



报告提纲

- **一、什么是计算机科学**
- **二、计算机科学发展主线**
 - 1、计算模型与计算机诞生过程
 - 计算机的诞生
 - 计算机的发展
 - 计算机的分类
 - 计算机的特点
 - 2、计算模型、语言与软件开发方法学
 - 3、应用数学与计算机应用
 - 计算机应用领域
 - 中国计算机发展简史
- **三、学科的基本问题**
- **扩展阅读**



一、计算机科学的本质

■ 什么是计算机科学

- 计算机科学是对信息的描述和变换（加工）的算法过程，包括理论、分析、设计、实现和应用的系统的研究。
- 学科的基本问题：
 什么能（有效地）自动进行，什么不能。
- 是科学？还是工程

■ 计算机科学的本质

- 本质：计算机科学是算法的学科
- **算法**（问题解的过程） Knuth(74)
 一个算法，就是一个有穷规则的集合，满足：
 有穷性、确定性、输入、输出、能行性

程序设计的学习和训练是计算机科学专业的基本功



二、计算机科学的发展主线

■ 计算机科学的发展主线

- 三个目标促使了学科的形成和发展：
新型的计算机系统、应用领域、应用水平
- 发展主线
 - 1、计算模型与计算机
 - 2、计算模型、语言与软件开发方法
 - 3、应用数学与计算机应用

○ ○ ○ ○ ○ ○

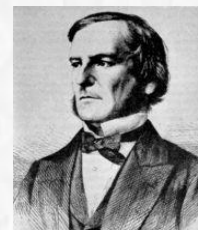


1、计算模型与计算机诞生

- 早期计算工具
- 机械计算机
- 机电计算机
- 电子计算机
- 计算模型与冯·诺依曼计算机
- 计算机诞生关键人物

计算模型与冯·诺依曼计算机

- 英国杰出数学家G. Bool：系统研究了逻辑思维的一般规律，成功地将形式逻辑归结为代数演算，即布尔代数。后经多人的努力，形成数理逻辑数学分支。



- 通用逻辑系统幻想

试图建立通用逻辑系统验证所有的定理，Hilbert, 1900数学大会23个问题



- 1931Godel：不完备性定理提出（22岁）

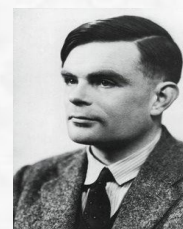
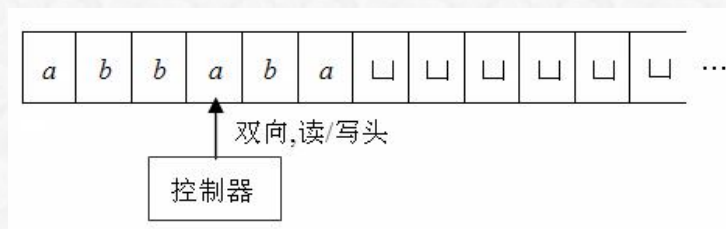
什么是可计算的？出现了许多计算模型，Turing机、Church递归函数……。成了可计算性理论及复杂性理论



- 计算模型Turing机

$$M = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, s, t, r)$$

模拟人（怎么）计算



电子计算机/冯·诺依曼计算机

- 1944年夏天，ENIAC研制组的重要成员戈尔斯坦偶遇冯·诺依曼，后者详细了解了正在研制中的ENIAC。
- 1945年6月30日，莫尔学院发布了冯·诺依曼和ENIAC研制小组共同总结的EDVAC设计方案，基于EDVAC方案的计算机称为冯·诺依曼计算机。

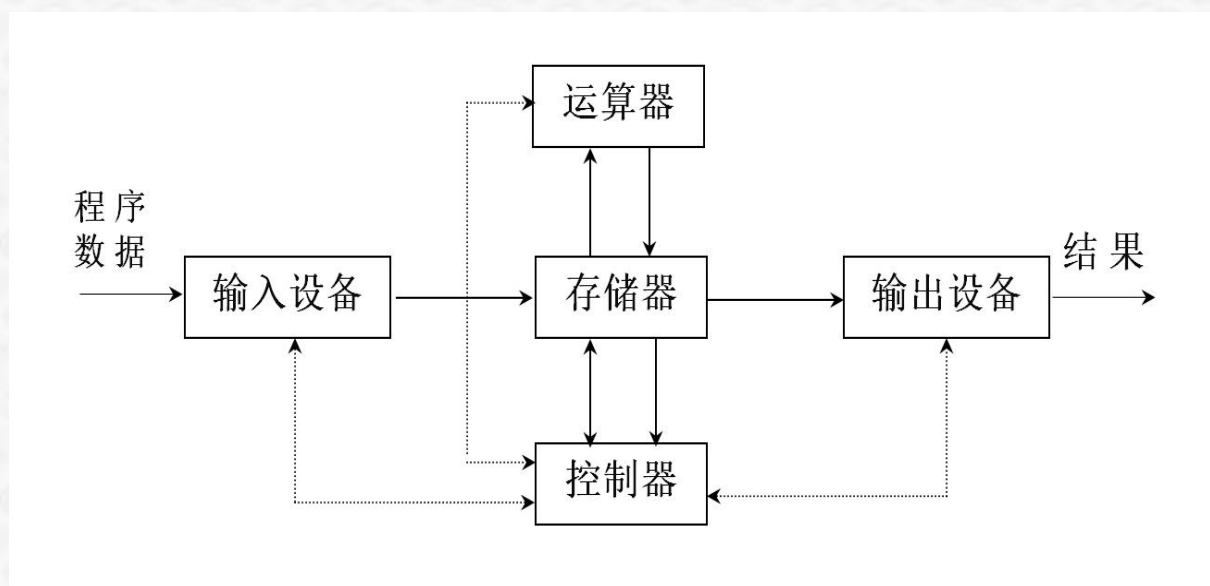


离散数据变量自动计算机(Electronic Datum Variable Automatic Calculator)

电子计算机 / 冯·诺依曼计算机

➤ 冯·诺依曼计算机

新思路：存储程序、二进制；**新结构：**由5个基本部分组成。



计算机诞生关键人物

计算机诞生关键的3人

- ◆ Alan Mathison Turing
(1912.6.23—1954.6.7)

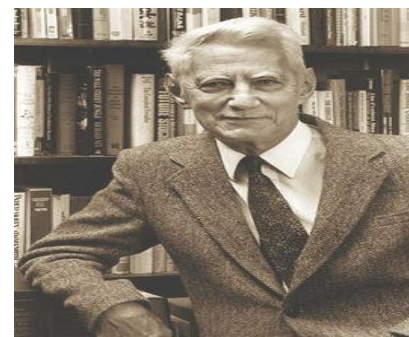
计算机的数学模型

- ◆ Claude Elwood Shannon
(1916.4.30-2001.2.24)

用逻辑电路实现逻辑运算

- ◆ Von. Neumann
(1903.12.28-1957.2.8)

计算机体系结构



计算机的发展

01 第一代计算机

02 第二代计算机

03 第三代计算机

04 第四代计算机

05 第五代计算机

06 计算机的发展趋势

第五代计算机（80'）

➤ 研究目标

- 使计算机能够具有**像人一样的思维、推理和判断能力**，向智能化发展，实现接近人的思维方式。
- 由于各种因素的制约，**并没有完全实现预期的研究目标**，所以目前的计算机仍属于第四代计算机。



第五代计算机

➤ 新一代计算机的研制

- 虽然第五代计算机的研制没有达到预期目标，但人们一直在探索研制新型计算机。
- 量子计算机/超导计算机/光计算机/生物计算机。
- 新型计算机的共同特点：速度更快、存储容量更大、更节能，但要达到实用还需要时间。



计算机的发展趋势/巨型化

- **巨型化**是指计算机存储容量特别大、运算速度特别快、功能特别强，当然体积也大、成本也高。
- 巨型机可以解决一些特别复杂的高强度计算难题，如**中长期天气预报、地震监测预报、地质勘探**等。
- 巨型机一般安装在超级计算中心。

计算机的发展趋势/巨型化

- 目前世界上运算速度最快的计算机是IBM公司研制的名为**Summit**的超级计算机，其浮点运算速度可达**每秒20亿亿次**。
- Summit由4608台计算服务器组成，历时4年研制成功，耗资2亿美元，**占地面积相当于两个网球场大小**。



计算机的发展趋势/微型化

- 在保持计算机功能的前提下，使其**体积越来越小**。
- **台式机、笔记本、平板电脑、智能手机**等都是微型化的计算机。



计算机的发展趋势/网络化

- 实现网络化，才能真正做到**即时通信、资源共享、协同工作**，计算机才能发挥更大的作用，给人们的日常工作和生活带来更大的便利。



计算机的发展趋势/智能化

- 计算机处理**过程化的计算工作及事务处理工作**已经达到了相当高的水平，是人力望尘莫及的。
- 如何让计算机**具有人脑的智能**，模拟人的推理、联想、思维等功能，是一个重要发展方向。
- 近几年**人脸识别、语音识别、机器翻译、智慧医疗**等领域都有实用产品出现。

计算机的分类

01 超级计算机

02 大型计算机

03 小型计算机

04 工作站

05 微型计算机

06 服务器

计算机的特点

➤ 运算速度快

- 现代计算机一诞生就显示了其在运算速度上的优势，第一台通用电子计算机（ENIAC）的运算速度是每秒5000次加法，虽然现在看起来是非常慢的，但在当时却是世界上运算速度最快的计算工具。现在世界上最快的计算机的运算速度已达到**每秒20亿亿次**浮点运算。
- 在国防建设、石油勘探、航空航天和天气预报等领域，快速的高性能计算机有着特殊重要的作用。

计算机的特点

➤ 运算精度高

- 我国古代著名数学家祖冲之用算筹计算出圆周率 π 的值在 **3.1415926 ~ 3.1415927** 之间，算出这个精度比西方早了一千多年。
- 英国数学家威廉·尚克斯整整花了15年的时间，才把圆周率 π 的值计算到**小数点后707位**。（1874年，尚克斯将 π 值计算到了小数点后707位，他自认无人可比，并以此为荣，死后这一结果也被人刻在了墓碑上）
- 2019年3月14日，谷歌宣布圆周率现已计算到**小数点后31.4万**亿位。

计算机的特点

➤ 记忆能力强

- 如果按纯文本方式存储，目前常用的**1TB的硬盘**可以存储**50万册100万字**的大部头书籍。



计算机的特点

➤ 判断能力好—智能

➤ 计算机和人下棋/**机器人足球比赛**/无人驾驶汽车等。

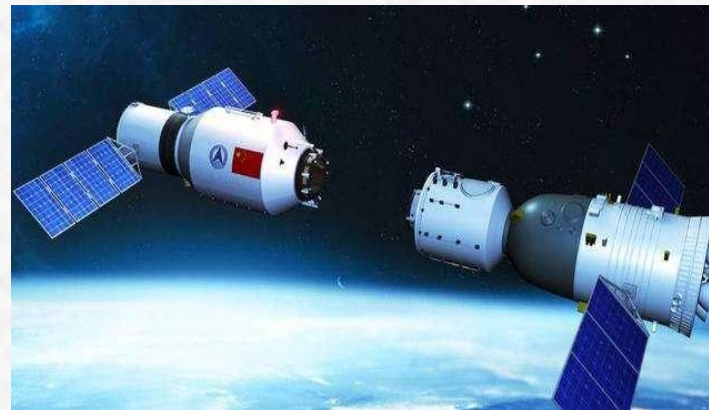
➤ 阿尔法围棋（AlphaGo）以4比1战胜职业九段棋手李世石，以3比0战胜排名世界第一的世界围棋冠军柯洁



计算机的特点

➤ 自动运行

- **在程序控制下自动运行，这也是计算机最本质的特点。**
- **火星探测器/月球探测器/宇宙飞船等。**





2. 计算模型、语言与软件开发方法学

- **机器语言、汇编语言**
- **1952年 Short Code语言**
- **1954年 Fortran (Bakus,77)**
- **1960年 Algol 60**

Algol 60 的诞生使语言的研究成为一门学科的标志。它提出了一整套新概念，如分程序结构、变量说明、作用域规则、过程的递归性、参数传递机制；是第一个用严格的语法规则（BNF）定义语言文法的（BNF=上下文无关文法）

- **60' 以后涌现出大量的语言**

COBOL、Basic、Lisp、APL、SNOBOL、PL/1，以及**面向过程的语言、面向问题的语言、面向对象的语言**等

- **语言理论的深化：形成了编译理论和技术**
- **N. Chomsky语言谱系：0型~3型语言。结构语言学发展为转换生成语言学**



2. 计算模型、语言与软件开发方法学

- **语言与自动机的联系、计算模型**

许多问题的研究都可归结为计算模型的研究。如自动机、Petri网

- **语义问题：**语法问题解决，语义成了问题。64年Landin发表“表达式的机械化求值”一文促使了语义描述方法的研究，形成了形式语义学。由于使用的数学思想和工具不同产生了不同的语义理论：操作语义、指称语义、公理语义、代数语义。

- **软件危机：**争论平息后，人们关注软件设计与程序设计准则。

结构化程序设计、并发程序设计、面向对象程序设计.....

软件工程形成与发展。开发过程规范软件复用、构件、软件可靠性和安全性...

- **计算语言学：**计算机科学与语言学交叉学科，直接应用于开发自然语言理解系统和机器翻译，所用的主要工具为：形式语言与自动机、数理逻辑、形式语义等，自然语言处理—人工智能重要方向
- **大家：**Chomsky、Knuth(74)、Wirth(84)、Hoare(80)、Dijkstra(72)、McCarthy(71)、Wegner、Griss、Bakus(77).....



3、应用数学与计算机应用

- 计算机应用和应用计算机 区别
- 计算机应用的发展（单机应用、局域网、互联网）
 - 数值计算、并行数值计算
 - （几何学）计算机图形学、模式识别和图像处理、计算机辅助设计
 - 数据库、数据仓库、数据挖掘
 - 信息管理系统、决策支持系统
 - 人工智能 自动定理证明、专家系统
 - 多媒体信息处理
 - 计算可视化、虚拟现实
 - 计算机网络、互联网应用
 - 信息安全
 - （网格计算）云计算、物理联网、大数据、人工智能（VR、机器学习、自然语言处理）、智慧城市、智能制造

计算机应用主线各方向上的研究工作，都与应用数学有着密切的联系

计算机能处理的问题  都可以用应用数学来描述

计算机的应用领域

01

科学计算

02

信息处理

03

过程控制

04

人工智能

05

计算机辅助系统

06

网络应用

三、学科的基本问题

■ **基本问题**：是科学哲学层面的概念，它不是针对一个学科的具体问题提出的，而是在一个学科一大类具体问题的基础上，通过分析、研究这类问题共同的特点和本质属性，经过总结、提炼得到的更一般化的抽象的问题，学科中的许多具体问题是某一抽象的基本问题在该具体问题所属领域内的一个具体的实例。

■ **基本问题主要有如下三个：**

- **计算的平台与环境问题**

软硬件平台和环境

- **计算过程的能行操作与效率问题**

算法问题

- **计算的正确性问题**

容错、测试、语义、可靠性

三、学科的基本问题

● 计算的平台与环境问题

- 从**计算机发展史**可以看出：**实现自动计算**。研究自动计算不仅要**从理论上提供计算的平台**，而且要**实际制造出针对各种待处理问题特点和要求的自动计算机器**，这就产生了**计算模型、计算机原理与计算机体系结构**的研究。
- 计算的平台在使用上还必须比较**方便**，于是派生出**计算环境**的概念。研究中提出的各种**计算模型、实际的计算机系统、高级程序设计语言、计算机体系结构、软件开发工具与环境、编译程序与操作系统**等都是围绕解决这一基本问题发展而来的，都属于**计算的平台与环境问题**的研究。

这个基本问题实际上关心的是**计算问题在理论上和/或现实中是否能行和使用方便**的问题。

三、学科的基本问题

● 计算过程的能行操作与效率问题

- 按照能行可构造的特点与要求，给出实际解决该问题的一步一步的具体操作，确保这样一种过程的开销成本是我们能够承受的。
- 围绕这一问题，研究内容与分支学科方向。例如，数值与非数值计算方法，算法设计与分析，结构化程序设计技术与效率分析，以计算机部件为背景的集成电路技术，密码学与快速算法，演化计算，数字系统逻辑设计，程序设计方法学（程序推导与程序变换技术），自动布线，RISC技术，人工智能的逻辑基础等分支学科的内容都是围绕这一基本问题展开、发展而形成的。
- 计算操作的能行与效率问题也涉及到了计算模型的问题，但是，这里所说的计算模型既包括类似于具有状态转换特征的那一类计算模型，也包括数学建模这类计算模型。

这一基本问题的核心是算法问题。学术界将本学科看成是算法的学问。

三、学科的基本问题

● 计算的正确性

- 一个计算问题在给出能行操作序列的同时，必须确保计算的正确性，否则，计算是无意义的。
- 研究内容与分支学科，例如，**算法理论**（数值与非数值算法设计的理论基础）、**程序设计语言的语义学**、**程序理论**（程序描述与验证的理论基础）、**程序测试技术**、**电路测试技术**、**软件工程技术**（形式化的软件开发方法学）、**计算语言学**、**容错理论与技术**、**Petri网理论**、**CSP理论**、**CCS理论**、**进程代数与分布式事件代数**、**分布式网络协议**等都是针对为解决这一基本问题而发展形成的。
- 各种计算在计算机系统上的自动进行**均采用语言（包括电路）描述**，以程序或电路系统的载体形式出现，因此，**计算的正确性问题常常归结为各种语言的语法和语义问题**，研究的方式方法一般为先发展某种合适的**计算模型**（如开关电路），用计算模型来描述各种语言的语法和语义。