

# Data Structures, Algorithms, and Applications in C++ 数据结构、算法与应用-C++描述

任国珍 [rgz@sdu.edu.cn](mailto:rgz@sdu.edu.cn)

# 教材

## ⑩ 数据结构、算法与应用—C++语言描述

(美) Sartaj Sahni 著;

汪诗林 孙晓东等译,

机械工业出版社

# 教材、参考书

- ⑩ 数据结构（用面向对象方法与C++描述）（第2版）  
殷人昆 编著； 清华大学出版社
- ⑩ 数据结构习题解析（用面向对象方法与C++描述）  
殷人昆，徐孝凯编著； 清华大学出版社
- ⑩ 数据结构与算法  
张铭 王腾蛟 赵海燕； 高等教育出版社
- ⑩ 数据结构与算法-学习指导与习题解析  
张铭 赵海燕 王腾蛟； 高等教育出版社
- ⑩ C++程序设计语言（特别版）  
（美）Bjarne Stroustrup（著）；裘宗燕（译）；  
机械工业出版社

# 数据结构发展历史

1969年，美国科学家Donald E. Knuth 出版巨著《计算机程序设计艺术》第一卷《基本算法》，全面、系统讨论了各种数据结构，定义了其上的运算和算法。

“世界历史上最伟大的十种学科著作”之一。  
数据结构与算法的奠基人。

1974年获图灵奖(36岁)

# 课程研究?

10 在程序开发过程中通常要做到:

- ☞ 高效地描述数据;
- ☞ 设计一个好的算法, 该算法最终可用程序来实现。

10 高效地描述数据⇒数据结构

10 设计一个好的算法⇒算法设计方法

10 有关数据结构与算法的研究是计算机科学与工程的基础性研究之一。

10 《数据结构》是计算机科学的重要基础课程。

# 例：一学生选课系统中 “学生”表格

	学 号	姓 名	性别	籍 贯	出生年月
1	20131	刘激扬	男	北 京	2002.12
2	20164	衣春生	男	青 岛	2001.07
3	20165	卢声凯	男	天 津	2002.02
4	20182	袁秋慧	女	广 州	2001.10
5	20203	林德康	男	上 海	2002.05
6	20224	洪 伟	男	太 原	2001.01
7	20236	熊南燕	女	苏 州	2000.03
8	20297	宫 力	男	北 京	2001.01
9	20310	蔡晓莉	女	昆 明	2001.02
10	20318	陈 健	男	杭 州	2002.12

# “课程”表格

课程编号	课 程 名	学时
024002	程序设计基础	64
024010	汇编语言	48
024016	计算机原理	64
024020	数据结构	64
024021	微机技术	64
024024	操作系统	48
024026	数据库原理	48

⑩ **数据**：数据是信息的载体，是描述客观事物的数、字符、以及所有能输入到计算机中，被计算机程序识别和处理的符号的集合，它是计算机程序使用、加工的原料和输出的结果。

- 数值性数据

- 非数值性数据

⑩ **数据元素**：数据的基本单位，在计算机中通常被作为一个整体看待和处理。如学生档案中的一条记录。

⑩ **数据项**：构成数据元素的成分，是数据的最小单位，不可再分割，否则将失去意义。

⑩ **数据对象**：数据的子集。具有相同性质的数据元素的集合。

- 整数数据对象  $N = \{ 0, \pm 1, \pm 2, \dots \}$

- 学生数据对象



# 什么是数据结构

⑩ 定义: 由某一数据对象及该对象中所有数据元素之间的关系组成。

⑩ 例:

✎ 按学号递增顺序排列的计算机专业20学生信息表

✎ 按课程号递增顺序排列的计算机专业课程表

	学 号	姓 名	性 别	籍 贯	出生年月
1	20131	刘激扬	男	北 京	2002.12
2	20164	衣春生	男	青 岛	2001.07
3	20165	卢声凯	男	天 津	2002.02
4	20182	袁秋慧	女	广 州	2001.10
5	20203	林德康	男	上 海	2002.05
6	20224	洪 伟	男	太 原	2001.01
7	20236	熊南燕	女	苏 州	2000.03
8	20297	宫 力	男	北 京	2001.01
9	20310	蔡晓莉	女	昆 明	2001.02
10	20318	陈 健	男	杭 州	2002.12

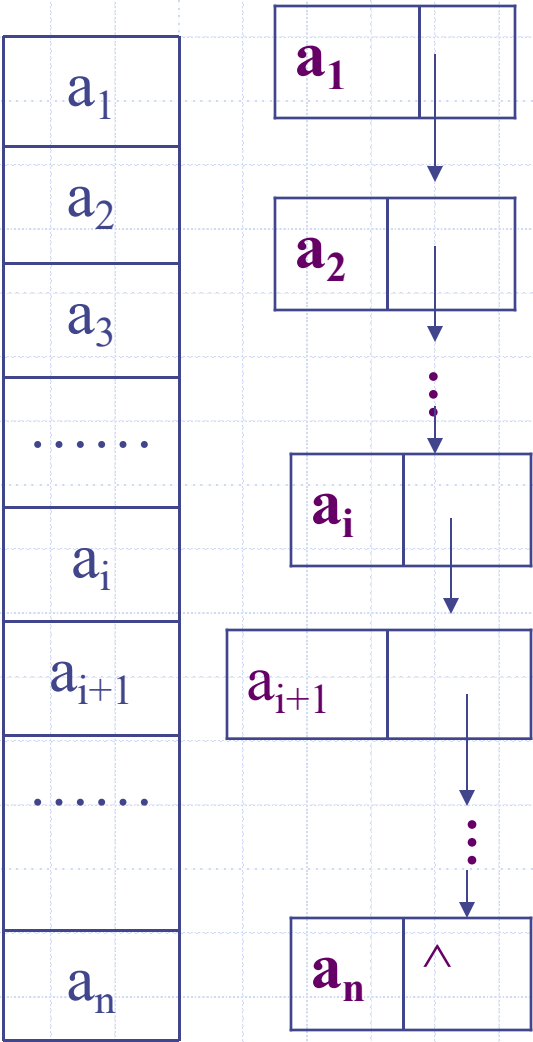
课程编号	课 程 名	学时
024002	程序设计基础	64
024010	汇编语言	48
024016	计算机原理	64
024020	数据结构	64
024021	微机技术	64
024024	操作系统	48
024026	数据库原理	48

- ⑩ 数据结构依据视点的不同，分为**数据的逻辑结构**和**存储结构**。
- ⑩ **数据的逻辑结构**是指从解决问题的需要出发，为实现必要的功能所建立的数据结构，它属于用户的视图，是面向问题的（或者说是面向应用的）。
- ⑩ **数据的存储结构**是指数据如何在计算机中存放，是数据逻辑结构的物理存储映象，是属于具体实现的视图，是面向计算机的。

# 例：书目检索自动化问题

登录号	书名	作者	分类号
001	高等数学	樊应川	S01
002	理论力学	罗远祥	L01
003	高等数学	华罗庚	S01
004	线性代数	栾汝书	S02
.....	.....	.....	.....

存储  
==》



数据的操作：建立、插入、删除、查找等

# 数据结构

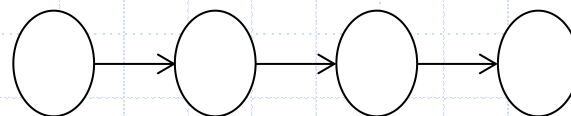
## 10 包括三个方面:

- ❧ 逻辑结构：指从解决问题的需要出发，为实现必要的功能所建立的数据结构，它属于用户的视图，是面向问题的，表示数据元素之间的逻辑关系；
- ❧ 存储结构：是指数据如何在计算机中存放，是数据逻辑结构的物理存储映象，是属于具体实现的视图，是面向计算机的
- ❧ 运算：作用于数据结构上的运算，及实现方法（查找、插入、删除、更新等）

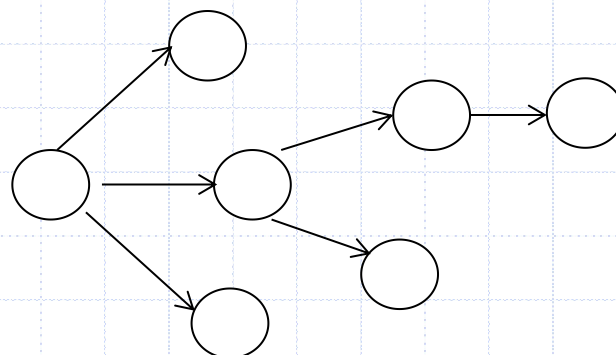
## 10 常见的基本数据结构：线性表，栈，队列，字典，树与二叉树，图

# 数据的逻辑结构分类

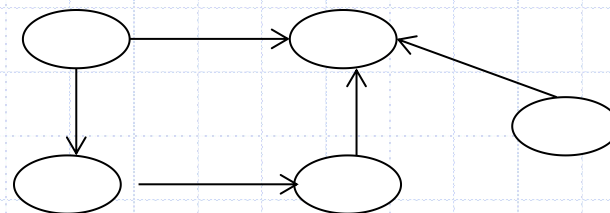
## 线性结构



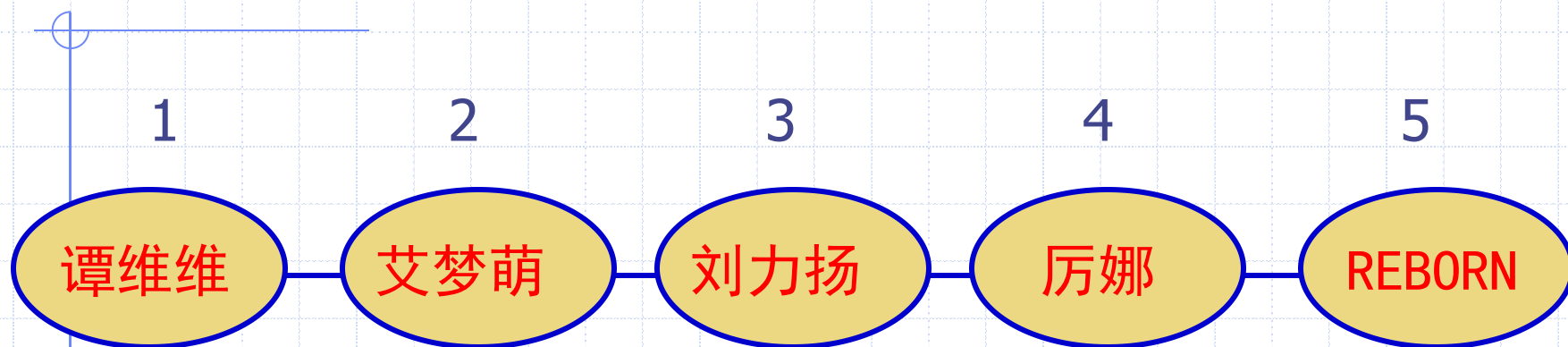
## 树形结构



## 图状结构 (网状结构)



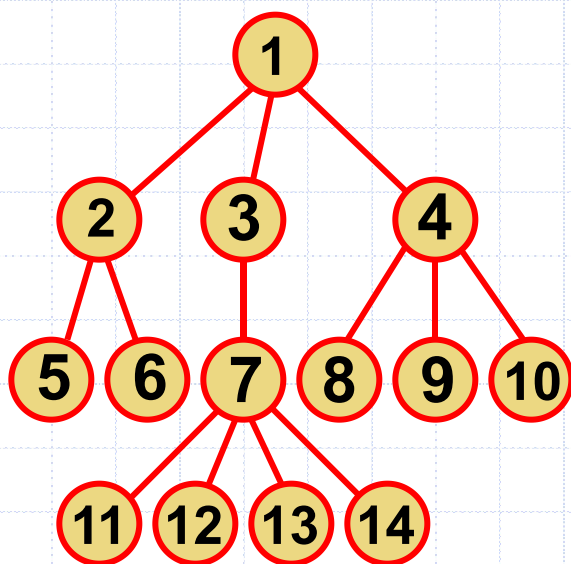
# 线性结构



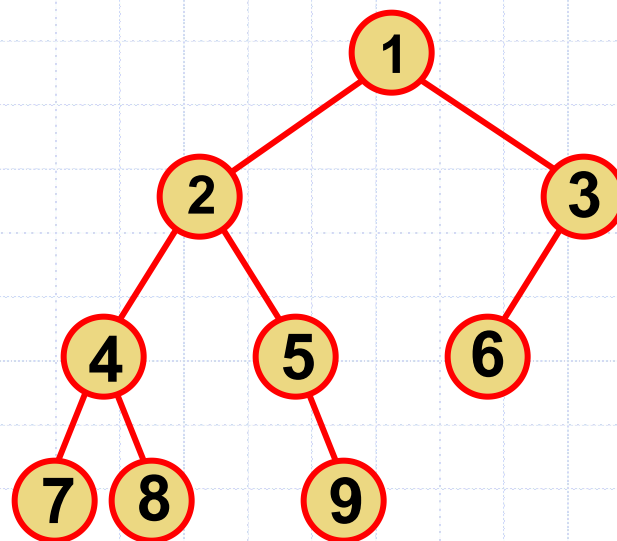
元素之间为**一对一**的线性关系，第一个元素无直接前驱，最后一个元素无直接后继，其余元素都有一个直接前驱和直接后继。

# 树形结构

树

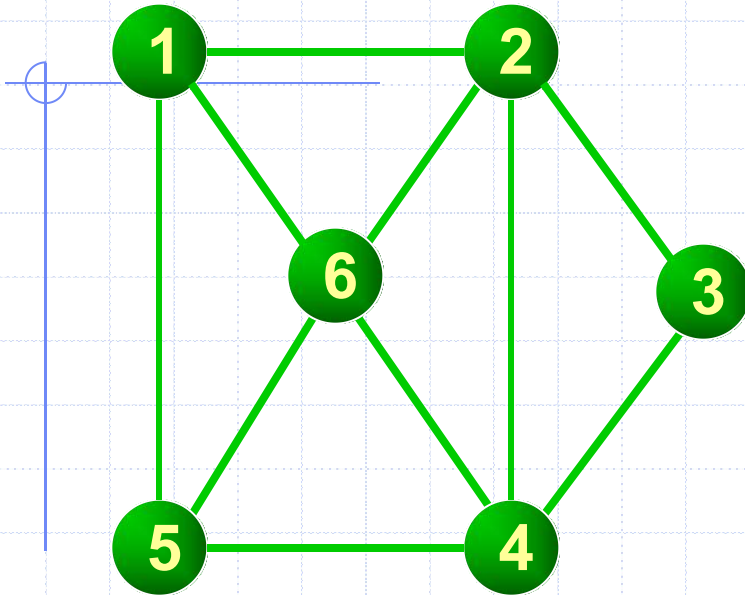


二叉树

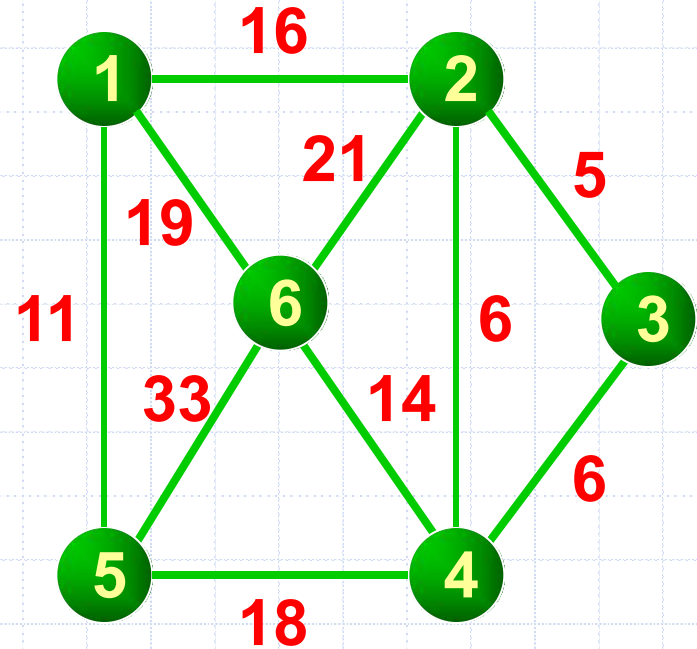


元素之间为一对多非线性关系的非线性结构称为**树结构**，除根结点无直接前驱、有多个直接后继外，其余元素均有一个直接前驱或多个直接后继。

# 图结构



图结构



加权图结构

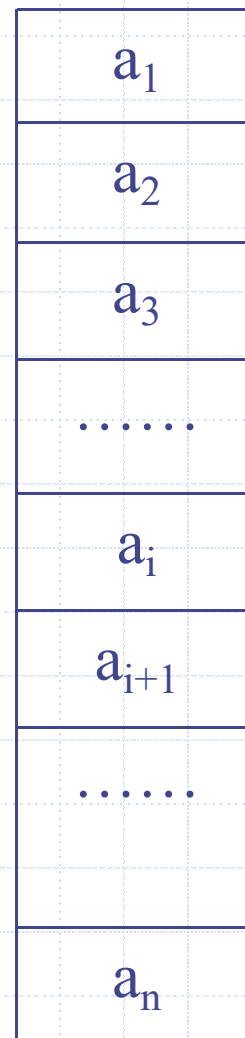
元素之间为多对多非线性关系的非线性结构，每个元素均有多个直接前驱或多个直接后继。



# 数据的存储结构（数据的描述）

## 10 顺序存储（公式化描述）

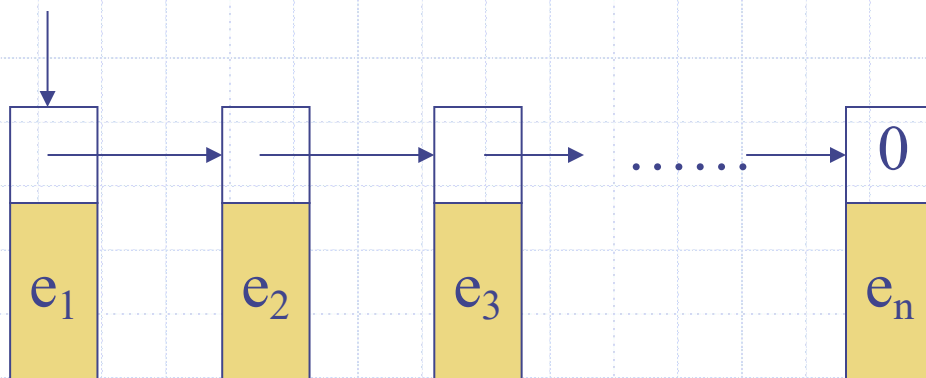
- 所有元素存放在一片连续的存贮单元中，逻辑上相邻的元素存放在计算机内存仍然相邻。



# 数据的存储结构（数据的描述）

## 10 链式存储（链表描述）

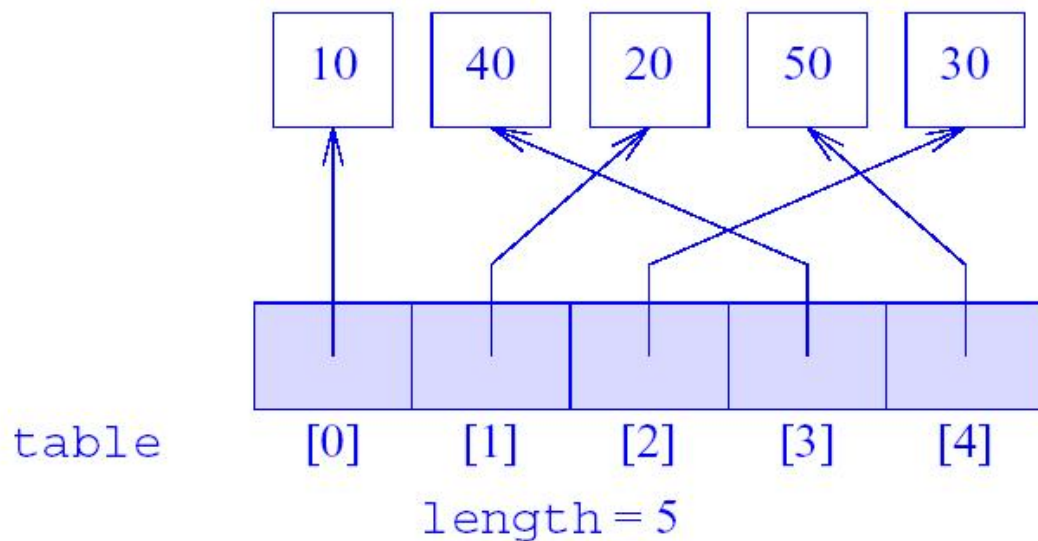
所有元素依次存放在可以不连续的存储单元中，元素之间的关系可以通过指针（地址）表示。



# 数据的存储结构（数据的描述）

## 10 索引存储（间接寻址）

- 元素表中的每个元素也可以存储在存储器的不同区域中
- 元素地址则被收集在一张表中，该表的第*i*项指向元素表中的第*i*个元素，所以这张表是一个用来存储元素地址的表。



# 数据的存储结构（数据的描述）

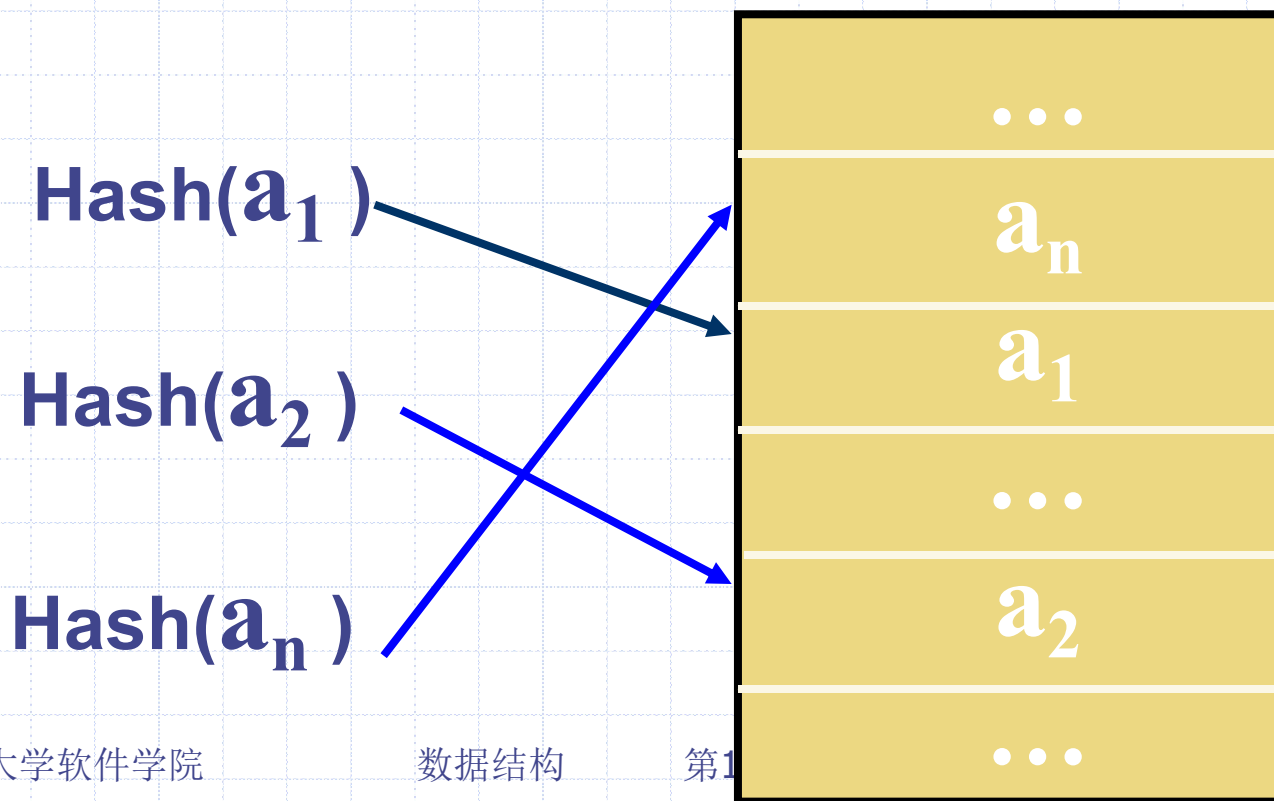
## 10 模拟指针

类似于链接描述，区别在于它用整数代替了C++指针。

# 数据的存储结构（数据的描述）

## 10 散列存储:

- 通过构造散列函数，用函数的值来确定元素存放的地址。  
即：元素 $a_i$  的地址= $\text{Hash}(a_i)$



# 算法定义

定义： 一个有穷的指令集，这些指令为解决某一特定任务规定了一个运算序列。

特性：

输入

有0个或多个输入

输出

有一个或多个输出(处理结果)

确定性

每步定义都是确切、无歧义的

有穷性

每条指令的执行次数必须是有限的

有效性

每条指令的执行时间都是有限的

# 算法和数据结构密切相关

1. 运算的定义直接依赖于逻辑结构。
  1. 线性表、队列/堆栈、树、图
2. 运算的实现依赖于存贮结构。
  1. 顺序存储、链式存储
3. 例：顺序查找、折半查找

## 数据结构的三个方面：

数据的逻辑结构

线性结构

线性表

栈

队.....

非线性结构

树形结构

图形结构

数据的存储结构

顺序存储结构

链式存储结构.....

数据的运算(操作):

检索、排序、插入、删除、修改等

- 数据的运算(操作)的定义直接依赖于逻辑结构。
- 运算(操作)的实现依赖于存储结构。



# 请问你认为最好的数据结构是哪种？

面对复杂多变的社会环境和问题，我们需要培养适应性和灵活性。在数据结构的选择上，这意味着应选择那些能够灵活适应不同数据规模、类型及操作需求的结构。

例如，链表和数组各有优势，链表在插入和删除操作上较为灵活，而数组在随机访问上更高效。根据具体需求选择合适的结构，体现了对问题复杂性的深刻理解和灵活应对。

# 总结

## 10 数据结构:

按照逻辑关系组织起来的一批数据，按一定的存储方法把它存储在计算机中，并在这些数据上定义了一个运算的集合。

# 实验安排

第 7-14 周    2学时\*8

# 成绩评估

## 10 平时成绩 (40%)

- ☞ 实验（实验平台）
- ☞ 课堂小测（雨课堂）
- ☞ 课后作业（QQ群）

## 10 期末成绩 (60%)

## 10 总计：100分