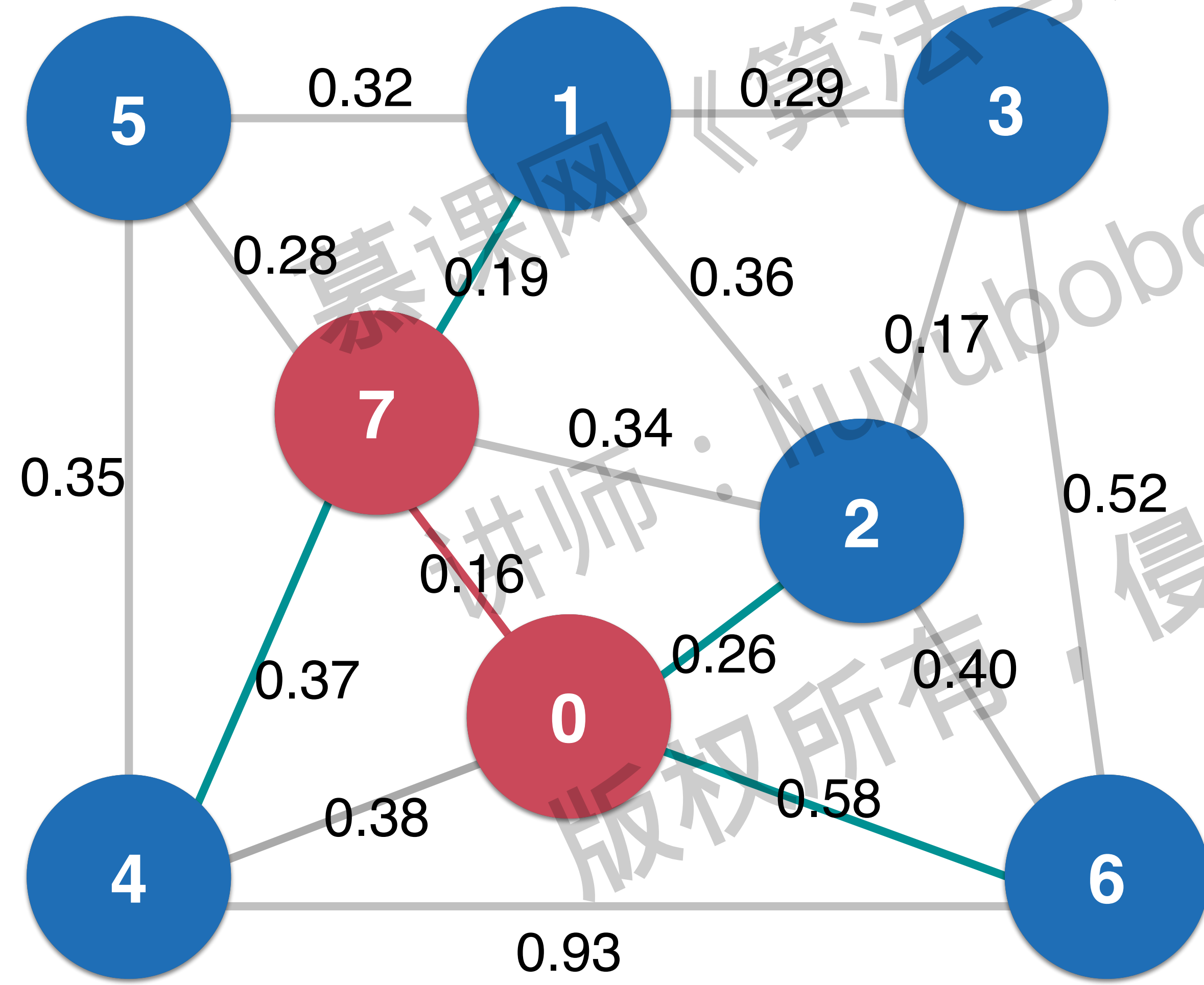
1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.37	-	0.58	0.16

# Prim

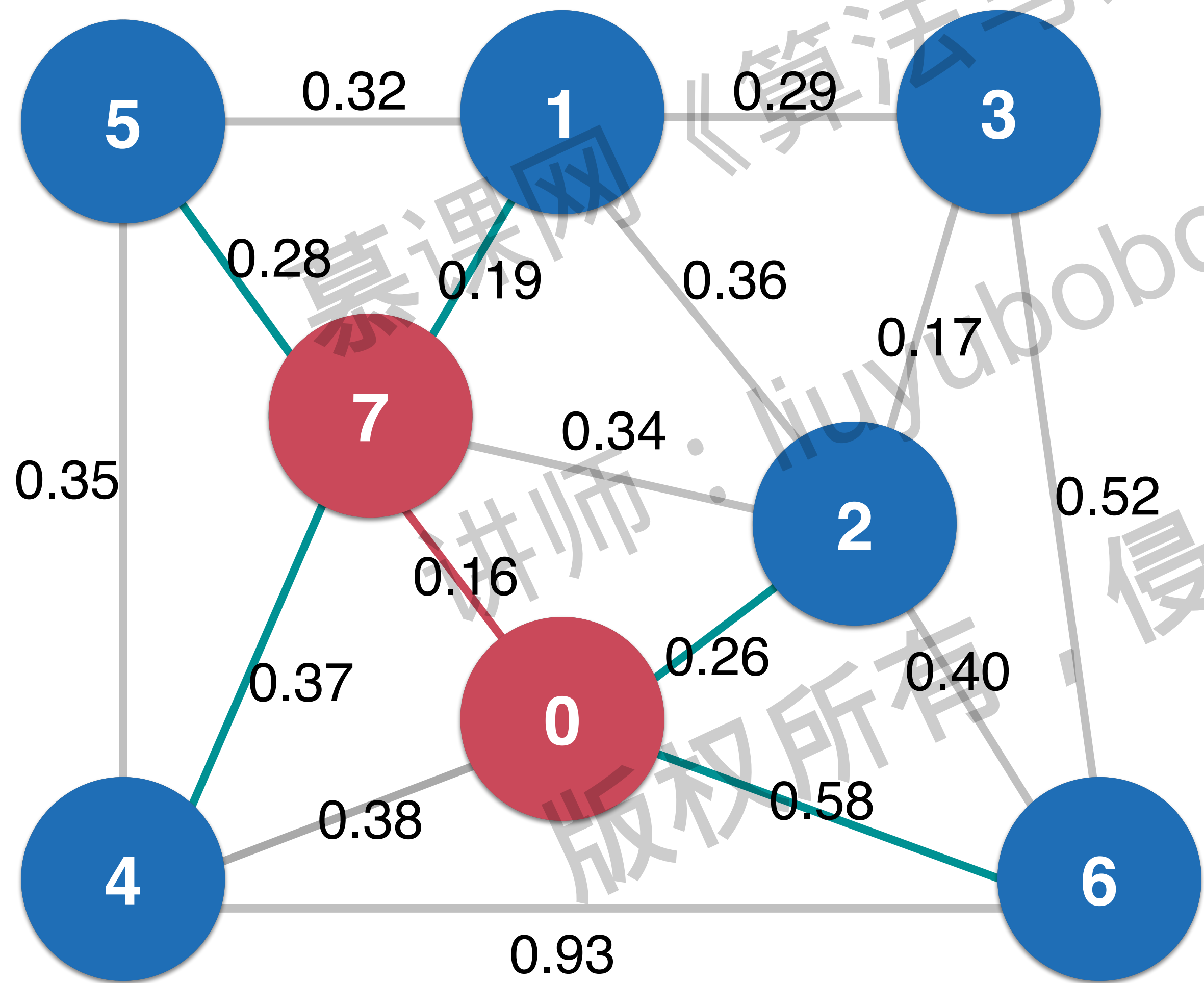


- 0 - 2 : 0.26
- 0 - 4 : 0.38
- 0 - 6 : 0.58
- 0 - 7 : 0.16
- 1 - 2 : 0.36
- 1 - 3 : 0.29
- 1 - 5 : 0.32
- 1 - 7 : 0.19
- 2 - 3 : 0.17
- 2 - 6 : 0.40
- 2 - 7 : 0.34
- 3 - 6 : 0.52
- 4 - 5 : 0.35
- 4 - 6 : 0.93
- 4 - 7 : 0.37
- 5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.37	-	0.58	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

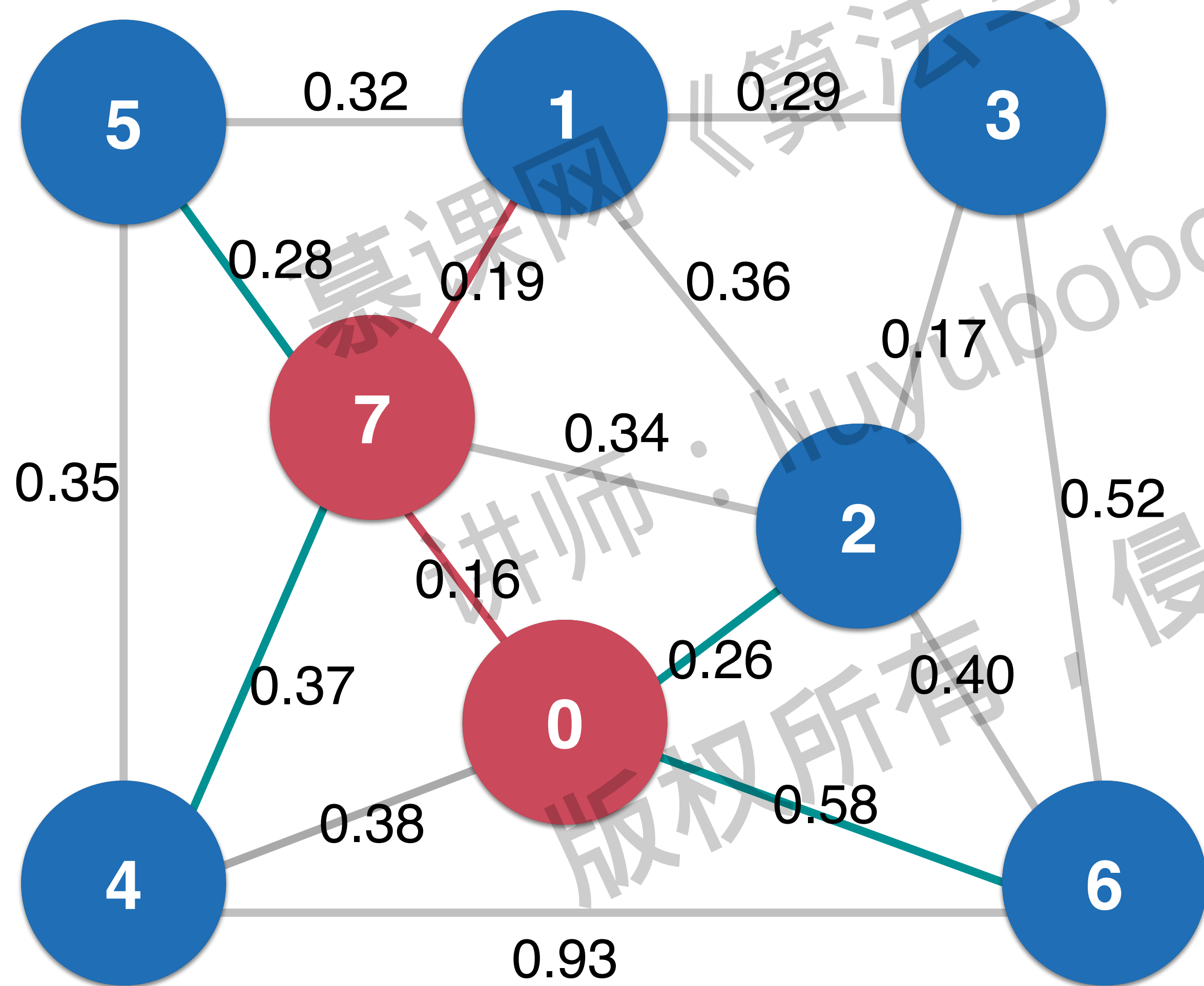
5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.37	0.28	0.58	0.16



# Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0

1

2

3

4

5

6

7

-

0.19

0.26

-

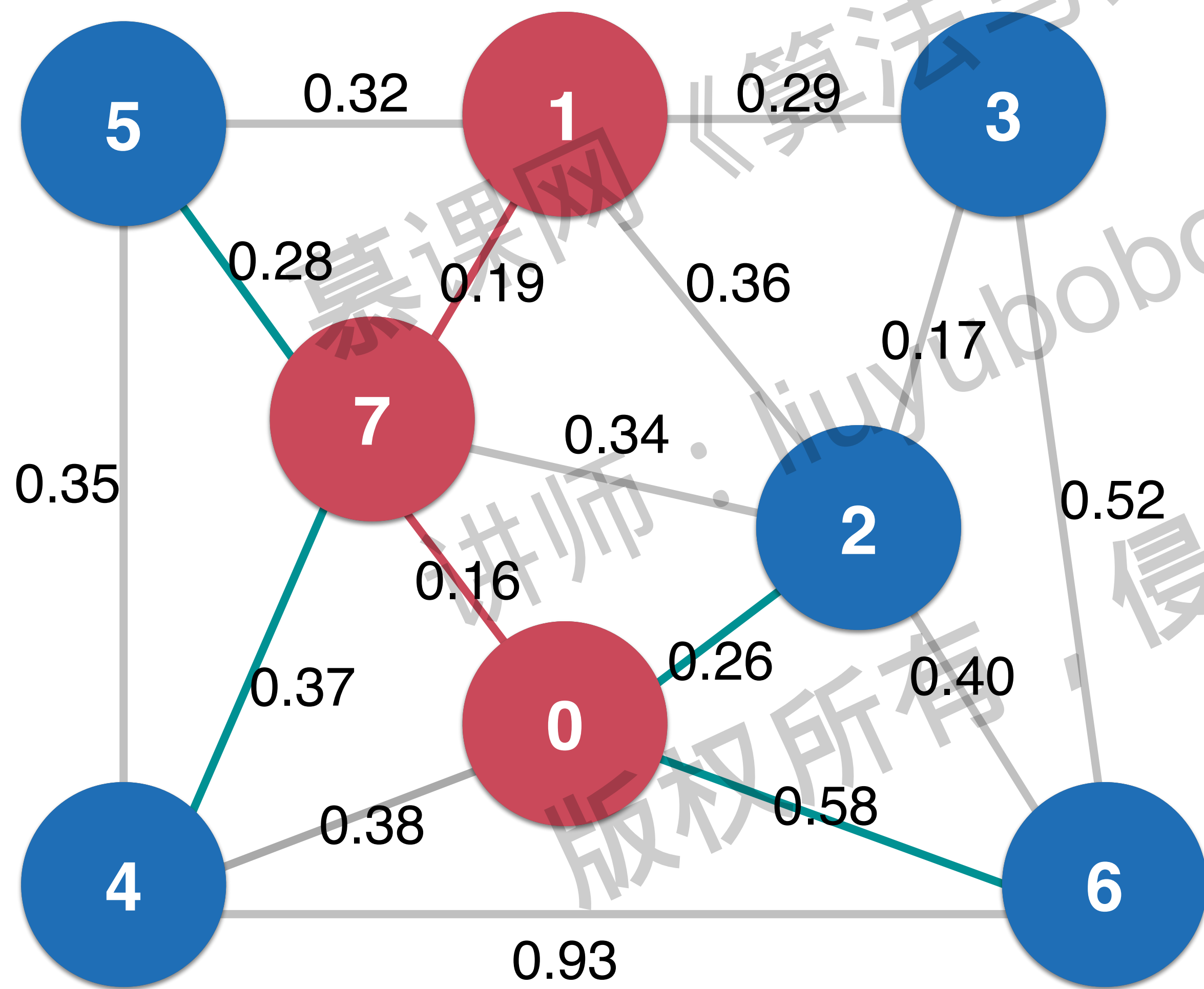
0.37

0.28

0.58

0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

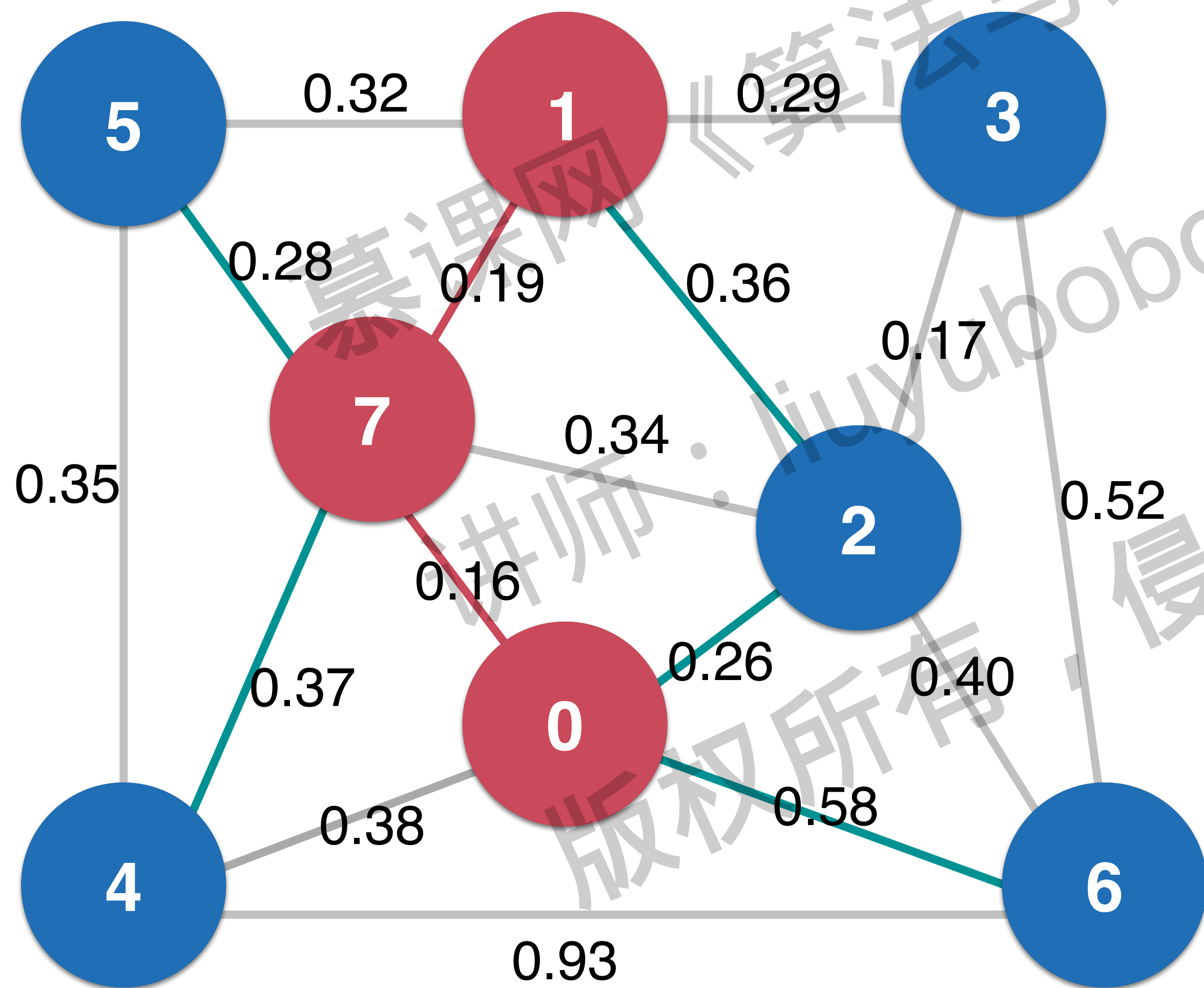
4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.37	0.28	0.58	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

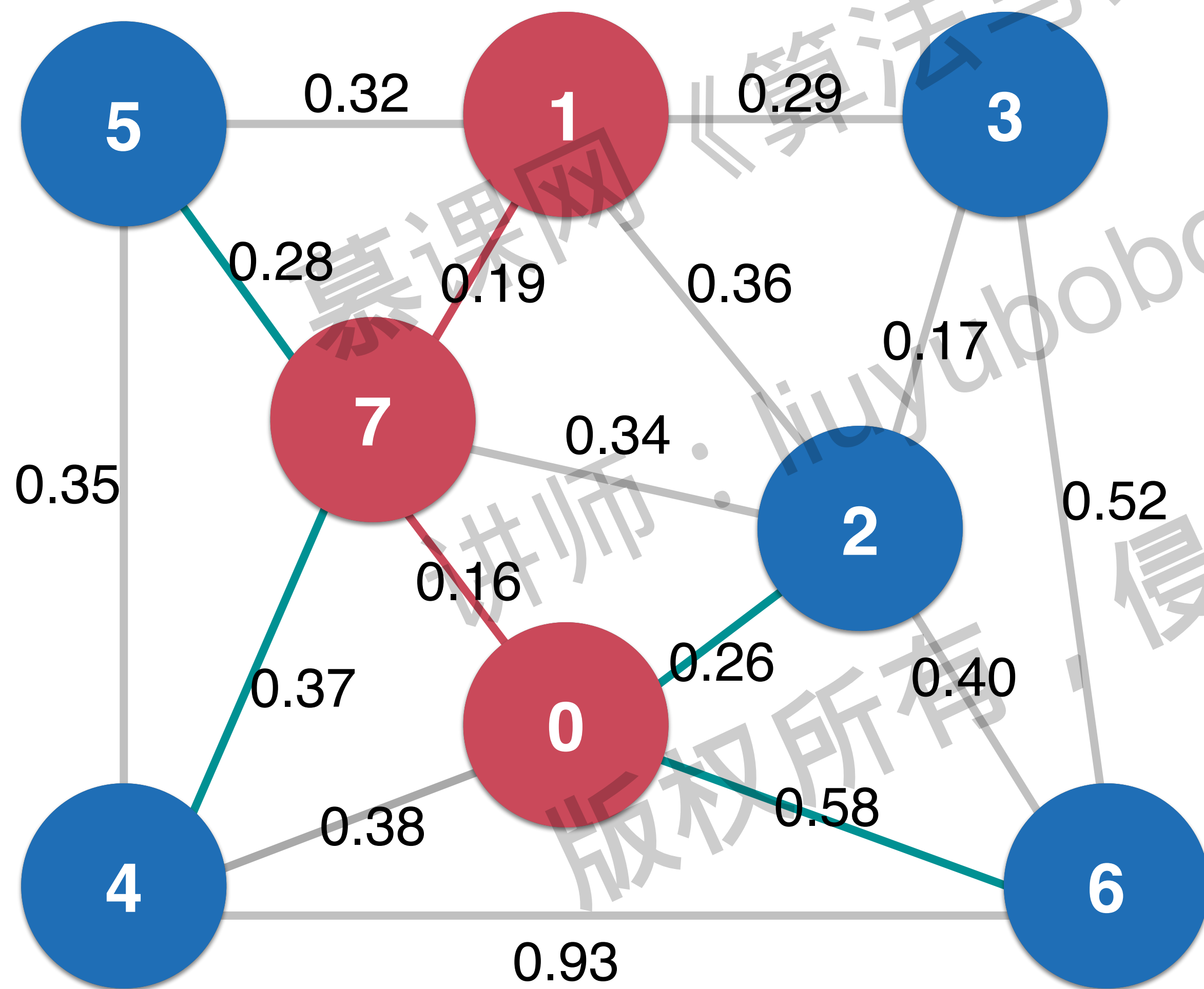
4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.37	0.28	0.58	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

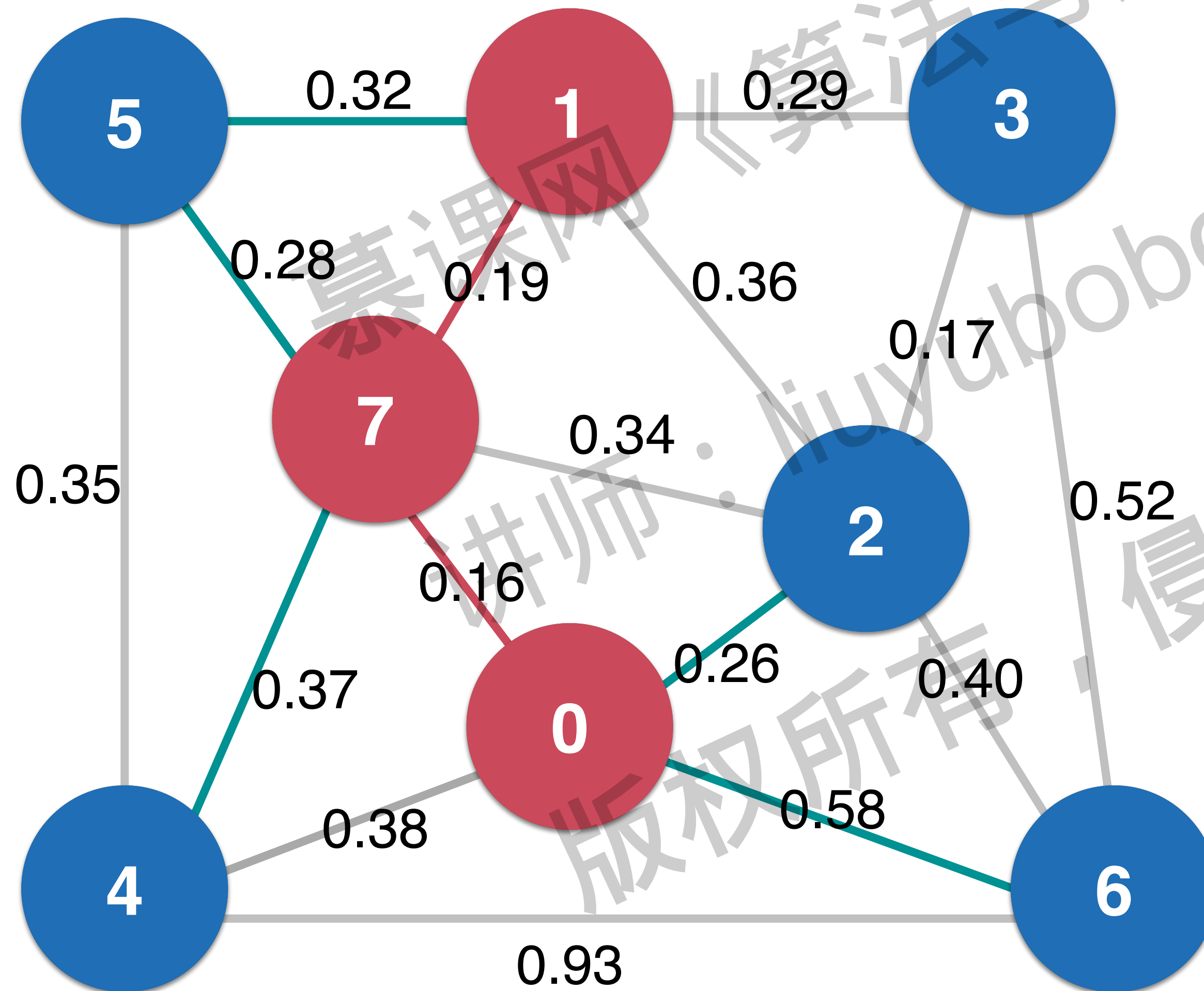
5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.37	0.28	0.58	0.16



# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

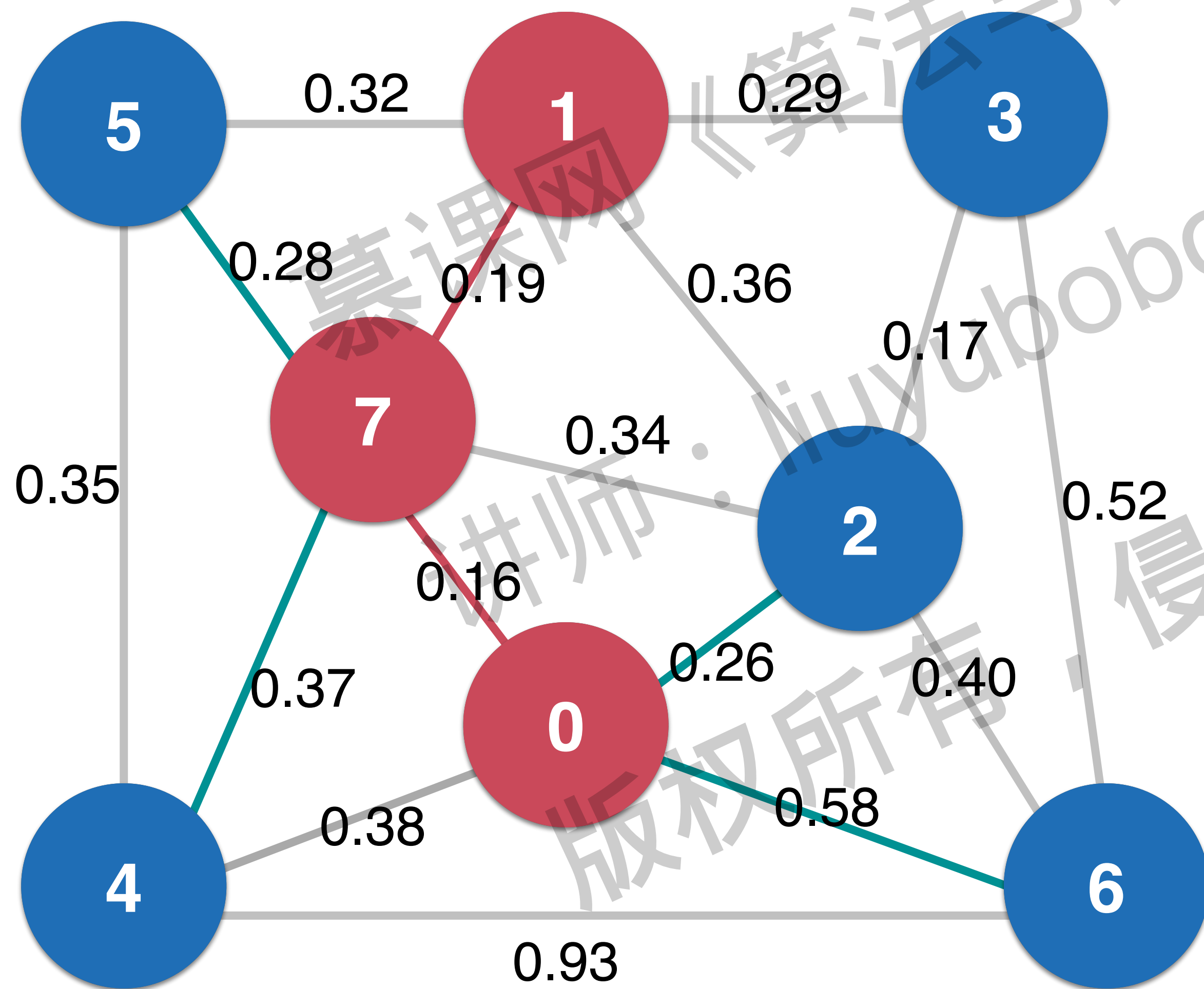
1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.37	0.28	0.58	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

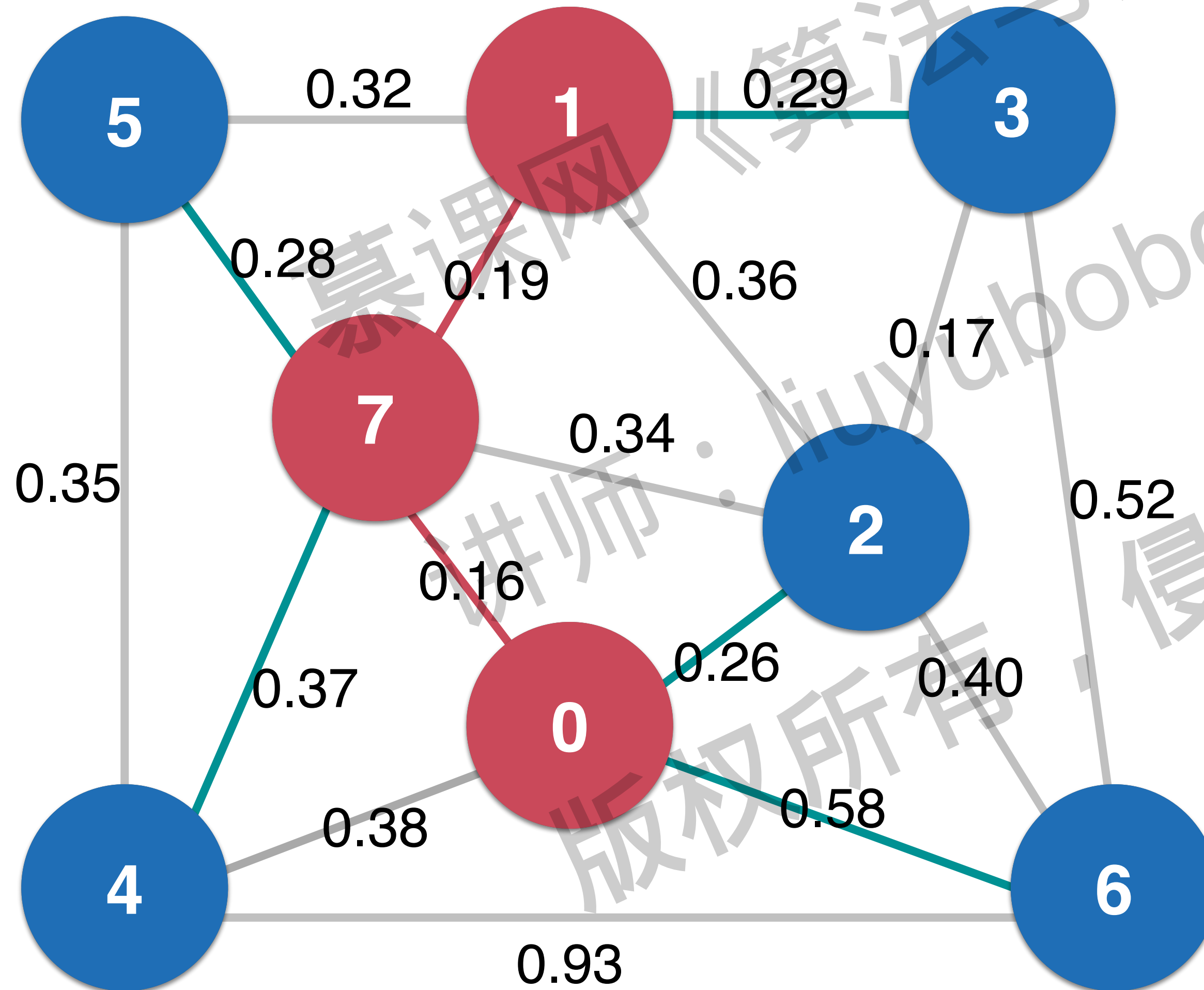
4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	-	0.37	0.28	0.58	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

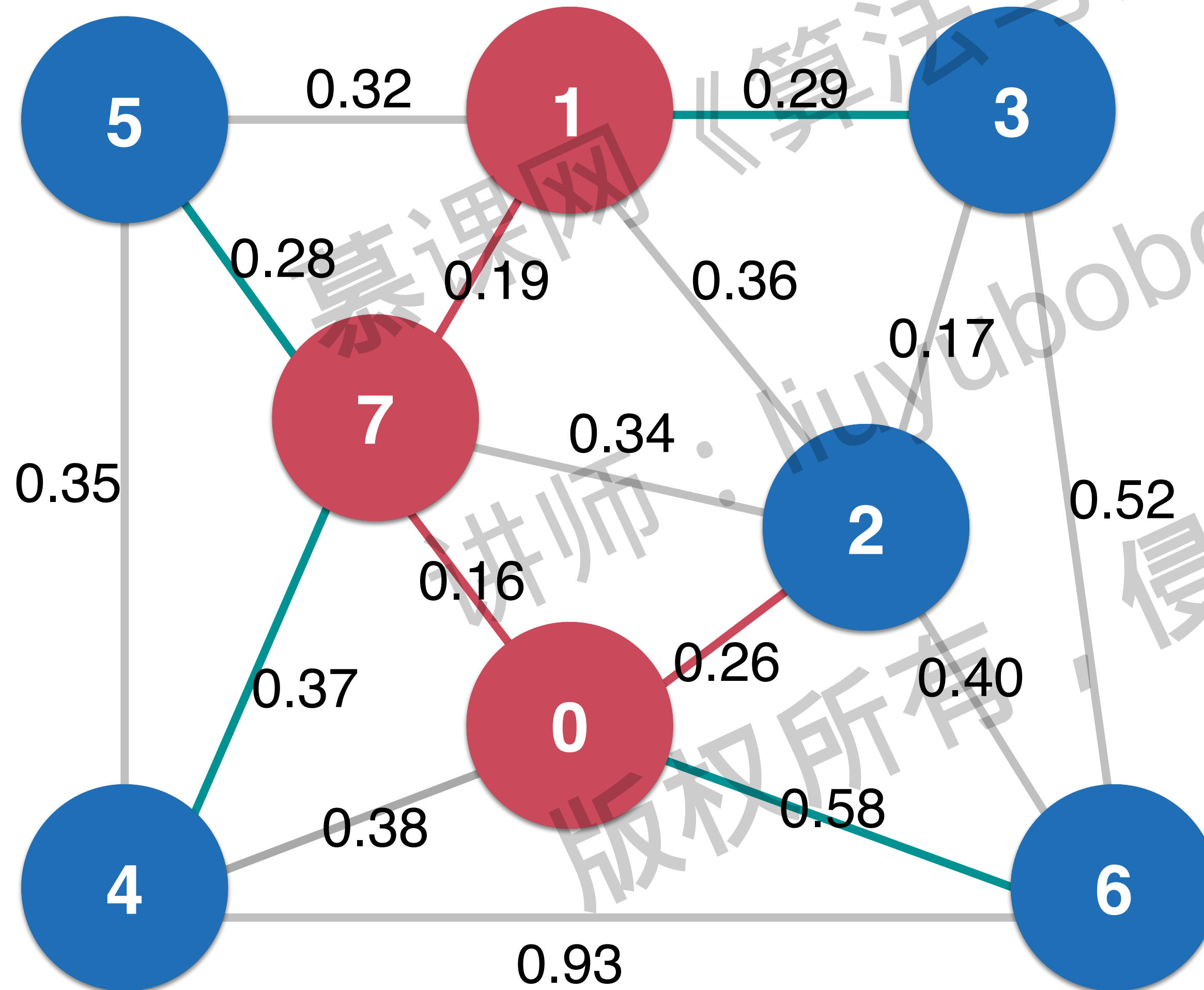
1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.29	0.37	0.28	0.58	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

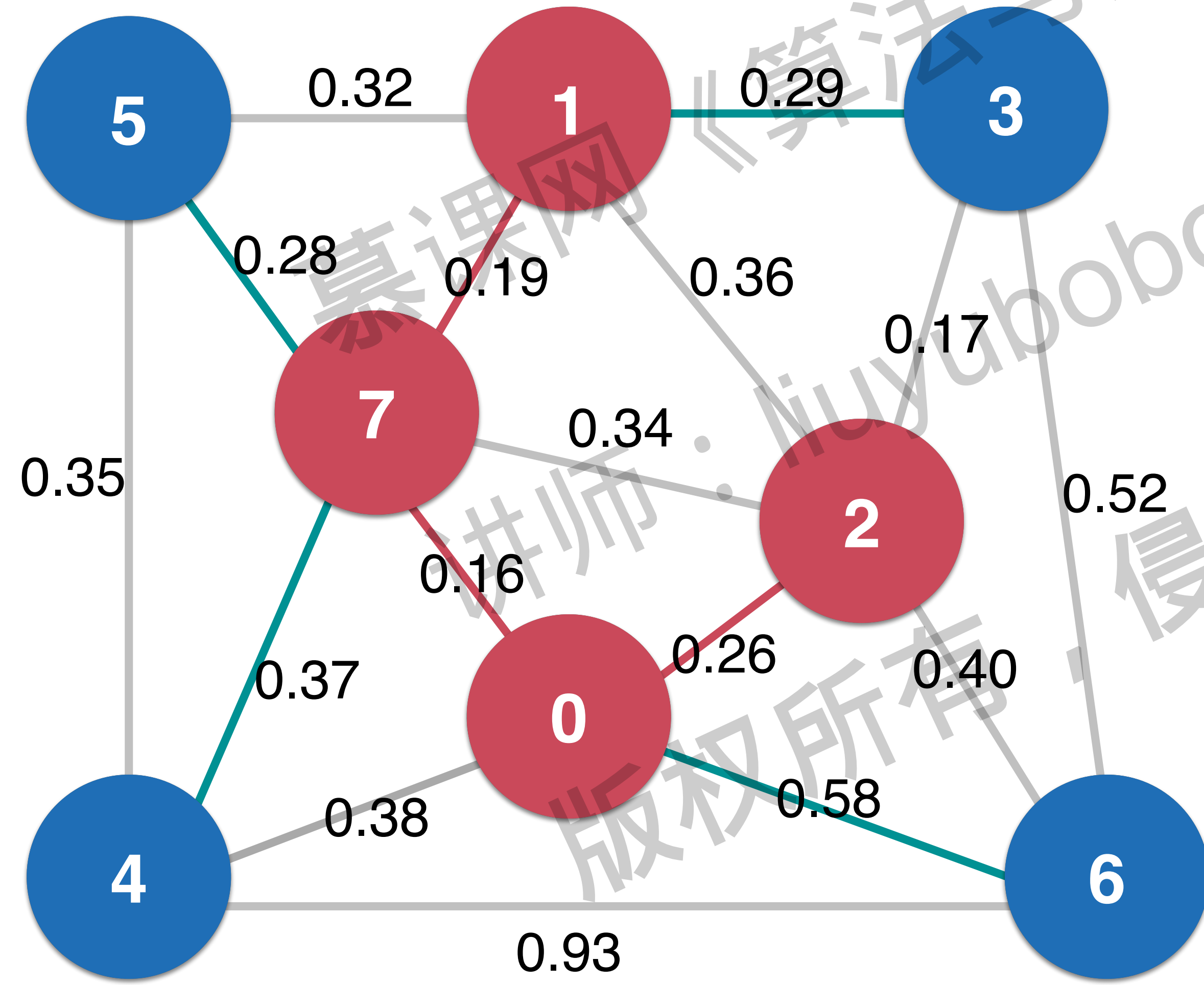
5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.29	0.37	0.28	0.58	0.16



# Prim

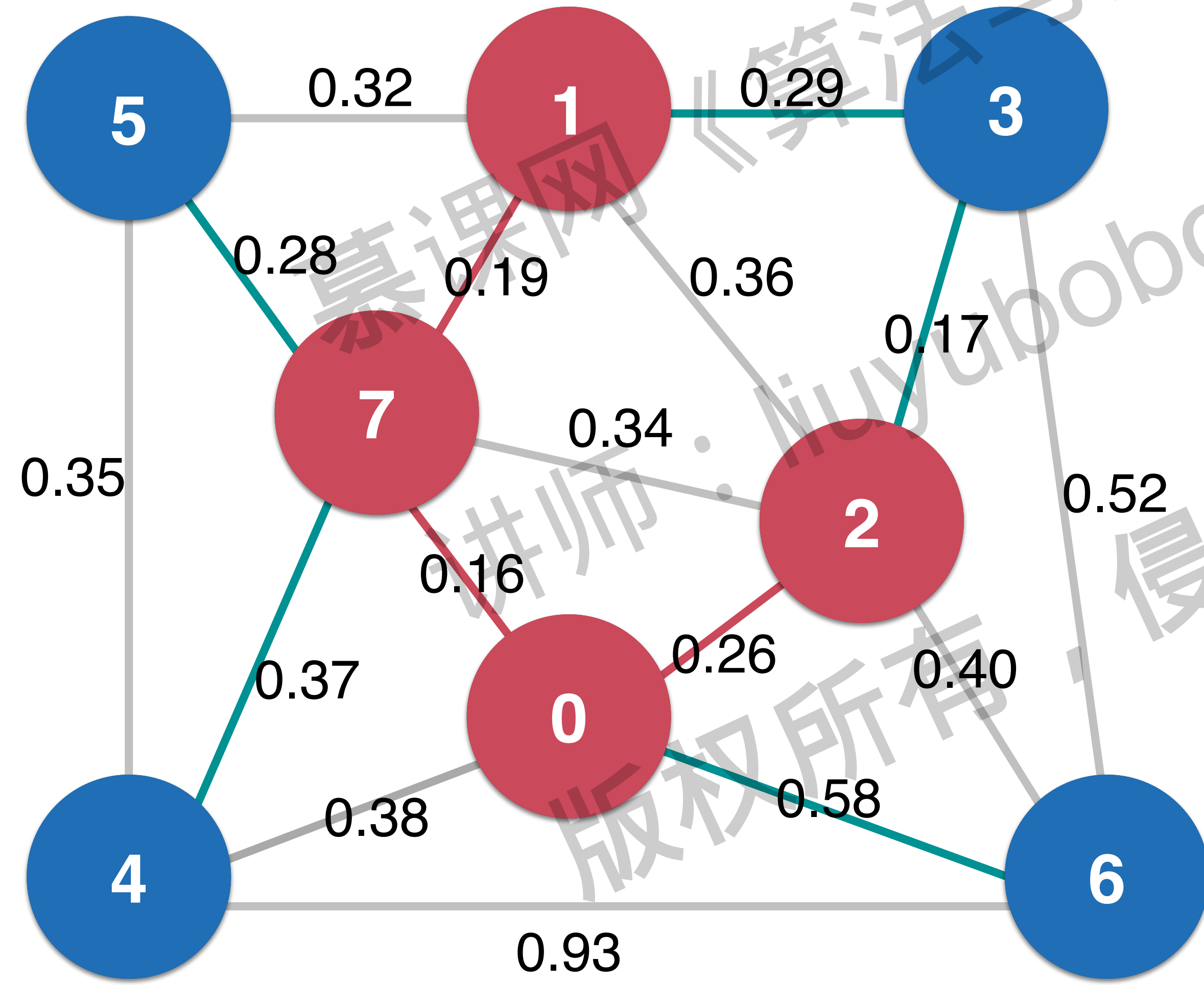


- |              |              |
|--------------|--------------|
| 0 - 2 : 0.26 | 2 - 3 : 0.17 |
| 0 - 4 : 0.38 | 2 - 6 : 0.40 |
| 0 - 6 : 0.58 | 2 - 7 : 0.34 |
| 0 - 7 : 0.16 | 3 - 6 : 0.52 |
| 1 - 2 : 0.36 | 4 - 5 : 0.35 |
| 1 - 3 : 0.29 | 4 - 6 : 0.93 |
| 1 - 5 : 0.32 | 4 - 7 : 0.37 |
| 1 - 7 : 0.19 | 5 - 7 : 0.28 |

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.29	0.37	0.28	0.58	0.16

# Prim

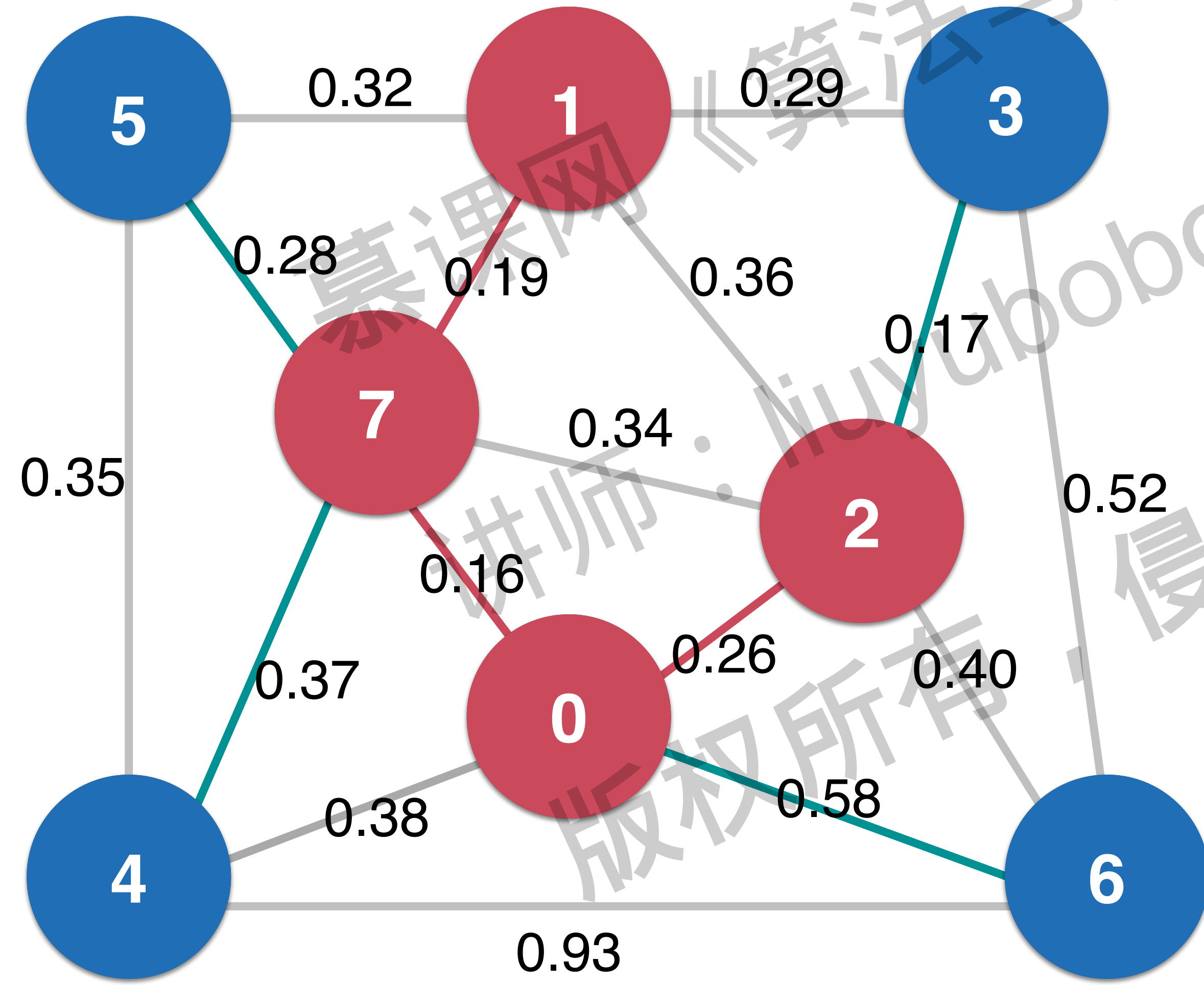


- 0 - 2 : 0.26
- 0 - 4 : 0.38
- 0 - 6 : 0.58
- 0 - 7 : 0.16
- 1 - 2 : 0.36
- 1 - 3 : 0.29
- 1 - 5 : 0.32
- 1 - 7 : 0.19
- 2 - 3 : 0.17
- 2 - 6 : 0.40
- 2 - 7 : 0.34
- 3 - 6 : 0.52
- 4 - 5 : 0.35
- 4 - 6 : 0.93
- 4 - 7 : 0.37
- 5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.29	0.37	0.28	0.58	0.16

# Prim

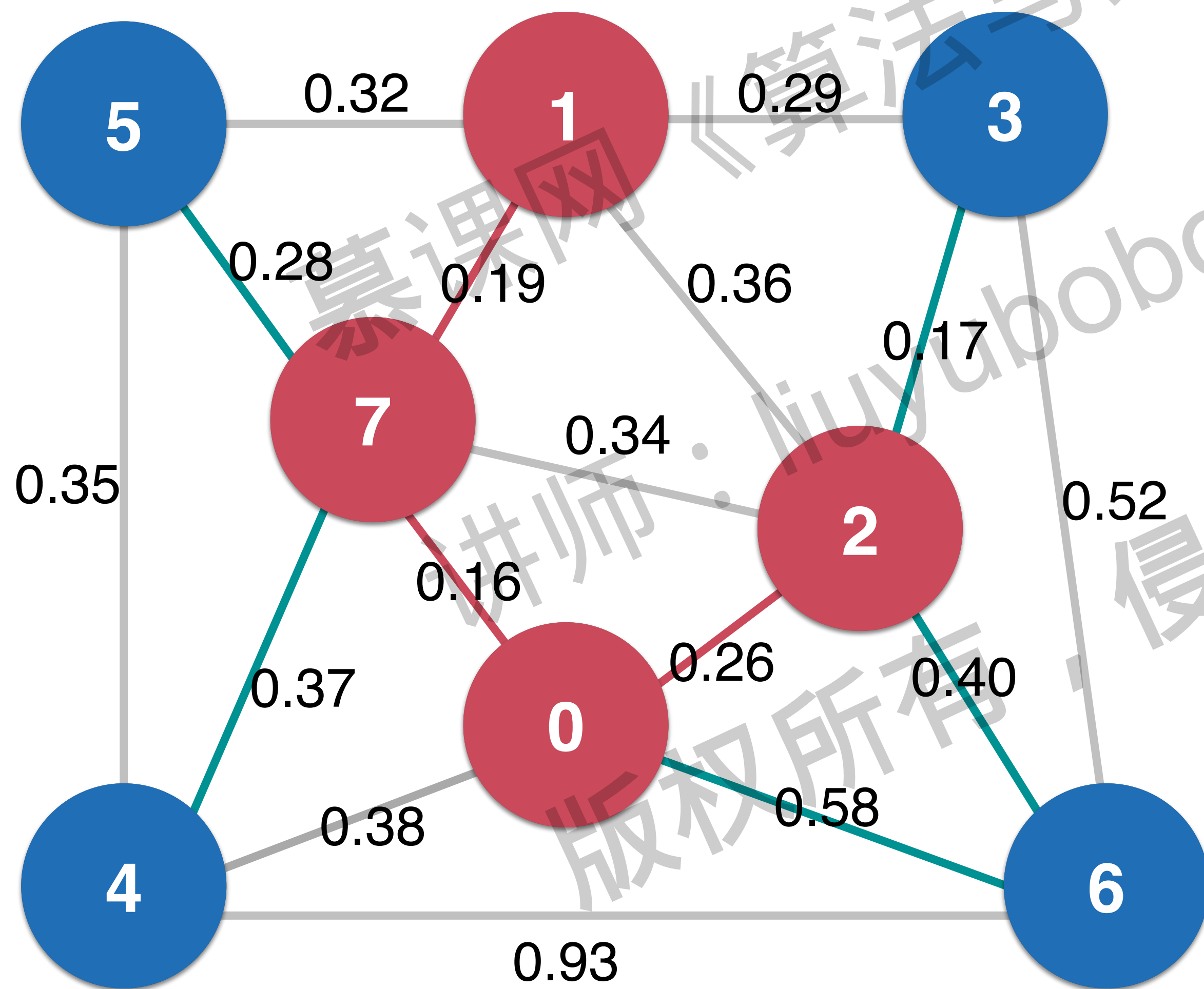


- |              |              |
|--------------|--------------|
| 0 - 2 : 0.26 | 2 - 3 : 0.17 |
| 0 - 4 : 0.38 | 2 - 6 : 0.40 |
| 0 - 6 : 0.58 | 2 - 7 : 0.34 |
| 0 - 7 : 0.16 | 3 - 6 : 0.52 |
| 1 - 2 : 0.36 | 4 - 5 : 0.35 |
| 1 - 3 : 0.29 | 4 - 6 : 0.93 |
| 1 - 5 : 0.32 | 4 - 7 : 0.37 |
| 1 - 7 : 0.19 | 5 - 7 : 0.28 |

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.37	0.28	0.58	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

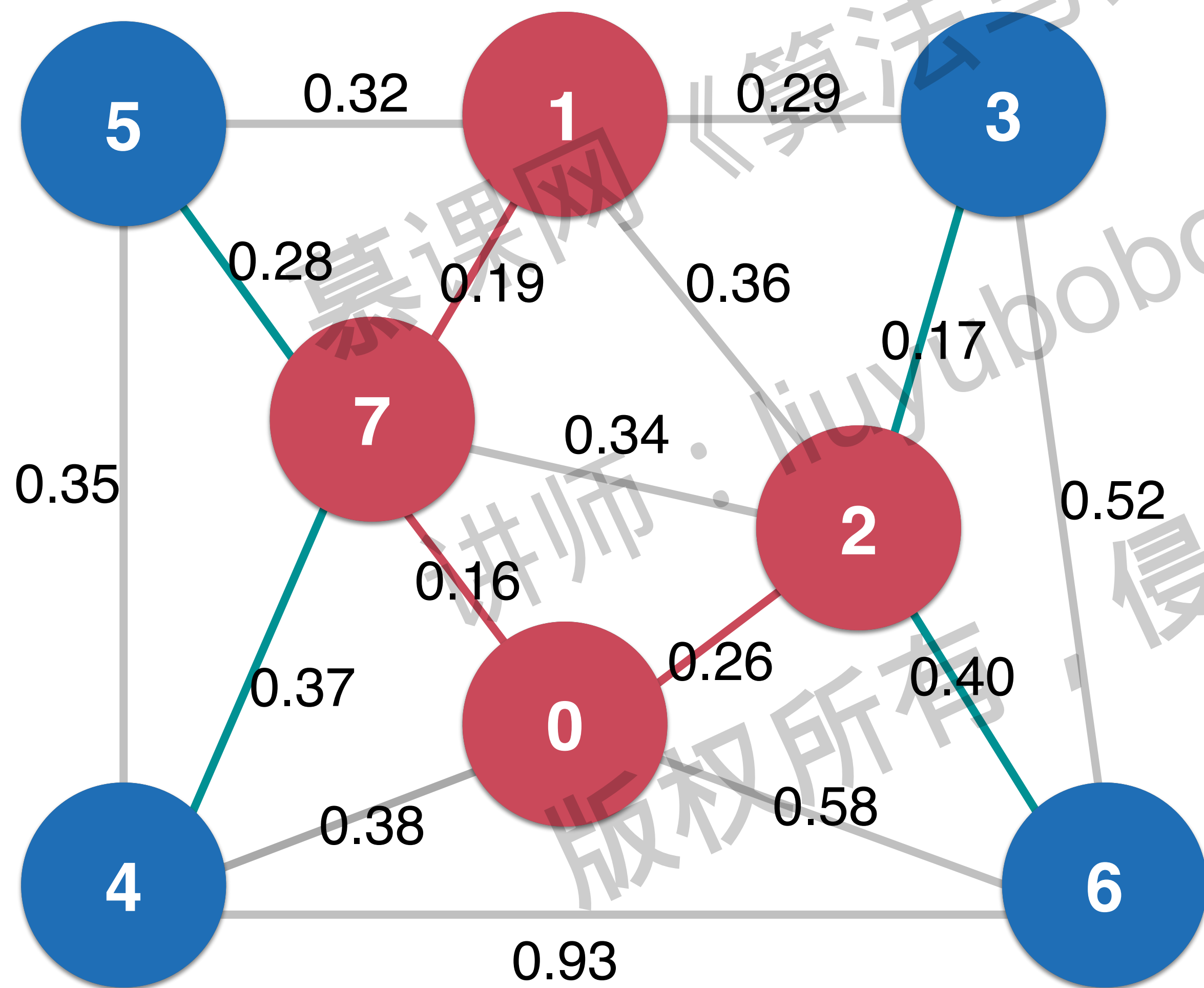
5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.37	0.28	0.58	0.16



# Prim



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

0 - 7 : 0.16

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

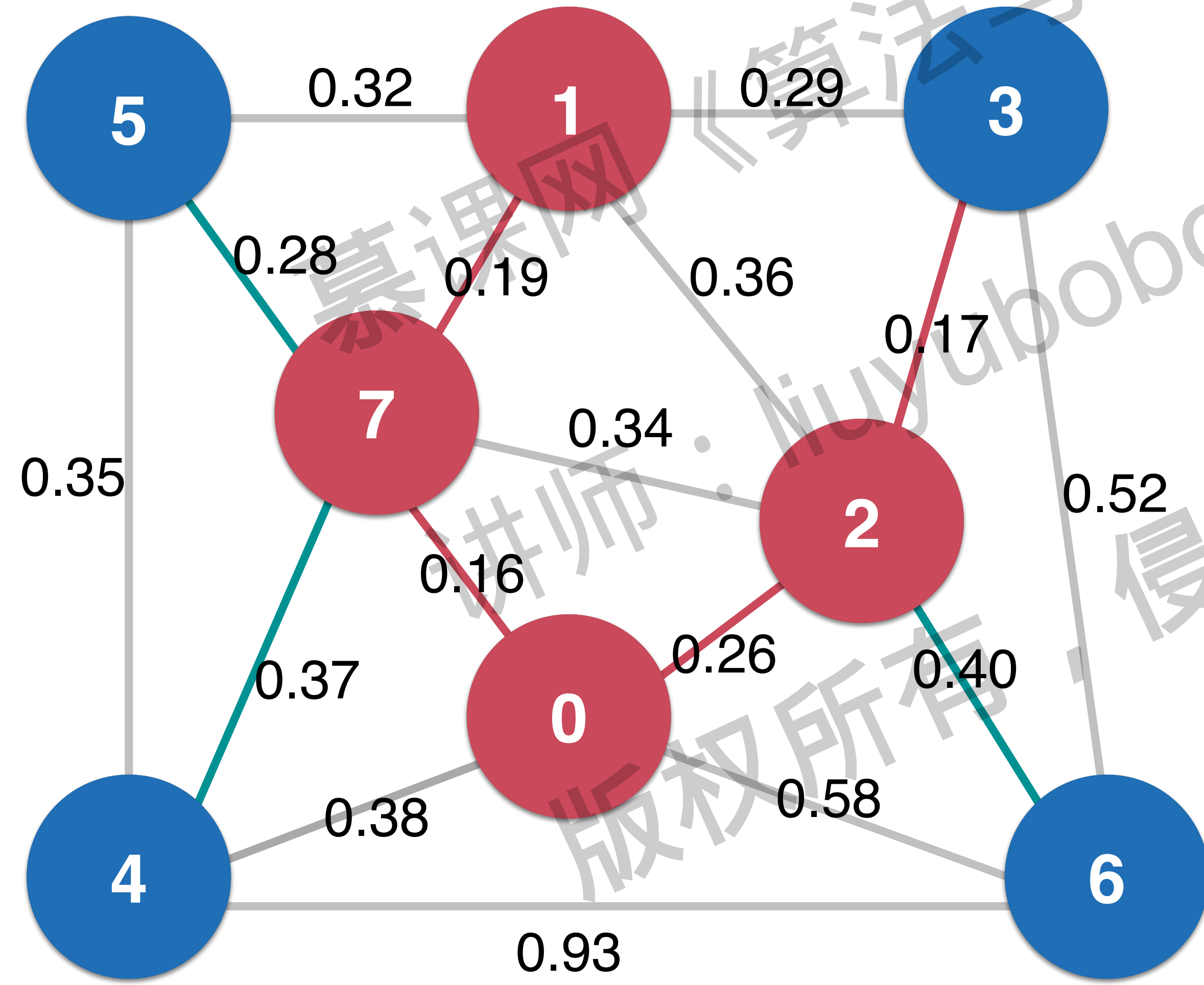
4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.37	0.28	0.40	0.16

# Prim

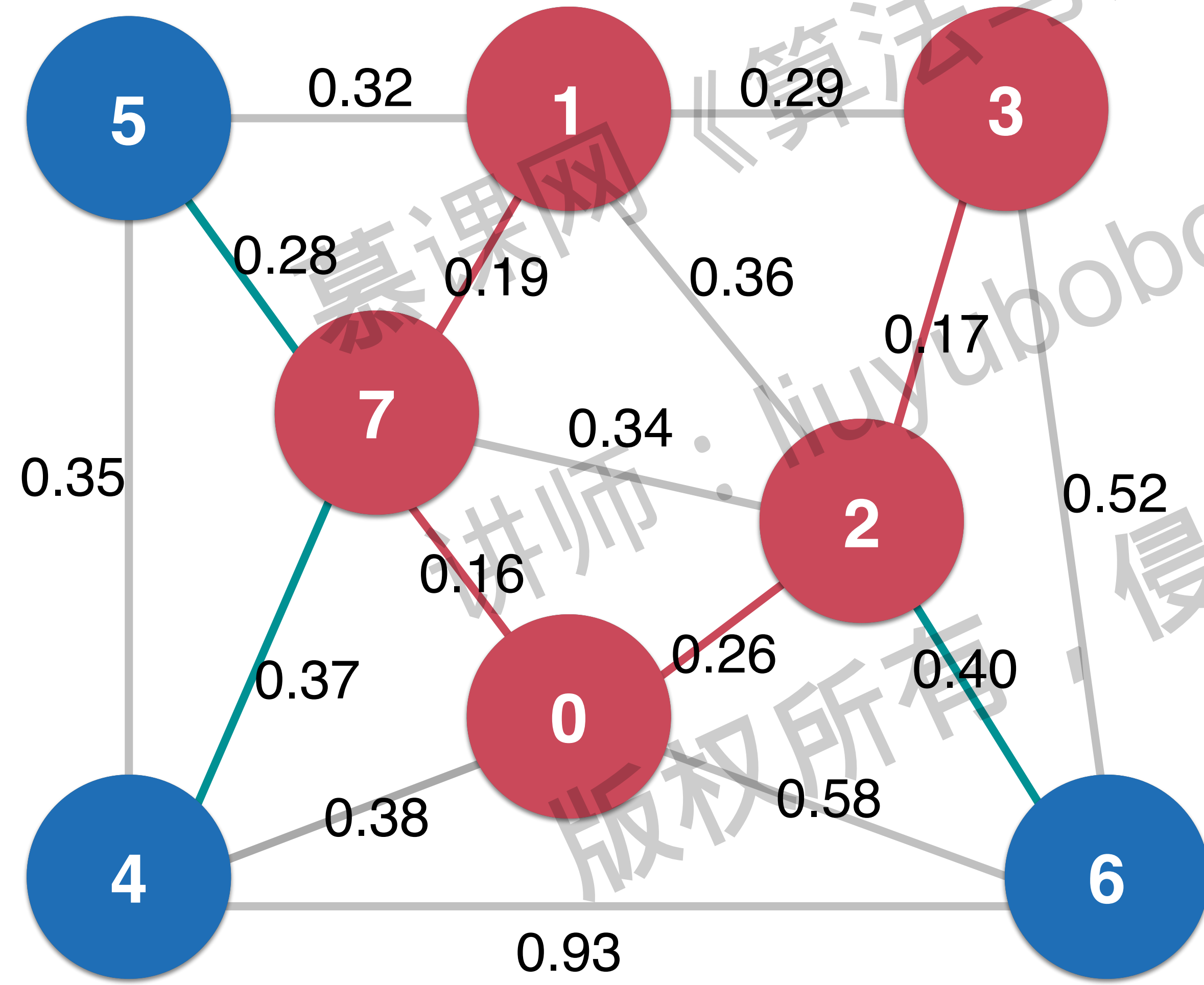


- |              |              |
|--------------|--------------|
| 0 - 2 : 0.26 | 2 - 3 : 0.17 |
| 0 - 4 : 0.38 | 2 - 6 : 0.40 |
| 0 - 6 : 0.58 | 2 - 7 : 0.34 |
| 0 - 7 : 0.16 | 3 - 6 : 0.52 |
| 1 - 2 : 0.36 | 4 - 5 : 0.35 |
| 1 - 3 : 0.29 | 4 - 6 : 0.93 |
| 1 - 5 : 0.32 | 4 - 7 : 0.37 |
| 1 - 7 : 0.19 | 5 - 7 : 0.28 |

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.37	0.28	0.40	0.16

# Prim

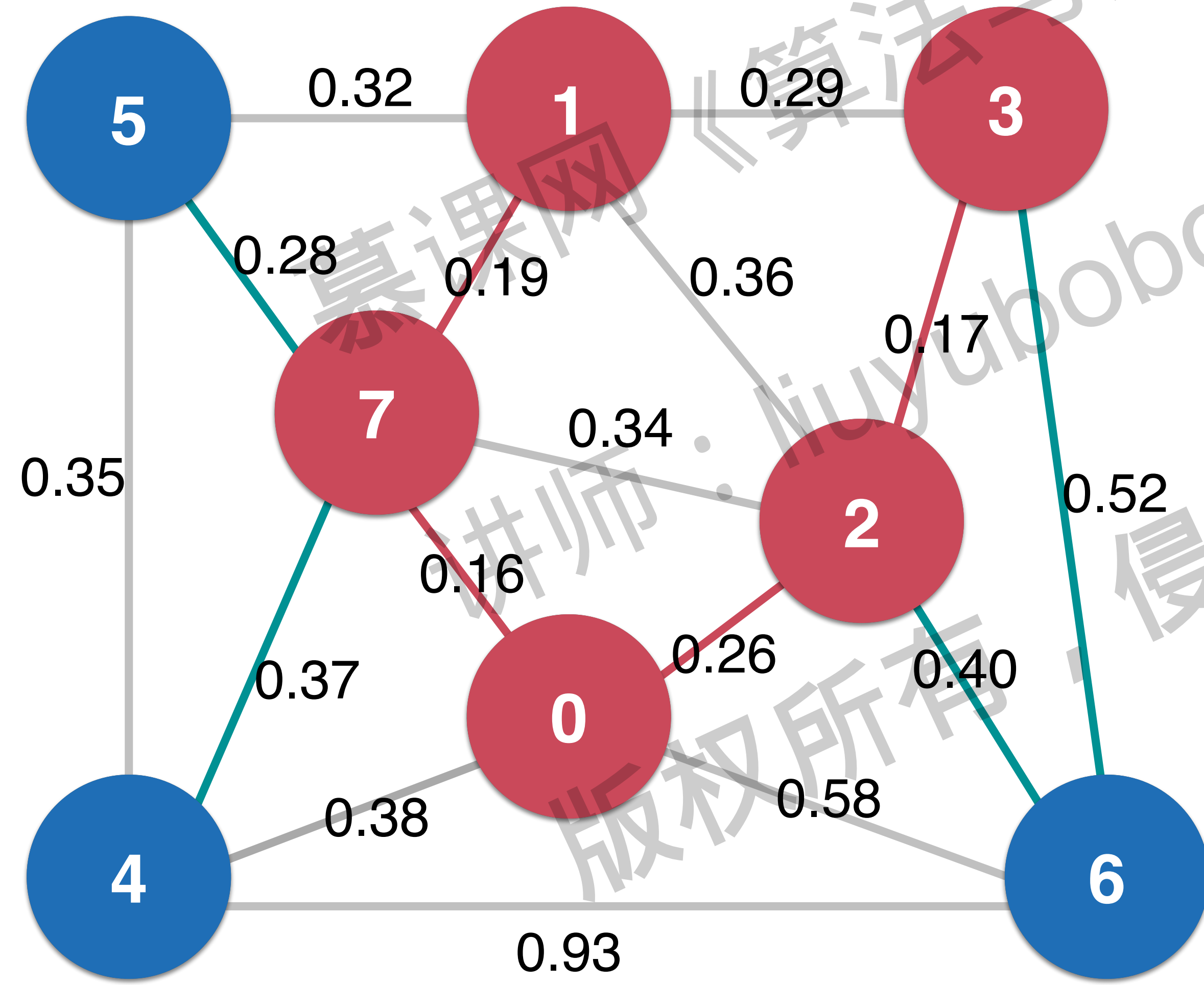


- |              |              |
|--------------|--------------|
| 0 - 2 : 0.26 | 2 - 3 : 0.17 |
| 0 - 4 : 0.38 | 2 - 6 : 0.40 |
| 0 - 6 : 0.58 | 2 - 7 : 0.34 |
| 0 - 7 : 0.16 | 3 - 6 : 0.52 |
| 1 - 2 : 0.36 | 4 - 5 : 0.35 |
| 1 - 3 : 0.29 | 4 - 6 : 0.93 |
| 1 - 5 : 0.32 | 4 - 7 : 0.37 |
| 1 - 7 : 0.19 | 5 - 7 : 0.28 |

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.37	0.28	0.40	0.16

# Prim



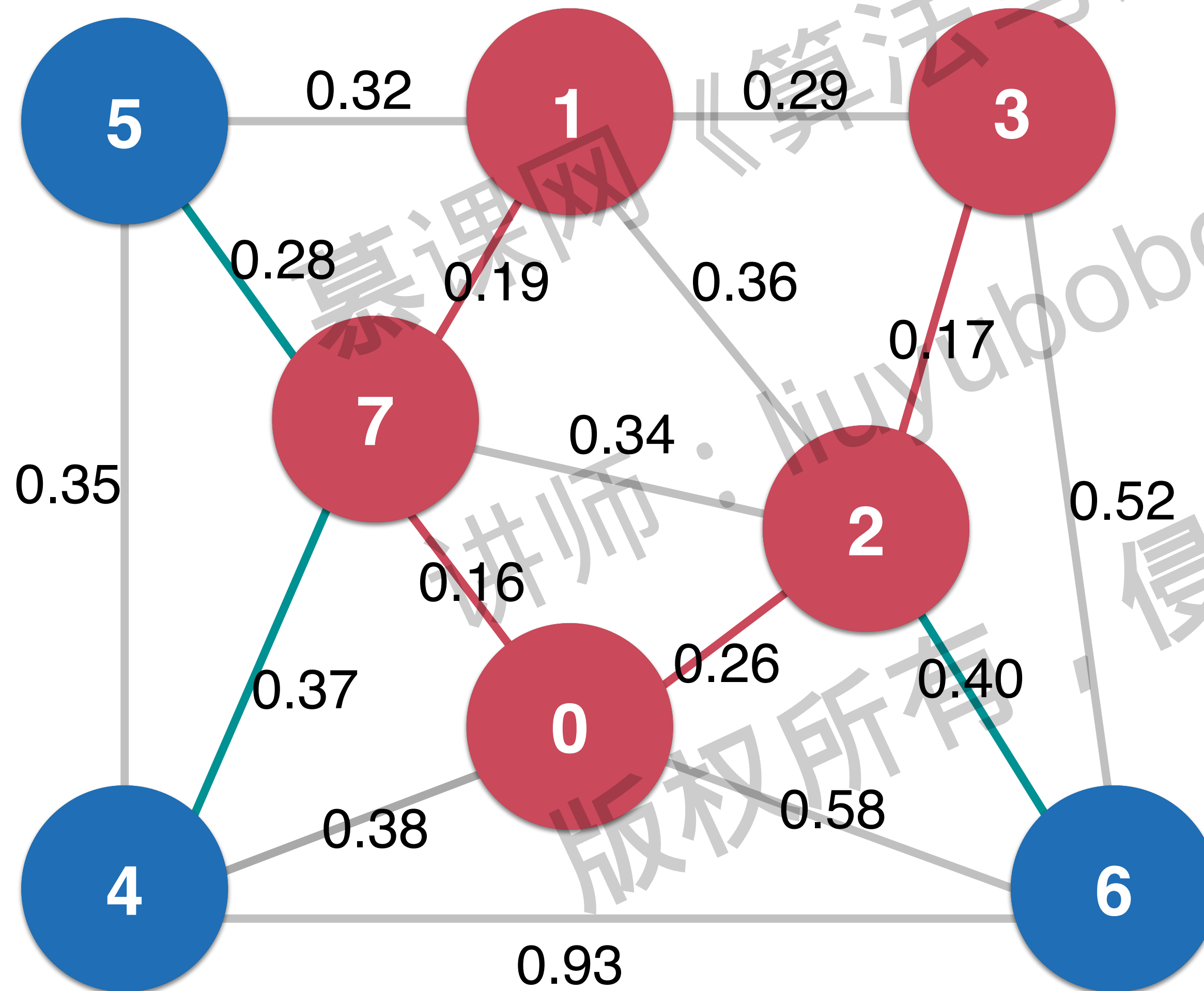
- |              |              |
|--------------|--------------|
| 0 - 2 : 0.26 | 2 - 3 : 0.17 |
| 0 - 4 : 0.38 | 2 - 6 : 0.40 |
| 0 - 6 : 0.58 | 2 - 7 : 0.34 |
| 0 - 7 : 0.16 | 3 - 6 : 0.52 |
| 1 - 2 : 0.36 | 4 - 5 : 0.35 |
| 1 - 3 : 0.29 | 4 - 6 : 0.93 |
| 1 - 5 : 0.32 | 4 - 7 : 0.37 |
| 1 - 7 : 0.19 | 5 - 7 : 0.28 |

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.37	0.28	0.40	0.16



# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

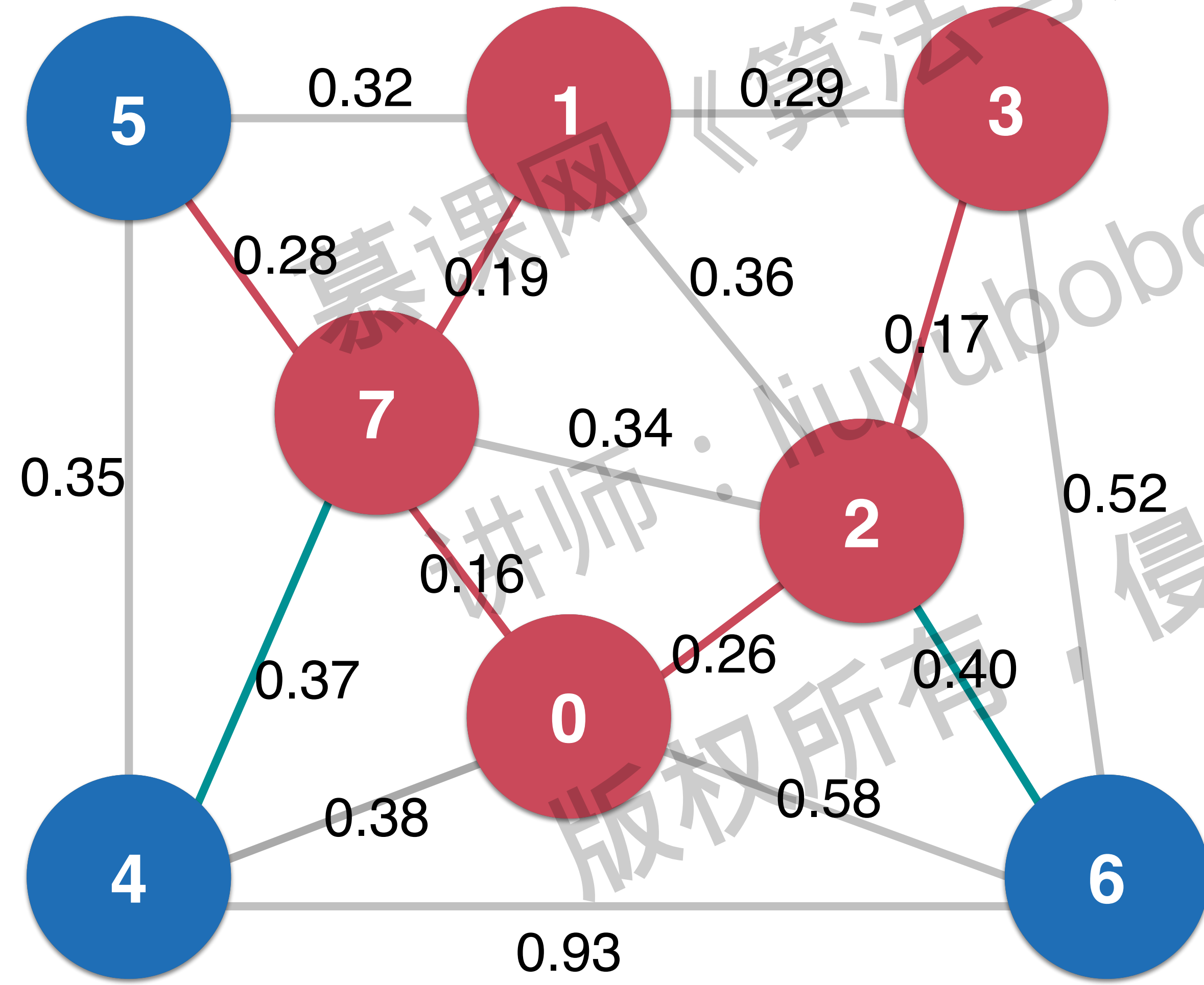
1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.37	0.28	0.40	0.16

# Prim

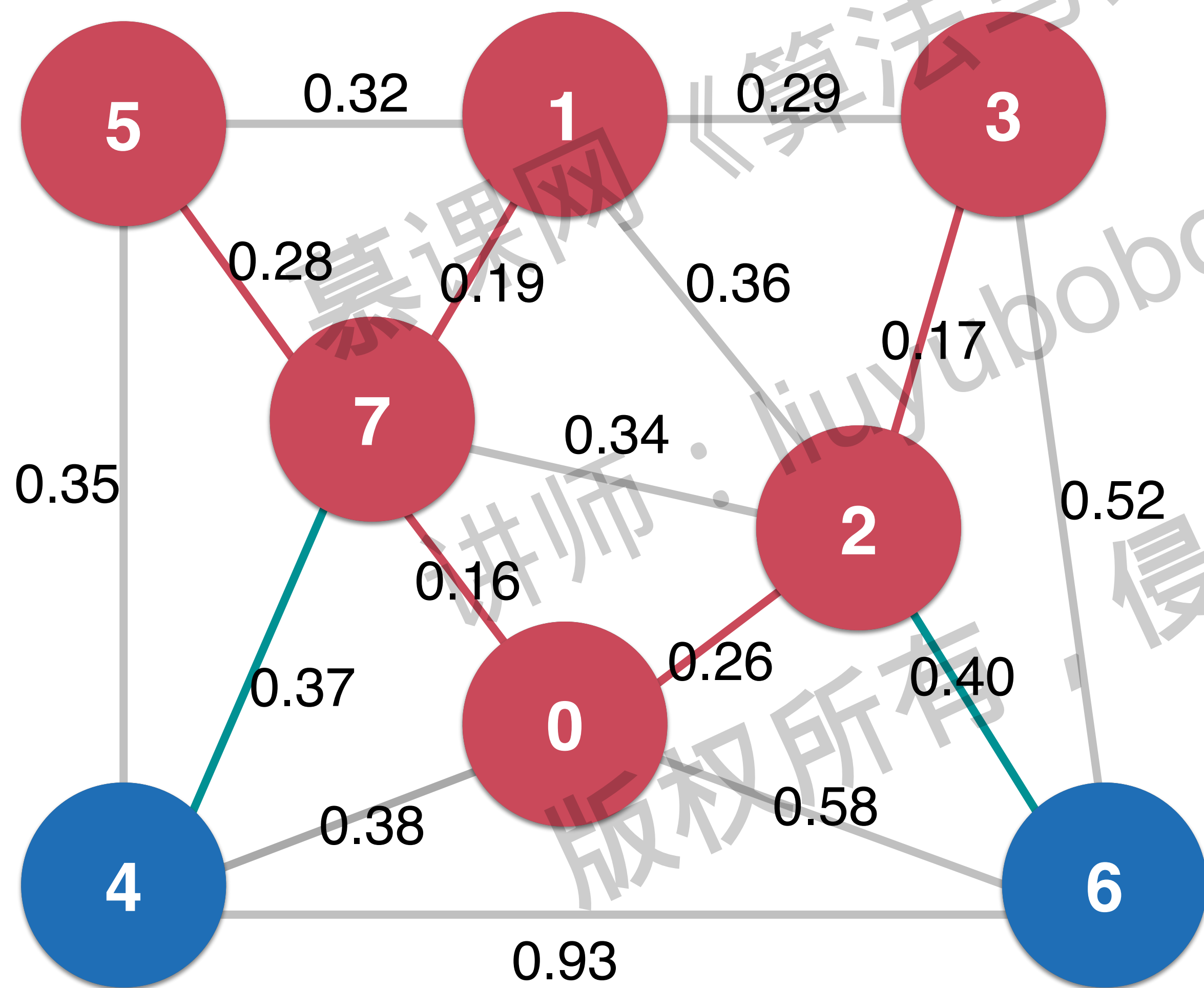


- |              |              |
|--------------|--------------|
| 0 - 2 : 0.26 | 2 - 3 : 0.17 |
| 0 - 4 : 0.38 | 2 - 6 : 0.40 |
| 0 - 6 : 0.58 | 2 - 7 : 0.34 |
| 0 - 7 : 0.16 | 3 - 6 : 0.52 |
| 1 - 2 : 0.36 | 4 - 5 : 0.35 |
| 1 - 3 : 0.29 | 4 - 6 : 0.93 |
| 1 - 5 : 0.32 | 4 - 7 : 0.37 |
| 1 - 7 : 0.19 | 5 - 7 : 0.28 |

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.37	0.28	0.40	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

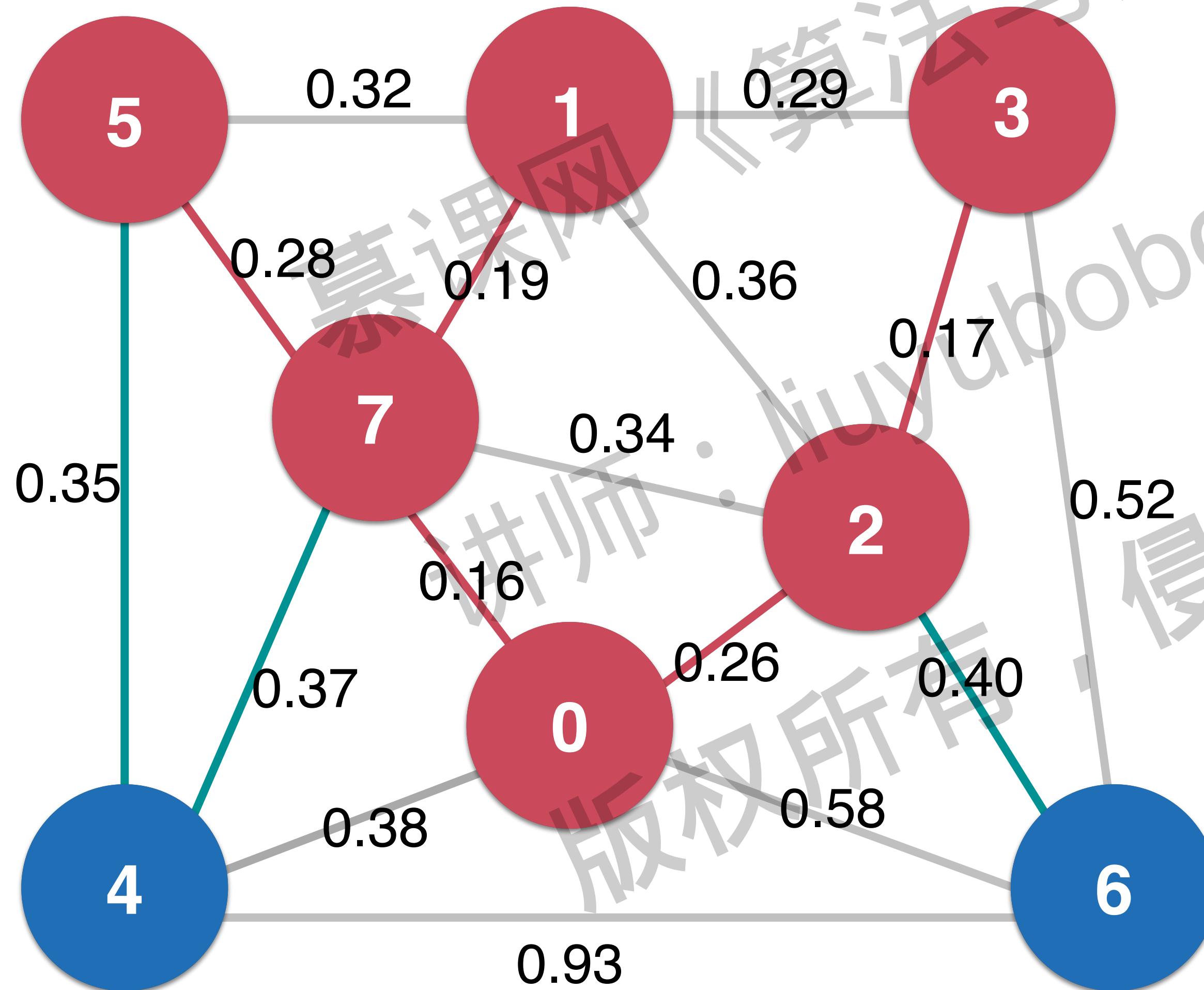
1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.37	0.28	0.40	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

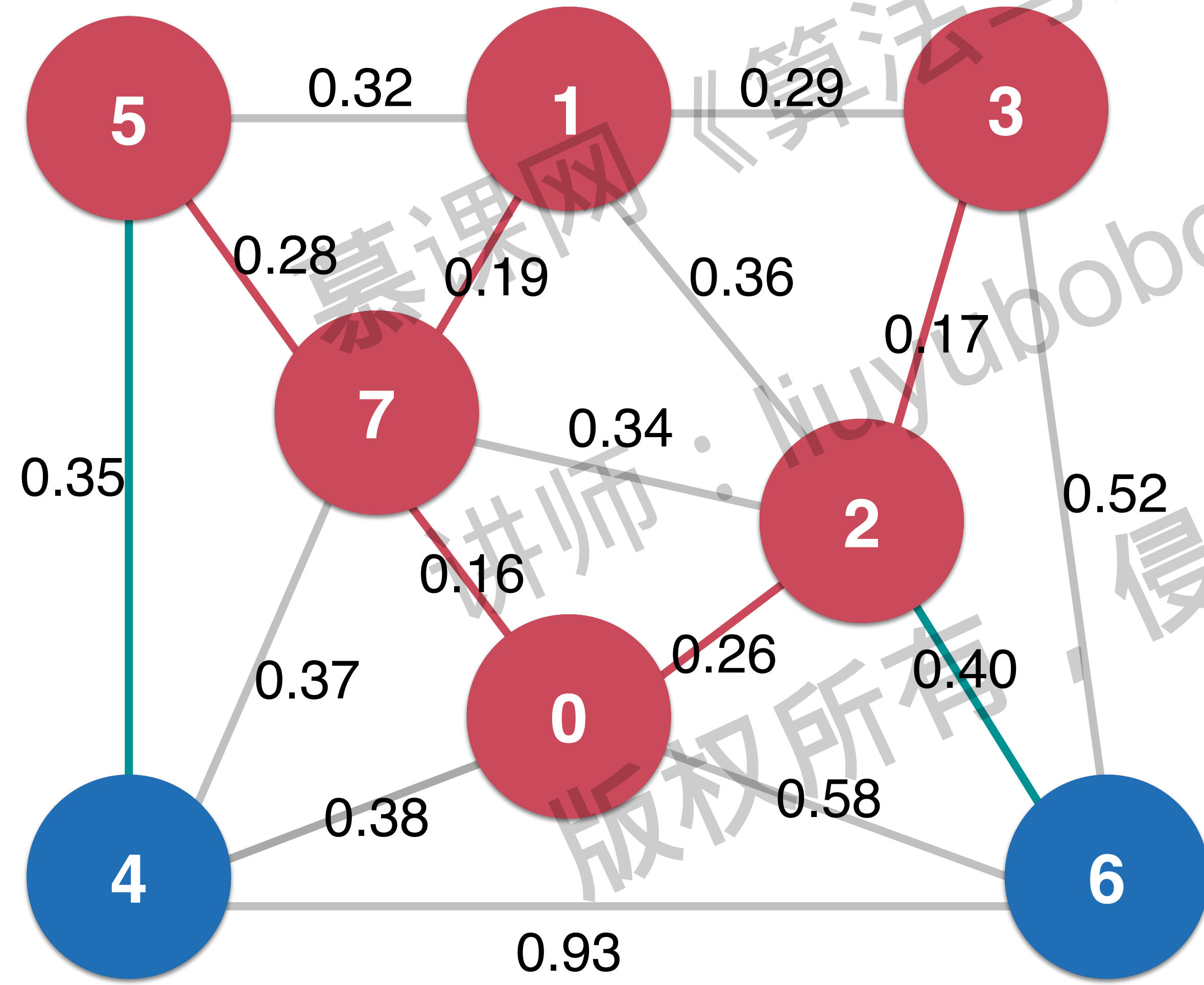
5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.37	0.28	0.40	0.16



# Prim

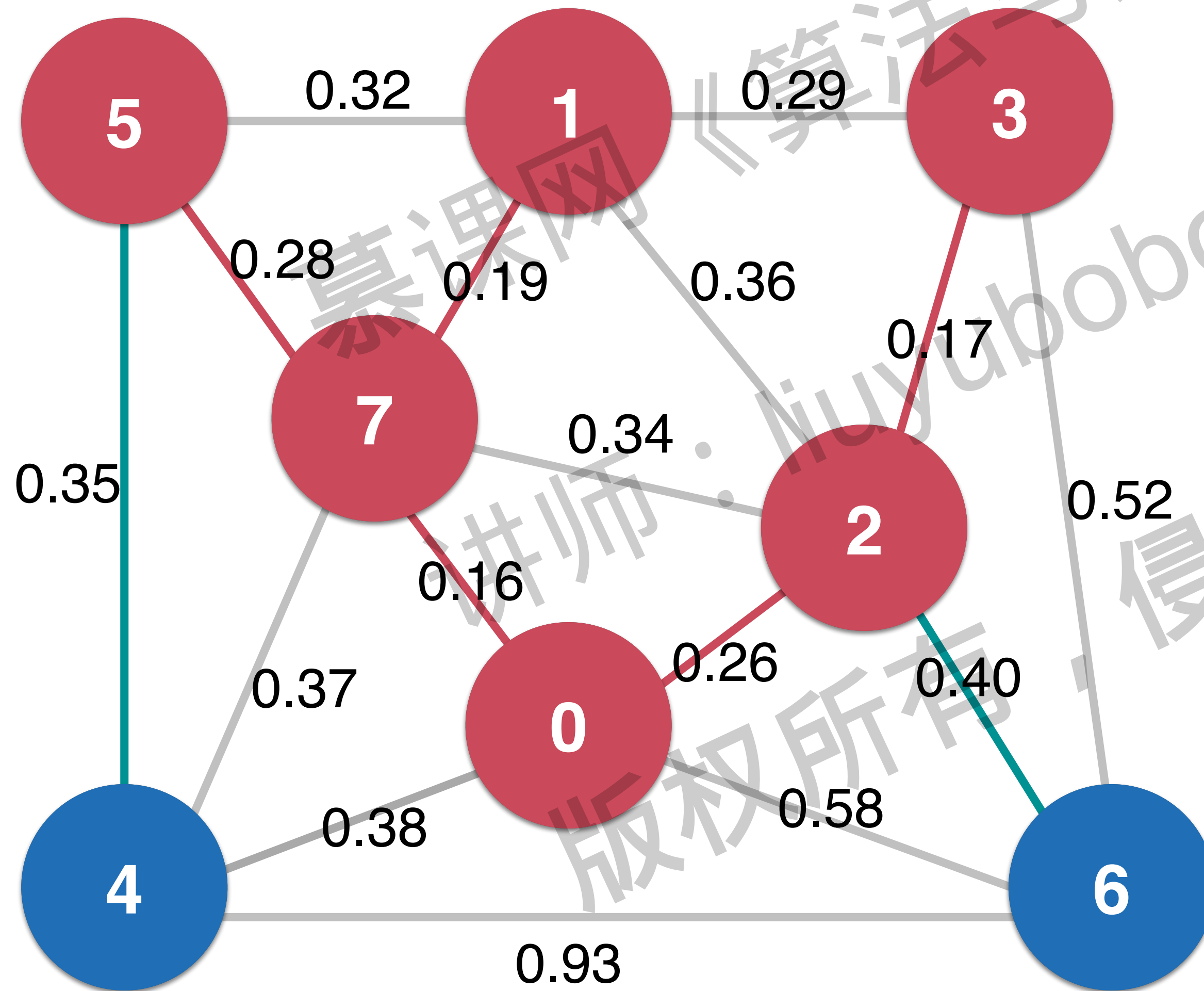


- 0 - 2 : 0.26
- 0 - 4 : 0.38
- 0 - 6 : 0.58
- 0 - 7 : 0.16
- 1 - 2 : 0.36
- 1 - 3 : 0.29
- 1 - 5 : 0.32
- 1 - 7 : 0.19
- 2 - 3 : 0.17
- 2 - 6 : 0.40
- 2 - 7 : 0.34
- 3 - 6 : 0.52
- 4 - 5 : 0.35
- 4 - 6 : 0.93
- 4 - 7 : 0.37
- 5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.35	0.28	0.40	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

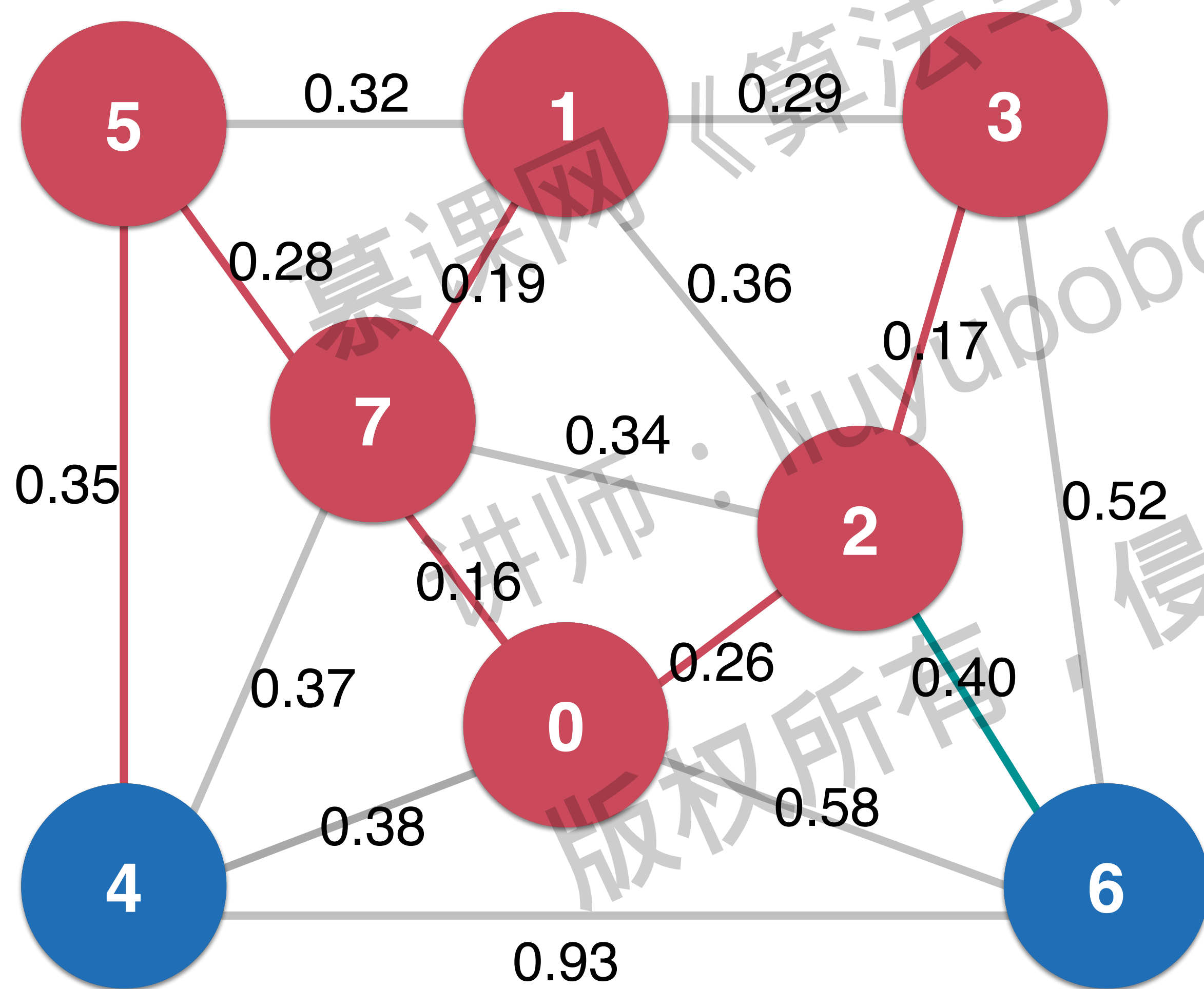
1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.35	0.28	0.40	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

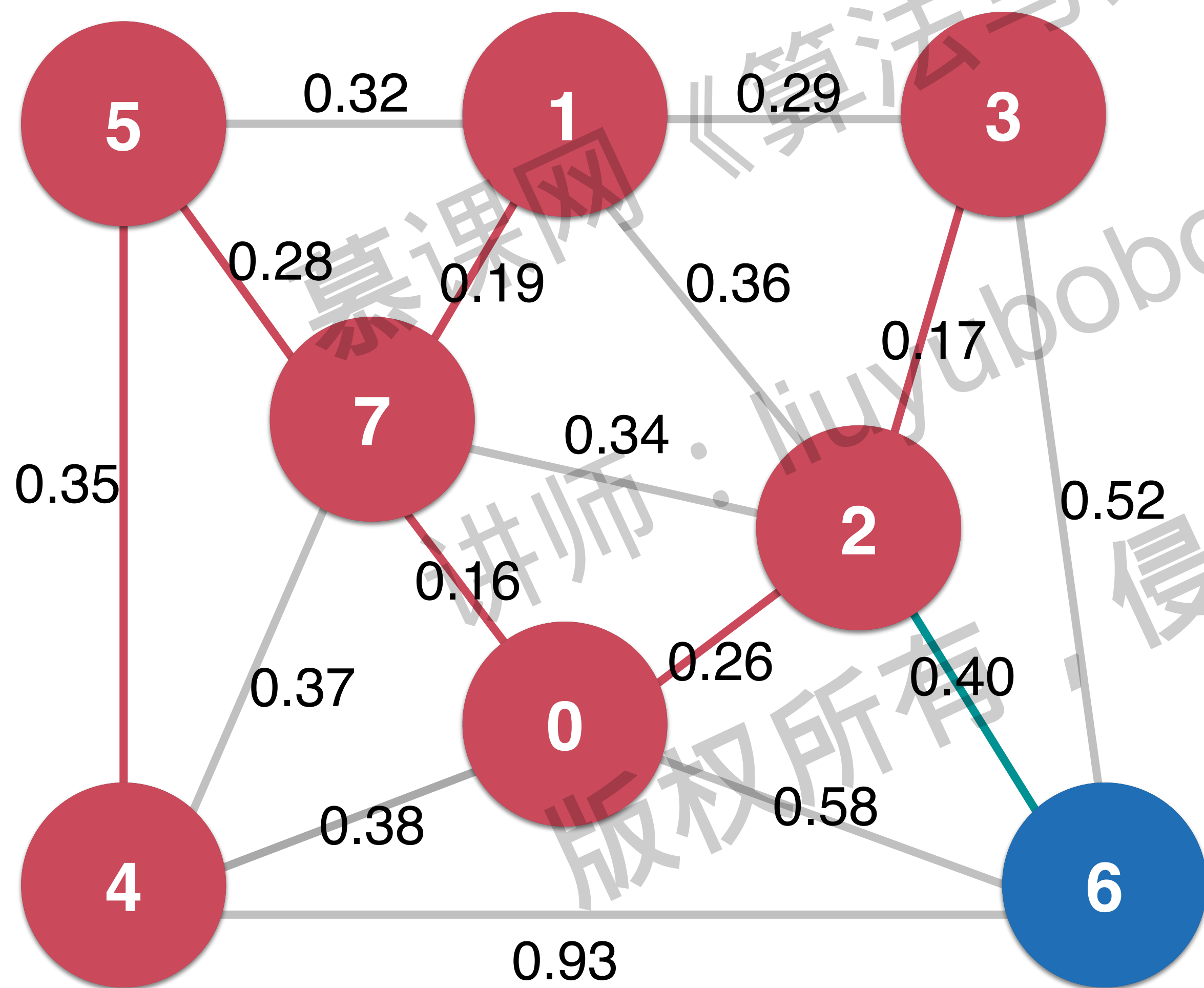
1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.35	0.28	0.40	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0

1

2

3

4

5

6

7

-

0.19

0.26

0.17

0.35

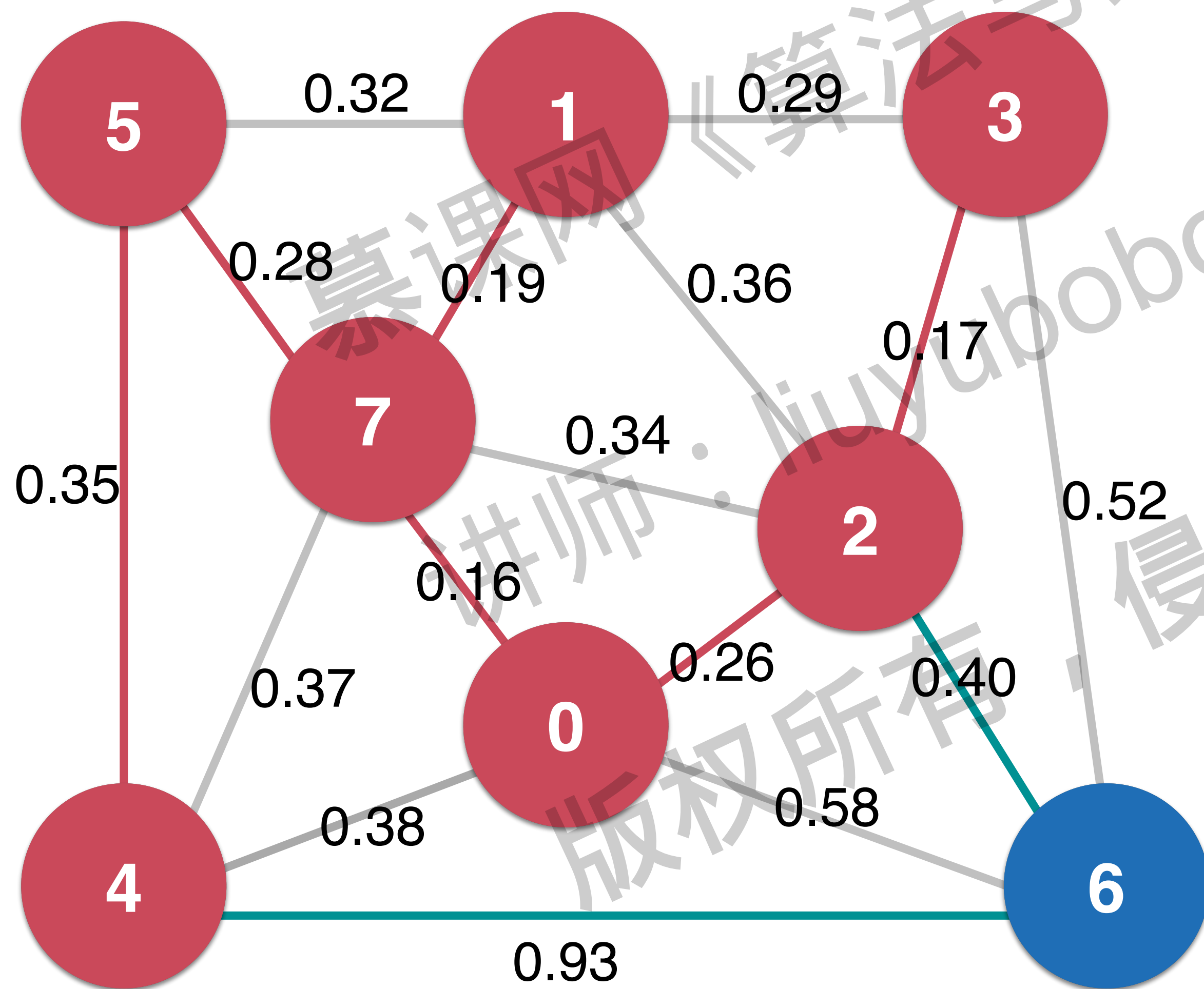
0.28

0.40

0.16



# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

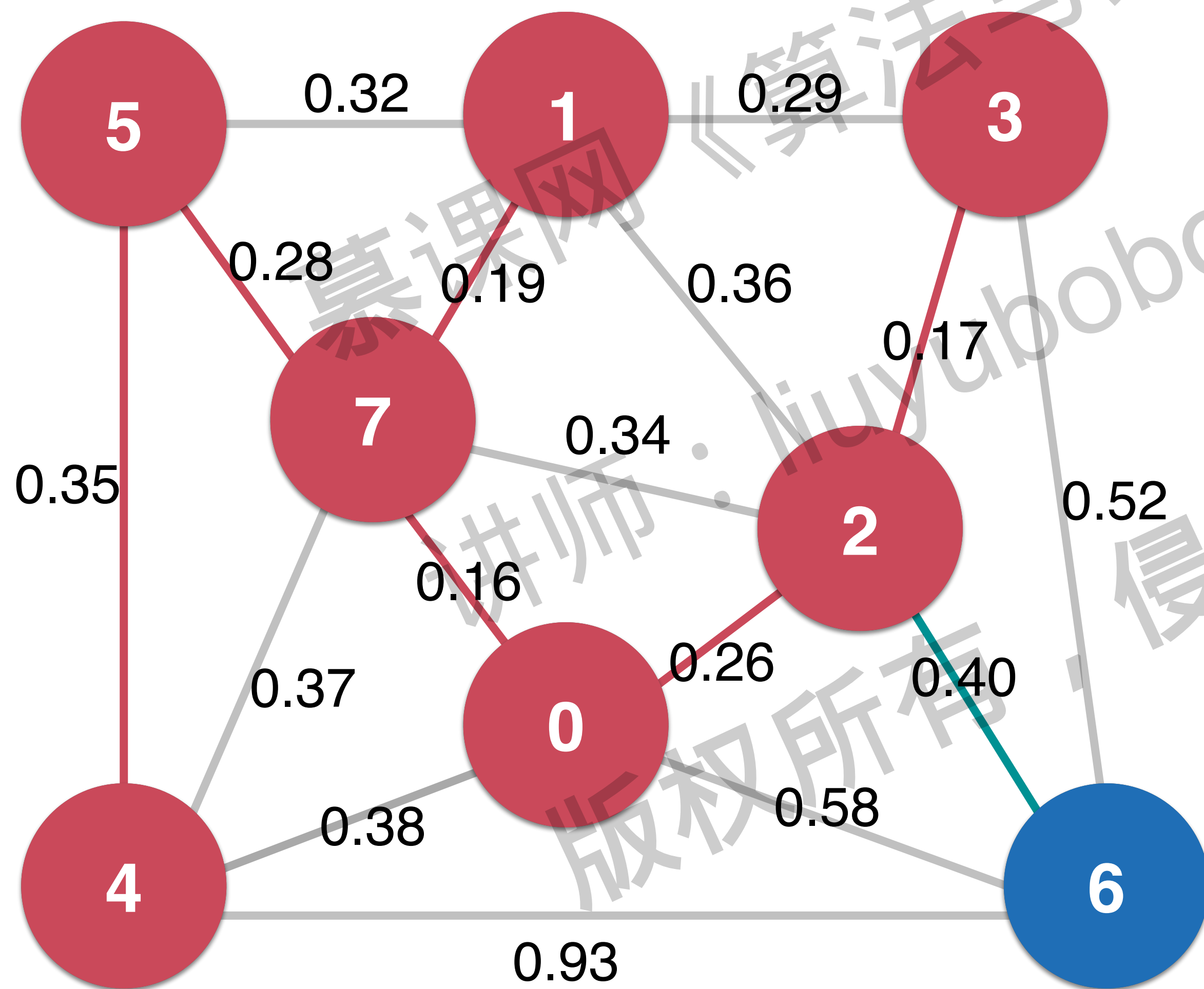
1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.35	0.28	0.40	0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0

1

2

3

4

5

6

7

-

0.19

0.26

0.17

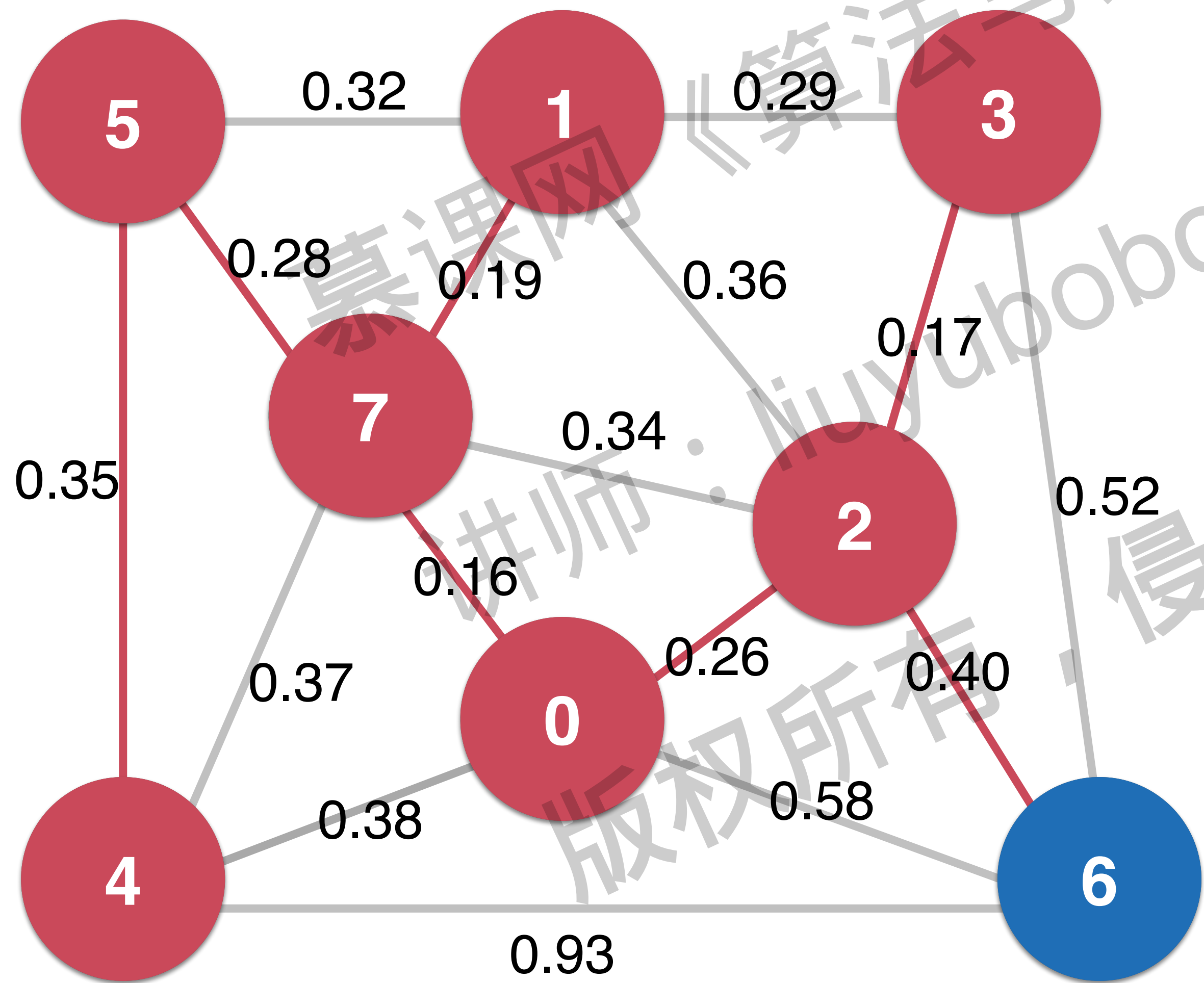
0.35

0.28

0.40

0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0

1

2

3

4

5

6

7

-

0.19

0.26

0.17

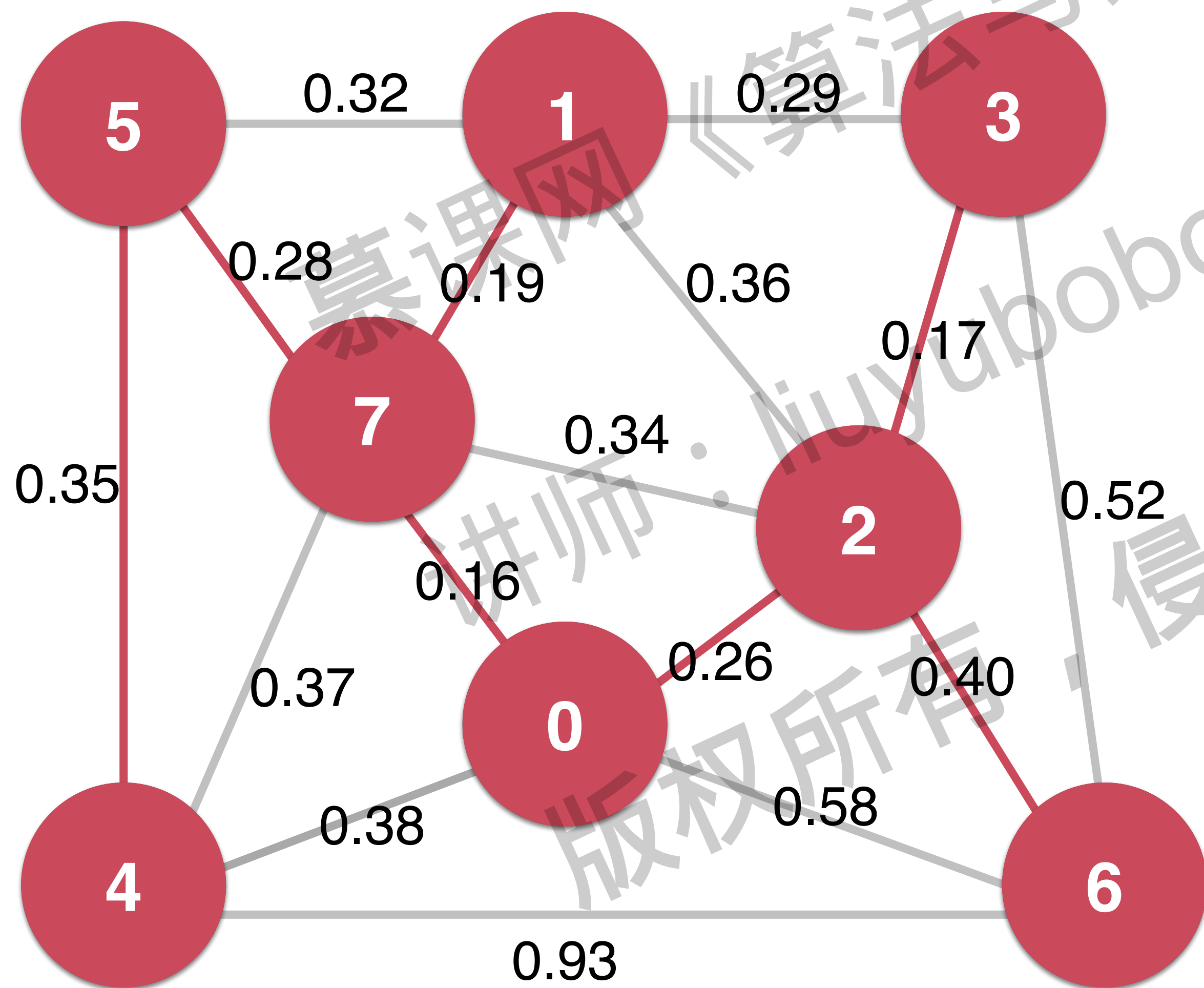
0.35

0.28

0.40

0.16

# Prim



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

0 - 7 : 0.16

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

IndexMinHeap

0	1	2	3	4	5	6	7
-	0.19	0.26	0.17	0.35	0.28	0.40	0.16



慕课网《算法与数据结构》  
讲师：liuyubobobo  
版权所有，侵权必究

# Prim 的时间复杂度 $O(E \log V)$

慕课网《算法与数据结构》

# 操作：实现Prim算法

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

# 操作：比较 Lazy Prim 和 Prim

慕课网《算法与数据结构》

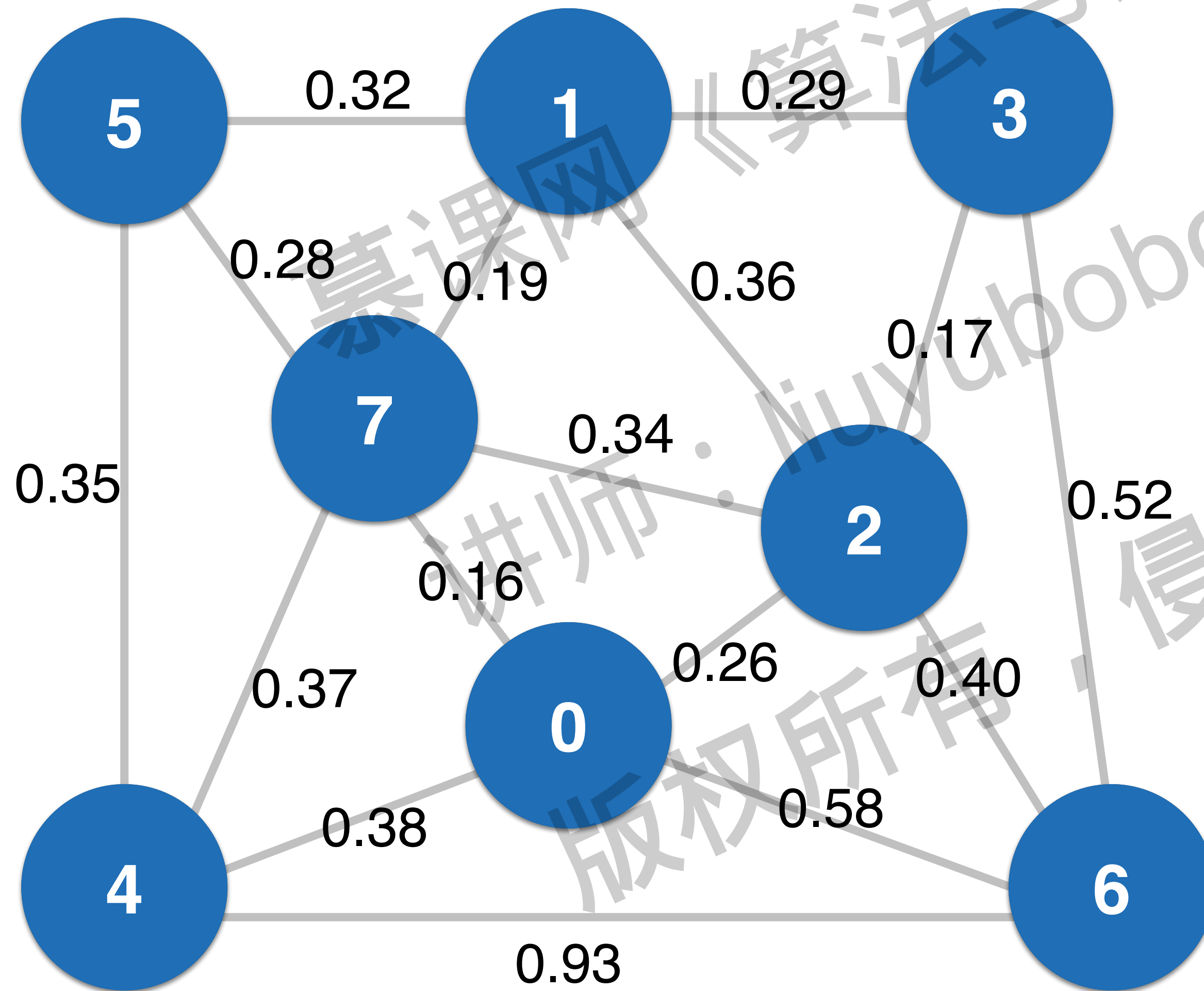
# Kruskal 算法

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究



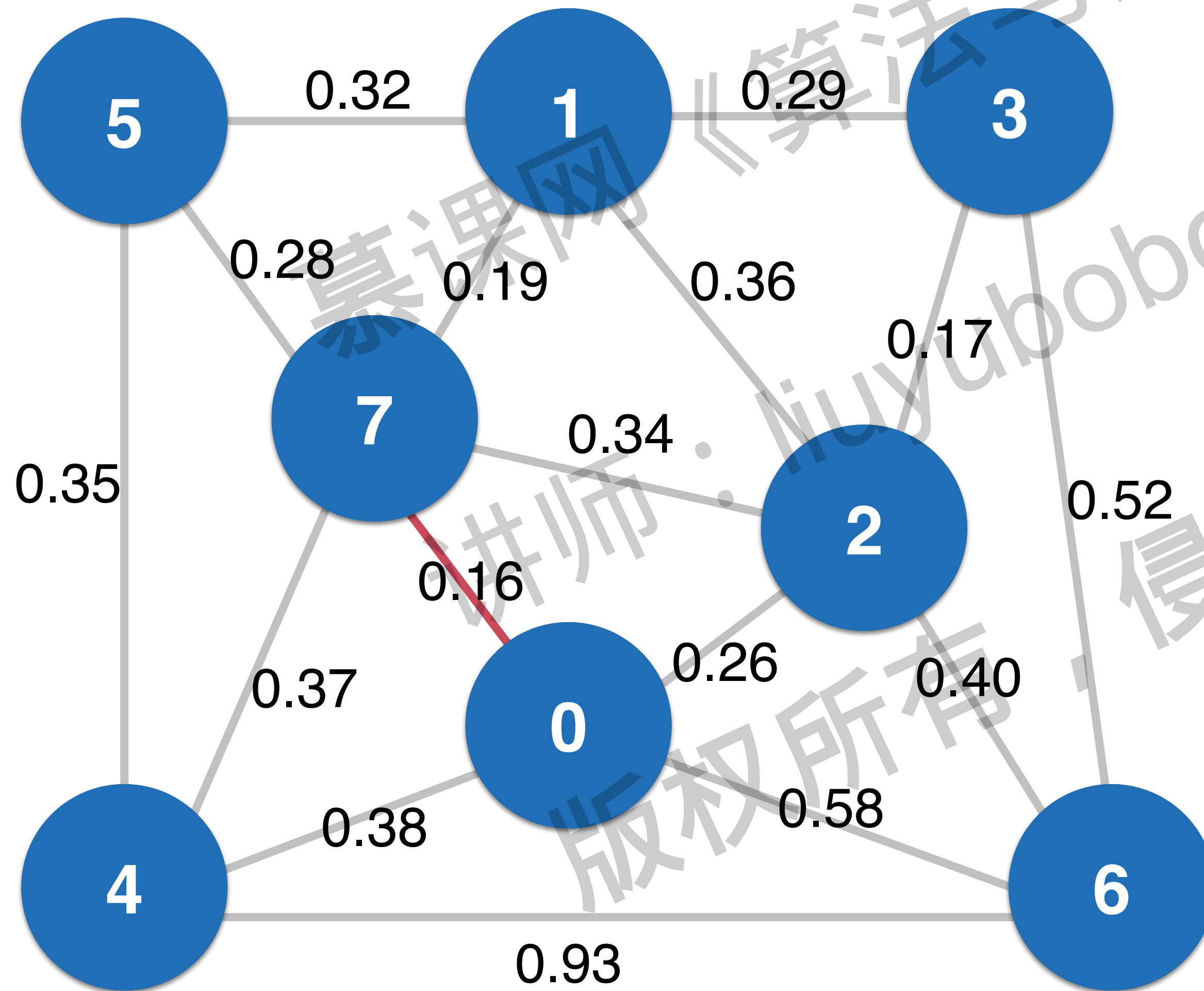
# Kruskal



0 - 2 : 0.26  
0 - 4 : 0.38  
0 - 6 : 0.58  
0 - 7 : 0.16  
1 - 2 : 0.36  
1 - 3 : 0.29  
1 - 5 : 0.32  
1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17  
2 - 6 : 0.40  
2 - 7 : 0.34  
3 - 6 : 0.52  
4 - 5 : 0.35  
4 - 6 : 0.93  
4 - 7 : 0.37  
5 - 7 : 0.28

# Kruskal



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

~~0 - 7 : 0.16~~

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

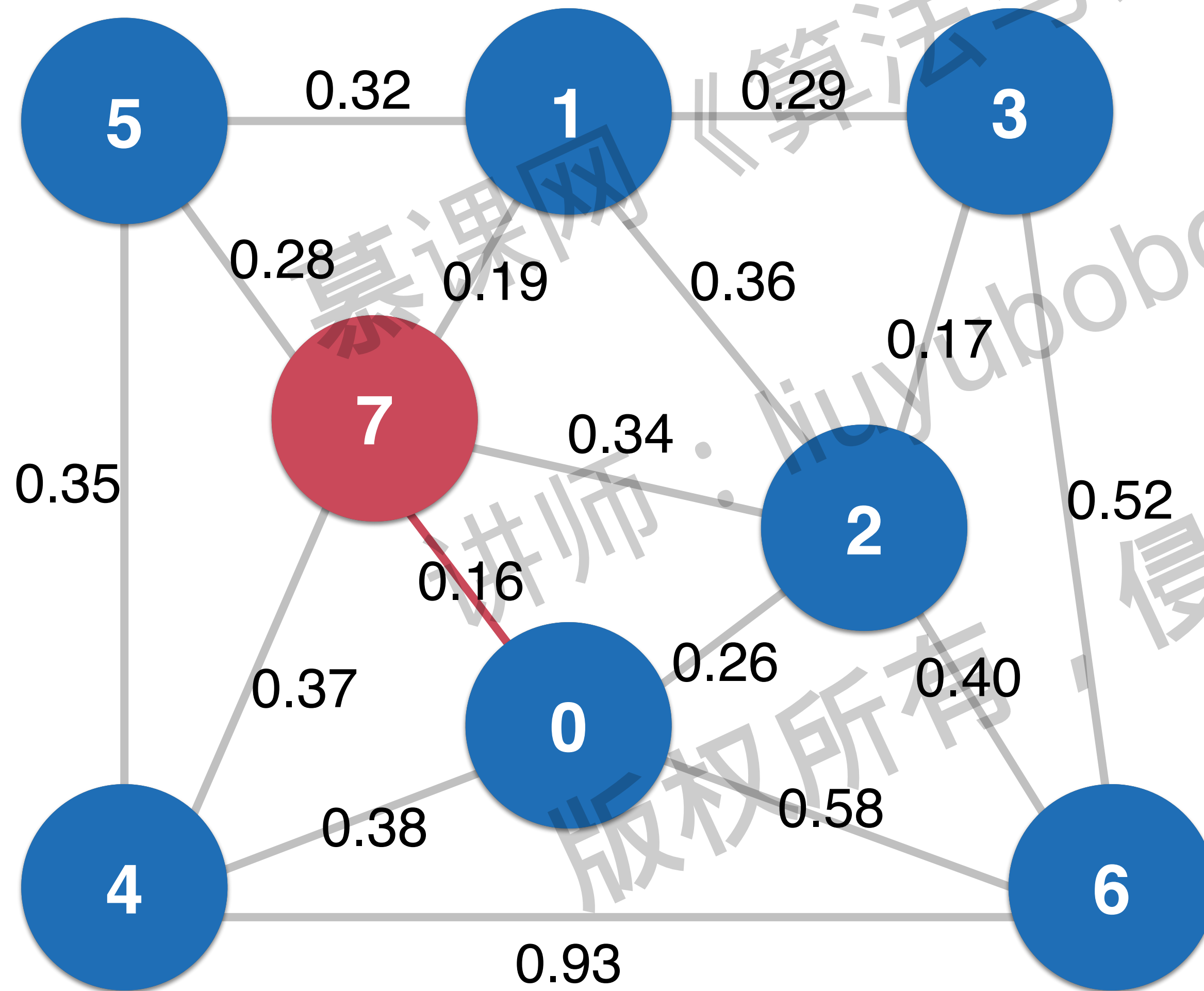
1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

# Kruskal



0 - 2 : 0.26

2 - 3 : 0.17

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

0 - 6 : 0.58

2 - 7 : 0.34

~~0 - 7 : 0.16~~

3 - 6 : 0.52

1 - 2 : 0.36

4 - 5 : 0.35

1 - 3 : 0.29

4 - 6 : 0.93

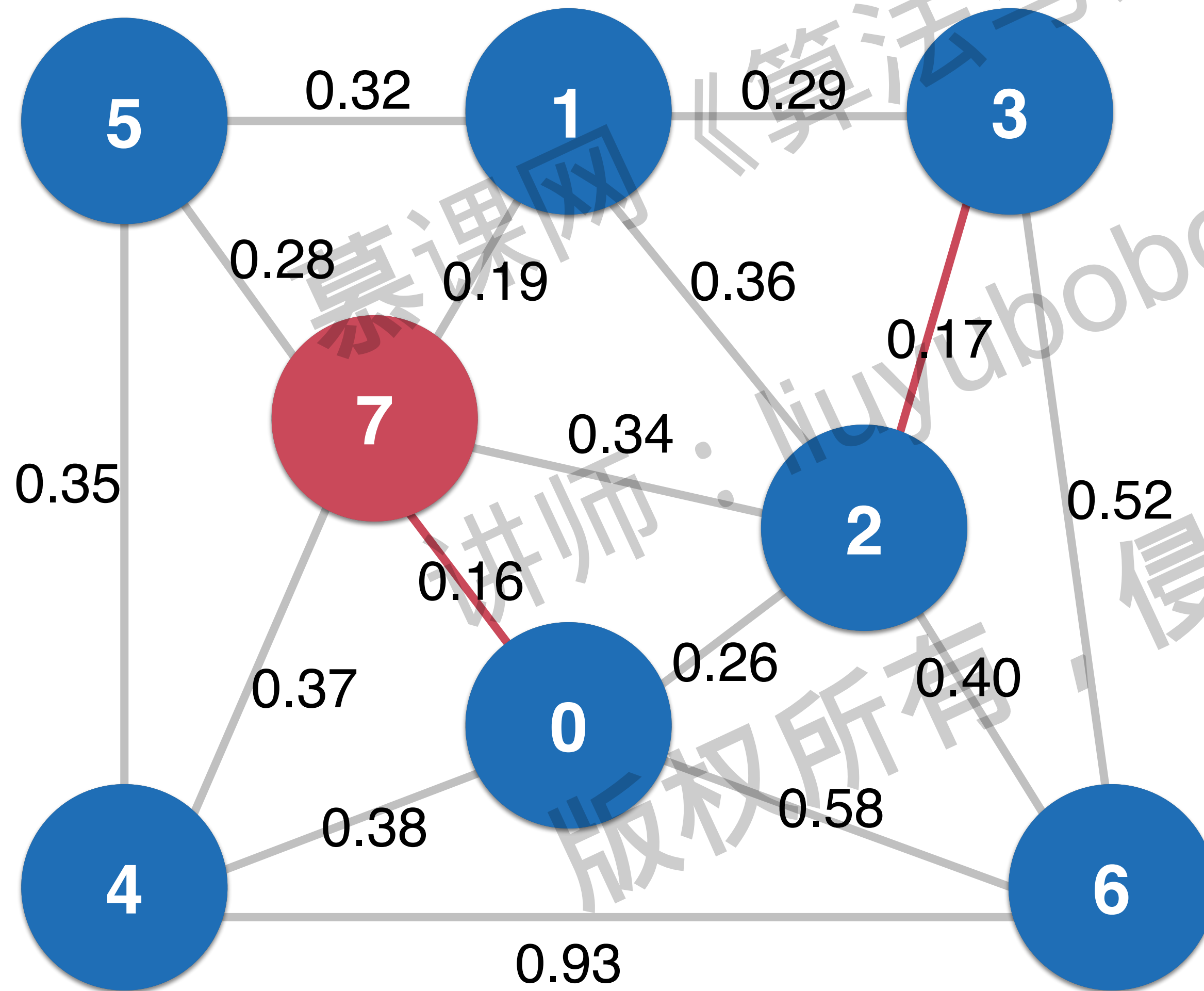
1 - 5 : 0.32

4 - 7 : 0.37

1 - 7 : 0.19

5 - 7 : 0.28

# Kruskal



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

~~0 - 7 : 0.16~~

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

~~2 - 3 : 0.17~~

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

4 - 5 : 0.35

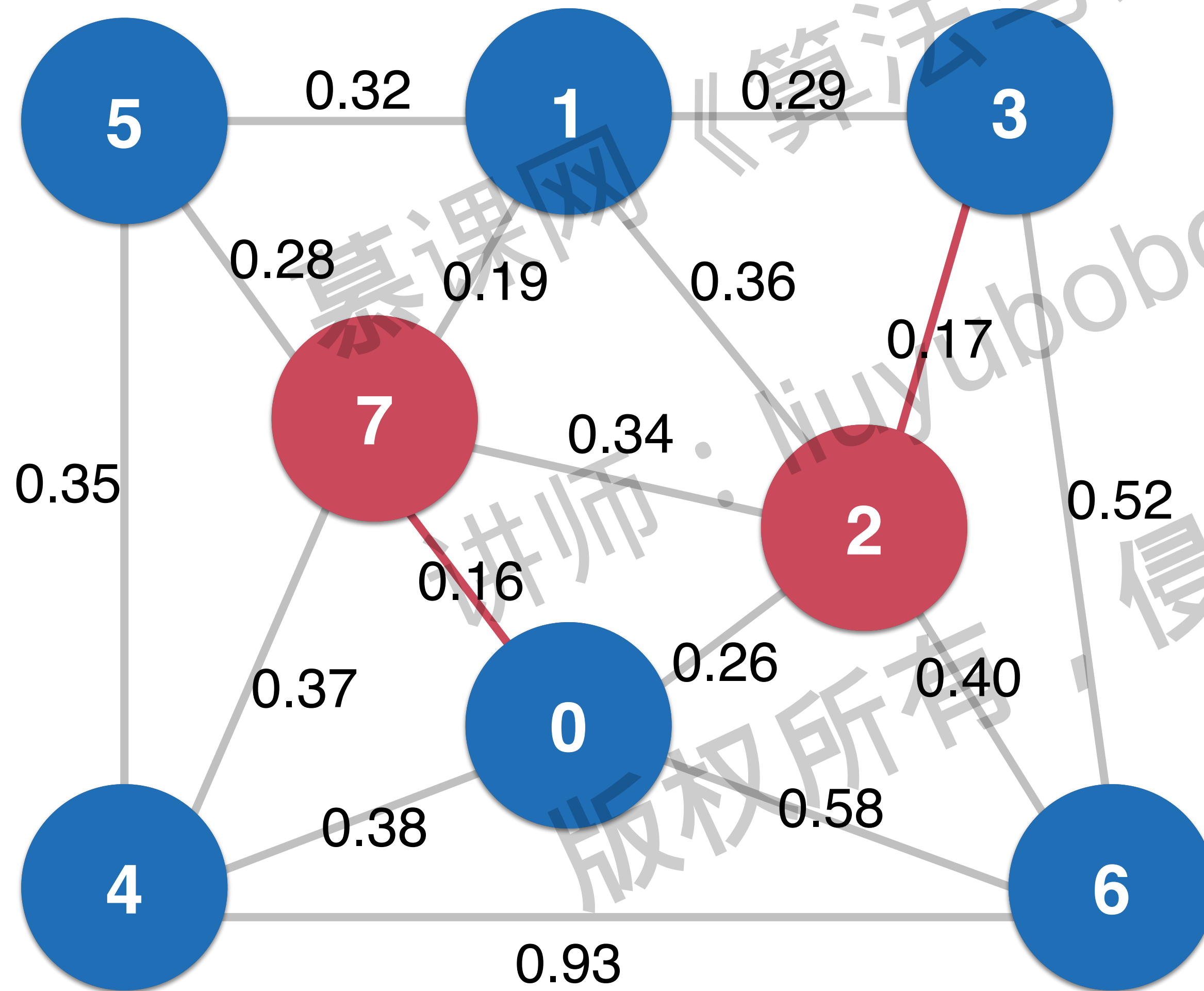
4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28



# Kruskal



0 - 2 : 0.26

0 - 4 : 0.38

0 - 6 : 0.58

~~0 - 7 : 0.16~~

1 - 2 : 0.36

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

1 - 7 : 0.19

~~2 - 3 : 0.17~~

2 - 6 : 0.40

2 - 7 : 0.34

3 - 6 : 0.52

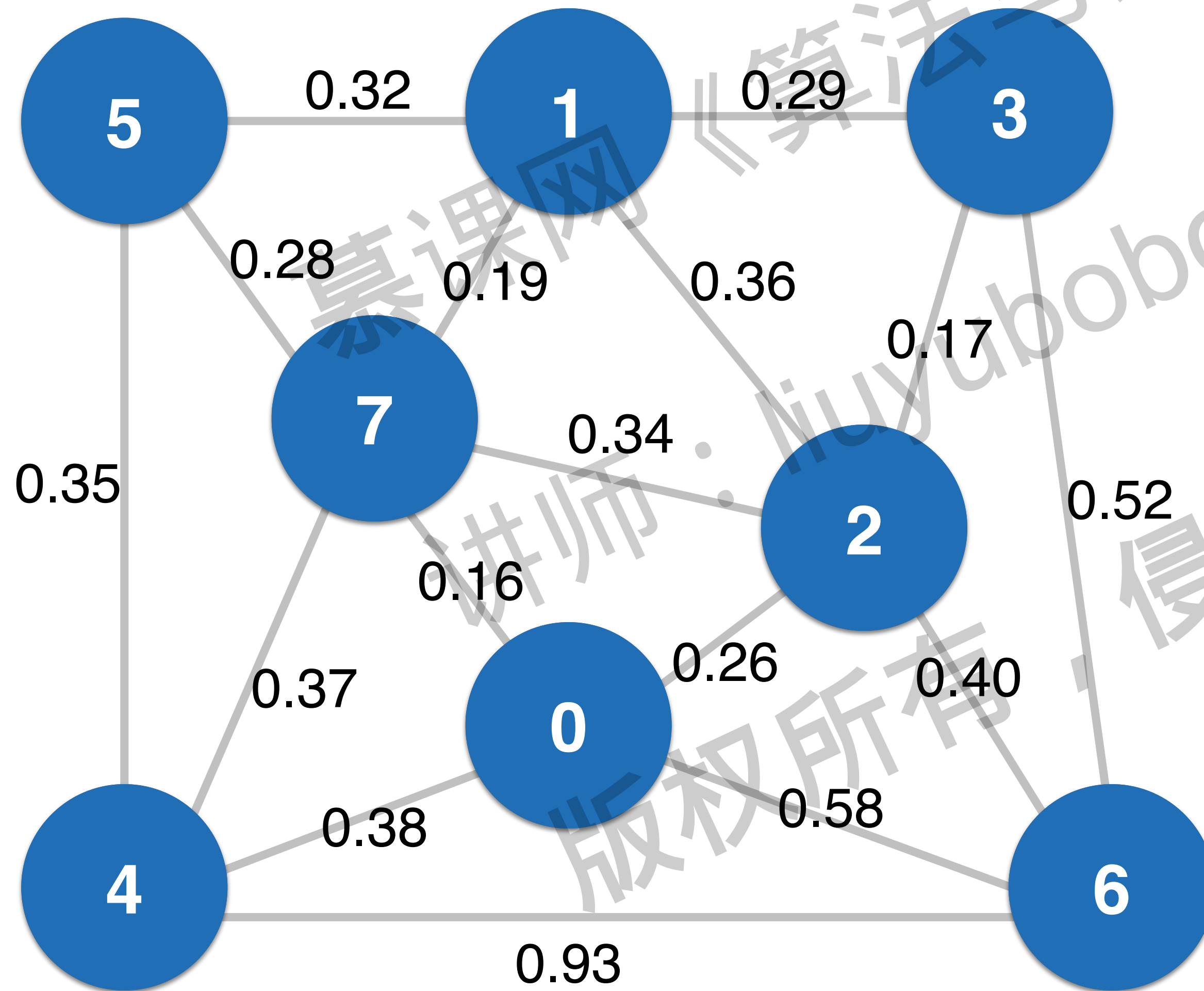
4 - 5 : 0.35

4 - 6 : 0.93

4 - 7 : 0.37

5 - 7 : 0.28

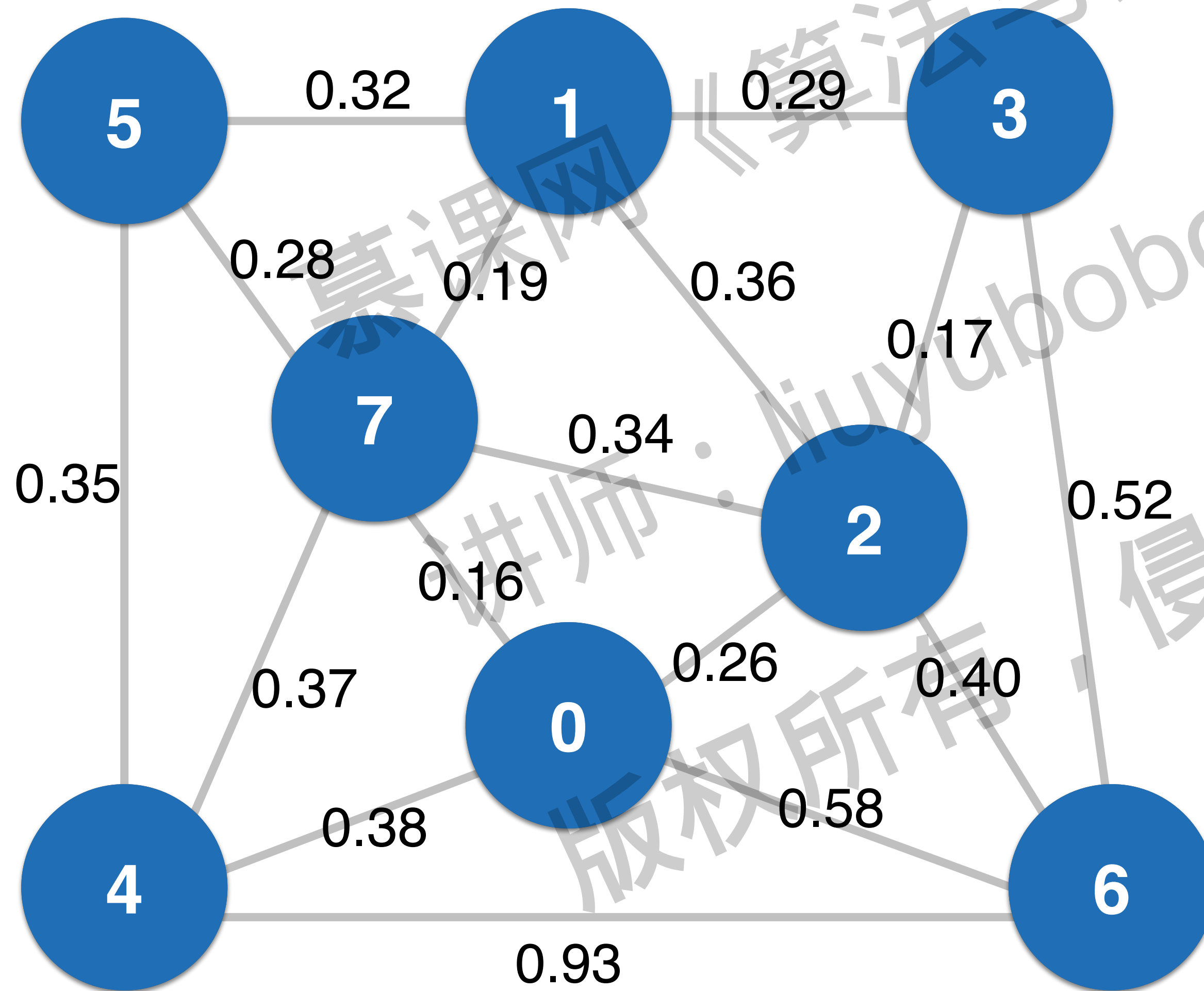
# Kruskal



0 - 2 : 0.26  
0 - 4 : 0.38  
0 - 6 : 0.58  
0 - 7 : 0.16  
1 - 2 : 0.36  
1 - 3 : 0.29  
1 - 5 : 0.32  
1 - 7 : 0.19

2 - 3 : 0.17  
2 - 6 : 0.40  
2 - 7 : 0.34  
3 - 6 : 0.52  
4 - 5 : 0.35  
4 - 6 : 0.93  
4 - 7 : 0.37  
5 - 7 : 0.28

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

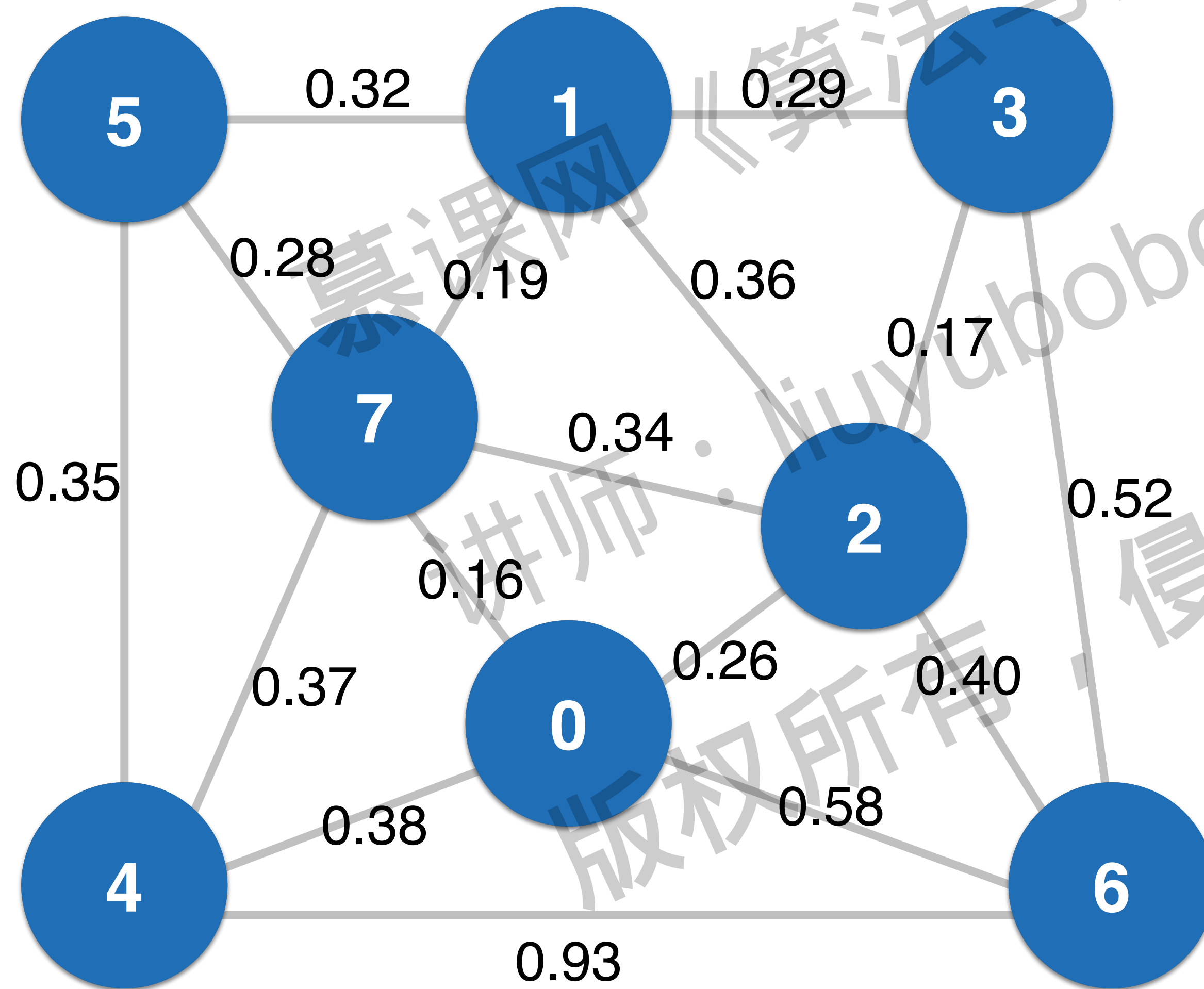
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

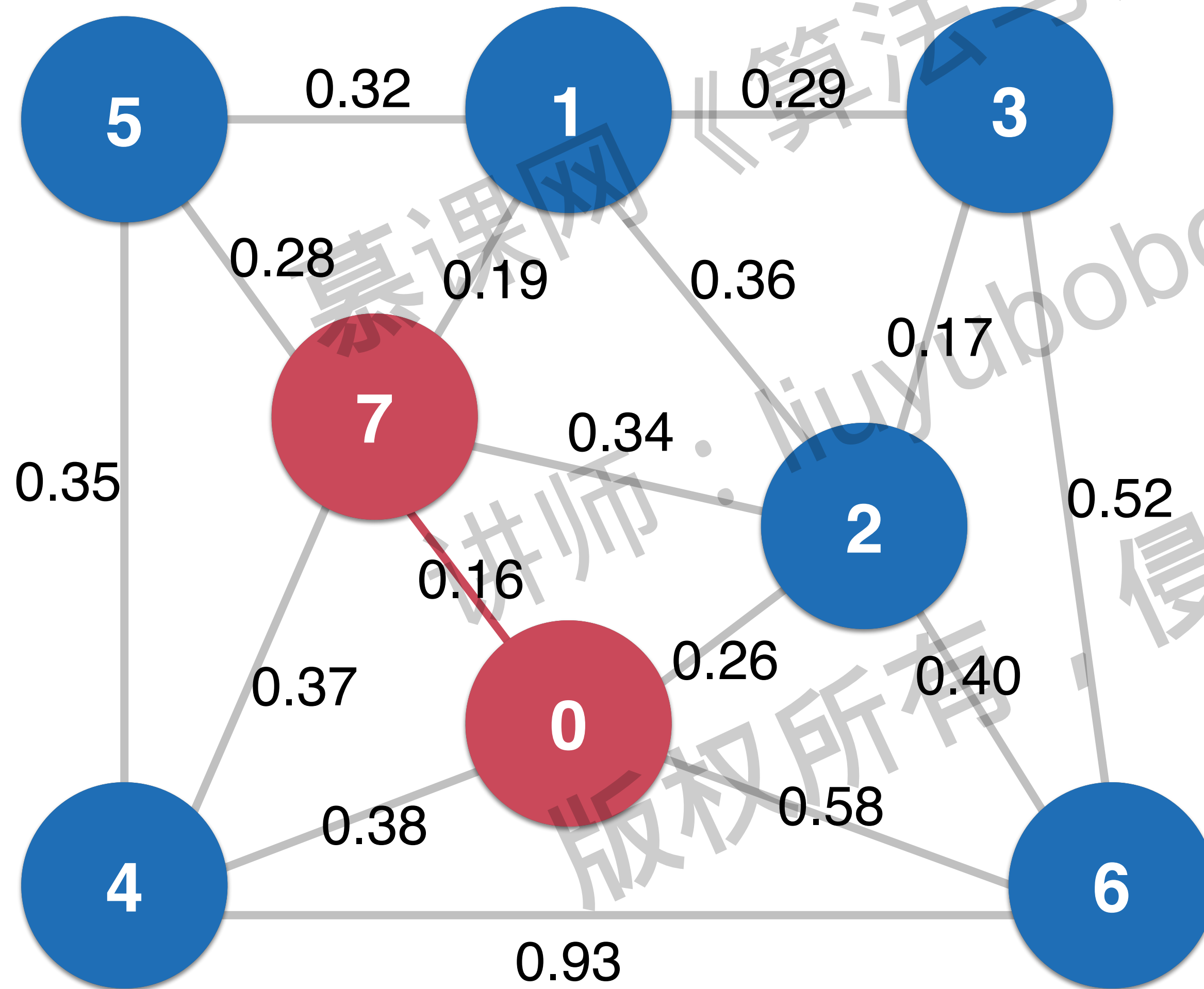
3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93



# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

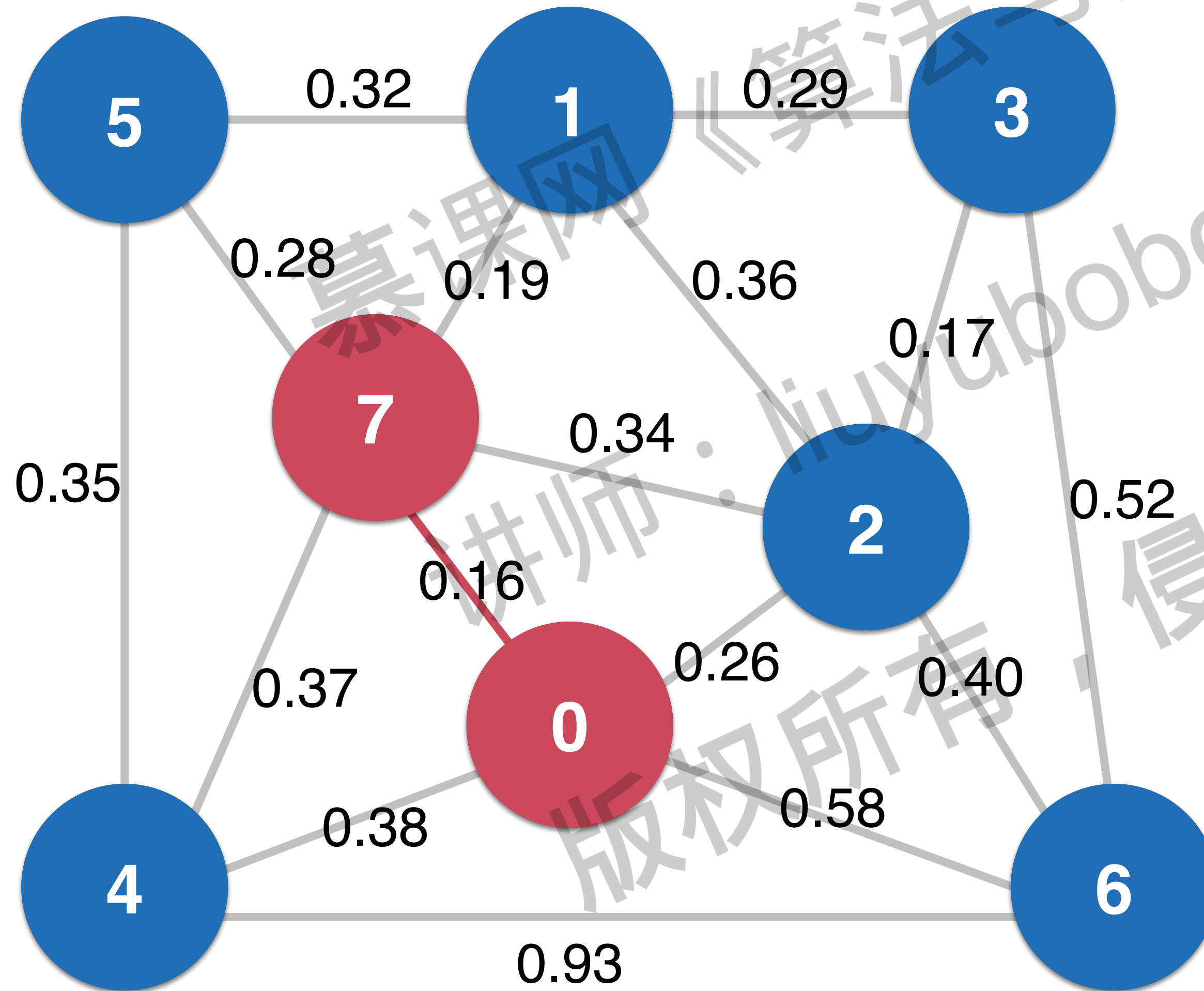
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

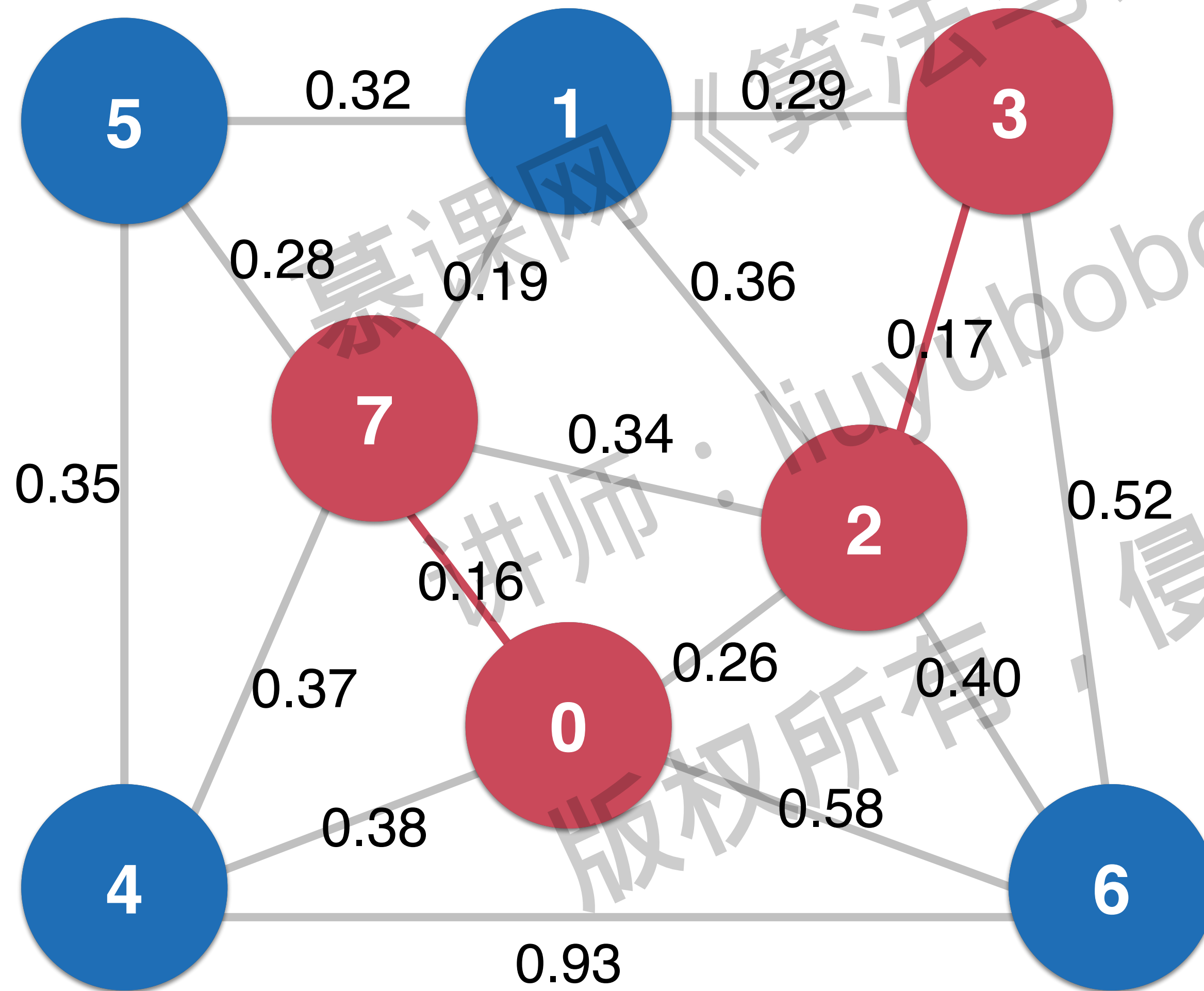
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

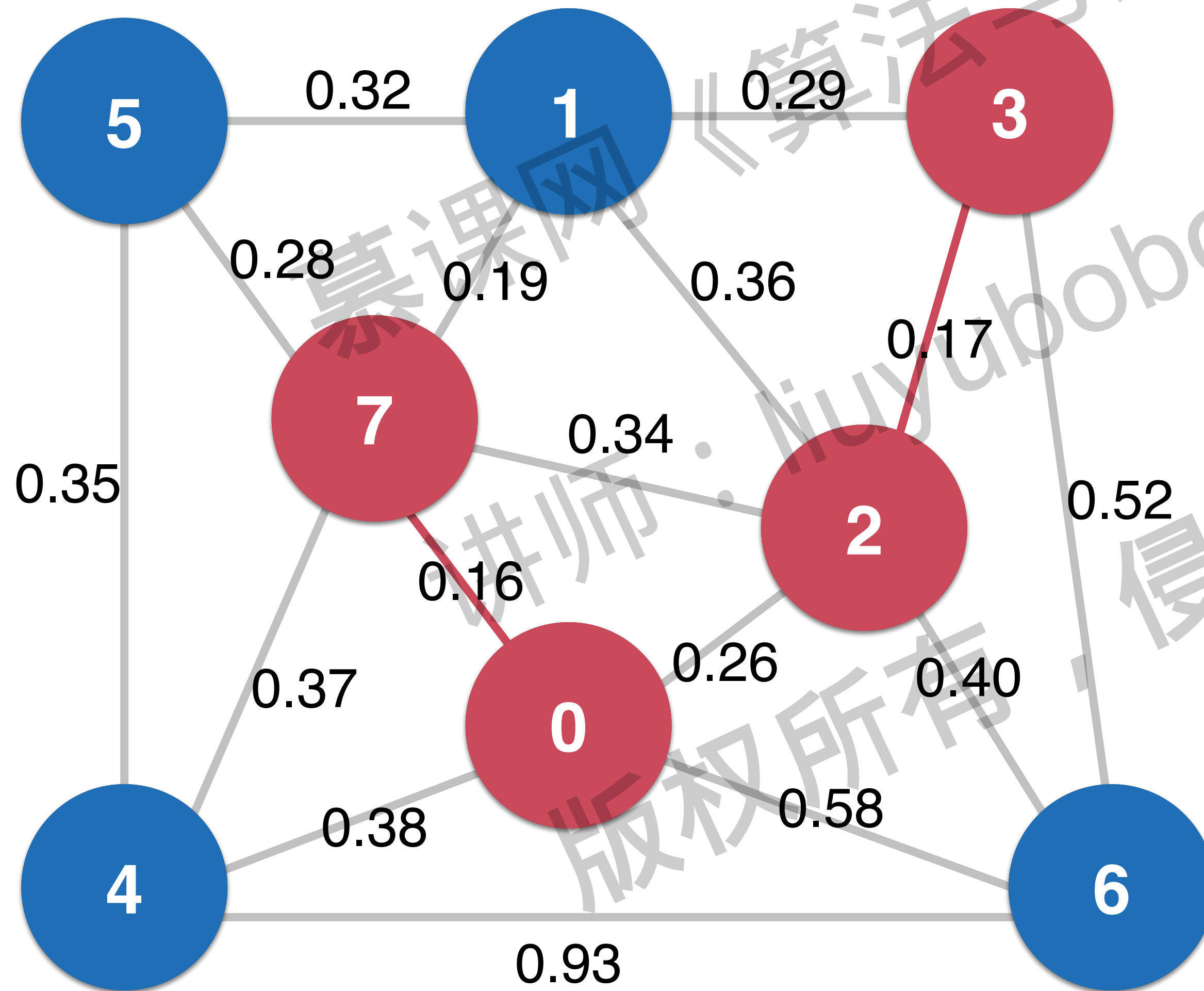
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

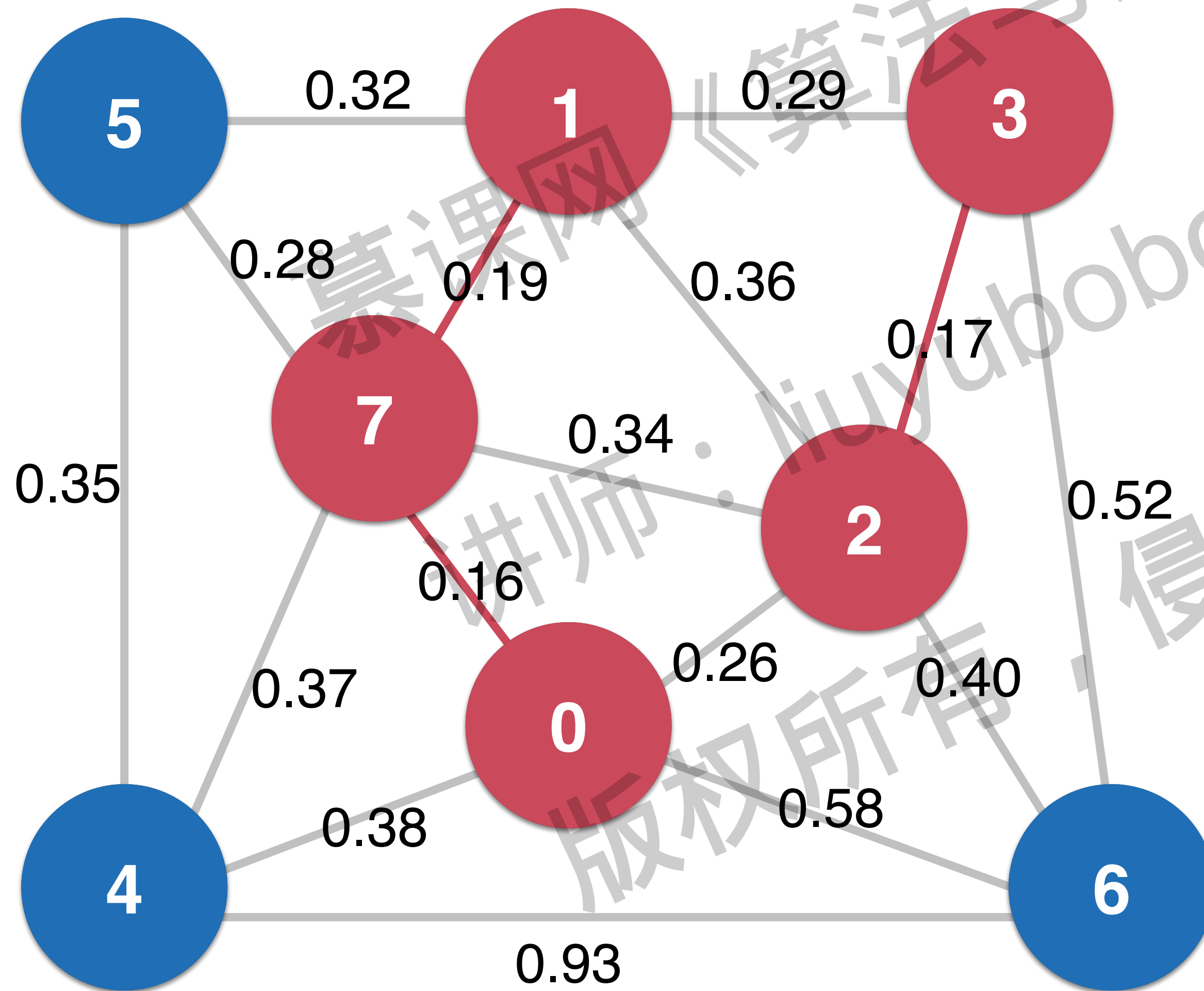
3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93



# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

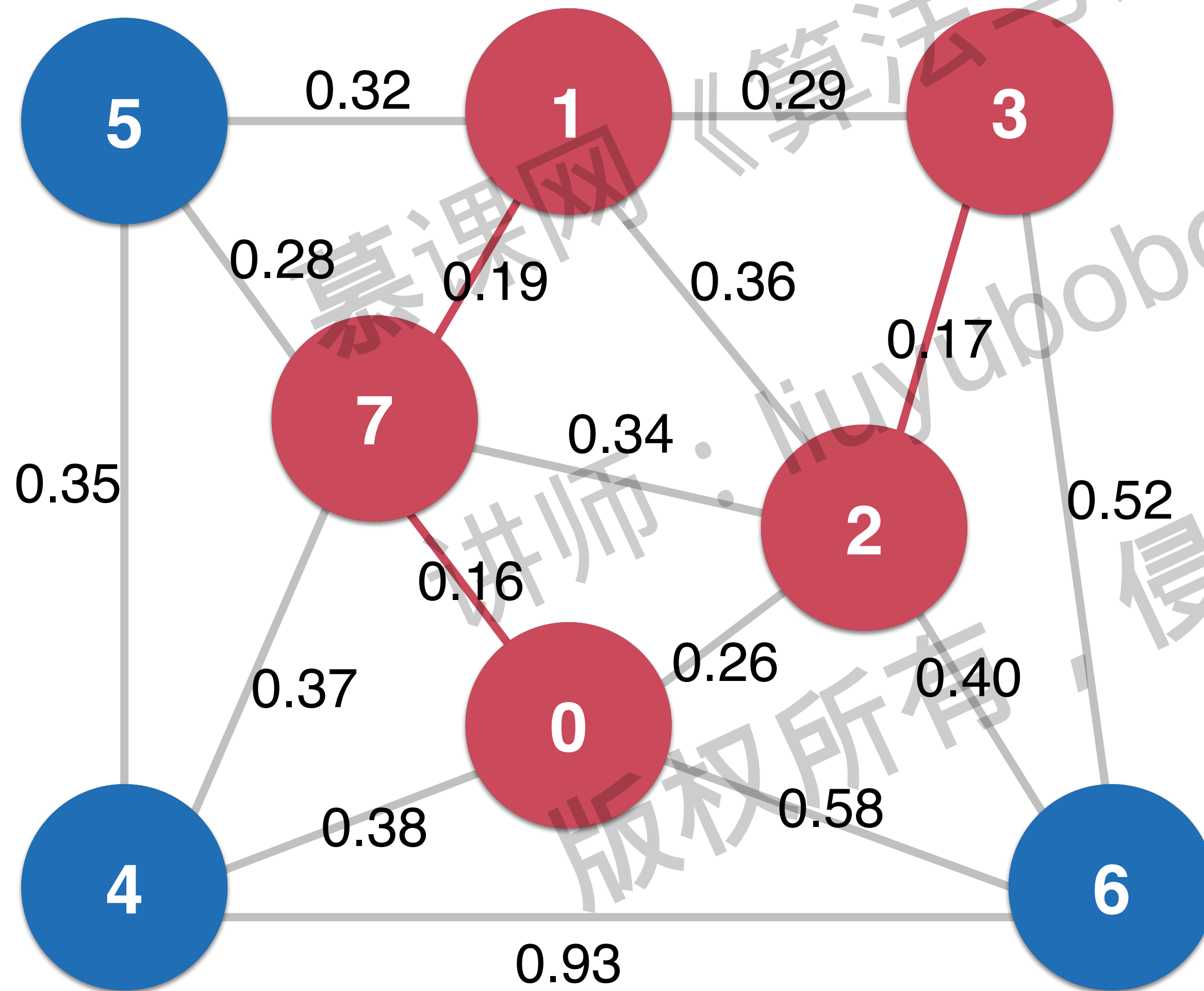
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

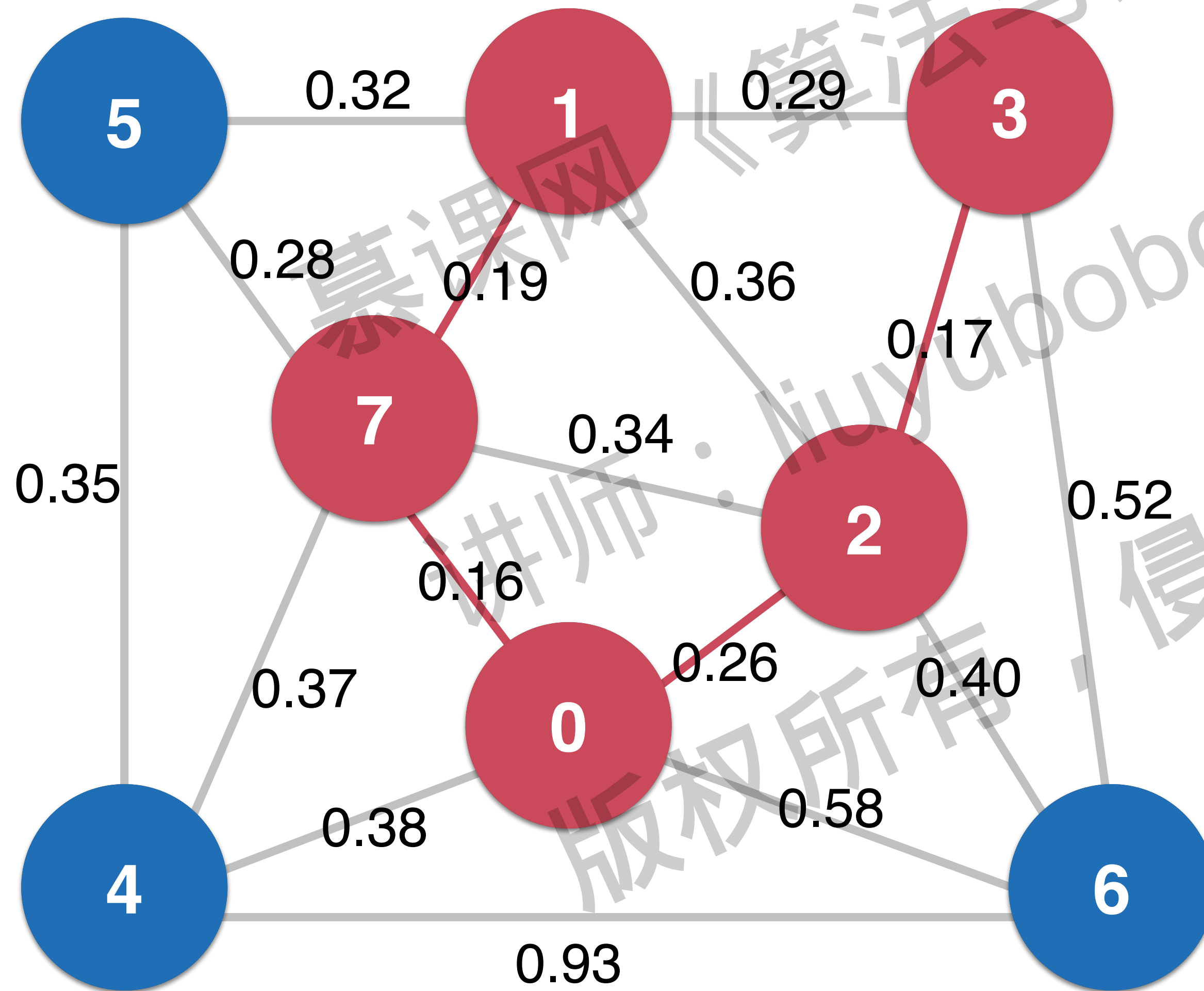
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

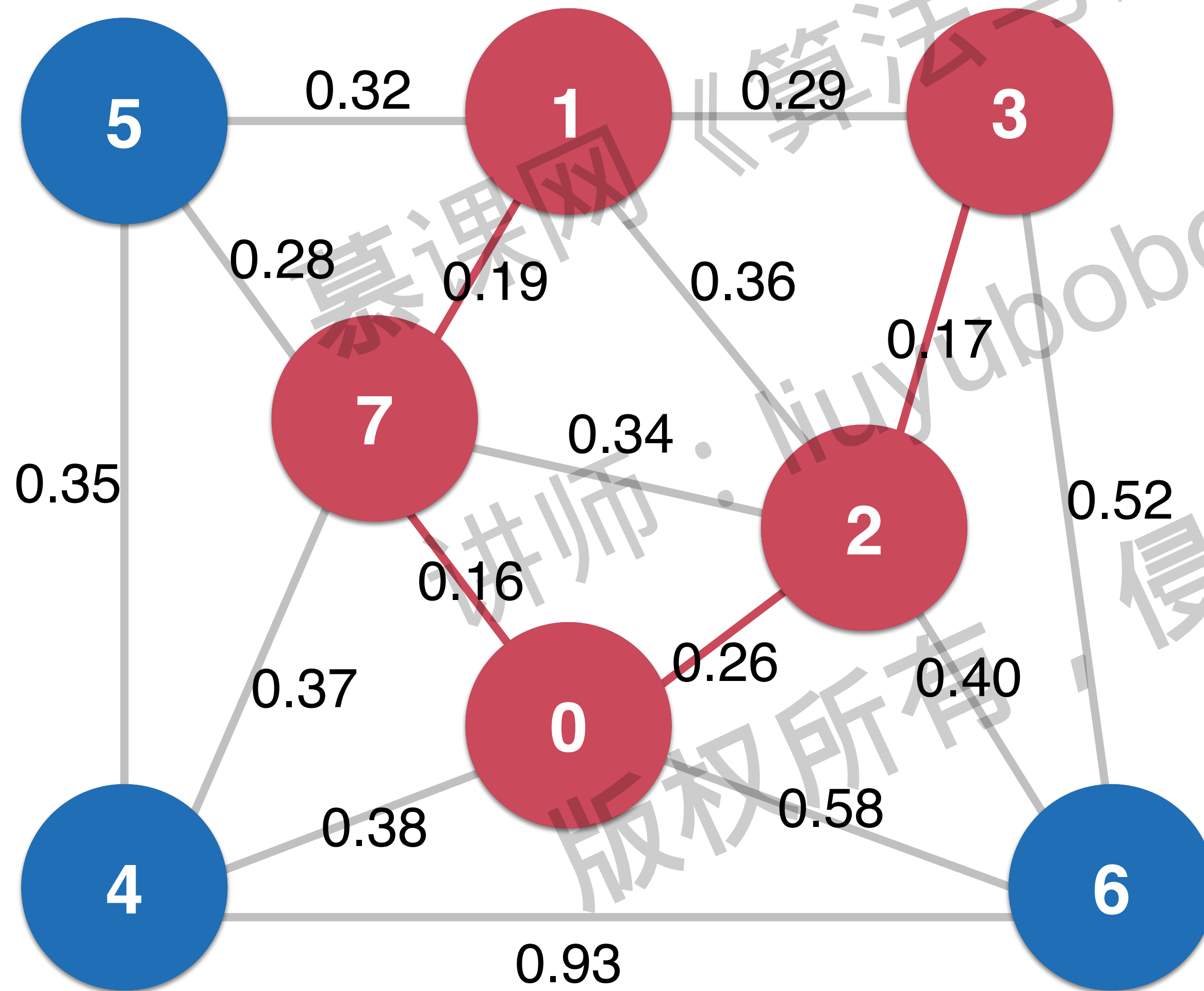
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

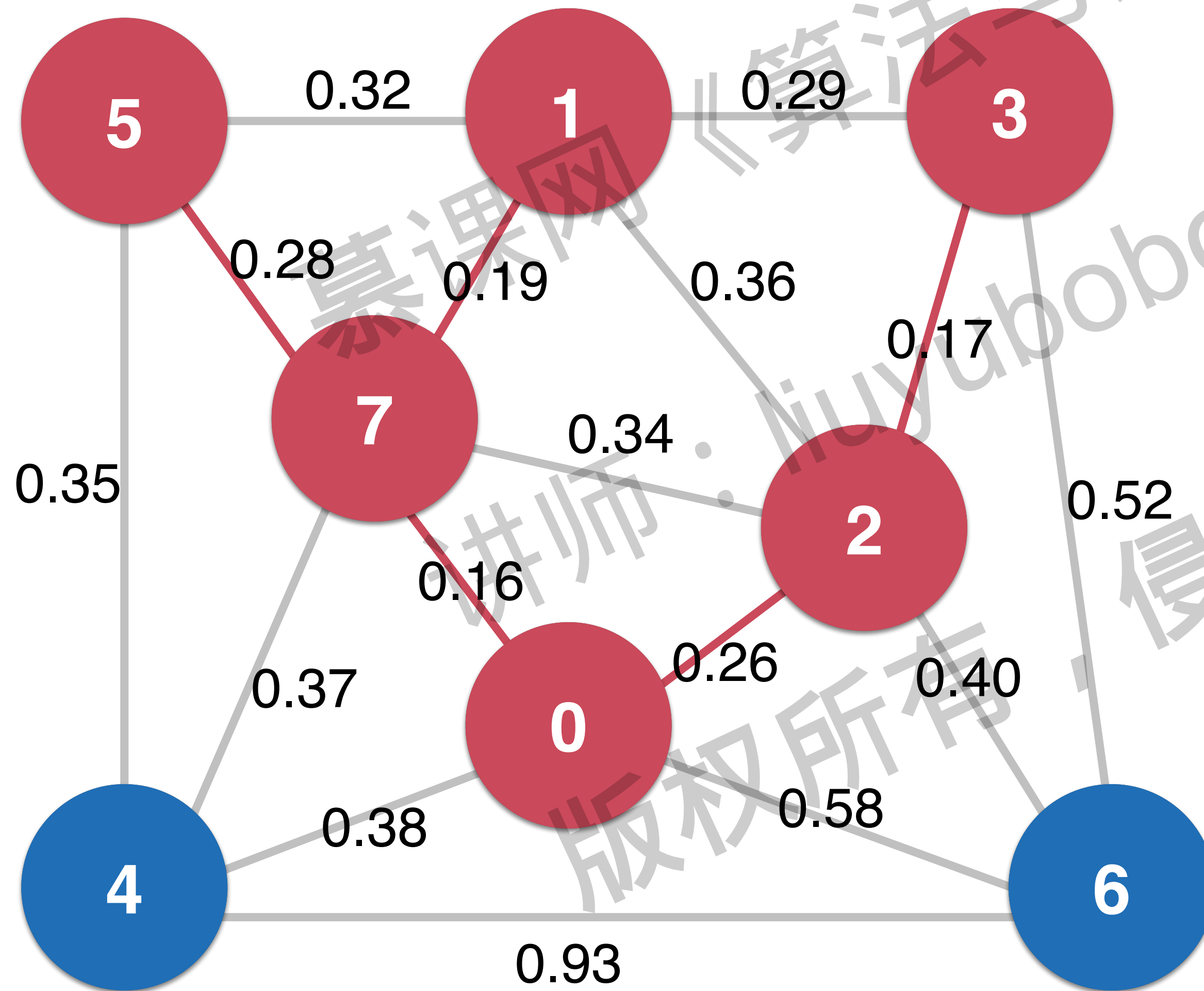
3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93



# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

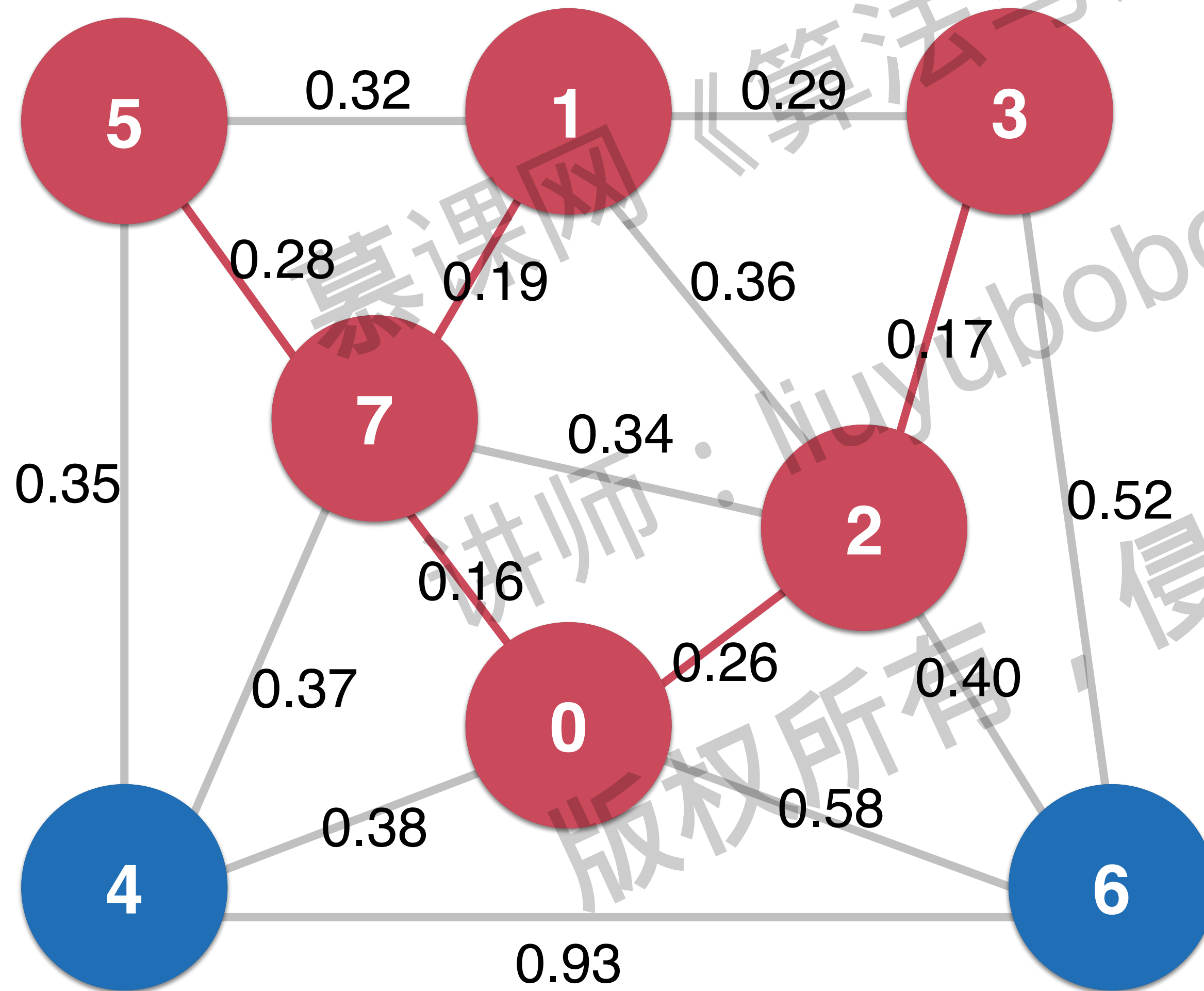
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

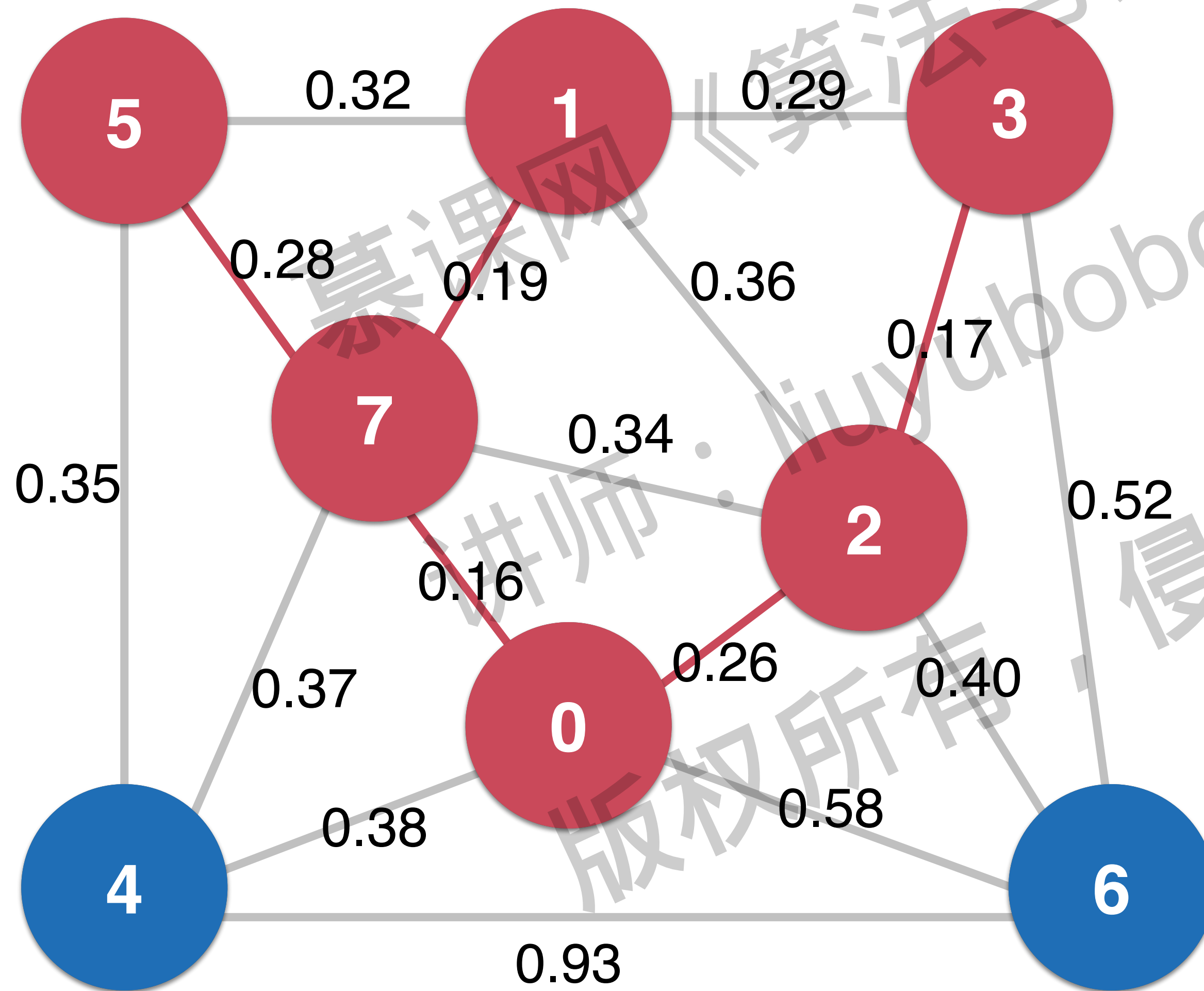
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

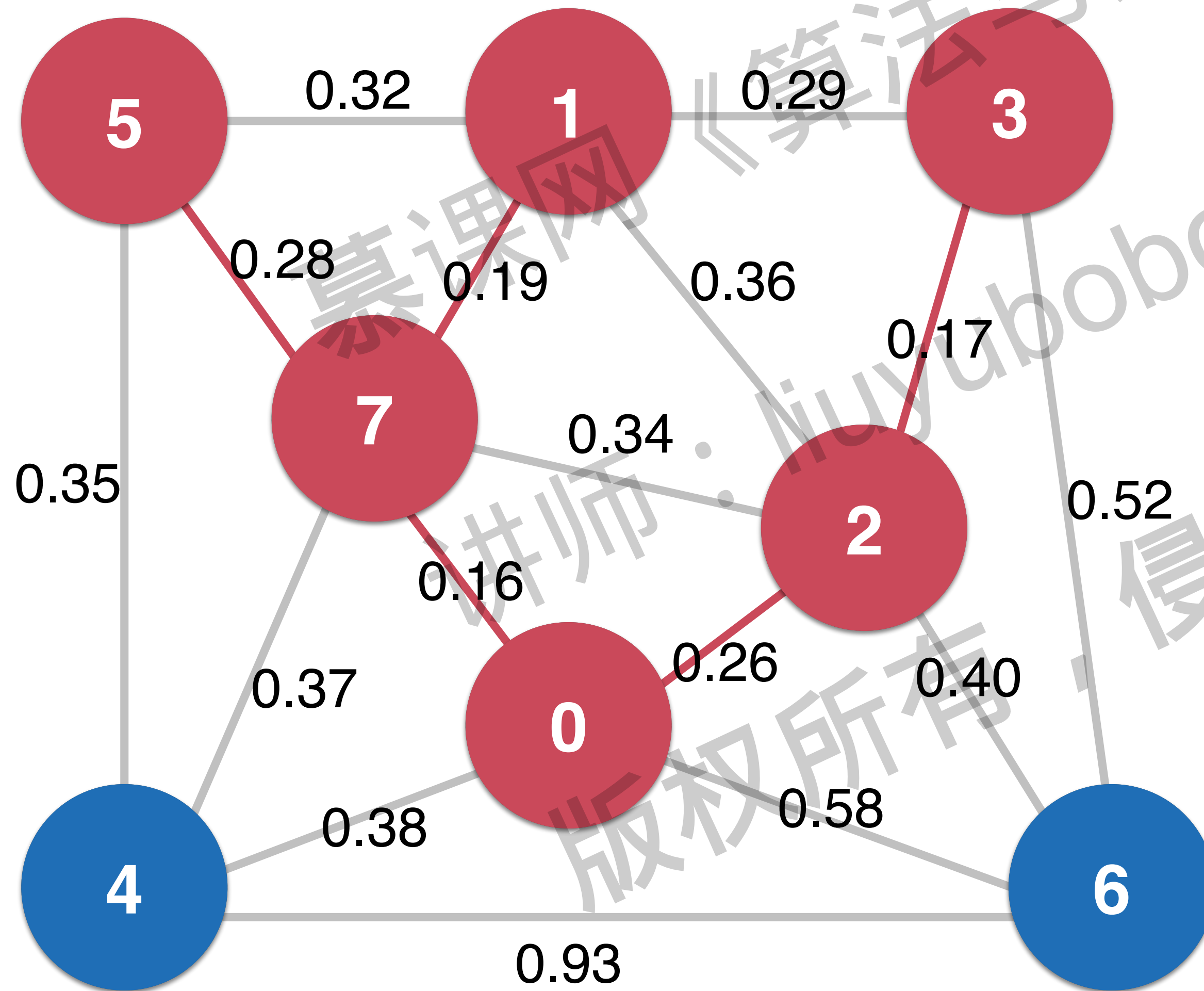
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

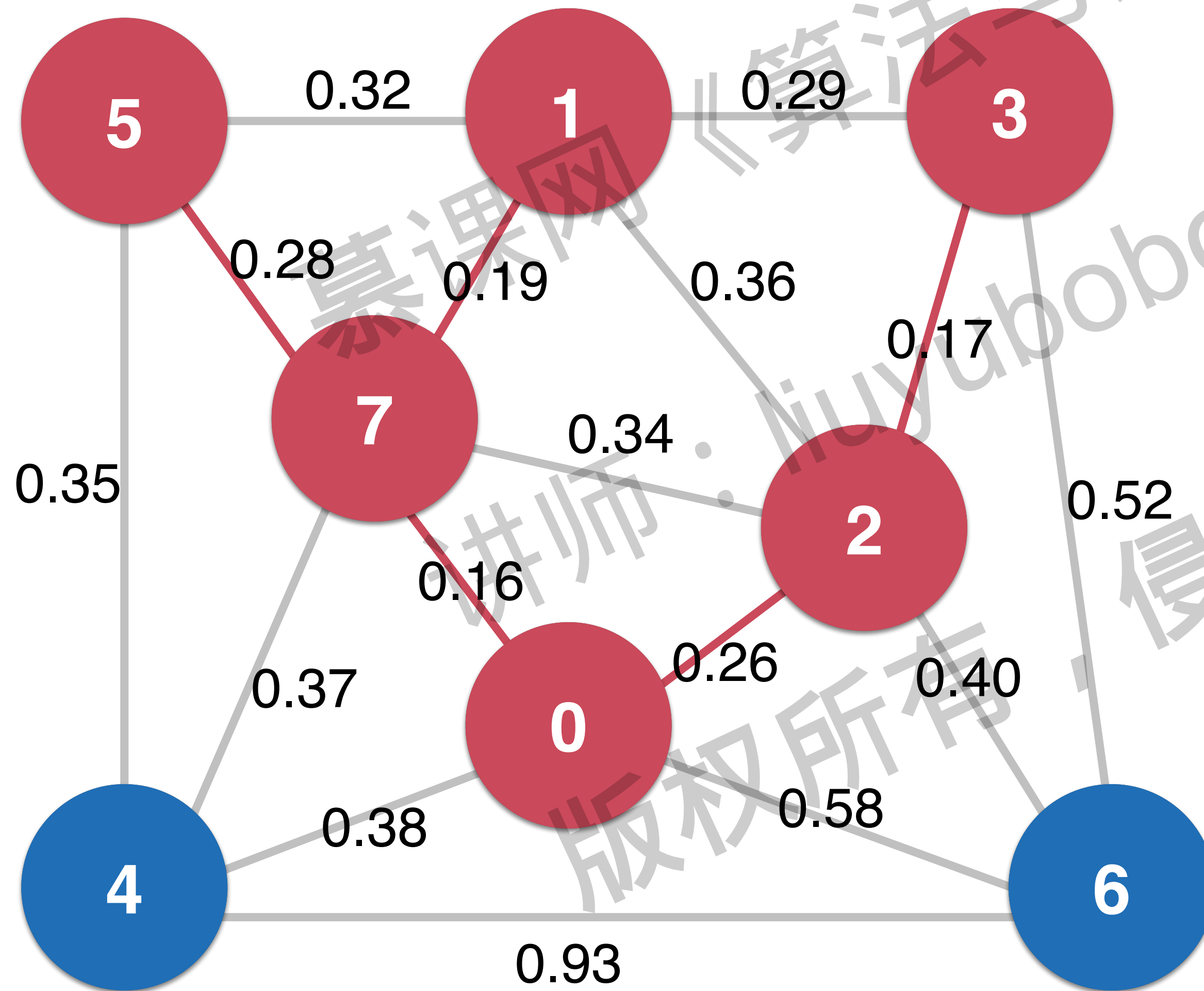
3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93



# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

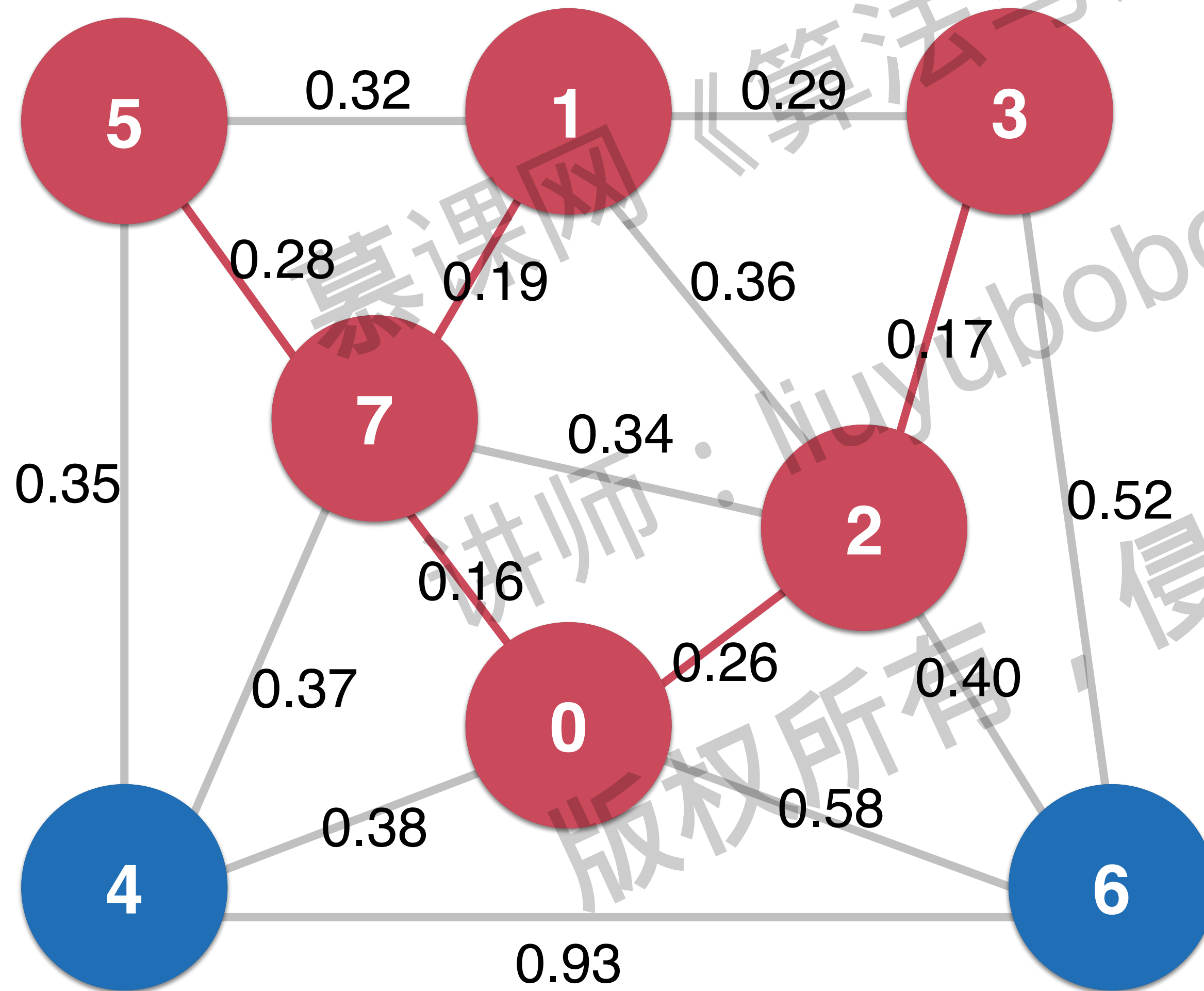
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

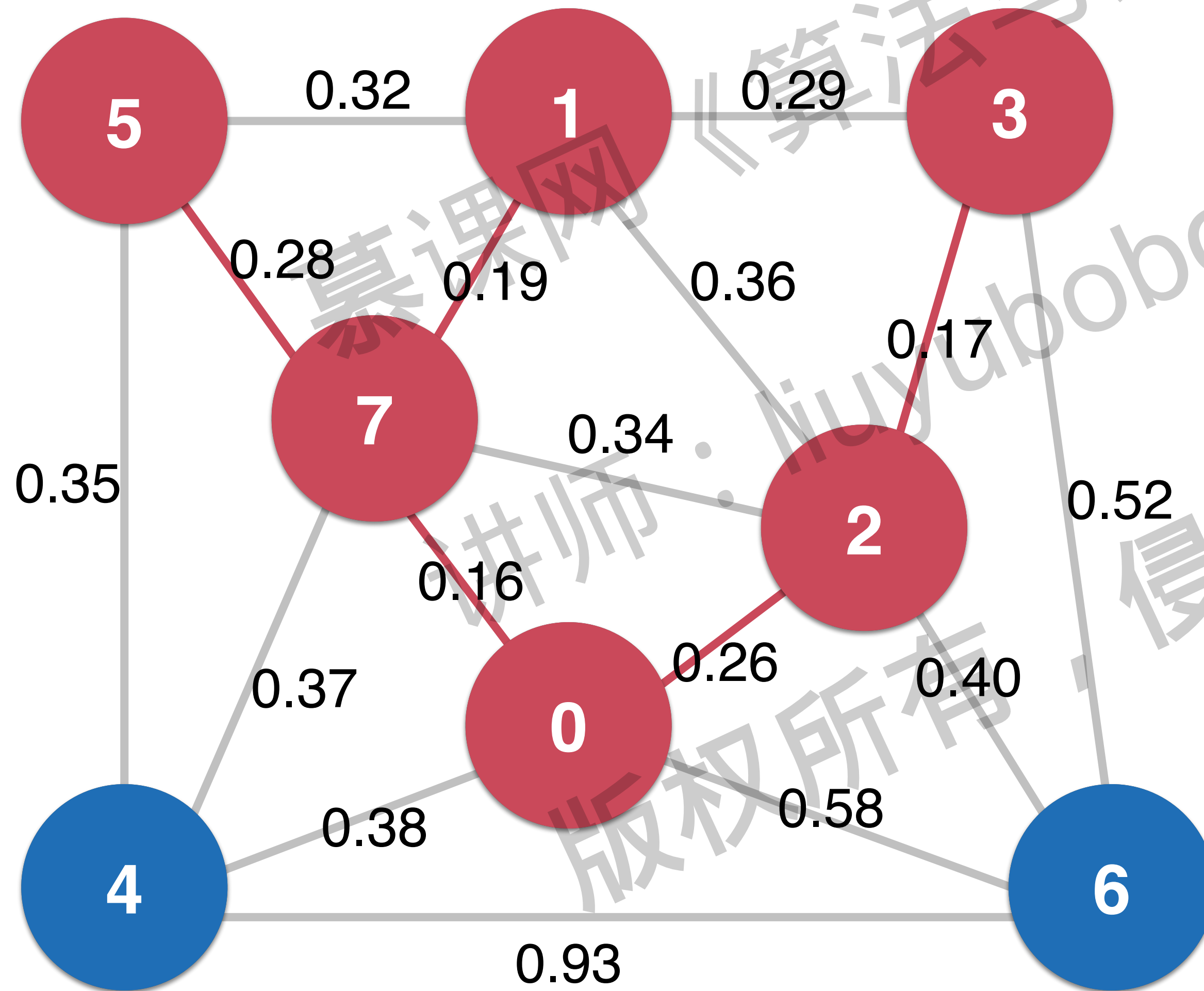
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

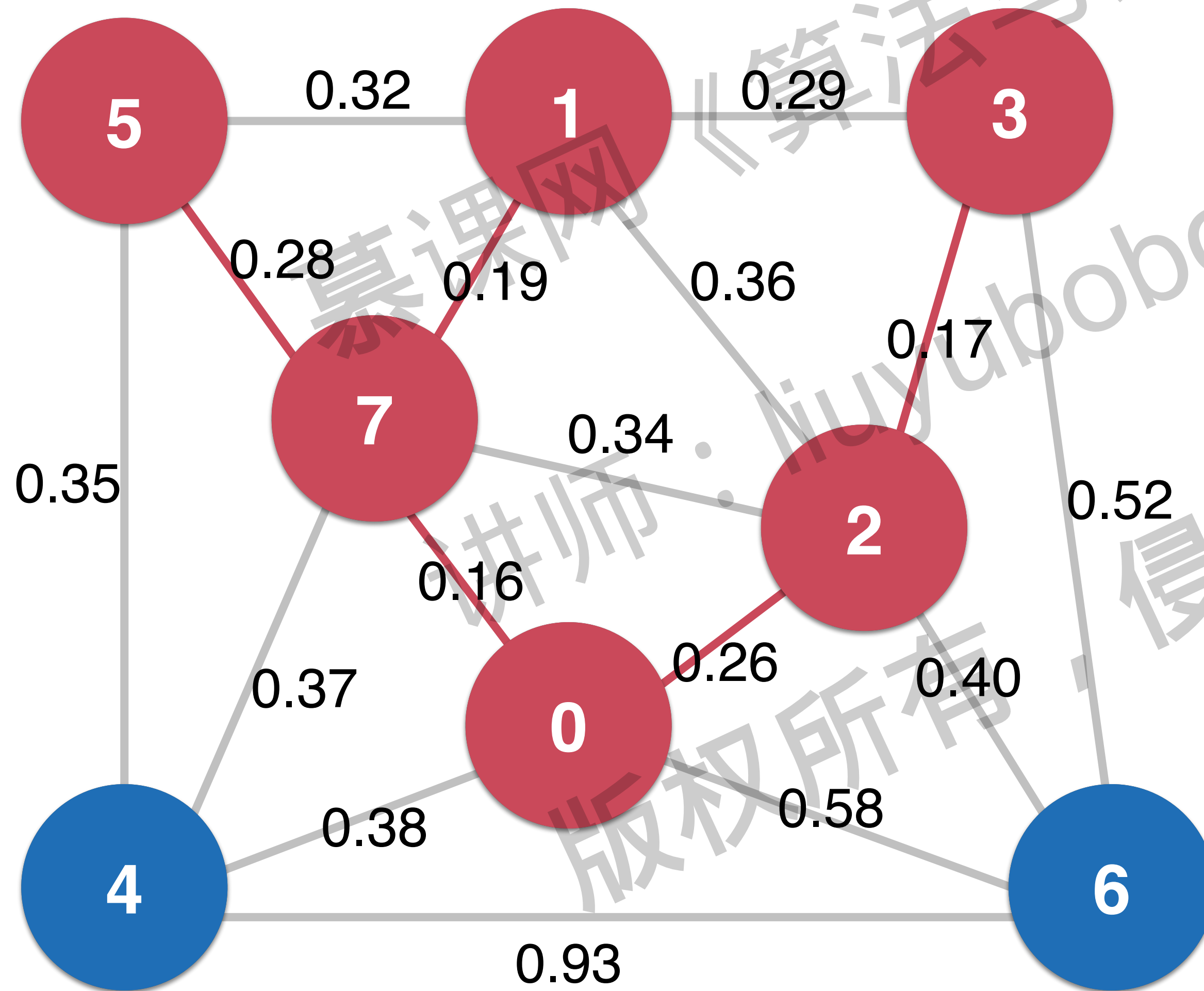
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

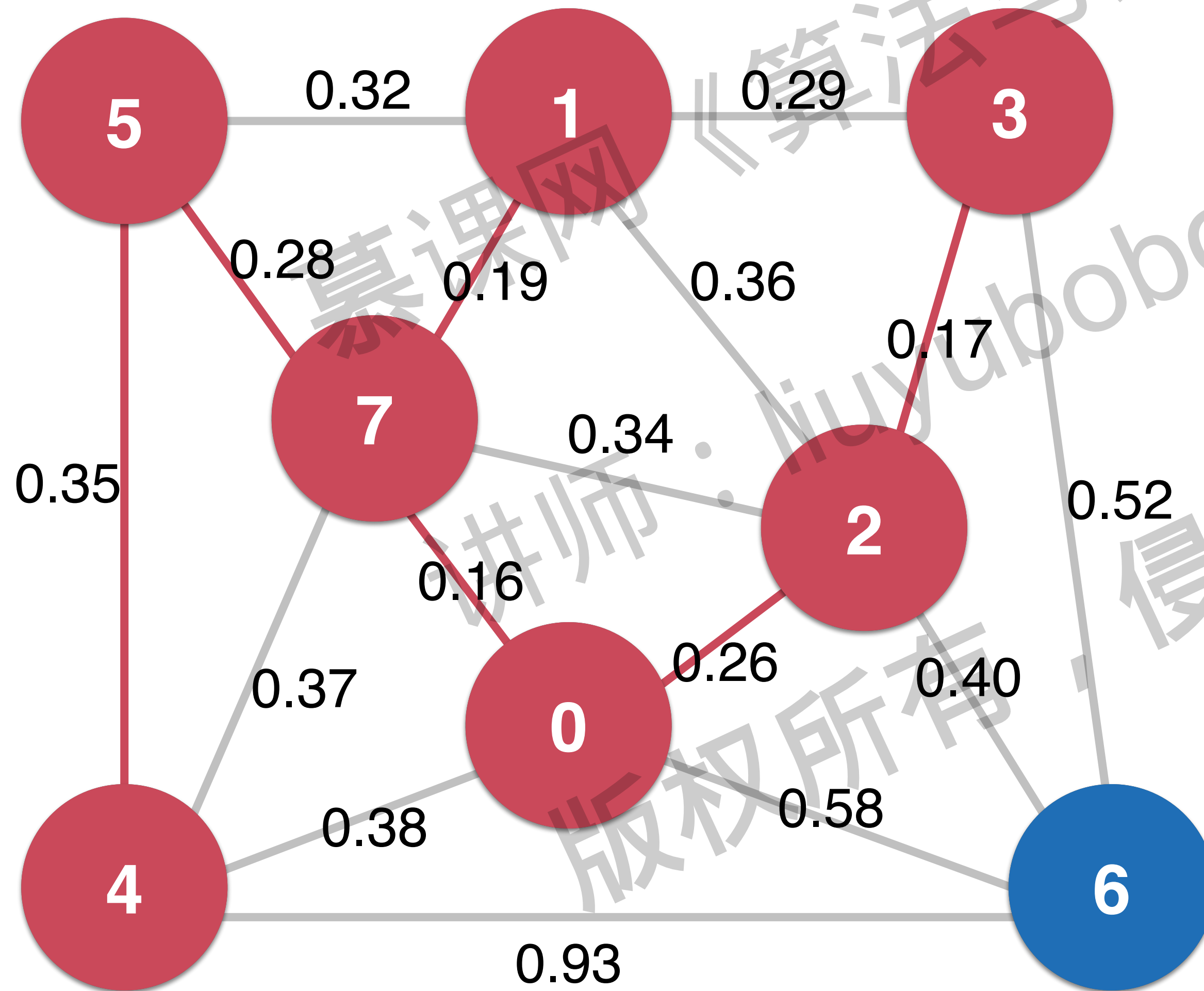
3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93



# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

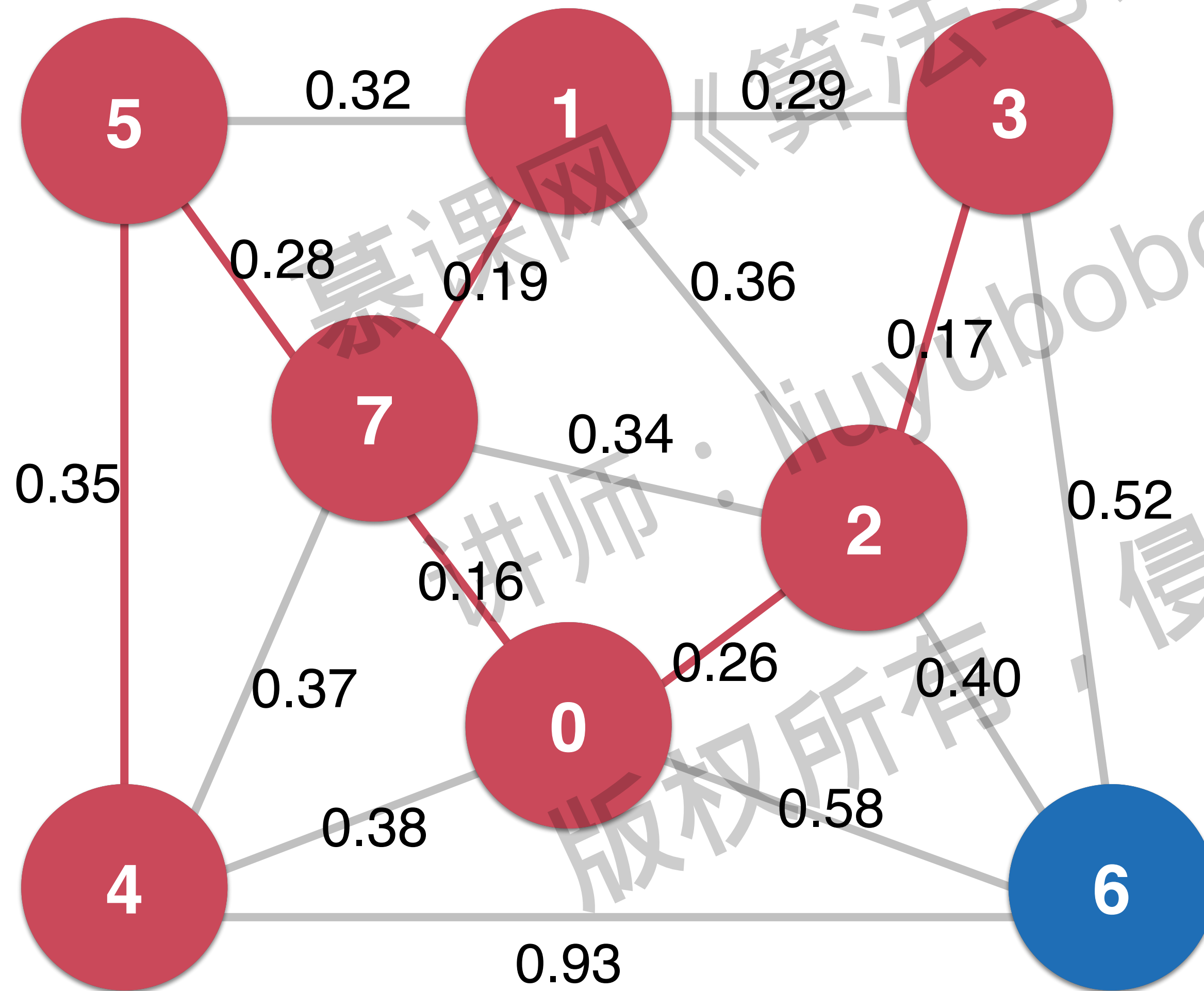
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

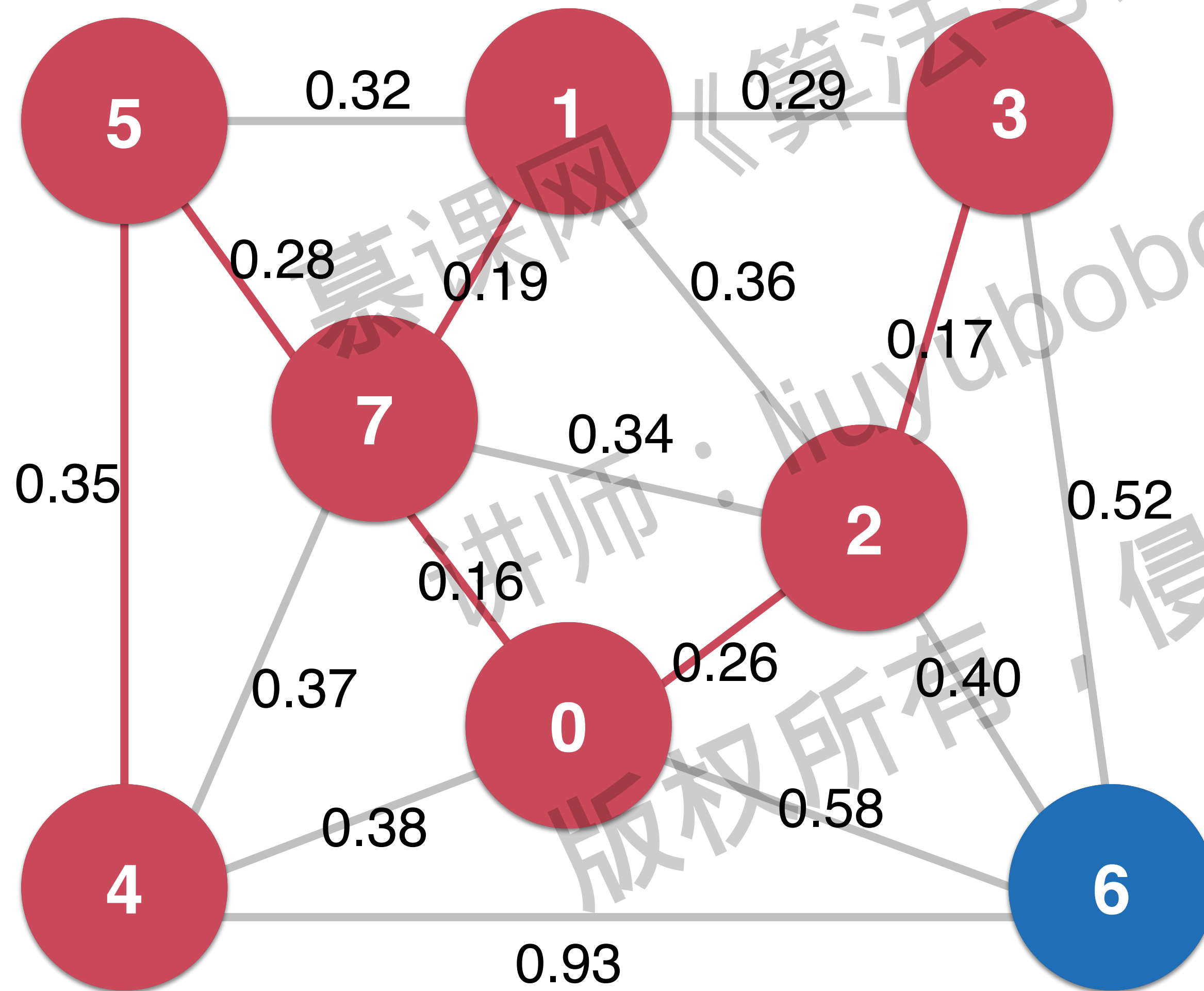
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

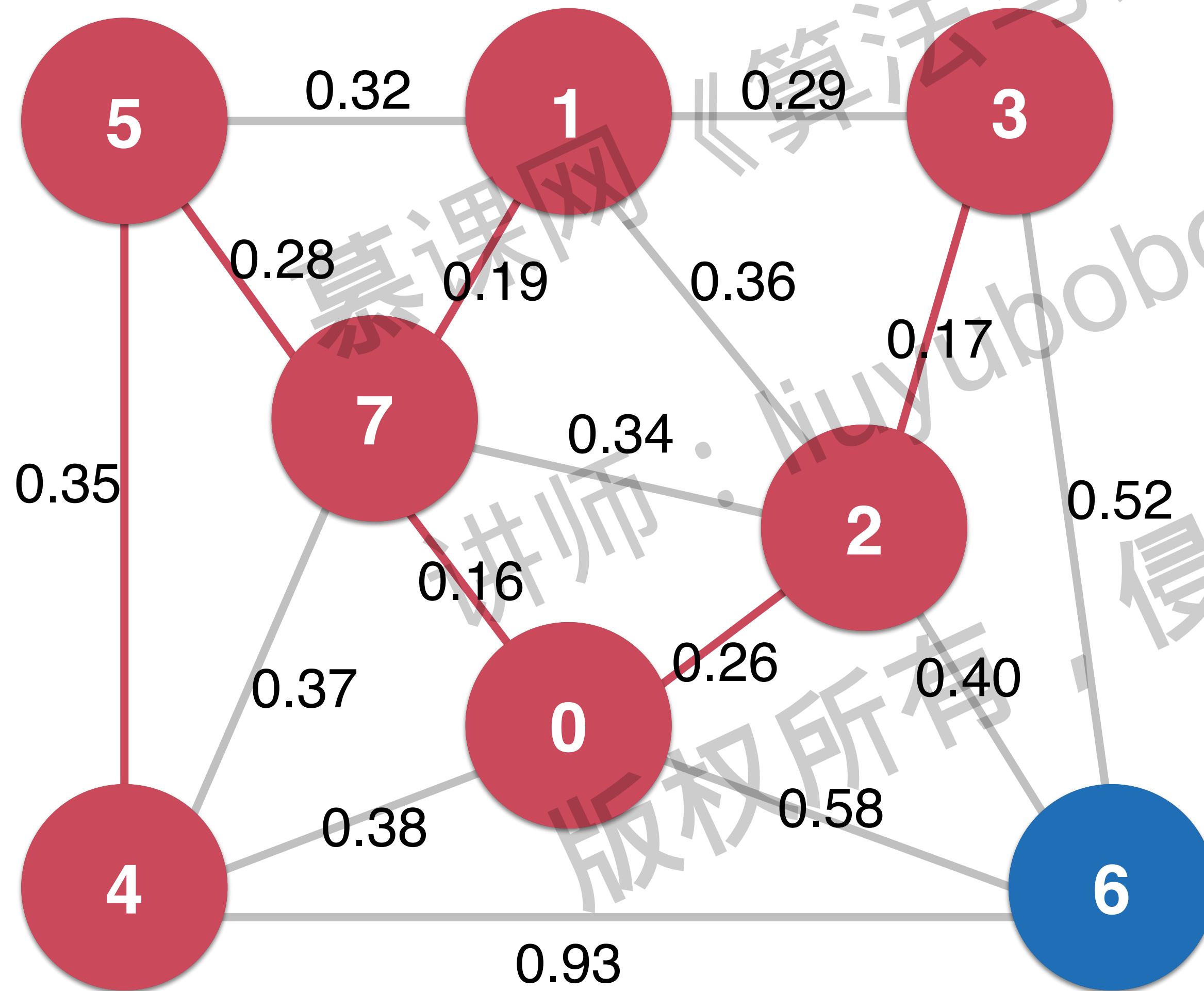
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

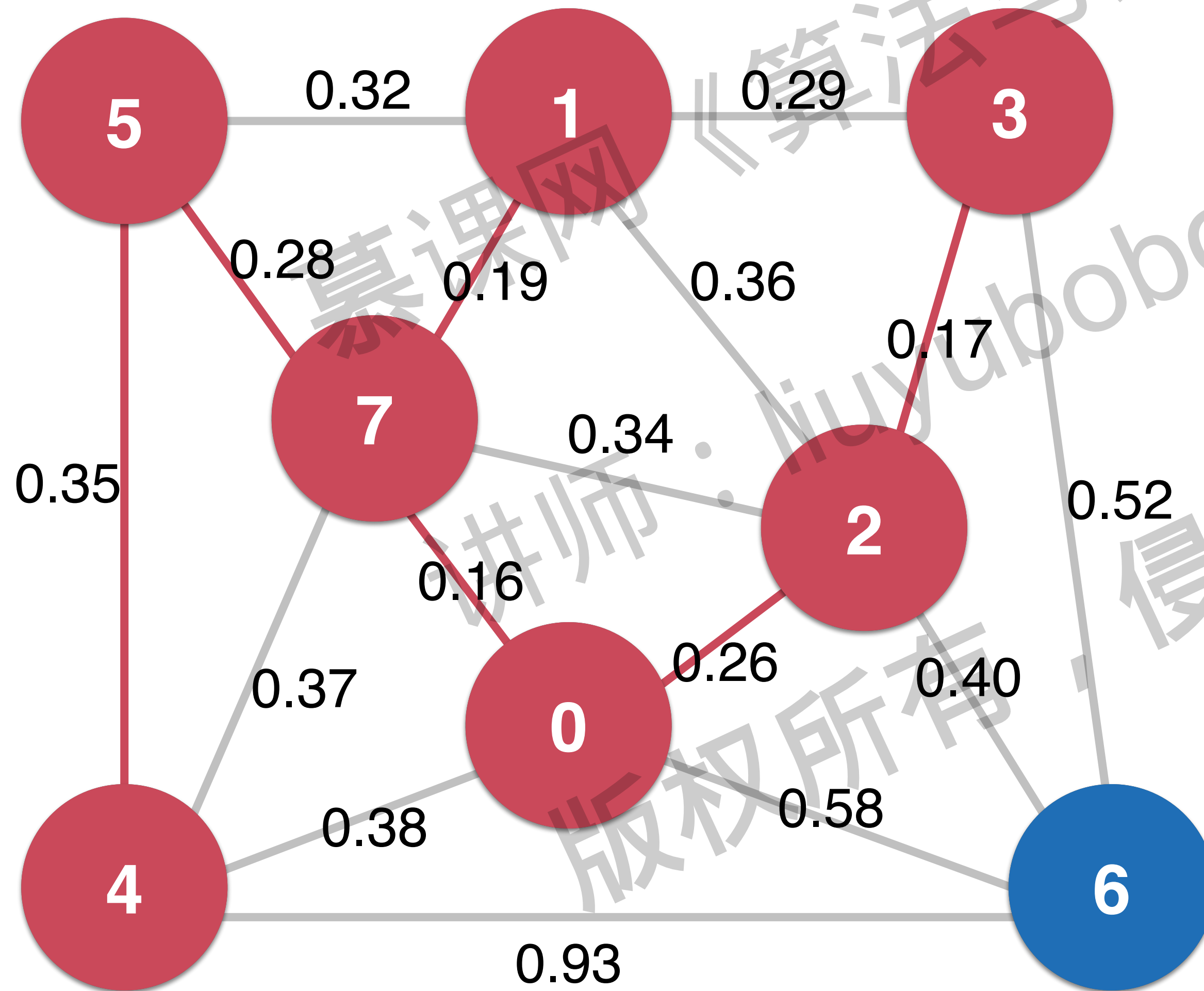
3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93



# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

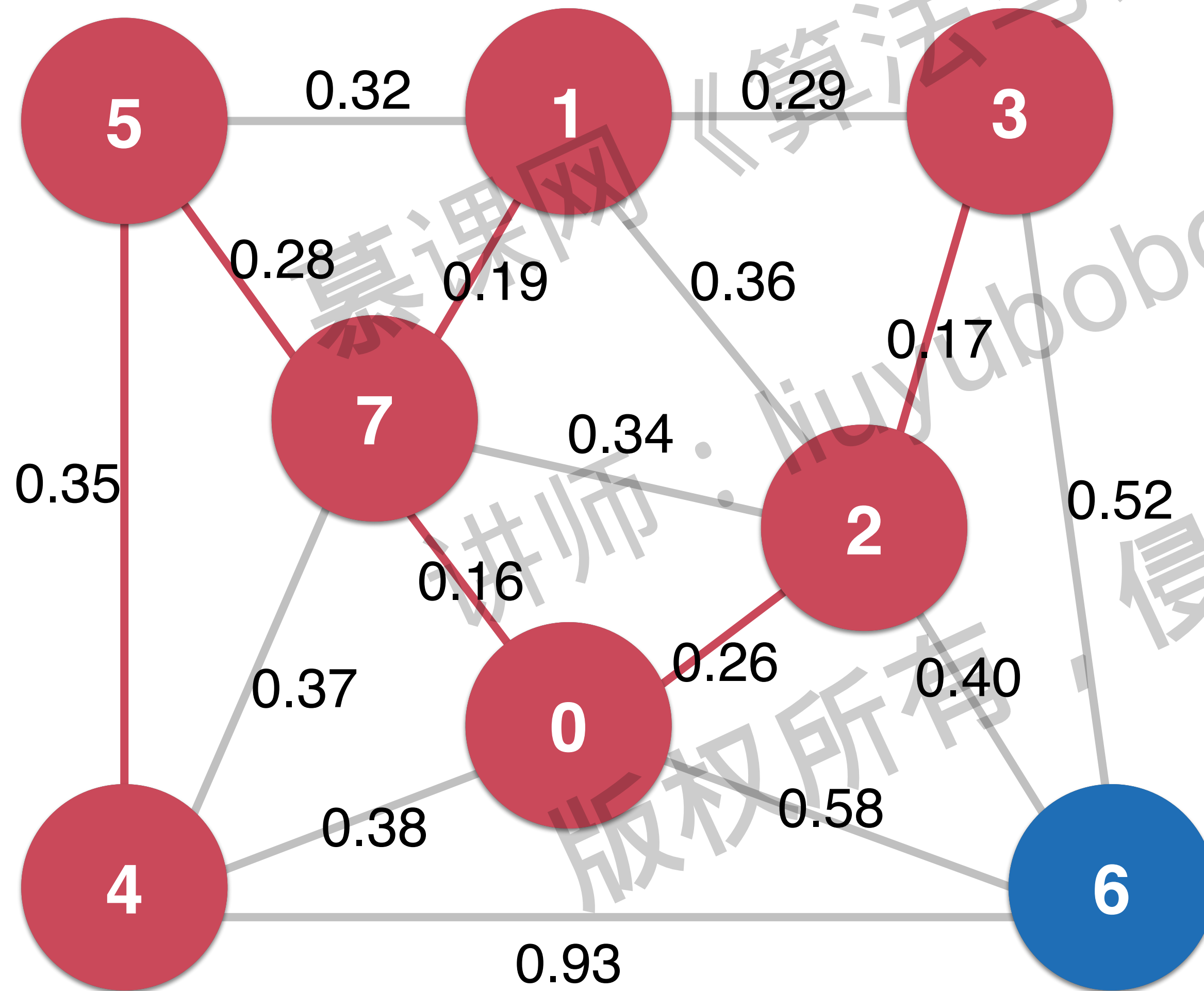
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

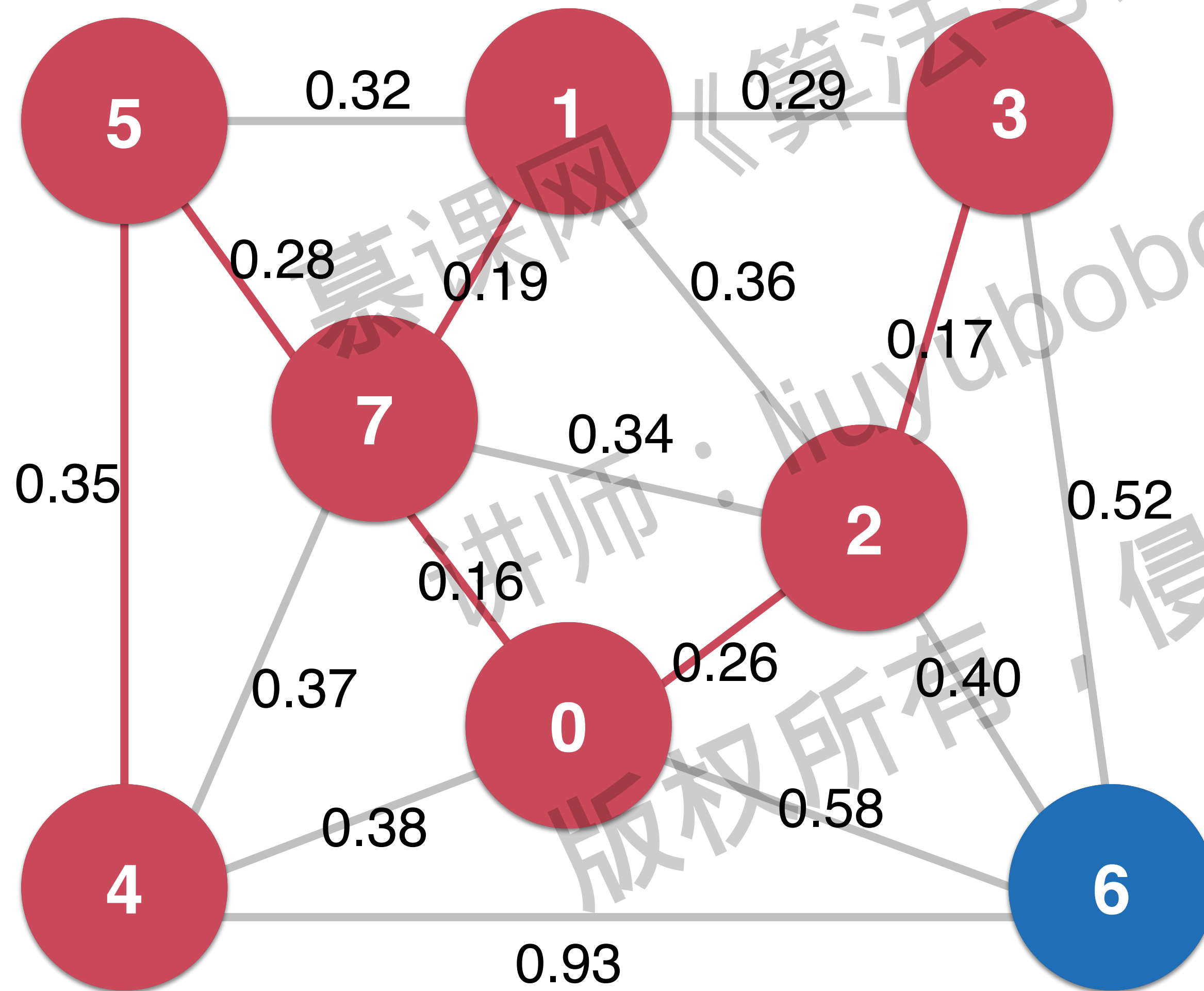
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

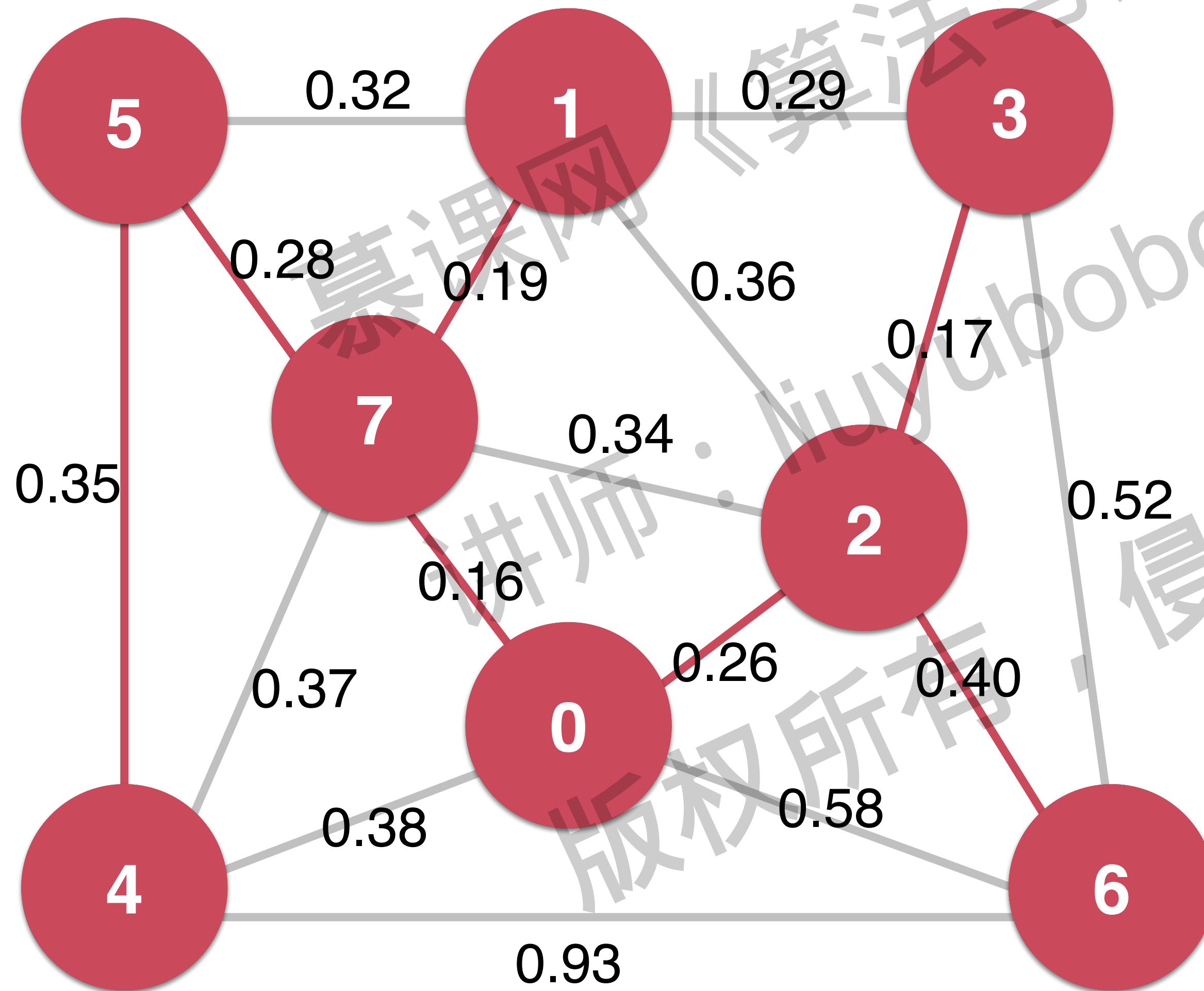
2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93

# Kruskal



0 - 7 : 0.16

2 - 3 : 0.17

1 - 7 : 0.19

0 - 2 : 0.26

5 - 7 : 0.28

1 - 3 : 0.29

1 - 5 : 0.32

2 - 7 : 0.34

4 - 5 : 0.35

1 - 2 : 0.36

4 - 7 : 0.37

0 - 4 : 0.38

2 - 6 : 0.40

3 - 6 : 0.52

0 - 6 : 0.58

4 - 6 : 0.93



# 使用Union Find快速判断环

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

慕课网《算法与数据结构》

# 操作：实现Kruskal算法

讲师：liuyubobobo

版权所有，侵权必究

Kruskal算法的时间复杂度  $O(E \log E)$

# 操作：Prim和Kruskal算法 性能比较

慕课网《算法与数据结构》  
讲师：liuyubobo  
版权所有，侵权必究



# 最小生成树问题 Minimum Span Tree

Lazy Prim  $O(E \log E)$

Prim  $O(E \log V)$

Kruskal  $O(E \log E)$

# 如果横切边有相等的边

根据算法的具体实现，每次选择一个边

此时，图存在多个最小生成树

# Vyssotsky's Algorithm

将边逐渐地添加到生成树中

一旦形成环，删除环中权值最大的边

# 最小生成树问题 Minimum Span Tree

Lazy Prim

$O(E \log E)$

Prim

$O(E \log V)$

Kruskal

$O(E \log E)$

???????

$O(E)????$



# 其他

欢迎大家关注我的个人公众号：是不是很酷



慕课网《算法与数据结构》

# 算法与数据结构

讲师：liuyubobobo

版权所有 侵权必究

liuyubobobo