

图的分类

王丽杰

Email: ljwang@uestc.edu.cn

电子科技大学 计算机学院

2016-



按边有无方向分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Definition

每条边都是无向边的图称为**无向图**(undirected graph)；每条边都是有向边的图称为**有向图**(directed graph)；有些边是无向边，而另一些边是有向边的图称为**混合图**(mixed graph)。

按边有无方向分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

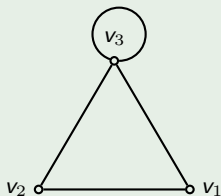
按权值分类

综合分类方法

Definition

每条边都是无向边的图称为**无向图**(undirected graph)；每条边都是有向边的图称为**有向图**(directed graph)；有些边是无向边，而另一些边是有向边的图称为**混合图**(mixed graph)。

Example



无向图

按边有无方向分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

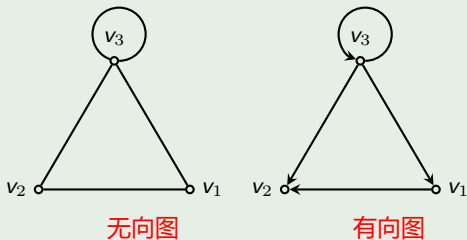
按权值分类

综合分类方法

Definition

每条边都是无向边的图称为**无向图**(undirected graph)；每条边都是有向边的图称为**有向图**(directed graph)；有些边是无向边，而另一些边是有向边的图称为**混合图**(mixed graph)。

Example



按边有无方向分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

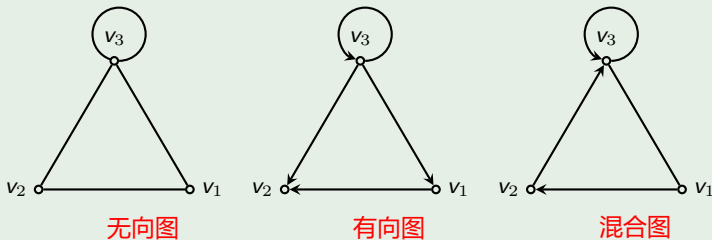
按权值分类

综合分类方法

Definition

每条边都是无向边的图称为**无向图**(undirected graph)；每条边都是有向边的图称为**有向图**(directed graph)；有些边是无向边，而另一些边是有向边的图称为**混合图**(mixed graph)。

Example



按边有无方向分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

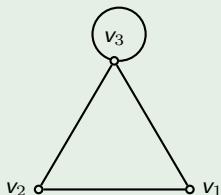
按权值分类

综合分类方法

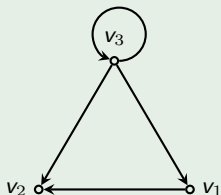
Definition

每条边都是无向边的图称为**无向图**(undirected graph)；每条边都是有向边的图称为**有向图**(directed graph)；有些边是无向边，而另一些边是有向边的图称为**混合图**(mixed graph)。

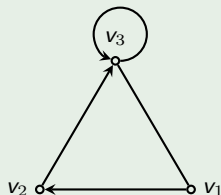
Example



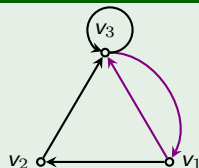
无向图



有向图



混合图



混合图变成有向图

按有无平行边分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

- 从成都到西安有多条道路可以通行;

按有无平行边分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

- 从成都到西安有多条道路可以通行;
- 繁忙的通信结点间通常架设多条光纤线路;

按有无平行边分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

- 从成都到西安有多条道路可以通行;
- 繁忙的通信结点间通常架设多条光纤线路;
- 两种动物间可能存在多种存在竞争的食物资源.

按有无平行边分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

- 从成都到西安有多条道路可以通行;
- 繁忙的通信结点间通常架设多条光纤线路;
- 两种动物间可能存在多种存在竞争的食物资源.

Definition

在**有向图**中, 两结点间 (包括结点自身间) 若有**同始点和同终点**的几条边, 则这几条边称为**平行边**; 在**无向图**中, 两结点间 (包括结点自身间) 若有几条边, 则这几条边称为**平行边**。两结点 a 、 b 间相互平行的边的条数称为边 (a, b) 或 $\langle a, b \rangle$ 的**重数**。含有平行边的图称为**多重图**(**multigraph**); 非多重图称为**线图**(**line graph**); 无环的线图称为**简单图**(**simple graph**)。

多重图

图的分类

Lijie Wang

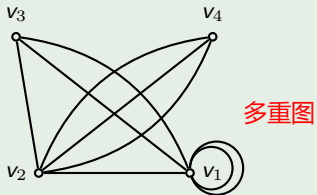
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



多重图

图的分类

Lijie Wang

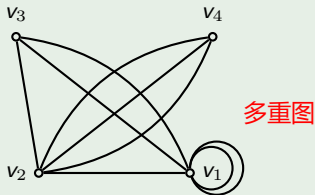
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



- 边 (v_1, v_1) 重数是 2;

多重图

图的分类

Lijie Wang

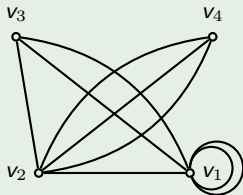
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



- 边 (v_1, v_1) 重数是 2;
- 边 (v_1, v_3) 重数是 2;

多重图

图的分类

Lijie Wang

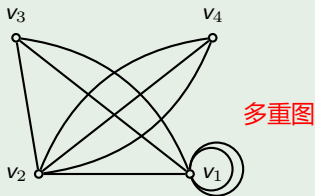
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



- 边 (v_1, v_1) 重数是 2;
- 边 (v_1, v_3) 重数是 2;
- 边 (v_2, v_4) 重数是 3.

多重图

图的分类

Lijie Wang

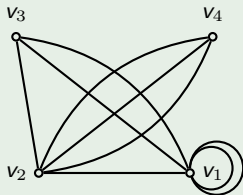
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

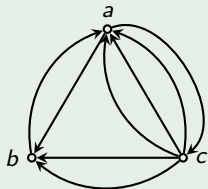
综合分类方法

Example



多重图

- 边 (v_1, v_1) 重数是 2;
- 边 (v_1, v_3) 重数是 2;
- 边 (v_2, v_4) 重数是 3.



多重图

- 边 $\langle c, a \rangle$ 重数是 3;

多重图

图的分类

Lijie Wang

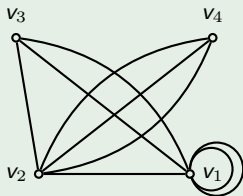
按边的方向分类

按平行边分类

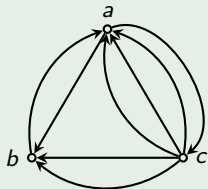
按权值分类

综合分类方法

Example



- 边 (v_1, v_1) 重数是 2;
- 边 (v_1, v_3) 重数是 2;
- 边 (v_2, v_4) 重数是 3.



- 边 $\langle c, a \rangle$ 重数是 3;
- 边 $\langle c, b \rangle$ 重数是 2.

多重图

图的分类

Lijie Wang

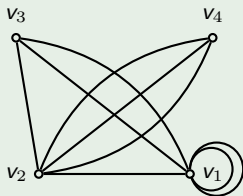
按边的方向分类

按平行边分类

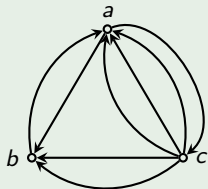
按权值分类

综合分类方法

Example



- 边 (v_1, v_1) 重数是 2;
- 边 (v_1, v_3) 重数是 2;
- 边 (v_2, v_4) 重数是 3.



- 边 $\langle c, a \rangle$ 重数是 3;
- 边 $\langle c, b \rangle$ 重数是 2.

多重图

图的分类

Lijie Wang

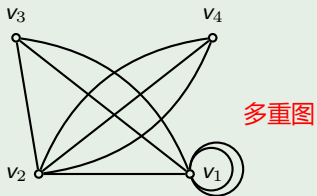
按边的方向分类

按平行边分类

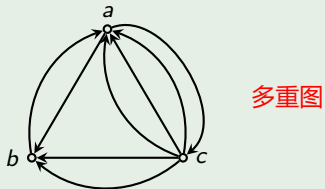
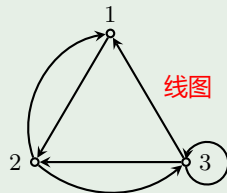
按权值分类

综合分类方法

Example



- 边 (v_1, v_1) 重数是 2;
- 边 (v_1, v_3) 重数是 2;
- 边 (v_2, v_4) 重数是 3.



- 边 $\langle c, a \rangle$ 重数是 3;
- 边 $\langle c, b \rangle$ 重数是 2.

多重图

图的分类

Lijie Wang

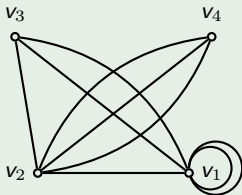
按边的方向分类

按平行边分类

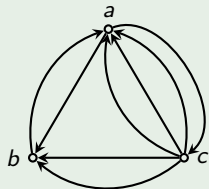
按权值分类

综合分类方法

Example

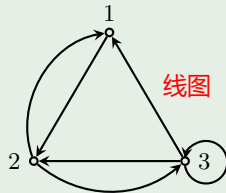


多重图

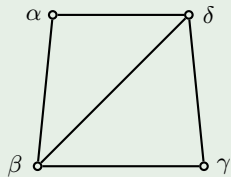


多重图

- 边 (v_1, v_1) 重数是 2;
- 边 (v_1, v_3) 重数是 2;
- 边 (v_2, v_4) 重数是 3.



线图



简单图

按有无权值分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

- 两个城市间的道路有距离之分，也有通行时间之分;

按有无权值分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

- 两个城市间的道路有距离之分，也有通行时间之分；
- 架设通信线路时，要考虑单位距离的光纤成本；

按有无权值分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

- 两个城市间的道路有距离之分，也有通行时间之分；
- 架设通信线路时，要考虑单位距离的光纤成本；
- 两种动物间的竞争存在程度上的不同；

按有无权值分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

- 两个城市间的道路有距离之分，也有通行时间之分；
- 架设通信线路时，要考虑单位距离的光纤成本；
- 两种动物间的竞争存在程度上的不同；
- 在影响图中，一个人对他人的影响力也存在程度上的不同。

按有无权值分类

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

- 两个城市间的道路有距离之分，也有通行时间之分；
- 架设通信线路时，要考虑单位距离的光纤成本；
- 两种动物间的竞争存在程度上的不同；
- 在影响图中，一个人对他人的影响力也存在程度上的不同。

Definition

赋权图(weighted graph) G 是一个**三重组** $\langle V, E, g \rangle$ 或**四重组** $\langle V, E, f, g \rangle$ ，其中 V 是结点集合， E 是边的集合， f 是从 V 到非负实数集合的函数（即**结点的权值函数**）， g 是从 E 到非负实数集合的函数（即**边的权值函数**）。相应的，边或结点均无权值的称为**无权图**。

赋权图: 边有权值

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

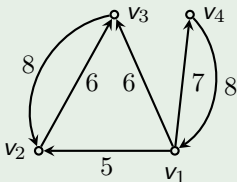
按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example

赋权图: $G_1 = \langle V_1, E_1, g_1 \rangle$



赋权图: 边有权值

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

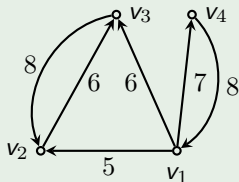
按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example

赋权图: $G_1 = \langle V_1, E_1, g_1 \rangle$



- $g_1(\langle v_1, v_2 \rangle) = 5;$

赋权图: 边有权值

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

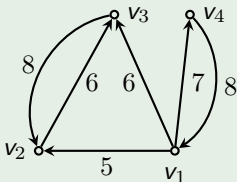
按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example

赋权图: $G_1 = \langle V_1, E_1, g_1 \rangle$



- $g_1(\langle v_1, v_2 \rangle) = 5;$

- $g_1(\langle v_1, v_3 \rangle) = 6;$

赋权图: 边有权值

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

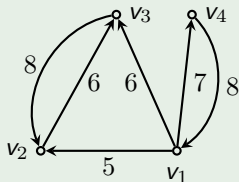
按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example

赋权图: $G_1 = \langle V_1, E_1, g_1 \rangle$



- $g_1(\langle v_1, v_2 \rangle) = 5;$

- $g_1(\langle v_1, v_3 \rangle) = 6;$

- $g_1(\langle v_1, v_4 \rangle) = 7;$

赋权图: 边有权值

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

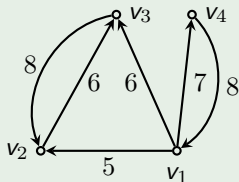
按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example

赋权图: $G_1 = \langle V_1, E_1, g_1 \rangle$



- $g_1(\langle v_1, v_2 \rangle) = 5;$
- $g_1(\langle v_1, v_3 \rangle) = 6;$
- $g_1(\langle v_1, v_4 \rangle) = 7;$
- $g_1(\langle v_2, v_3 \rangle) = 6;$

赋权图: 边有权值

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

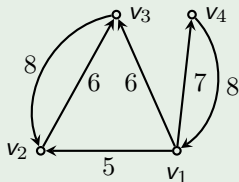
按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example

赋权图: $G_1 = \langle V_1, E_1, g_1 \rangle$



- $g_1(\langle v_1, v_2 \rangle) = 5;$
- $g_1(\langle v_1, v_3 \rangle) = 6;$
- $g_1(\langle v_1, v_4 \rangle) = 7;$
- $g_1(\langle v_2, v_3 \rangle) = 6;$
- $g_1(\langle v_3, v_2 \rangle) = 8;$

赋权图: 边有权值

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

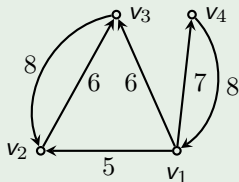
按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example

赋权图: $G_1 = \langle V_1, E_1, g_1 \rangle$



- $g_1(\langle v_1, v_2 \rangle) = 5;$
- $g_1(\langle v_1, v_3 \rangle) = 6;$
- $g_1(\langle v_1, v_4 \rangle) = 7;$
- $g_1(\langle v_2, v_3 \rangle) = 6;$
- $g_1(\langle v_3, v_2 \rangle) = 8;$
- $g_1(\langle v_4, v_1 \rangle) = 8;$

赋权图: 边和结点都有权值

图的分类

Lijie Wang

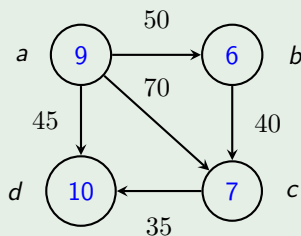
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



赋权图: $G_2 = \langle V_2, E_2, f_2, g_2 \rangle$

赋权图: 边和结点都有权值

图的分类

Lijie Wang

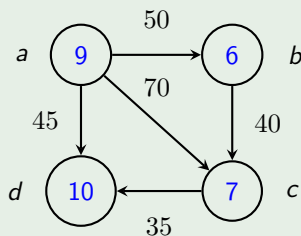
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



赋权图: $G_2 = \langle V_2, E_2, f_2, g_2 \rangle$

• $f_2(a) = 9$

赋权图: 边和结点都有权值

图的分类

Lijie Wang

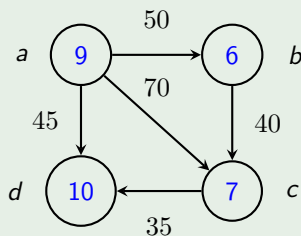
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



赋权图: $G_2 = \langle V_2, E_2, f_2, g_2 \rangle$

- $f_2(a) = 9$

- $f_2(b) = 6$

赋权图: 边和结点都有权值

图的分类

Lijie Wang

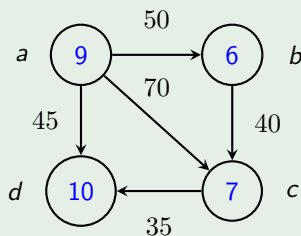
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



赋权图: $G_2 = \langle V_2, E_2, f_2, g_2 \rangle$

- $f_2(a) = 9$
- $f_2(b) = 6$
- $f_2(c) = 7$

赋权图: 边和结点都有权值

图的分类

Lijie Wang

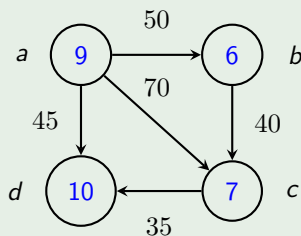
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



赋权图: $G_2 = \langle V_2, E_2, f_2, g_2 \rangle$

- $f_2(a) = 9$
- $f_2(b) = 6$
- $f_2(c) = 7$
- $f_2(d) = 10$

赋权图: 边和结点都有权值

图的分类

Lijie Wang

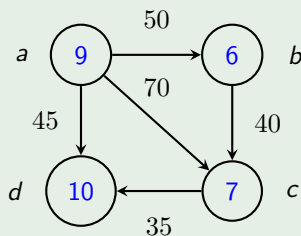
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



赋权图: $G_2 = \langle V_2, E_2, f_2, g_2 \rangle$

- $f_2(a) = 9$
- $f_2(b) = 6$
- $f_2(c) = 7$
- $f_2(d) = 10$
- $g_2((a, b)) = 50$

赋权图: 边和结点都有权值

图的分类

Lijie Wang

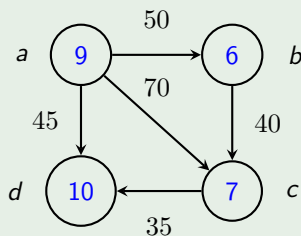
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



赋权图: $G_2 = \langle V_2, E_2, f_2, g_2 \rangle$

- $f_2(a) = 9$

- $f_2(b) = 6$

- $f_2(c) = 7$

- $f_2(d) = 10$

- $g_2((a, b)) = 50$

- $g_2((a, c)) = 70$

赋权图: 边和结点都有权值

图的分类

Lijie Wang

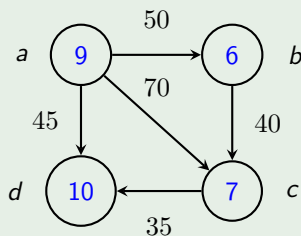
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



赋权图: $G_2 = \langle V_2, E_2, f_2, g_2 \rangle$

- $f_2(a) = 9$

- $f_2(b) = 6$

- $f_2(c) = 7$

- $f_2(d) = 10$

- $g_2((a, b)) = 50$

- $g_2((a, c)) = 70$

- $g_2((a, d)) = 45$

赋权图: 边和结点都有权值

图的分类

Lijie Wang

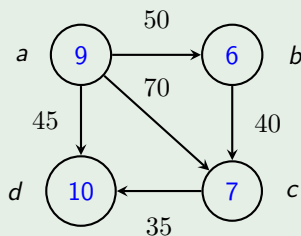
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



赋权图: $G_2 = \langle V_2, E_2, f_2, g_2 \rangle$

- $f_2(a) = 9$
- $f_2(b) = 6$
- $f_2(c) = 7$
- $f_2(d) = 10$

- $g_2((a, b)) = 50$
- $g_2((a, c)) = 70$
- $g_2((a, d)) = 45$
- $g_2((b, c)) = 40$

赋权图: 边和结点都有权值

图的分类

Lijie Wang

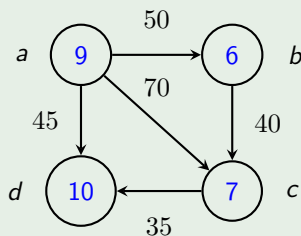
按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

Example



赋权图: $G_2 = \langle V_2, E_2, f_2, g_2 \rangle$

- $f_2(a) = 9$
- $f_2(b) = 6$
- $f_2(c) = 7$
- $f_2(d) = 10$

- $g_2((a, b)) = 50$
- $g_2((a, c)) = 70$
- $g_2((a, d)) = 45$
- $g_2((b, c)) = 40$
- $g_2((c, d)) = 35$

赋权图的一个实际应用

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

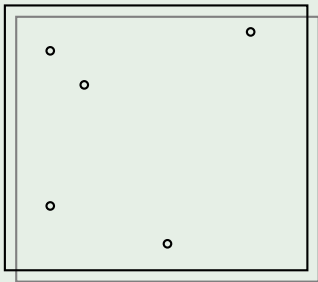
按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

在一块带螺钉孔的金属板上, 考虑制造加工业中的钻孔路径问题

Example



赋权图的一个实际应用

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

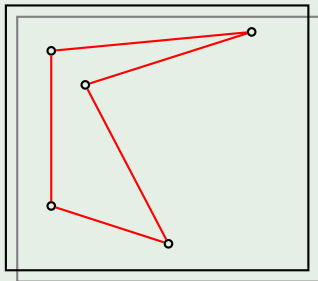
按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

在一块带螺钉孔的金属板上, 考虑制造加工业中的钻孔路径问题

Example



drill walk distance:11.0197

赋权图的一个实际应用

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

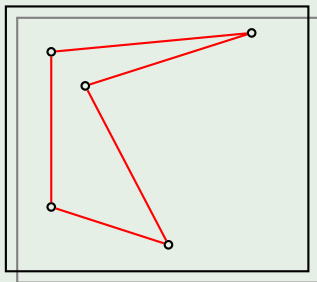
按平行边分类

按权值分类

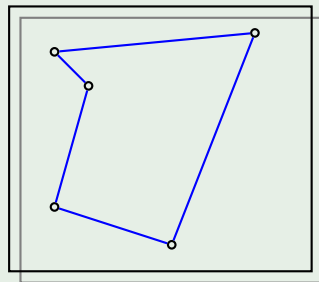
综合分类方法

在一块带螺钉孔的金属板上, 考虑制造加工业中的钻孔路径问题

Example



drill walk distance:11.0197



drill walk distance:9.5972

综合分类方法

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

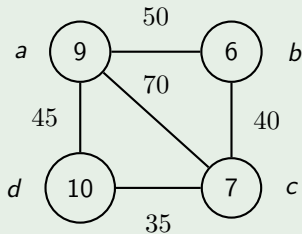
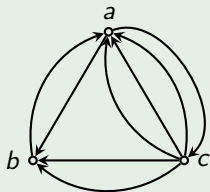
按平行边分类

按权值分类

综合分类方法

可将以上三种分类方法综合起来对图进行划分.

Example



综合分类方法

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

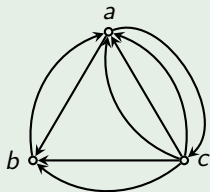
按平行边分类

按权值分类

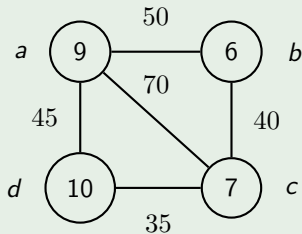
综合分类方法

可将以上三种分类方法综合起来对图进行划分.

Example



有向无权多重图



综合分类方法

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

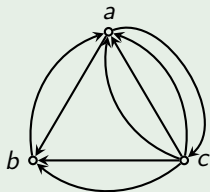
按平行边分类

按权值分类

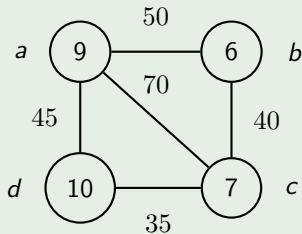
综合分类方法

可将以上三种分类方法综合起来对图进行划分.

Example



有向无权多重图



无向赋权简单图

图的分类

Lijie Wang

按边的方向分类

按平行边分类

按权值分类

综合分类方法



THE END, THANKS!