



数据结构

(C语言版) (第2版)

图

图的定义和基本术语

主讲教师：汪红松





教学目标

01

OPTION

掌握：图的基本概念及相关术语和性质

02

OPTION

熟练掌握：图的邻接矩阵和邻接表两种存储表示方法

03

OPTION

熟练掌握：图的两种遍历方法DFS和BFS

04

OPTION

熟练掌握：最短路算法（Dijkstra算法）

05

OPTION

掌握：最小生成树的两种算法及拓扑排序算法的思想



教学内容 Contents

1

图的定义和基本术语

2

图的存储结构

3

图的遍历

4

图的应用(1)

5

图的应用(2)

图形的定义和术语

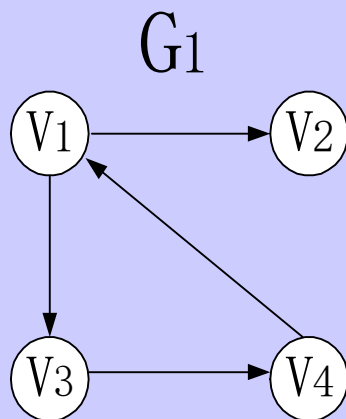
图 : $\text{Graph}=(V,E)$

V : 顶点(数据元素)的**有穷非空**集合 ;

E : 边的**有穷**集合 ;

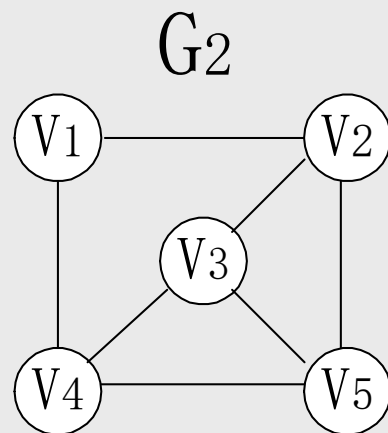
$V(G)$: 图 G 的顶点集合 ;

$E(G)$: 图 G 的边集合。



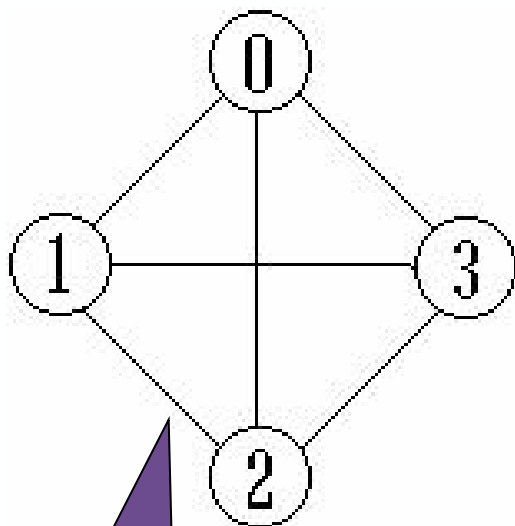
无向图 : 每条边都是无方向的
顶点对 (x, y) 是无序的

有向图 : 每条边都是有方向的
顶点对 $\langle x, y \rangle$ 是有序的



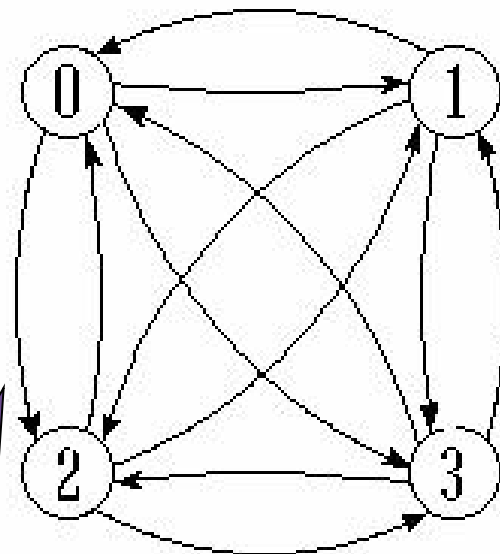
图形的定义和术语

完全图：任意两个点都有一条边相连。



无向完全图

$n(n-1)/2$ 条边



有向完全图

$n(n-1)$ 条边

图形的定义和术语

稀疏图

有很少边或弧的图。



边/弧带权的图。



稠密图

有较多边或弧的图。

邻接

有边/弧相连的两个顶点之间的关系。

存在 (v_i, v_j) ，则称 v_i 和 v_j 互为邻接点；

存在 $\langle v_i, v_j \rangle$ ，则称 v_i 邻接到 v_j ， v_j 邻接于 v_i

关联(依附)：边/弧与顶点之间的关系。

存在 $(v_i, v_j)/\langle v_i, v_j \rangle$ ，则称该边/弧关联于 v_i 和 v_j

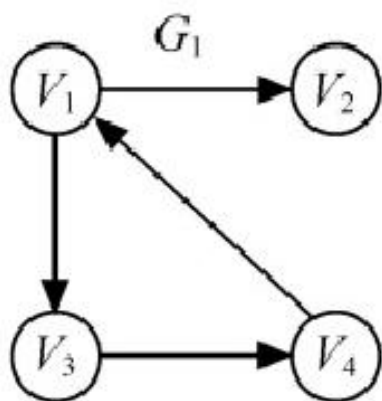
图形的定义和术语

顶点的度：与该顶点相关联的边的数目，记为 $TD(v)$

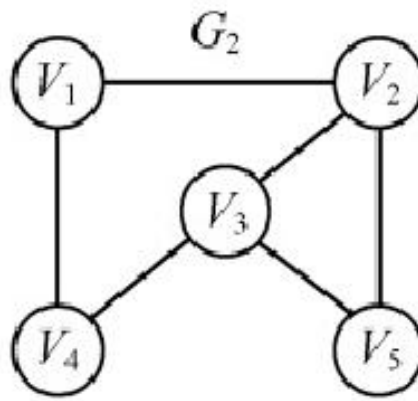
在**有向图**中，顶点的度等于该顶点的**入度**与**出度**之和。

顶点 v 的**入度**是以 v 为终点的有向边的条数，记作 $ID(v)$ 。

顶点 v 的**出度**是以 v 为始点的有向边的条数，记作 $OD(v)$ 。



(a) 有向图 G_1



(b) 无向图 G_2

图形的定义和术语

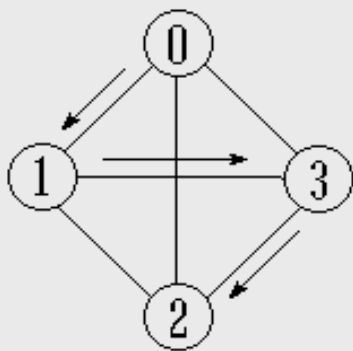
路径：连续的边构成的顶点序列。

路径长度：路径上边或弧的数目。

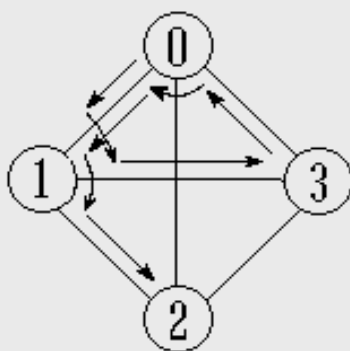
回路(环)：第一个顶点和最后一个顶点相同的路径。

简单路径：序列中顶点不重复出现的路径。

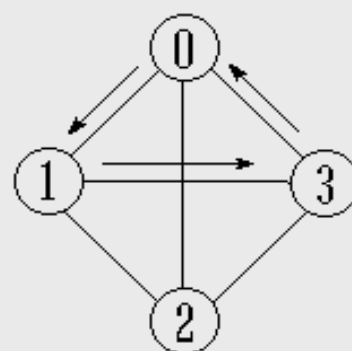
简单回路(简单环)：除路径起点和终点相同外，其余顶点均不相同的路径。



(a) 简单路径



(b) 非简单路径



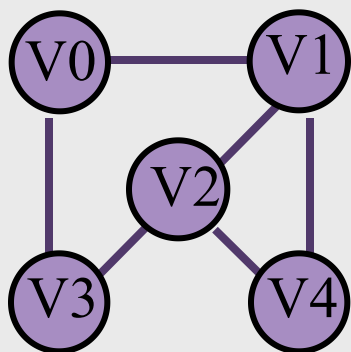
(c) 回路

图形的定义和术语

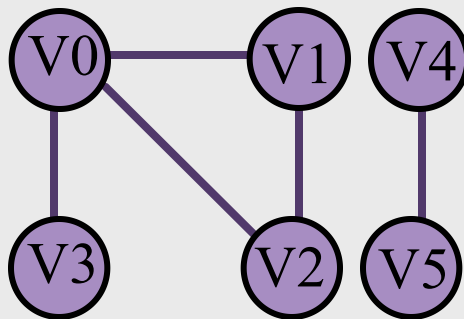
连通图（强连通图）

在无（有）向图 $G=(V, \{E\})$ 中，若对任何两个顶点 v 、 u 都存在从 v 到 u 的路径，则称 G 是连通图（强连通图）。

连通图



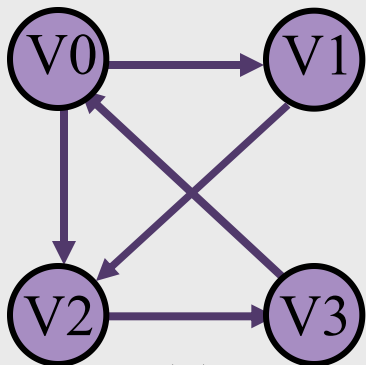
(a)



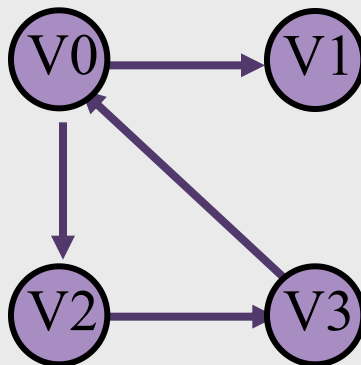
(b)

非连通图

强连通图



(c)



(d)

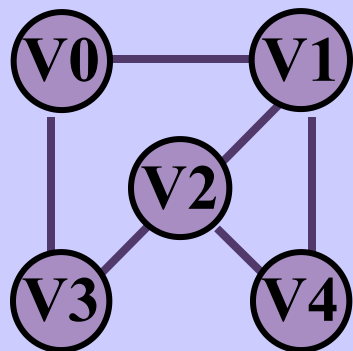
非强连通图

图形的定义和术语

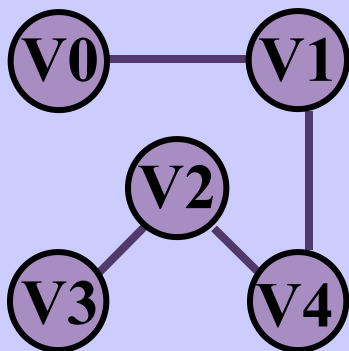
子图

设有两个图 $G = (V, \{E\})$ 、 $G_1 = (V_1, \{E_1\})$ ，若 $V_1 \subseteq V$ ， $E_1 \subseteq E$ ，则称 G_1 是 G 的子图。

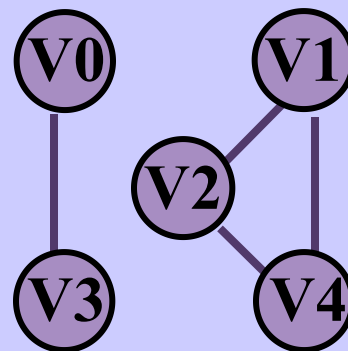
例: (b)、(c) 是 (a) 的子图



(a)



(b)



(c)

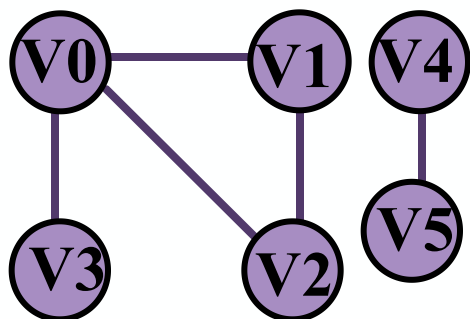
图形的定义和术语

连通分量（强连通分量）

无向图 G 的极大连通子图称为 G 的连通分量。

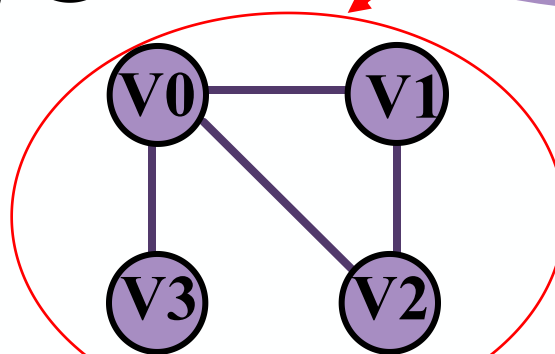
极大连通子图意思是：该子图是 G 连通子图，将 G 的任何不在该子图中的顶点加入，子图不再连通。

非
连
通
图

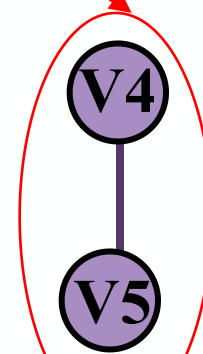


(a)

连通分量



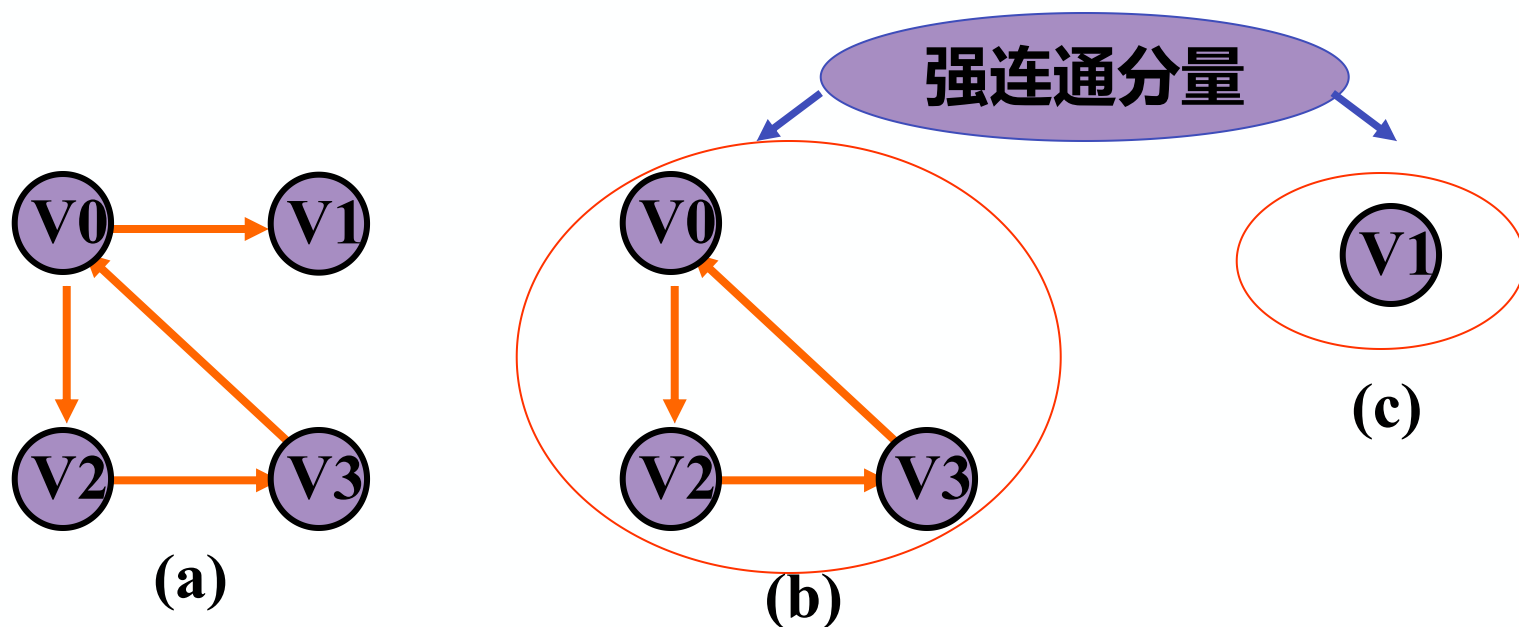
(b)



(c)

图形的定义和术语

有向图 G 的极大强连通子图称为 G 的强连通分量。极大强连通子图意思是：该子图是 G 的强连通子图，将 D 的任何不在该子图中的顶点加入，子图不再是强连通的。

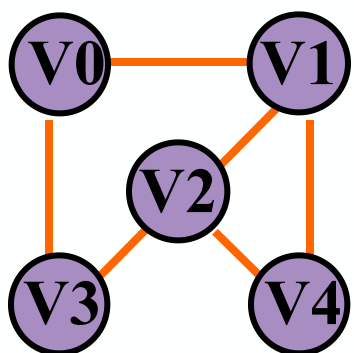


图形的定义和术语

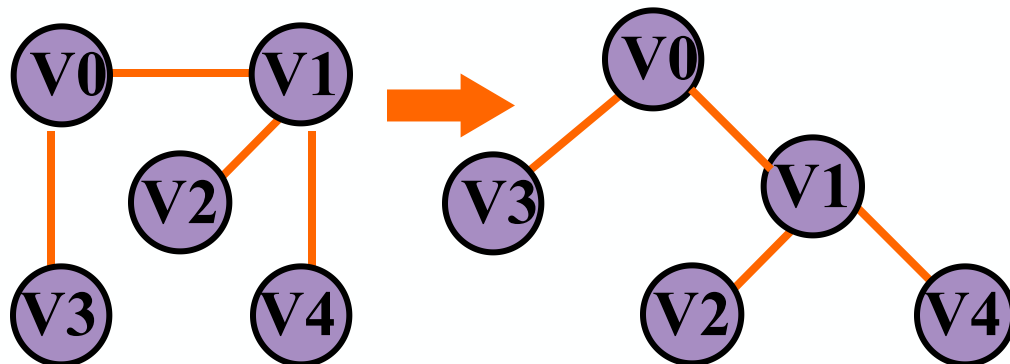
极小连通子图：该子图是 G 的连通子图，在该子图中删除任何一条边，子图不再连通。

生成树：包含无向图 G 所有顶点的极小连通子图。

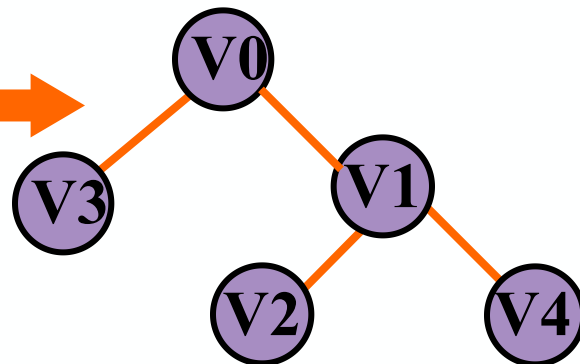
生成森林：对非连通图，由各个连通分量的生成树的集合。



(a)
连通图 G_1



(b)
 G_1 的生成树



(c)

▶▶▶ 图的类型定义

CreateGraph(&G,V,VR)

初始条件：V是图的顶点集，VR是图中弧的集合。

操作结果：按V和VR的定义构造图G。

DFSTraverse(G)

初始条件：图G存在。

操作结果：对图进行深度优先遍历。

BFSTraverse(G)

初始条件：图G存在。

操作结果：对图进行广度优先遍历。

1. 图的概念，包括有向图和无向图的概念、完全图、稀疏图、稠密图、网以及邻接的概念；
2. 图有关的相关术语，包括度、路径、路径长度、回路、连通图（强连通图）、连通分量（强连通分量）、子图、极小连通子图、生成树、生成森林等；
3. 图的常见操作。