



哈尔滨工业大学

海量数据计算研究中心

Massive Data Computing Lab @ HIT

算法设计与分析—入门篇

第六讲 搜索策略

哈尔滨工业大学

王宏志

wangzh@hit.edu.cn

<http://homepage.hit.edu.cn/pages/wang/>

提纲

6.1 暴力美学：搜索漫谈

6.2 深度优先与广度优先

6.3 搜索的优化



布尔表达式可满足性问题



- 问题的定义

- 输入: n 个布尔变量 x_1, x_2, \dots, x_n

- 关于 x_1, x_2, \dots, x_n 的 k 个析取布尔式

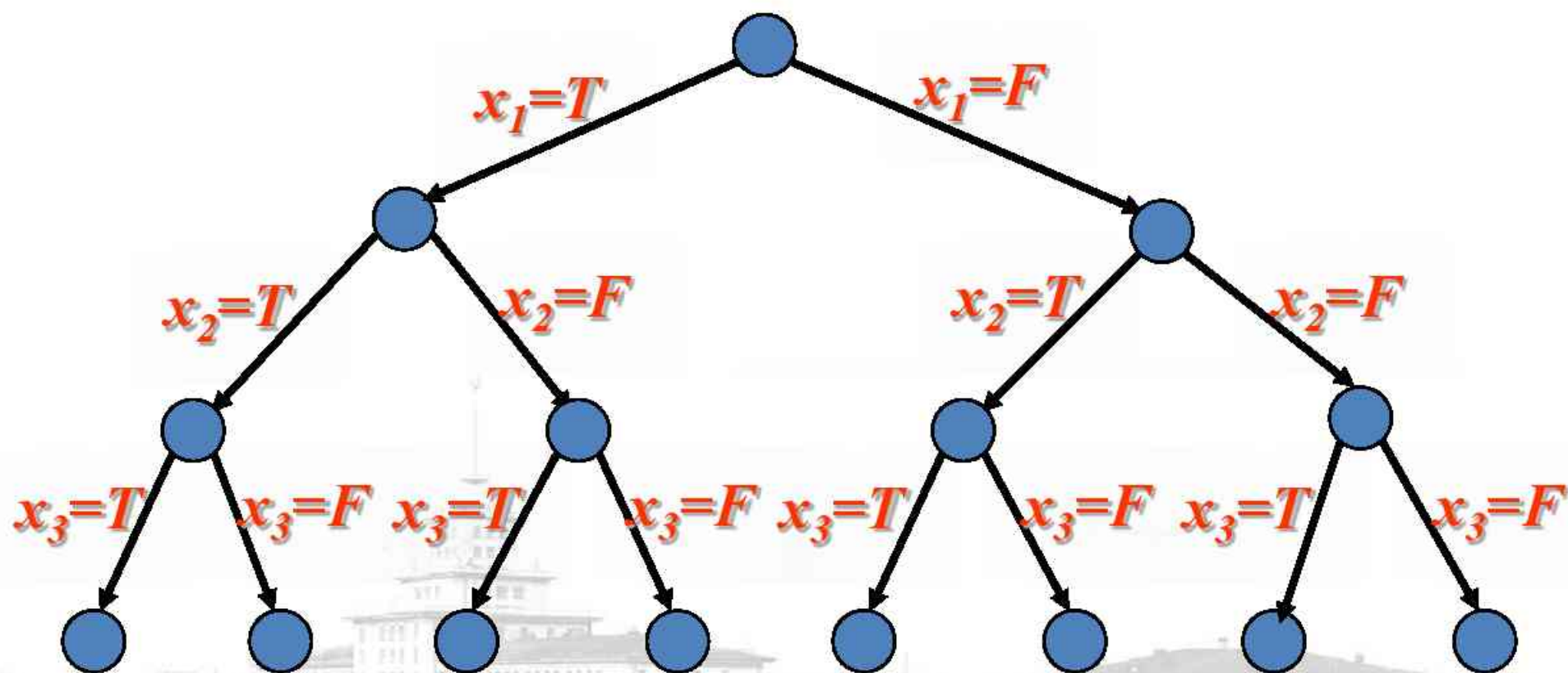
- 输出: 是否存在一个 x_1, x_2, \dots, x_n 的一种赋值
使得所有 k 个布尔析取式皆为真



- 把问题表示为树

- 通过不断地为赋值集合分类来建立树

- (以三个变量(x_1, x_2, x_3)为例)



8-Puzzle问题



- 问题的定义

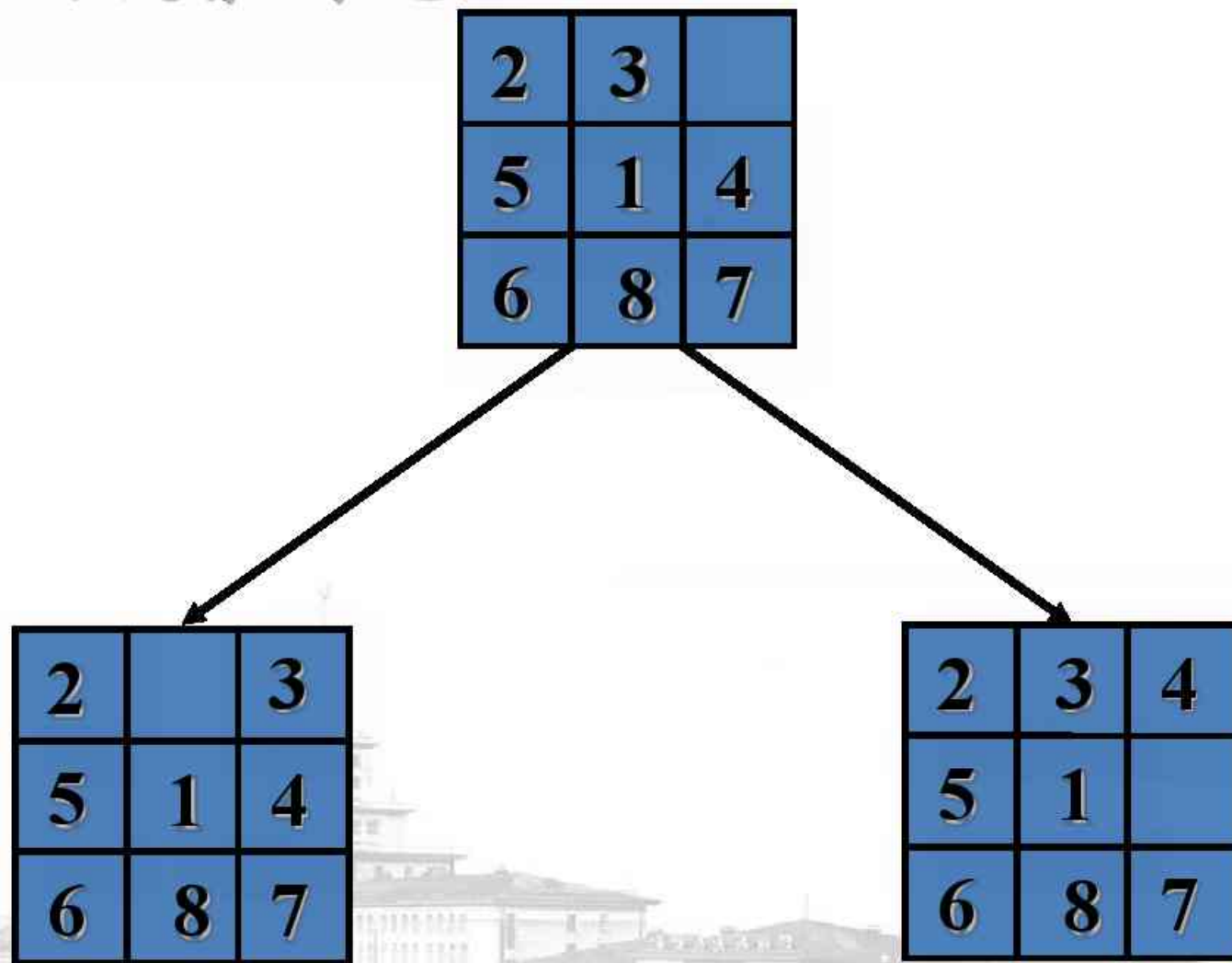
— 输入：具有8个编号小方块的魔方

2	3	
5	1	4
6	8	7

— 输出：移动系列，经过这些移动，魔方达如下状态

1	2	3
8		4
7	6	5

- 转换为树搜索问题



Hamiltonian环问题

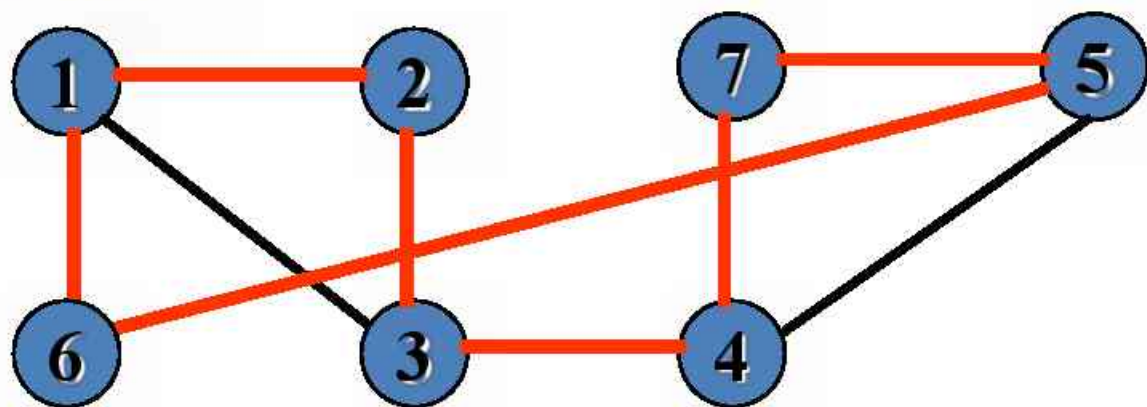
- 问题定义

- 输入: 具有 n 个节点的连通图 $G=(V, E)$
- 输出: G 中是否具有Hamiltonian环

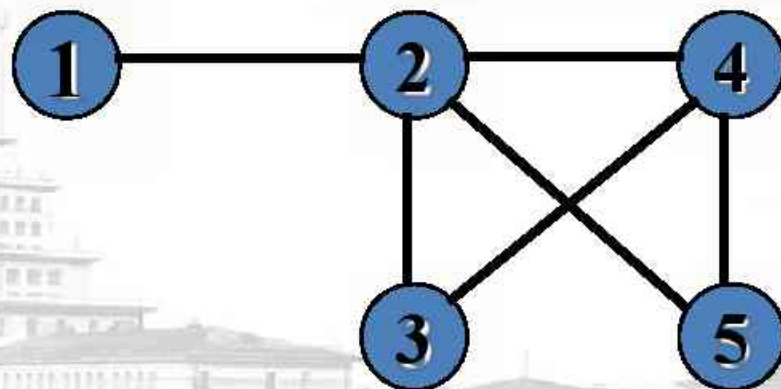
沿着 G 的 n 条边经过每个节点一次,
并回到起始节点的环称为 G 的一个
Hamiltonian环.

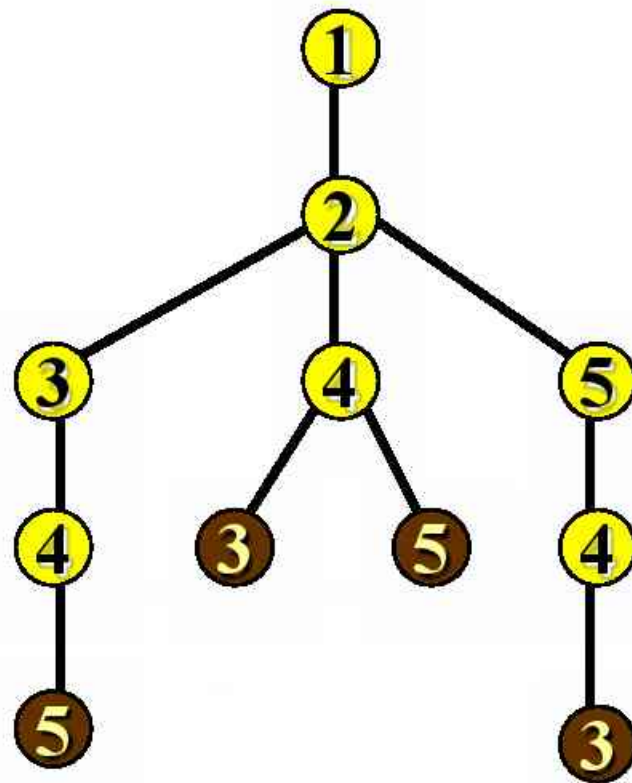
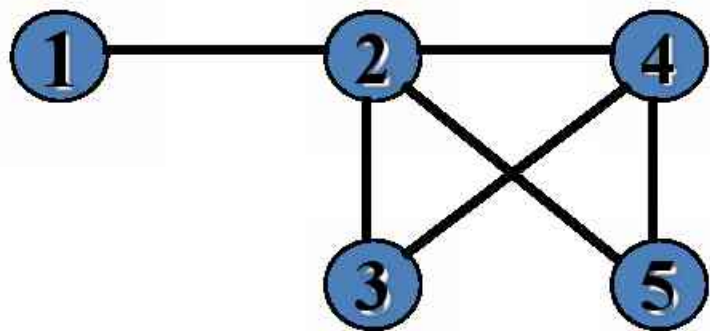


有 Hamiltonian 环图:



无 Hamiltonian 环图:





提纲

6.1 暴力美学：搜索漫谈

6.2 深度优先与广度优先

6.3 搜索的优化



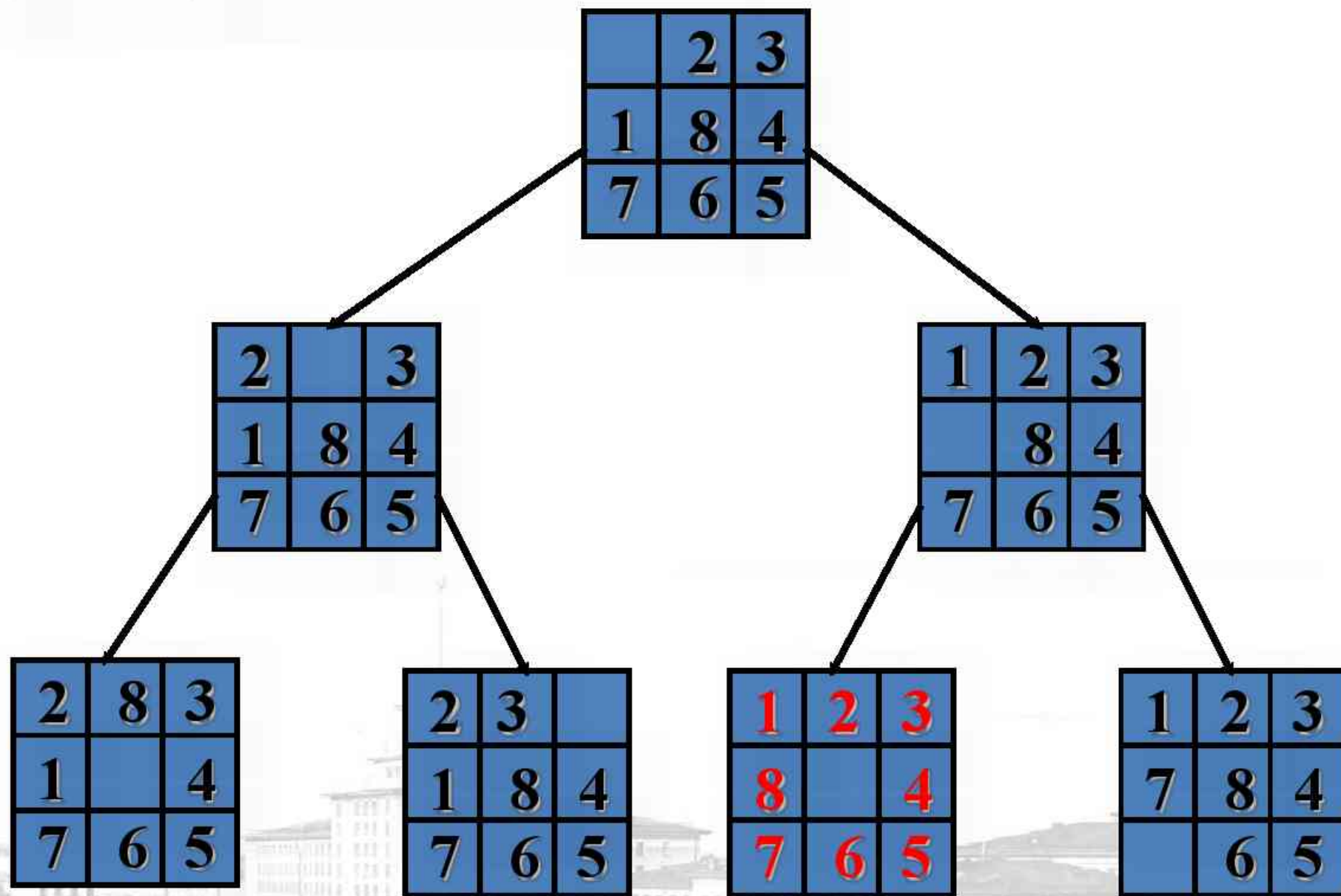
Breadth-First Search

• 算法

1. 构造由根组成的队列 Q ;
2. If Q 的第一个元素 x 是目标节点 Then 停止;
3. 从 Q 中删除 x , 把 x 的所有子节点加入 Q 的末尾;
4. If Q 空 Then 失败 Else goto 2.



- 例：求解8-Puzzle问题



Depth-First Search

- 算法

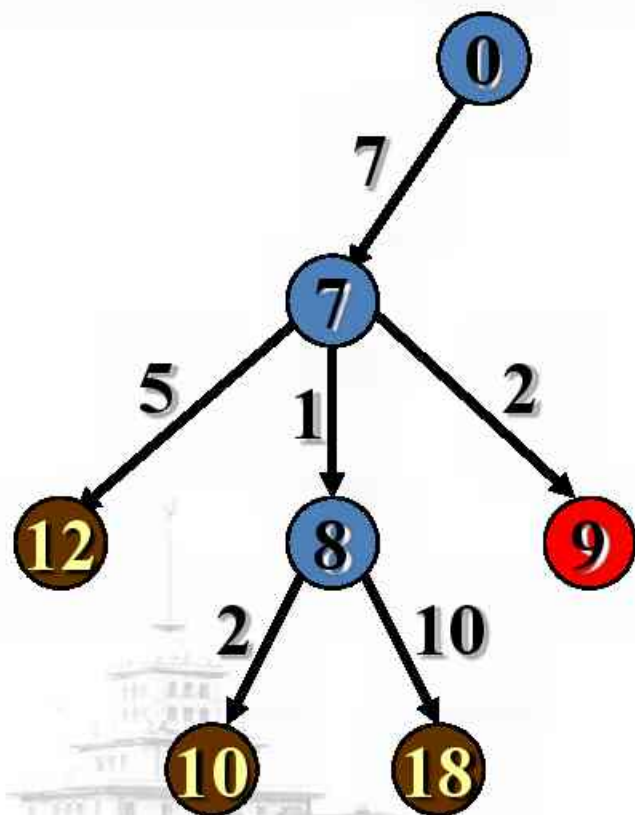
1. 构造一个由根构成的单元素栈 S ;
2. If $Top(S)$ 是目标节点 Then 停止;
3. $Pop(S)$, 把 $Top(S)$ 的所有子节点压入栈顶;
4. If S 空 Then 失败 Else goto 2.



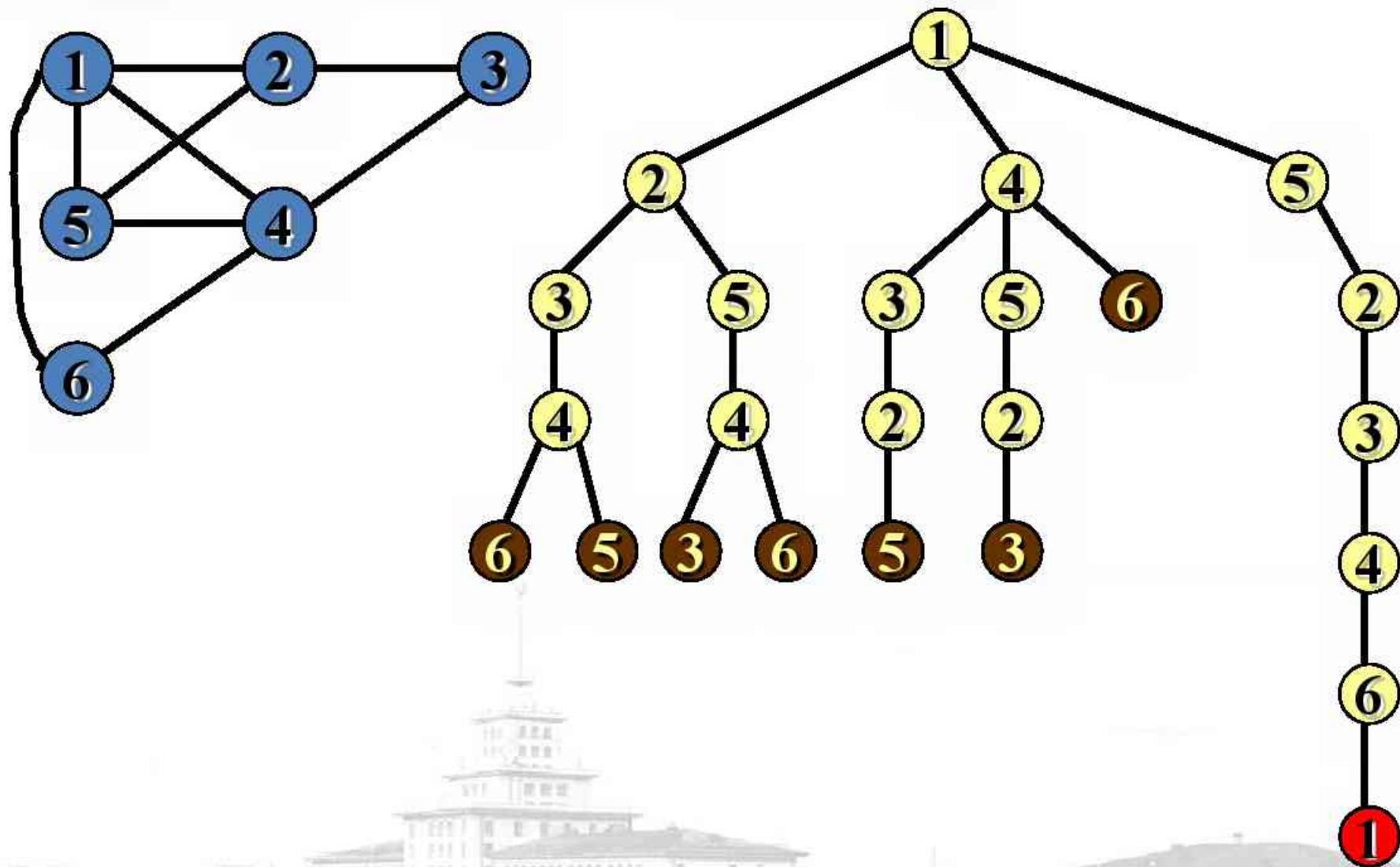
- 例1. 求解子集合和问题

输入: $S=\{7, 5, 1, 2, 10\}$

输出: 是否存在 $S' \subseteq S$, 使得 $Sum(S')=9$



• 例2. 求解 Hamiltonian 环问题



提纲

6.1 暴力美学：搜索漫谈

6.2 深度优先与广度优先

6.3 搜索的优化





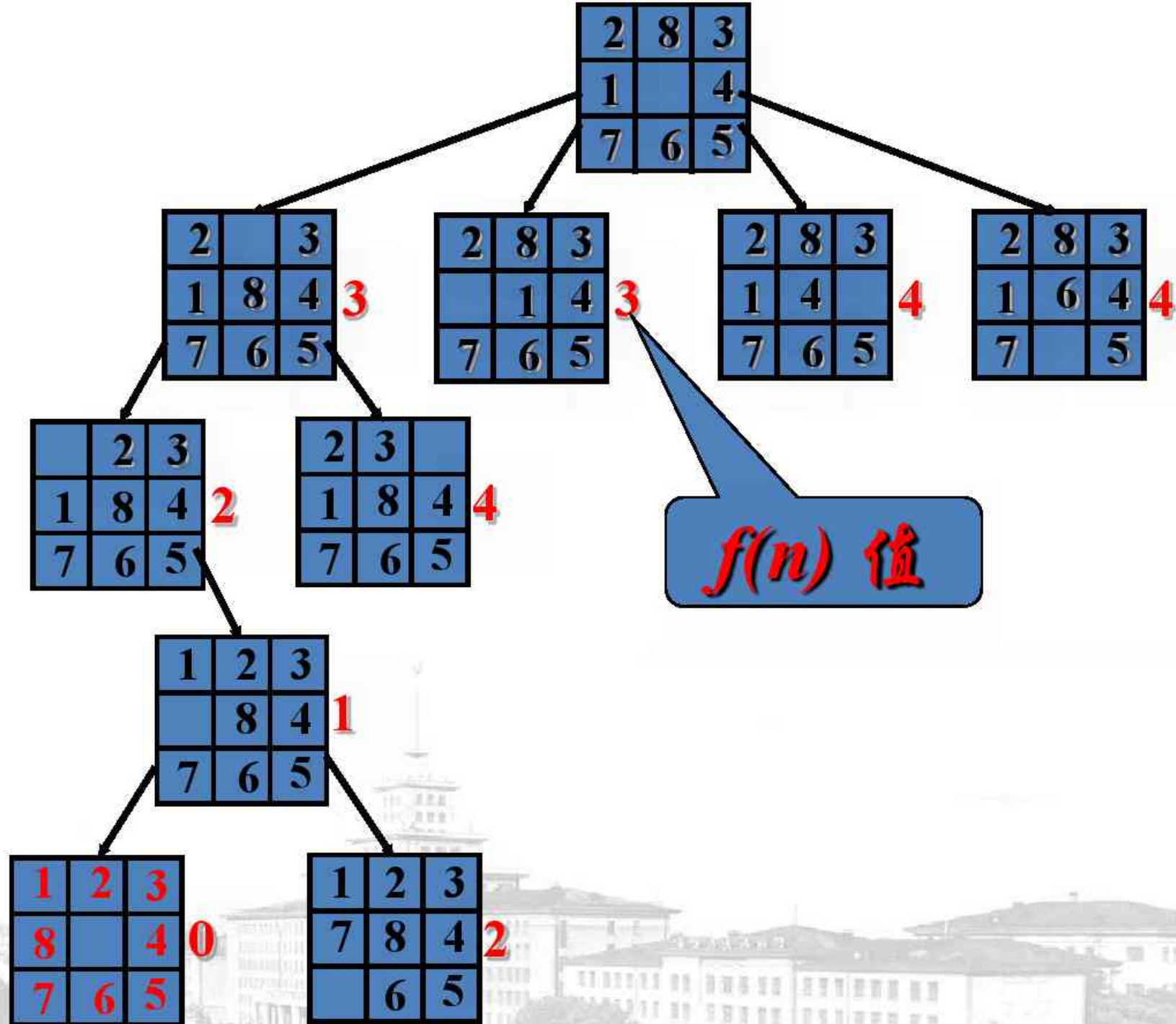
- 基本思想

- 在深度优先搜索过程中，我们经常遇到多个节点可以扩展的情况，首先扩展哪个？
- 爬山策略使用贪心方法确定搜索的方向，是优化的深度优先搜索策略
- 爬山策略使用启发式测度来排序节点扩展的顺序



- 用8-Puzzle问题来说明爬山策略的思想
 - 启发式测度函数: $f(n)=W(n)$, $W(n)$ 是节点 n 中处于错误位置的方块数.
 - 例如, 如果节点 n 如下, 则 $f(n)=3$, 因为方块1、2、8处于错误位置.

2	8	3
1		4
7	6	5



• 爬山法算法

1. 构造由根组成的单元素栈 S ;
2. If $Top(S)$ 是目标节点 Then 停止;
3. Pop(S);
4. S 的子节点按照其启发测度由大到小的顺序压入 S ;
5. If S 空 Then 失败 Else goto 2.



Best-First 搜索策略

• 基本思想

- 结合深度优先和广度优先的优点
- 根据一个评价函数, 在目前产生的所有节点中选择具有最小评价函数值的节点进行扩展.
- 具有全局优化观念, 而爬山策略仅具有局部优化观念.

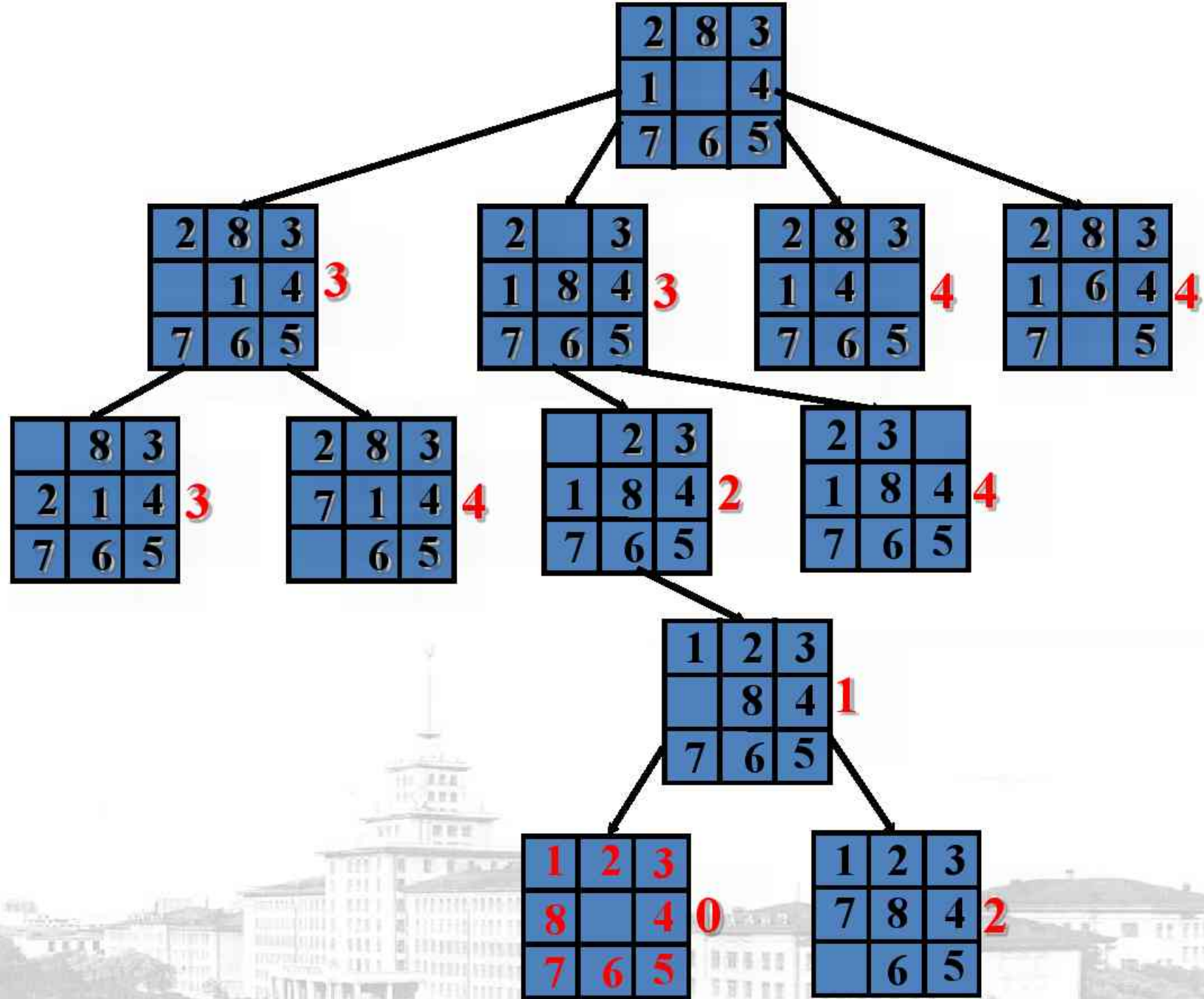


• Best-First 搜索算法

1. 使用评价函数构造一个堆 H , 首先构造由根组成的单元素堆;
2. If H 的根 r 是目标节点 Then 停止;
3. 从 H 中删除 r , 把 r 的子节点插入 H ;
4. If H 空 Then 失败 Else goto 2.

• 8-Puzzle问题实例







- 基本思想

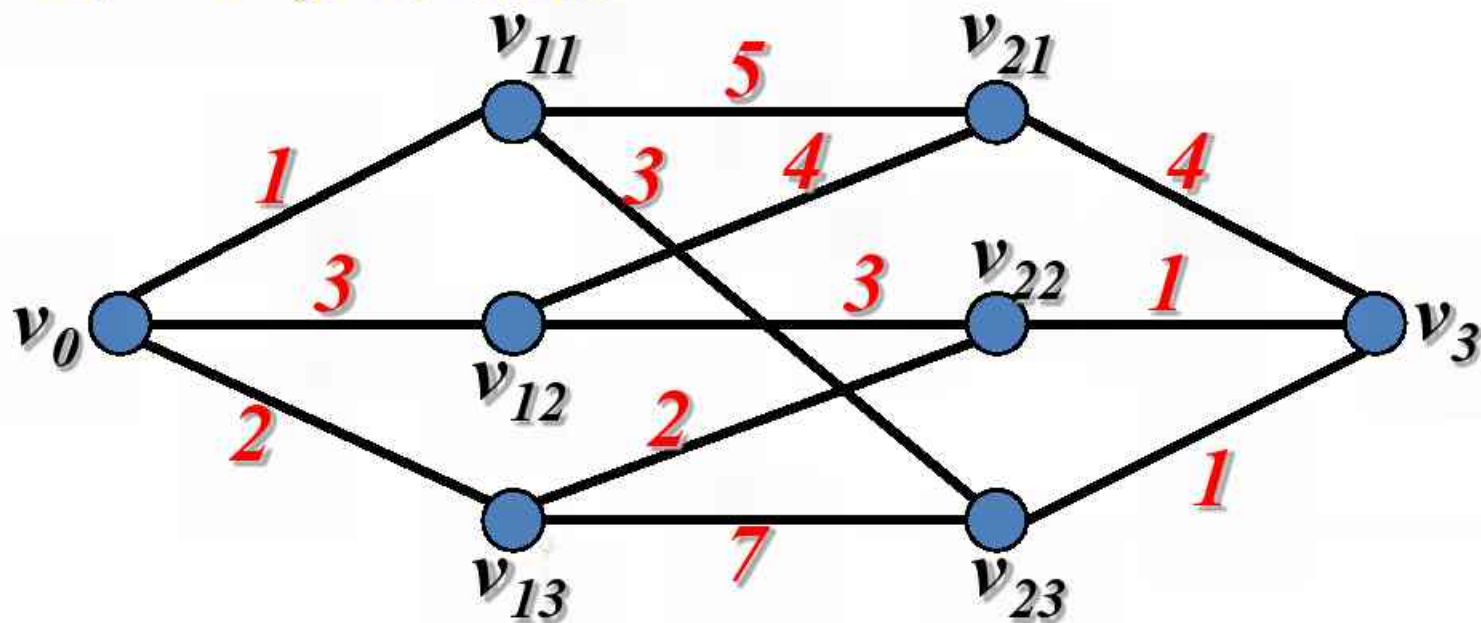
- 上述方法很难用于求解优化问题
- 分支界限策略可以有效地求解组合优化问题
- 发现优化解的一个界限
- 缩小解空间, 提高求解的效率

- 举例说明分支界限策略的原理



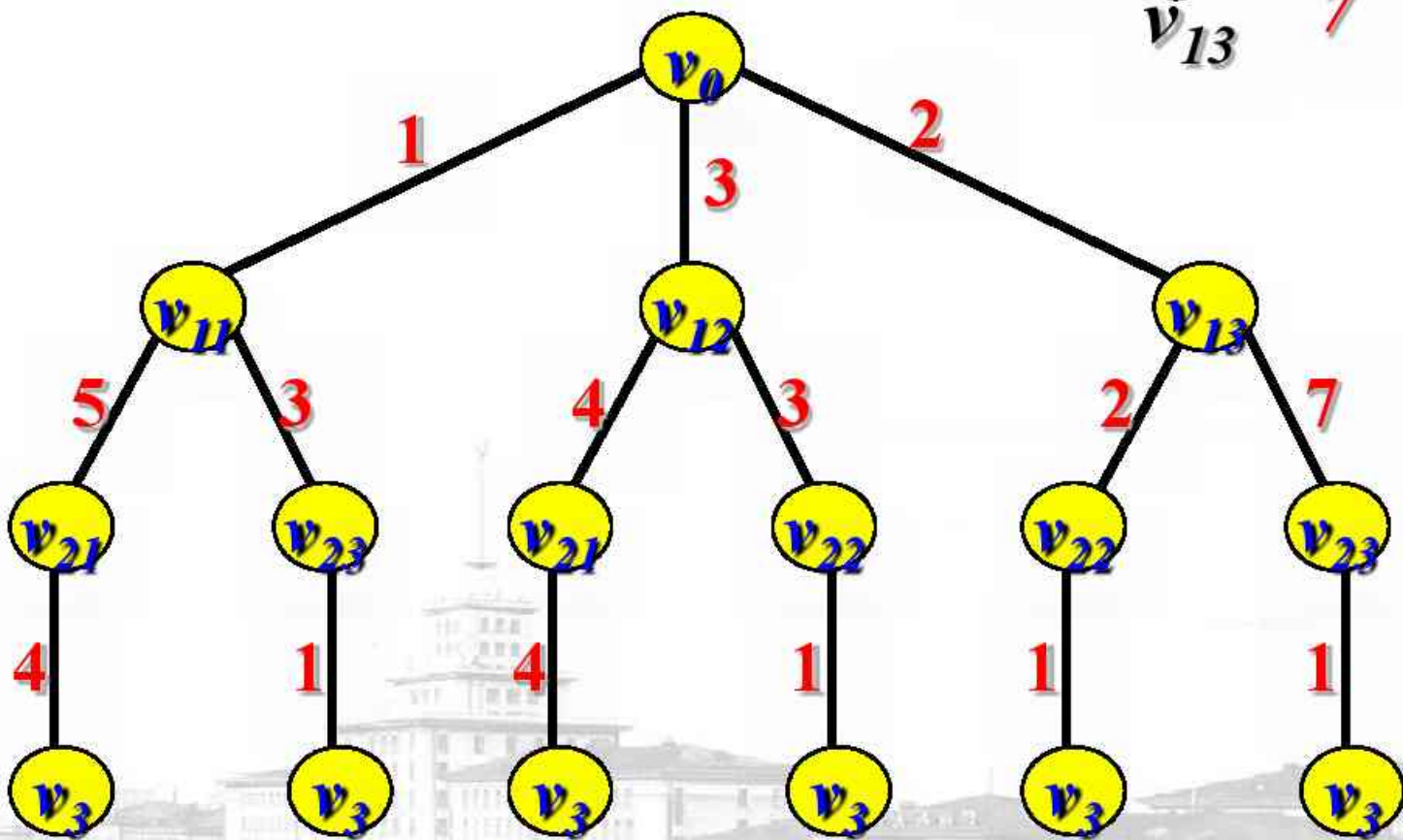
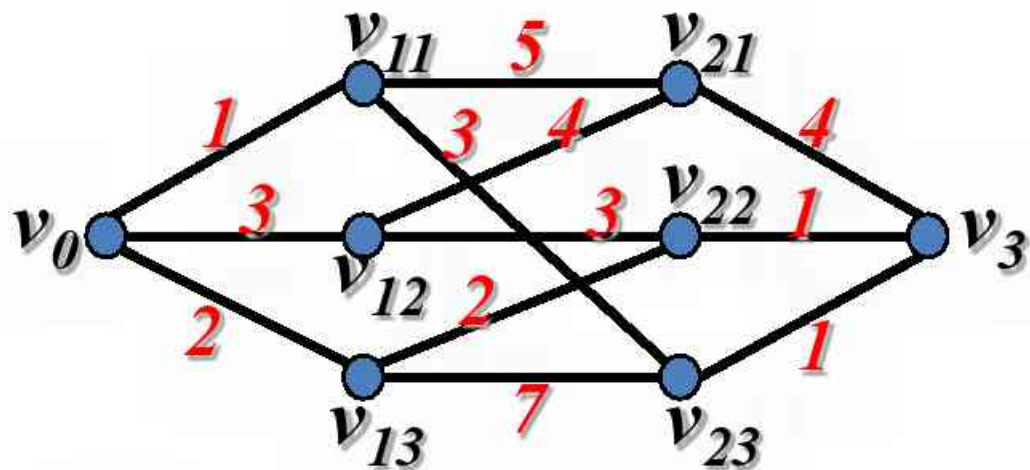
- 多阶段图搜索问题

—输入：多阶段图

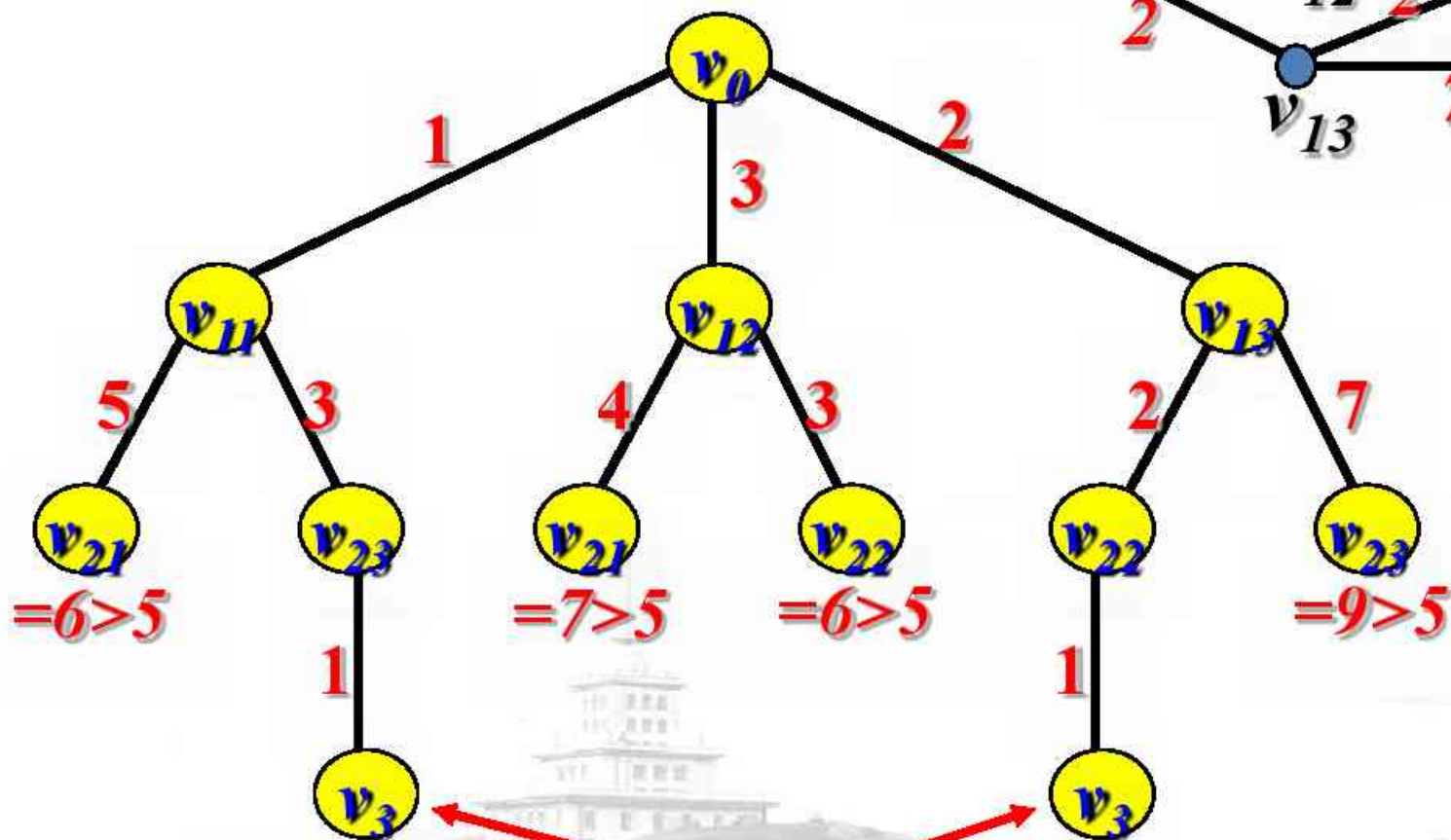
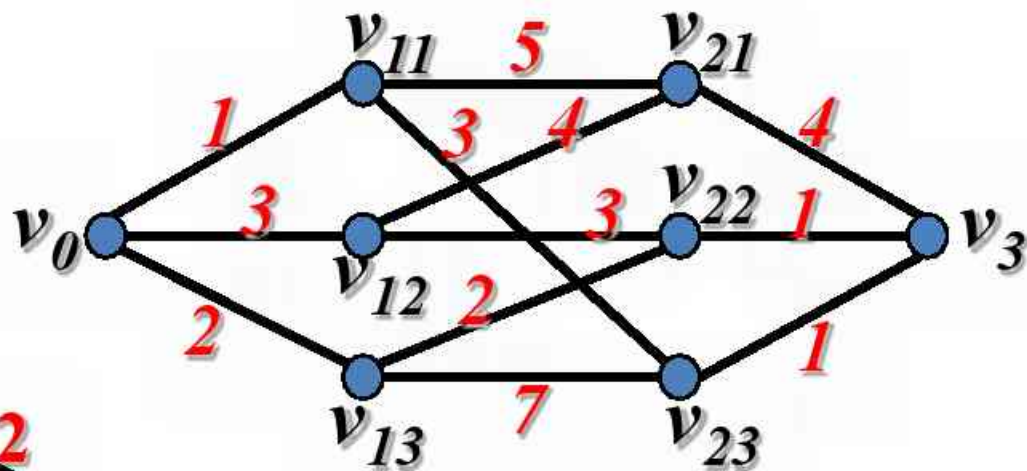


—输出：从 v_0 到 v_3 的最短路径

- 问题的树表示



- 使用爬山策略进行分支界限搜索



可能解
上界=5

解

• 分支界限策略的原理

- 产生分支的机制(使用前面的任意一种策略)
- 产生一个界限(可以通过发现可能解)
- 进行分支界限搜索,即剪除不可能产生优化解的分支.

