

图的基本概念

问题引入

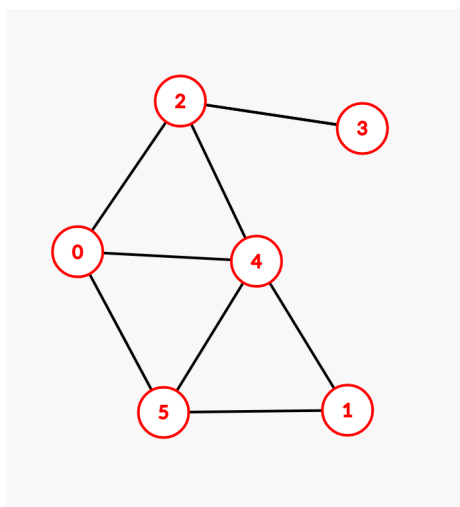
假设现在我们处在马路上的某个**公交站点**，可以通过公交车到达城市中其他的公交站点（前提是必须有对应的公交线路）。**公交线路**众多，也许从某个公交站点A到另一个公交站点B有不同的路线，所需的**乘坐时间**也各不相同。尝试将该例子抽象成一个图论模型。

图的概念

图（graph）是数据结构和算法学中最强大的框架之一（或许没有之一）。图几乎可以用来表现所有类型的结构或系统，从交通网络到通信网络，从下棋游戏到最优流程，从任务分配到人际交互网络，图都有广阔的用武之地。

而要进入图论的世界，清晰、准确的基本概念是必须的前提和基础。下面对其最核心和最重要的概念作出说明。关于图论的概念异乎寻常的多，先掌握下面最核心最重要的，足够开展一些工作了，其它的再到实践中不断去理解和熟悉吧。

图（graph）并不是指图形图像（image）或地图（map）。通常来说，我们会把图视为一种由“顶点”组成的抽象网络，网络中的各顶点可以通过“边”实现彼此的连接，表示两顶点有关联。注意上面图定义中的两个关键字，由此得到我们最基础最基本的2个概念，顶点（vertex）和边（edge）。直接上图吧。



大家可以去这个链接https://csacademy.com/app/graph_editor/ 去随便搞搞，能加深对图的理解。

顶点(vertex)

上图中红色的带数字的点就是顶点，表示某个事物或对象。可以称顶点，也可以称节点，点，结点，端点，理解就行。如上述中的例子一样，公交站点就是所谓的顶点。我们需要在两个公交站点间移动就是要在两个不同的节点上移动。

边(edge)

上图中顶点之间的黑色的线条就是边，表示事物与事物之间的关系。需要注意的是边表示的是顶点之间的关系，用于连接不同的顶点。比如之前的例子，公交线路就是边，它连接了两个不同的公交站点。

有向/无向图 (Directed/Undirected)

向指的是边的方向。有向就是指连接某两个顶点的一条边只在一条方向上连通。形象点就是假设顶点A和顶点B通过边C连接，C是有向的并规定**在该边上只能由A通向B，B不能通向A**。再形象点就是马路上的单行道，只能在一个方向上进行流通。

清楚了有向图无向图就很好理解了，就是边没有方向，就是该边连接的两个顶点是互通的。比如假设顶点A和顶点B通过边C连接，C是无向的也就意味着**在该边上A能通向B，同时B也能通向A**。

注意有向边的方向必须由题目给出，不能自己瞎给。

权重(weight)

一般是指边的权重，将其称之为边权，当然点可能也有权重，叫做点权（不常见）。这是一个非常核心的概念，即每条边都有与之对应的值。**通常通过权重的大小来判断当前方案的优劣**。可能有不同的权重，一般来说参考的权重依据只有一个（最常用的就是**两点间的距离**）

例如上面举的例子，两个公交站点间的地理距离/坐车费用/车辆行驶时间都可以设置为边权。

比如目前有两个方案A和B，都是要从公交站点X到Y

A方案：地理距离为1km，坐车费用为1块钱，行驶时间为10分钟

B方案：地理距离为1.5km，坐车费用为0.5块钱，行驶时间为30分钟

假设以坐车费用为权重参考，B方案优于A方案，但是以行驶时间或地理距离为权重参考的话，A方案的表现就比B方案要更加优秀。

注意：有时应对某些特殊情况（比如顶点之间不连通），边的权重可以是0，可以是负数，可以是无穷大及一切**非一般情况的取值**。别忘了“图”是用来记录不同事物间关联的工具，并不是真正的地图，不要陷入教条主义。

路径/最短路径(path/shortest path)

在图上任取两顶点，分别作为起点（start vertex）和终点（end vertex），我们可以规划许多条由起点到终点的路线。不会来来回回绕圈子、不会重复经过同一个点和同一条边的路线，就是一条“路径”。两点之间存在路径，则称这2个顶点是连通的（connected）。

比如 北京->上海->广州，是一条路径，北京->武汉->广州，是另一条路径，北京->武汉->上海->广州，也是一条路径。而北京->武汉->广州这条路径最短，称为最短路径。判定的依据就是**边权**，这里对应距离。

路径也有权重。路径经过的每一条边，沿路加权重，权重总和就是路径的权重（通常只加边的权重，而不考虑顶点的权重）。在路网中，路径的权重，可以想象成路径的总长度。在有向图中，路径还必须跟随边的方向。

比如北京到上海是1000km，上海到广州是700km，北京到上海的距离就是1700km。抽象为图的模型后就是：

顶点A到顶点B有一条边，边权为1000；顶点B到顶点C有一条边，边权为700.所以顶点A到C就有一条路径，路径的权重为1700

环 (loop)

环，也称为环路，是一个与路径相似的概念。通过来说就是绕圈。表示的是起点可以通过某条路径重新回到起点，那么这条路径就构成了一个环路（顶点个数大于2）。比如 北京->上海->武汉->广州->北京就是一个环路。