

# 第1章 概论

- 数据结构概述
- 算法和算法分析
- 数据结构程序设计

## 1.1 什么是数据结构

计算机数据运算的一般过程：



- **数据 (data)** 是对客观事物的符号表示，在计算机科学中是指所有能输入到计算机中并被计算机程序处理的符号的总称。

数据包括文字、表格、图像等。

- 数据的基本单位是**数据元素(data element)**（C语言中的结构体；结点、记录等），通常把数据元素作为一个整体进行处理。例如，超市商品表单。

商品号	商品名	类别	单价(¥)	进价(¥)	库存(件)
1	方便面	食品	1.5	1.0	300
2	洗发水	日用品	24	20	1000
3	鸡精	食品	4	1.5	2000
4	签字笔	日用品	5	3	1500
5	毛巾	日用品	7	5	900
...	...	...	...	...	...

- **数据对象(data object)**是具有**相同类型**的数据元素的集合，因为所有数据元素类型相同时处理起来更加方便，所以在数据结构中除特别指定外数据通常都是数据对象。

商品号	商品名	类别	单价(¥)	进价(¥)	库存(件)
1	方便面	食品	1.5	1.0	300
2	洗发水	日用品	24	20	1000
3	鸡精	食品	4	1.5	2000
4	签字笔	日用品	5	3	1500
5	毛巾	日用品	7	5	900
...	...	...	...	...	...

□ 有些数据元素是由若干个**数据项**（也可称为字段、域、属性）组成。

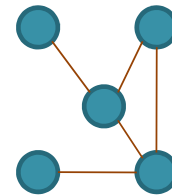
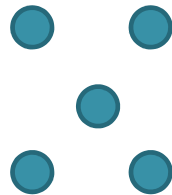
➤ **数据项**是数据的不可分割的最小单位。

✓ 例如在1~10的整数数据中，任意一个数据就是一个数据元素。字符数据A~Z。

商品号	商品名	类别	单价(¥)	进价(¥)	库存(件)
1	方便面	食品	1.5	1.0	300
2	洗发水	日用品	24	20	1000
3	鸡精	食品	4	1.5	2000
4	签字笔	日用品	5	3	1500
5	毛巾	日用品	7	5	900
...	...	...	...	...	...

- **数据结构(data structure)**是相互之间存在一种或多种特定关系的数据元素的集合。这些数据元素不是孤立存在的，而是有着某种**关系**，这种关系构成了某种结构。

**数据结构 = 数据 + 结构**



在数据结构中  
主要讨论数据  
元素之间的**相  
邻关系**



**集合**

## □ 数据结构包括如下3个方面：

- **逻辑结构**：数据元素之间的**逻辑关系**的整体。它是数据结构在用户面前呈现的形式。
- **存储结构**：数据元素及其关系在计算机存储器中的存储方式，也称为数据的**物理结构**。
- **运算**：施加在该数据上的**操作**。

【示例】如下所示的为一个学生成绩表Score，它由多个学生成绩记录（即数据元素）组成，每个元素又包括多个数据项。现求计算所有学生的平均分。

学号	姓名	分数
201340701067	张茜	82
201340701001	刘雯月	85
201340701047	孟凡辉	89
201340701028	赵慧	98
201340701011	任豪	95



逻辑结构表示



## 数据运算的描述



- **Score**的数据运算是求所有学生的平均分。
- 为了实现这个功能，先要设计对应的存储结构，即把**Score**表存放到计算机内存中，然后设计出实现求平均分的算法。



## 数据运算的实现

## 逻辑结构

数据元素之间的逻辑关系的整体称为数据的逻辑结构，这里的逻辑关系主要指数据元素之间的相邻关系。

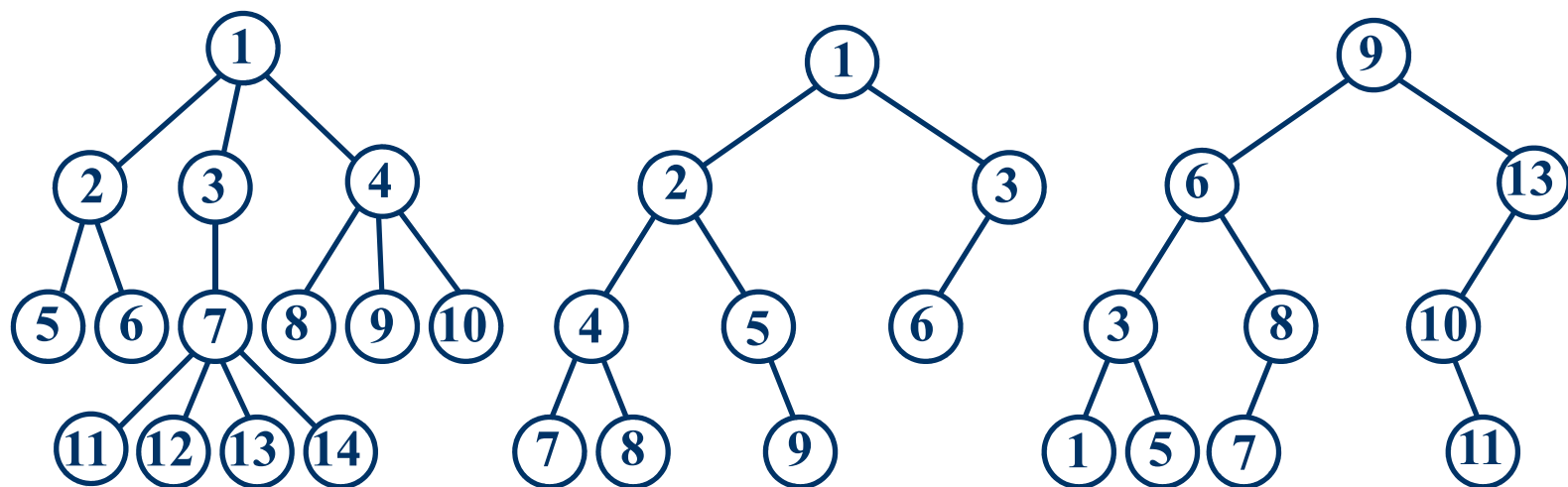
根据数据元素之间逻辑关系的不同，分为如下下列4类基本结构。

- **集合**：包含的所有数据元素同属于一个集合（最松散的关系）。
- **线性结构**：包含的数据元素之间存在一对一的关系。
- **树形结构**：包含的数据元素之间存在一对多的关系。
- **图形结构**：包含的数据元素之间存在多对多的关系。也称为网状结构。

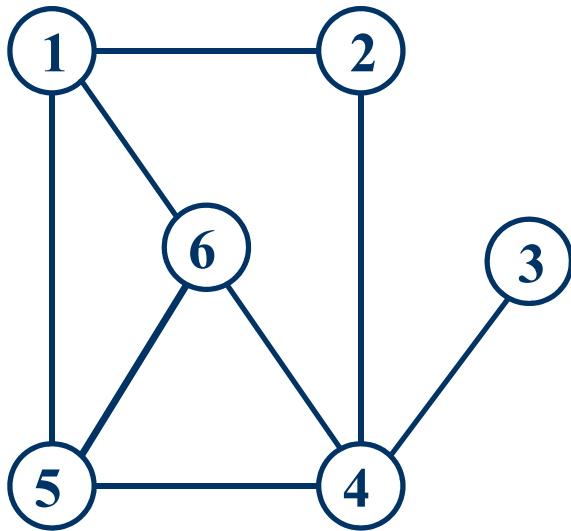
## 1、线性结构



## 2、树形结构



### 3、图结构



□ 数据的逻辑结构可以采用**二元组**方式进行描述。

二元组表示如下：

$$S=(D, R)$$

$$D=\{ d_i \mid 1 \leq i \leq n \}$$

$$R=\{ r_j \mid 1 \leq j \leq m \}$$

- $D$ 是数据元素的有限集合，即 $D$ 是由有限个数据元素（简称为元素）所构成的集合。
- $R$ 是 $D$ 上的关系的有限集合，即 $R$ 是由有限个关系 $r_j$ （ $1 \leq j \leq m$ ）所构成的集合。
- $r_j$ 是指从 $D \rightarrow D$ 的关系。

- 每个关系 $r_j$ 用有序偶对集合来表示。一个有序偶对表示两个元素的关系。
- 用尖括号表示有向关系，如 $\langle a, b \rangle$ 表示存在元素 $a$ 到 $b$ 的关系。
- 用圆括号表示无向关系，如 $(a, b)$ 表示既存在元素 $a$ 到 $b$ 的关系，又存在元素 $b$ 到 $a$ 的关系。



$\langle a, b \rangle$



$(a, b)$

## 学生成绩表Score

学号	姓名	分数
201340701067	张茜	82
201340701001	刘雯月	85
201340701047	孟凡辉	89
201340701028	赵慧	98
201340701011	任豪	95

← 开始元素: 没有前驱元素

← 尾元素: 没有后继元素

其他所有元素都只有一个前驱元素和一个后继元素



这个表的逻辑结构为线性结构。

□ Score表完整地描述了该数据的逻辑结构。

➤ 用二元组表示其逻辑结构如下（用学号表示相应的元素）：

$\text{Score}=(D, R)$

$D=\{201340701067, 201340701001, 201340701047, 201340701028, 201340701011\}$

$R=\{r\}$  //只有一个逻辑关系

$r=\{ \langle 201340701067, 201340701001 \rangle, \\ \langle 201340701001, 201340701047 \rangle, \\ \langle 201340701047, 201340701028 \rangle, \\ \langle 201340701028, 201340701011 \rangle \}$



【示例-1】 设数据的逻辑结构如下：

$SETS=(D,R)$

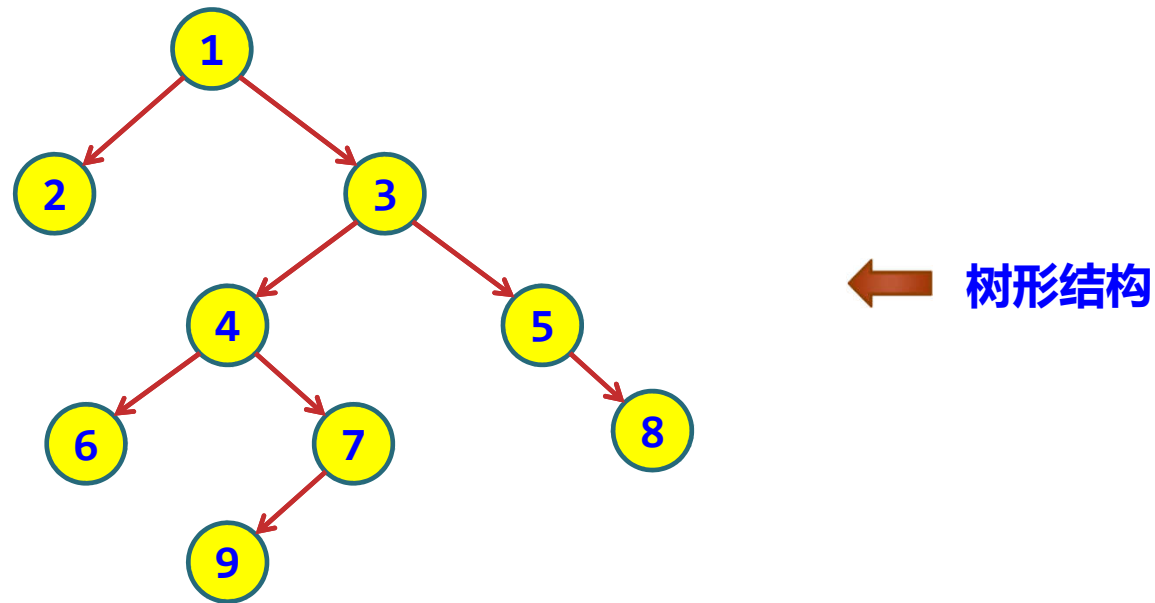
$D=\{1,2,3,4,5,6,7,8,9\}$

$R=\{r\}$

$r=\{\langle 1,2\rangle,\langle 1,3\rangle,\langle 3,4\rangle,\langle 3,5\rangle,\langle 4,6\rangle,\langle 4,7\rangle,\langle 5,8\rangle$   
 $,\langle 7,9\rangle\}$

试画出对应的逻辑结构图，并指出哪些是开始数据元素，  
哪些是尾数据元素，说明是那种数据结构。

解：画出SETS对应的逻辑结构图。



- 1是开始数据元素；
- 2、6、8、9是尾数据元素。
- 除开始数据元素外，每个数据元素有唯一的前驱元素。
- 除尾数据元素外，每个元素有一个或多个后继元素。

【示例-2】 设数据的逻辑结构如下：

$SETS=(D,R)$

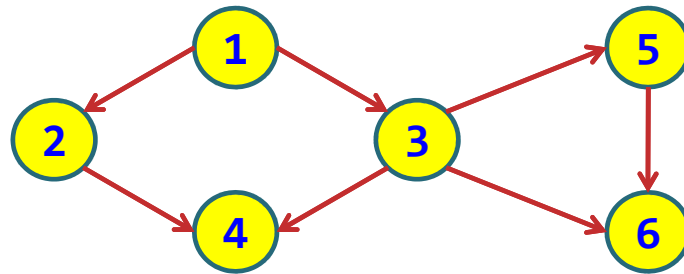
$D=\{1,2,3,4,5,6\}$

$R=\{r\}$

$r=\{\langle 1,2\rangle,\langle 2,4\rangle,\langle 1,3\rangle,\langle 3,4\rangle,\langle 3,5\rangle,\langle 3,6\rangle,\langle 5,6\rangle\}$

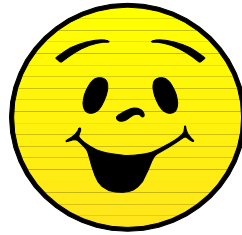
试画出对应的逻辑结构图，说明是何种数据结构。

解：画出SETS对应的逻辑结构图。



← 图形结构

- 每个结点都零个或多个前驱元素，每个元素都有零个或多个后继元素。



— END —