



数据结构与算法 (Python版)

图的基本概念及相关术语

陈斌 北京大学 gischen@pku.edu.cn

图Graph的概念

- ❖ 就像“羊”在英文中并不是一个单独的词
- ❖ 中文的“图画”在英文中有很多对应的单词，其意义大不相同
 - painting**: 用画刷画的油画
 - drawing**: 用硬笔画的素描/线条画
 - picture**: 真实形象所反映的画，如照片等，如
take picture
 - image**: 由印象而来的画，遥感影像做image，
因是经过传感器印象而来

图Graph的概念

❖ 中文的“图画”在英文中有很多对应的单词，其意义大不相同

figure: 轮廓图的意思，某个侧面的轮廓，所以有figure out的说法

diagram: 抽象的概念关系图，如电路图、海洋环流图、类层次图

chart: 由数字统计来的柱状图、饼图、折线图

map: 地图；**plot**: 地图上的一小块

graph: 重在由一些基本元素构造而来的图，如点、线段等

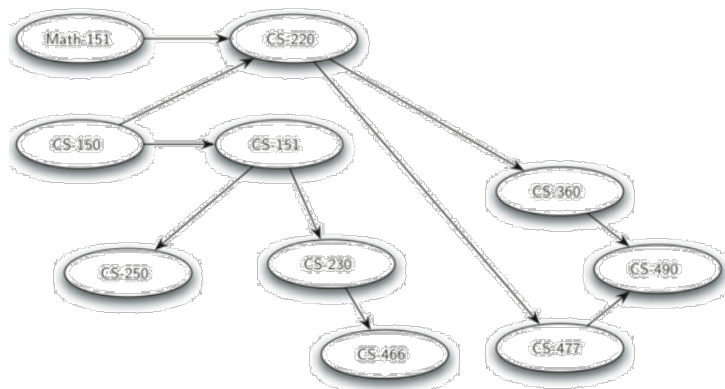
图Graph的概念

❖ 图Graph是比树更为一般的结构，也是由节点和边构成

实际上树是一种具有特殊性质的图

❖ 图可以用来表示现实世界中很多事物

道路交通系统、航班线路、互联网连接、或者是大学中课程的先修次序



图Graph的概念

- ❖ 一旦我们对图相关问题进行了准确的描述
- ❖ 就可以采用处理图的标准算法来解决那些看起来很艰深的问题

对于人来说，人脑的识别模式能够轻而易举地判断地图中不同地点的相互关联；

但如果用图来表示地图，就可以解决很多地图专家才能解决的问题，甚至远远超越；

互联网是由成千上万的计算机所连接起来的复杂网络，也可以通过图算法来确定计算机之间达成通讯的最短、最快或者最有效的路径。

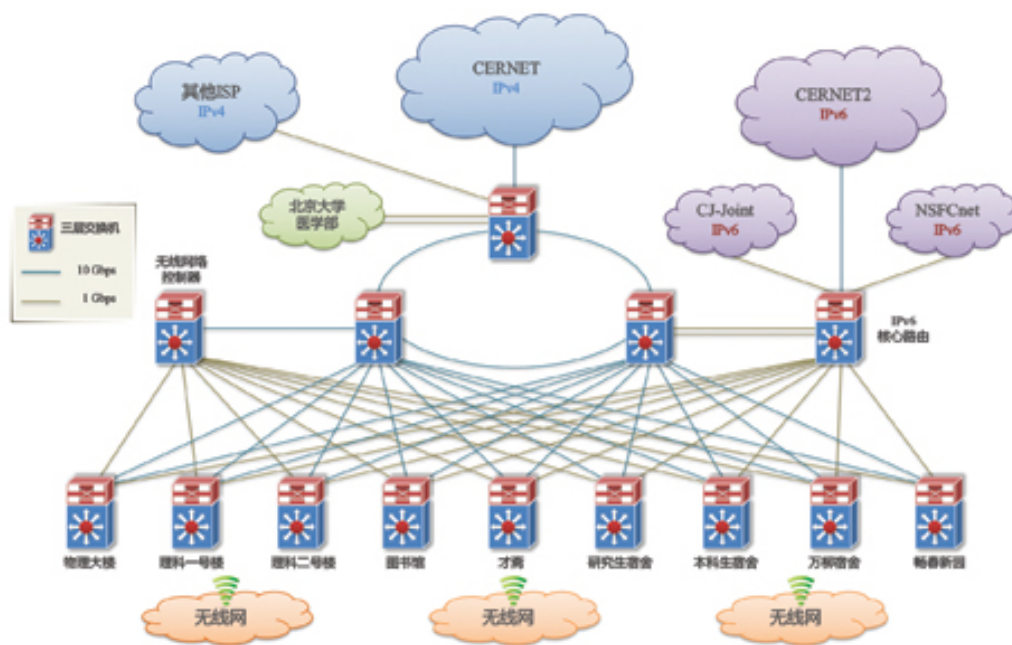
- ## 老人建义务指路队 14年坚持为路人免费指路

手机看新闻 | 保存到博客



数据结构与算法 (Python版)

通过层层交换机、路由器连接在一起，路由器之间又相互连接



互联网

- ❖ 互联网是一张百亿个信息点的巨型网络
- ❖ 提供内容的Web站点已突破10亿个
由超链接相互连接的网页更是不计其数
Google每天处理的数据量约10PB
- ❖ 在天文数字规模的网络面前
- ❖ 人脑已经无法处理

社交网络：六度分隔理论

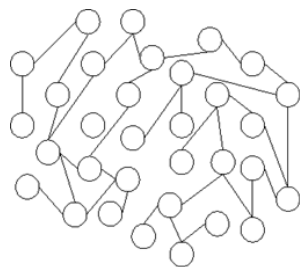
❖ 世界上任何两个人之间通过最多6个人即可建立联系

互联网社交网络的兴起将每个人联系到一起

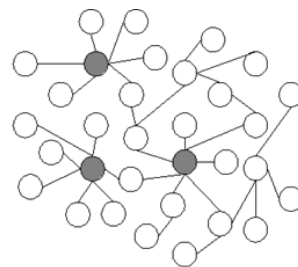
❖ 在社会中有20%擅长交往的人，建立了80%的连接

区别于随机网络，保证了六度分隔的成立

引出了无尺度网络的研究



随机网络



无尺度网络

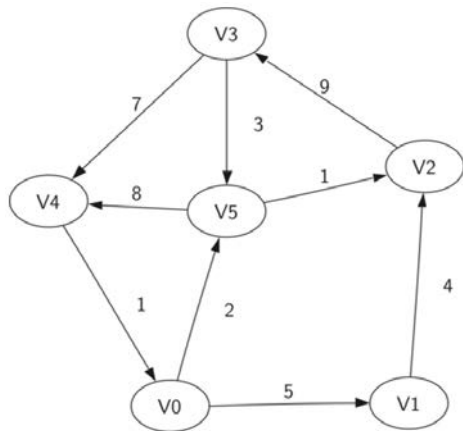
术语表

❖ 顶点Vertex (也称 “节点Node”)

是图的基本组成部分，顶点具有名称标识Key，也可以携带数据项payload

❖ 边Edge (也称 “弧Arc”)

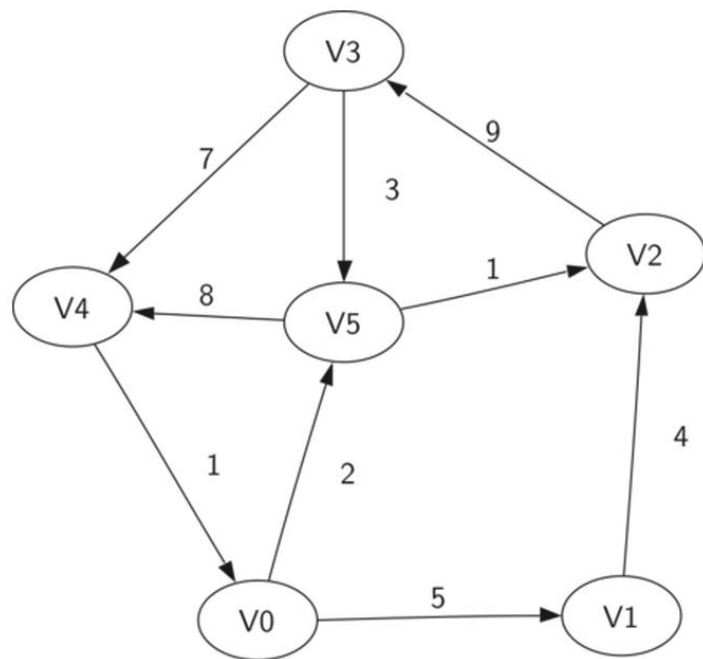
作为2个顶点之间关系的表示，边连接两个顶点；边可以是无向或者有向的，相应的图称作“无向图”和“有向图”



术语表

❖ 权重Weight

为了表达从一个顶点到另一个顶点的“**代价**”，可以给边赋权；例如公交网络中两个站点之间的“距离”、“通行时间”和“票价”都可以作为权重。



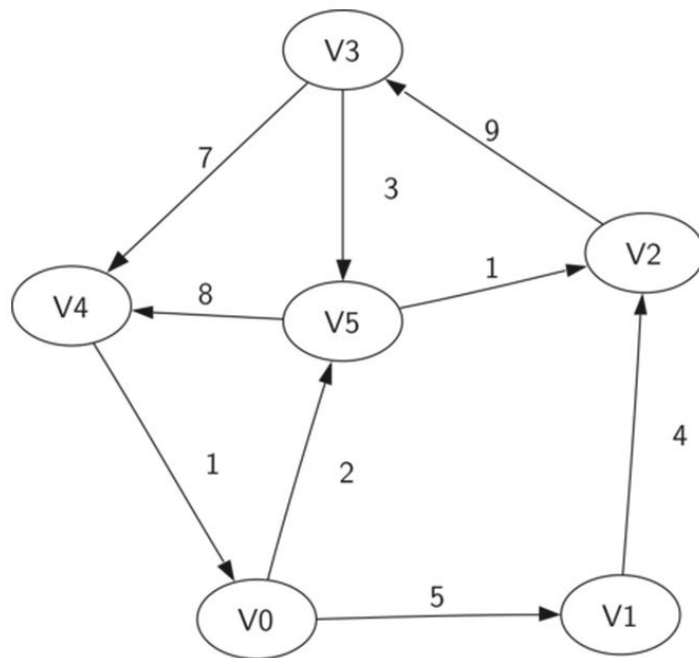
图的定义

❖ 一个图 G 可以定义为 $G=(V, E)$

其中 V 是顶点的集合， E 是边的集合， E 中的每条边 $e=(v, w)$ ， v 和 w 都是 V 中的顶点；

如果是**赋权图**，则可以在 e 中添加权重分量

子图： V 和 E 的子集



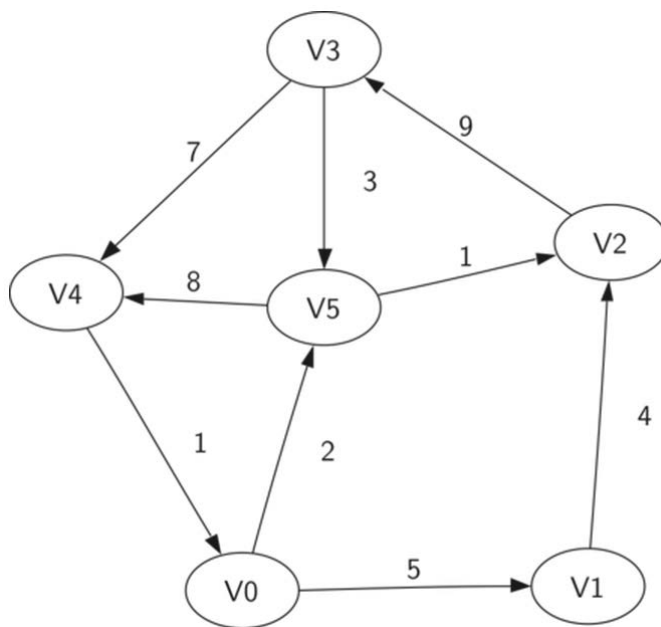
图的定义

❖ 赋权图的例子：6个顶点及9条边

有向赋权图，权重为整数

$$V = \{V0, V1, V2, V3, V4, V5\}$$

$$E = \left\{ (v0, v1, 5), (v1, v2, 4), (v2, v3, 9), (v3, v4, 7), (v4, v0, 1), \right. \\ \left. (v0, v5, 2), (v5, v4, 8), (v3, v5, 3), (v5, v2, 1) \right\}$$



术语表

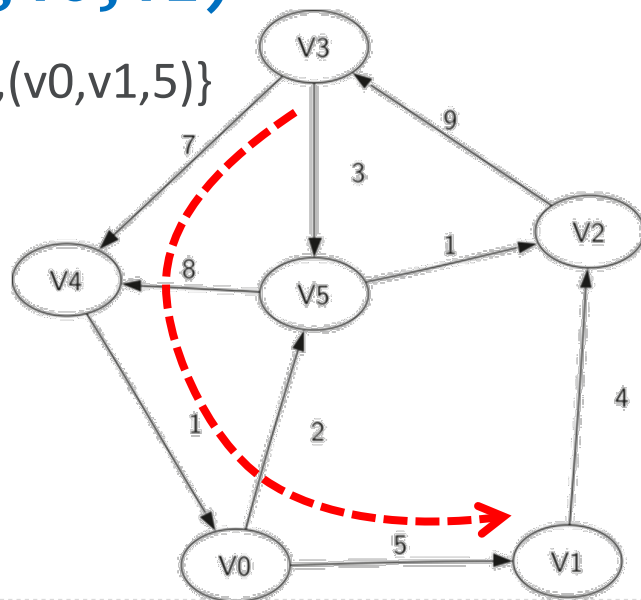
❖ 路径Path

图中的路径，是由边依次连接起来的顶点序列；

无权路径的**长度**为边的数量；带权路径的长度为所有边权重的和；

如下图的一条路径(v3,v4,v0,v1)

- 其边为 $\{(v3,v4,7),(v4,v0,1),(v0,v1,5)\}$



术语表

❖ 圈Cycle

圈是首尾顶点相同的路径，如下图中
(v5, v2, v3, v5) 是一个圈

如果有向图中不存在任何圈，则称作“有向无圈图 directed acyclic graph: DAG”

后面我们可以看到如果一个问题能表示成DAG，
就可以用图算法很好地解决。

