隐式图深度优先搜索
Implict Graph DFS

课程版本 v6.0　　主讲 令狐冲

扫描二维码关注微信/微博
获取最新面试题及权威解答

微信: ninechapter
微博: http://www.weibo.com/ninechapter
知乎: http://zhuanlan.zhihu.com/jiuzhang
官网: http://www.jiuzhang.com

先修知识 & 本节大纲

- 请在随课教程中自学如下先修知识：
  - http://www.jiuzhang.com/tutorial/algorithm/19
  - 组合类搜索入门问题全子集问题（Subset）及其 4 种解法（课前只需学习递归的 2 种解法）
  - 什么是 Deep copy，为什么需要 Deep copy？
- 深度优先搜索 DFS 的判断条件（什么时候用 DFS）
- 递归三要素
- 组合类搜索入门题
- 深度优先搜索的时间复杂度分析

什么时候使用 DFS？

在之前的课程中，我们知道了 Binary Tree 的问题大部分都是 DFS

今天的课程中，我们将更深入的讨论 DFS 的使用场景

独孤九剑 —— 破索式

碰到让你找所有方案的题，基本可以确定是 DFS

除了二叉树以外的 90% DFS的题，要么是排列，要么是组合

找所有满足某个条件的方案

找到图中的所有满足条件的**路径**

路径 = 方案 = 图中节点的排列组合

很多题不像二叉树那样直接给你一个图（二叉树也是一个图）

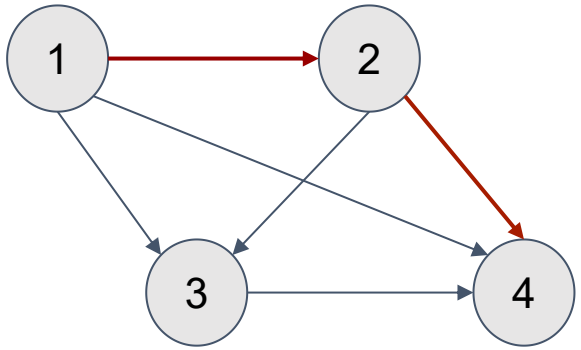
点、边、路径是需要你自己去分析的

案例一：找出一个集合的所有子集

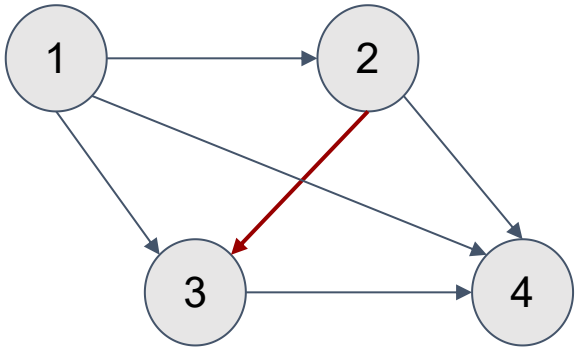
点：集合中的元素

边：元素与元素之间用**有向边**连接，小的点指向大的点（为了避免选出 12 和 21 这种重复集合）

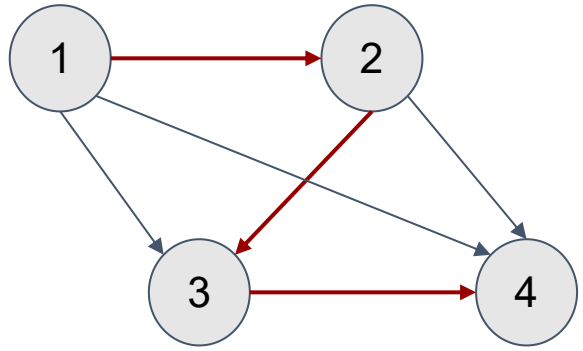
路径：= 子集 = 图中任意点出发到任意点结束的一条路径



{1,2,4}



{2,3}



{1,2,3,4}

找N个数组成的全排列

动动手，该如何构建图？

如 123 的全排列有 6 个

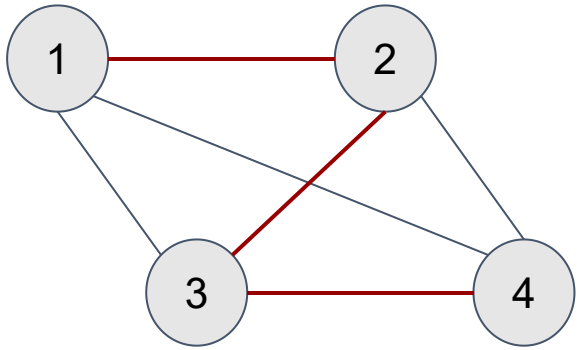
123, 132, 213, 231, 312, 321

案例二：求出 N 个数组成的全排列

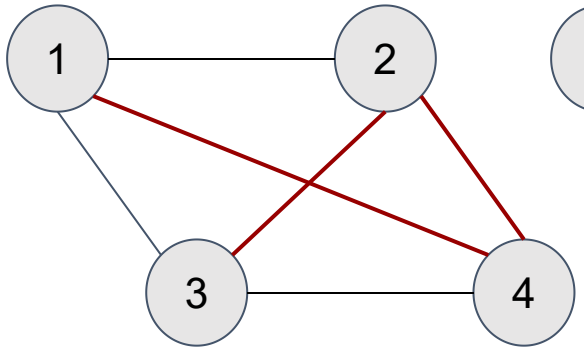
点：每个数为一个点

边：任意两两点之间都有连边，且为无向边

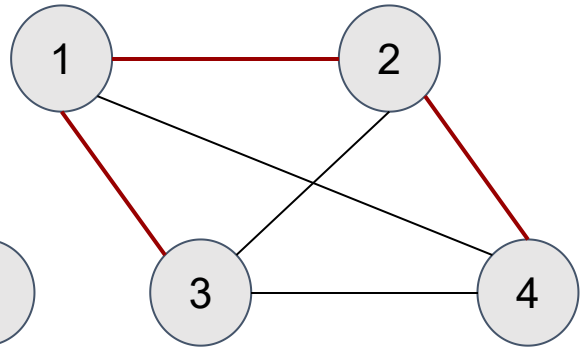
路径：= 排列 = 从任意点出发到任意点结束经过每个点一次且仅一次的路径



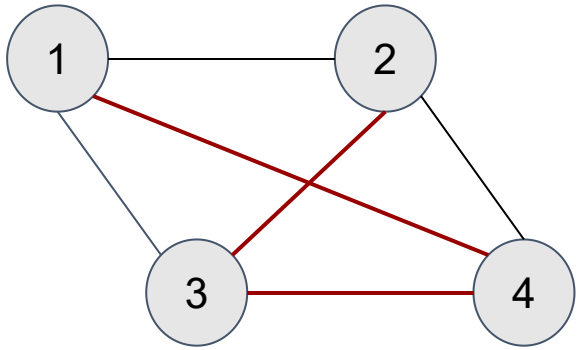
1234



1432



3124



2341

BFS vs DFS

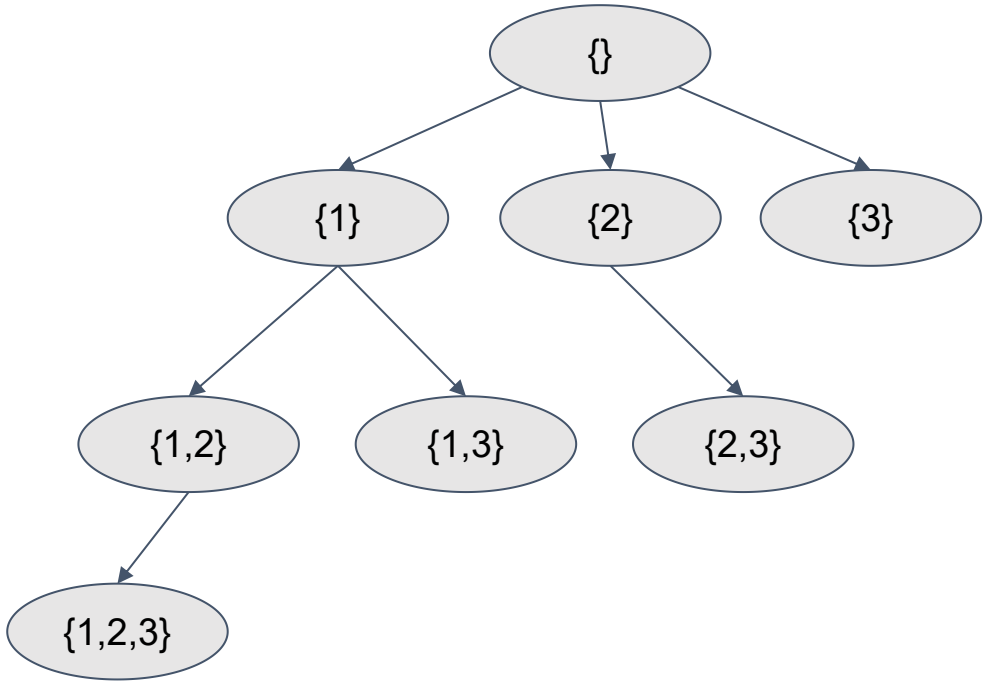
找所有方案的问题是否可以使用 BFS？

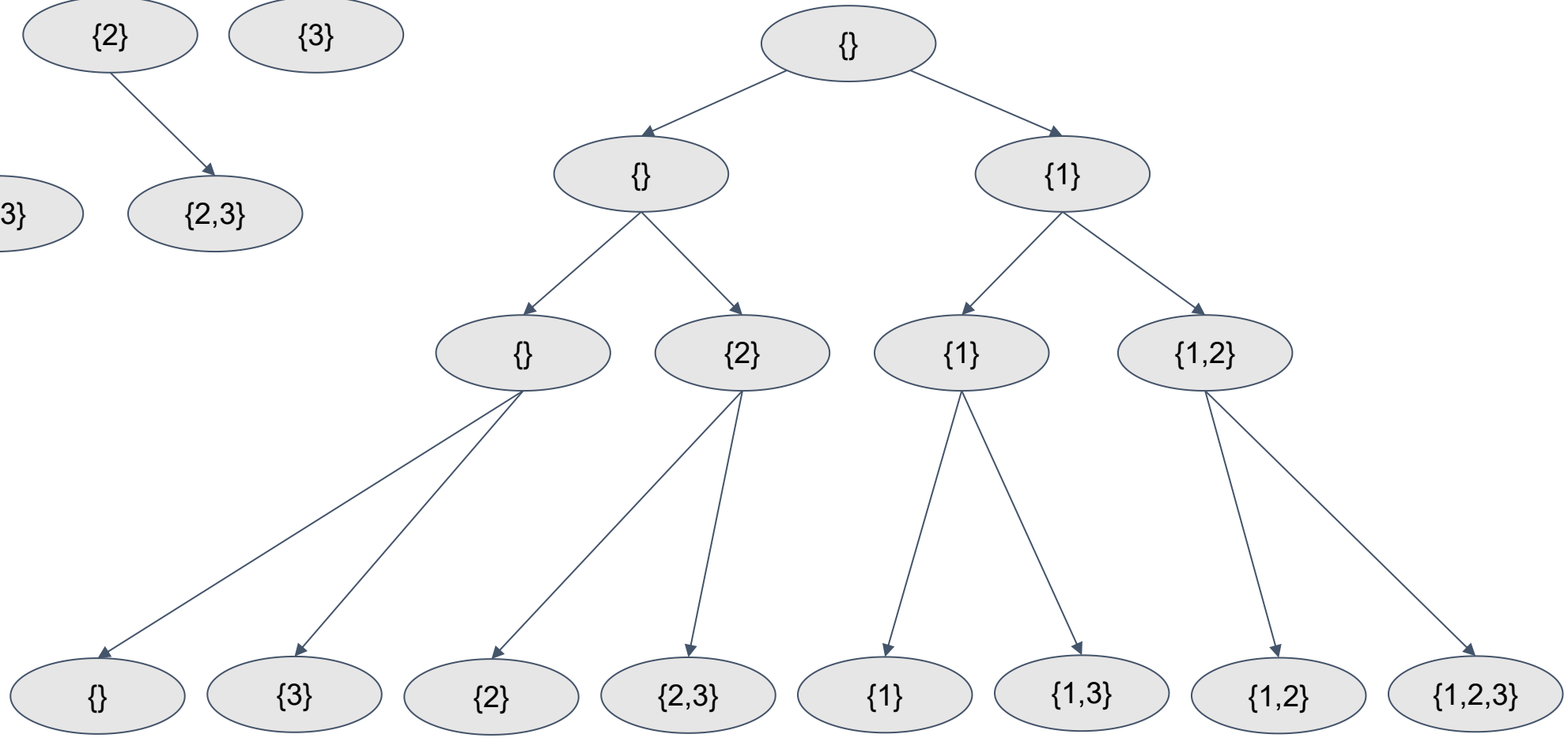
找路径 → 找点

改变“点”的定义

可以将找所有路径问题变为找所有点的问题

全子集问题的另外两种画图方法（找所有点）





什么是递归 Recursion？

函数 Function 自己调用自己

Recursion 是代码的实现方式，并不算是一种算法

（也有一些书籍认为递归是算法，但是这样说并不准确）

递归在算法中干了啥

递归就是当多重循环层数不确定的时候

一个更优雅的实现多重循环的方式

递归干了啥


```python
if n == 1:
    for i in range(1, n + 1):
        ...

if n == 2:
    for i in range(1, n + 1):
        for j in range(1, n + 1):
            if i != j:
                ...

if n == 3:
    for i in range(1, n + 1):
        for j in range(1, n + 1)
            if i != j:
                for k in range(1, n + 1):
                    if k != i and k != j:
                        ...
```

```python
def recursion(self, n, visited, path):
    if len(path) == n:
        # do something
        return

    for i in range(1, n + 1):
        if i not in visited:
            path.append(i)
            self.recursion(n, visited, path)
            path.pop()
```

递归三要素

一般来说，如果面试官不特别要求的话，DFS都可以使用递归(Recursion)的方式来实现。

递归三要素是实现递归的重要步骤：

- 递归的定义
- 递归的拆解
- 递归的出口

组合问题

问题模型：求出所有满足条件的“组合”。

判断条件：组合中的元素是顺序无关的。

时间复杂度：与 2^n 相关。

排列问题

问题模型：求出所有满足条件的“**排列**”。

判断条件：组合中的元素是顺序“**相关**”的。

时间复杂度：与 n! 相关。

通用的DFS时间复杂度计算公式

O(答案个数 * 构造每个答案的时间)

http://www.jiuzhang.com/qa/2994/

Combination Sum

http://www.lintcode.com/problem/combination-sum/

http://www.jiuzhang.com/solutions/combination-sum/

问：和 subsets 的区别有哪些？

与 Subsets 比较

- Combination Sum 限制了组合中的数之和
  - 加入一个新的参数来限制
- Subsets 无重复元素，Combination Sum 有重复元素
  - 需要先去重
- Subsets 一个数只能选一次，Combination Sum 一个数可以选很多次
  - 搜索时从 index 开始而不是从 index + 1

String Permutation II

www.lintcode.com/problem/string-permutation-ii

www.jiuzhang.com/solutions/string-permutation-ii

字母换数字，换汤不换药

k Sum II

http://www.lintcode.com/problem/k-sum-ii/

http://www.jiuzhang.com/solution/k-sum-ii/

找出所有 k 个数之和 = target 的组合

休息 5 分钟

Take a break

N Queens

http://www.lintcode.com/problem/n-queens/

http://www.jiuzhang.com/solutions/n-queens/

另一种问法：问方案总数（N Queens II）

相关问题

下一个排列

http://www.lintcode.com/problem/next-permutation/

http://www.lintcode.com/problem/next-permutation-ii/

排列的顺序

http://www.lintcode.com/problem/permutation-index/

http://www.lintcode.com/problem/permutation-index-ii/

Letter Combinations of Phone Number

http://www.lintcode.com/problem/letter-combinations-of-a-phone-number/

http://www.jiuzhang.com/solution/letter-combinations-of-a-phone-number/

什么是点？什么是边？什么是路径？

Follow up

如果有一个词典（Dictionary）
要求组成的单词都是词典里的
如何优化？

Letter Combinations of Phone Number 面试评分标准

Strong Hire: 两问的 DFS 都能写出来，第二问使用 Trie 或者 Hash 都可以，无需提示

Hire / Weak Hire: 写完第一问的 DFS，第二问给出正确思路和方法，但是没写完，需要部分提示

No Hire: 第一问没写完，或者 bug 很多

Strong No: 没思路不会做

Word Search II

http://www.lintcode.com/problem/word-search-ii/

http://www.jiuzhang.com/solution/word-search-ii/

矩阵（Matrix）也是图

Word Ladder II

http://www.lintcode.com/problem/word-ladder-ii/

http://www.jiuzhang.com/solutions/word-ladder-ii/

求所有的最短路径