

# Chapter 1

## 前言

今天，计算机科学一词是一个非常广泛的概念。尽管如此，在本书里，我们将其定义为“和计算机有关的问题”。本章首先阐述什么是计算机，接着探索和计算机直接相关的一些问题。首先我们将计算机看成一个图灵模型，这是从数学上和哲学上对计算机的定义。然后，阐述当今的计算机是如何建立在冯·诺伊曼模型基础上。最后介绍计算机这一改变文明的装置的简明历史。

Alan Turing 在 1937 年首次提出了一个通用计算设备的设想。他设想所有的计算机都肯呢个在一个中特殊的机器上执行，这就是现在所说的图灵机。尽管图灵对这样一种及其进行了数学上的描述，但他还是更有兴趣关注计算的哲学定义，而不是建造一台真是的机器。他将该模型建立在人们进行计算过程的行为上，并将这些行为 i 抽象到用于计算的机器的模型中，这才真正改变了世界。

在讨论图灵模型之前，让我们把计算机定义成一个数据处理器。依照这种定义，计算机就可以被看作是一个接受输入数据、处理数据并产生输出数据的黑盒。尽管这个模型能够体现现代计算机的功能，但是他的定义还是太宽泛。按照这种定义，也可以认为便携式计算器是计算机。

另一个问题是这个模型并没有说明它处理的类型以及是否可以处理一种以上的类型。换句话说，它并没有清楚地说明基于这个模型的机器能够完成操作的类型和数量。它是专用机器还是通用机器呢？

这种模型可以表示为一种设计用来完成特定人物的专用计算机，比如用来控制建筑物温度或汽车油料使用。尽管如此，计算机作为一个当今使用的术语，是一种通用的机器，它可以完成各种不同的工作。这表明我们需要该模型改变为图灵模型来反映当今计算机的实现。

图灵模型是一个适用与通用计算机的更好模型。该模型添加了一个额外的元素——程序到不同的计算机器中。程序是用来告诉计算机对数据进行处理指令几何。

在这个图灵模型中，输入数据是依赖来嗯个方面因素的结合作用：输入数据和程序。对于相同的数据输入，如果改变程序，则可以产生不同的输出。类此地，对于同样的程序，如 ugo 改变输入数据，其输出结果也将不同。最后，如果输入数据和程序保持不变，输出结果也将不变。让我们看看下面三个示例。

通用图灵集是对现代计算机的首次描述，该机器只要提供了和是的程序就能做任何运算。可以证明，一台很强大的计算机和通用图灵机一样能进行同样的运算。我们所需要的仅仅是为这两者提供数据以及用于描述如何做运算的程序。

实际上。通用图灵机做任何可计算的运算。

基于通用图灵机建造的计算机都是在存储器中存储数据。在 1944~1945 年期间，冯·诺伊曼指出，鉴于程序和数据在逻辑上是相同的，因此程序也能存储在计算机的存储器中。

基于冯·诺依曼模型建造的计算机分为 4 个子系统：存储器、算术逻辑单元、控制单元和输入/输出单元。

存储器是用来存储的区域，在计算机的处理过程中存储器用来存储数据和程序，我们敬爱恩在这一章后边讨论存储数据和程序的原因。

算术逻辑单元是用来进行计算和逻辑运算的地方。如果是一台数据处理计算机，它应该能够对数据进行算术运算。当然它也应该可以对数据进行一系列逻辑运算，正如我们将在第 4 章看到的那样。

控制单元是对存储器、算术逻辑单元、输入/输出等子系统进行控制的单元。

输入子系统负责从计算机外部接收输入数据和程序；输入子系统负责将计算机的处理结果输出到计算机外部。输入/输出子系统的定义相当广泛，它们还包含辅助存储设备，例如，用来存储处理所需的程序和数据的磁盘和磁带等。当一个磁盘用于存储处理后的输出结果，我们一般就可以认为它是输出设备，如果从该磁盘上读取数据，则该磁盘就被认为是输入设备。

冯·诺依曼模型中要求程序必须存储在内存中。这和早期只有数据才存储在存储器中的计算机结构完全不同。完成某一任务的程序是通过操作一系列的开关或改变其配线来实现。

现代计算机的存储单元用来存储程序及其响应数据。这意味着数据和程序应该具有相同的格式，这是因为他们都存储在存储器中。实际上它们都是以位模式存储在内存中的。

冯·诺依曼模型中的一段程序是由一组有限的指令组成。按照这个模型，控制单元从内存中提取一条指令，解释指令，接着执行指令。换句话说，指令就一条接一条地顺序执行。当然，一条指令可能会请求控制单元以便跳转到其前面或后面的指令去执行，但是这并不意味着指令没有按照顺序来执行。指令的顺序执行是基于冯·诺依曼模型的计算机初始条件。当今的计算机以最高的顺序来执行程序。

我们可以认为计算机由三大部分组成：计算机硬件、数据和计算机软件。

冯·诺依曼模型清楚地将一台计算机定义为一台数据处理机。它接受输入数据，处理并输出相应的结果。

冯·诺依曼模型并没有定义数据如何存储在计算机中。如果一台计算机是一台电子设备，最好的数据存储方式应该是电子信号，例如以电子信号的出现和消失的的方式来存储数据，这意味着一台计算机可以以两种状态之一的形式存储数据。

显然，在日常使用的数据并不是以两种状态之一的形式存在，例如，我们数字系统中使用的数字可以是 0~9 十种状态中的任何一个。但是你不能将这类信息存储到计算机内部，除非将这类信息转换成另一种只使用两种状态的系统。同样，你也需要处理其他类型的数据，它们同样也不能直接存储到计算机中，除非将它们转变成合适的形式。

尽管数据只能以一种形式存储在计算机内部，但在计算机外部却可以表现为不同的形式。另外，计算机开创了一门新兴的研究领域——数据组织。在将数据存储到计算机之前，能否有效地敬爱恩数据组织成不同的实体和格式？如今，数据并不是按照杂乱无章的次序来组织信息的。数据被组织成许多小的单元，再由这些小的单元组成更大的单元，等等。

图灵或冯·诺依曼模型的主要特征是程序的概念。尽管早期的计算机并没有计算机存储器中存储程序，但它们还是使用了程序的概念。编程在早期的计算机中体现为系列开关的打开或关闭以及配线的改变。编程在数据世纪开始处理之前是由操作员或工程师完成的一项工作。

在冯·诺依曼模型中，这些程序被存储在计算机的存储器中，存储器中不仅要存储数据，还要存储程序。

这个模型还要求程序必须是有序的指令集。每一条指令操作一个或者多个数据项。因此，一条指令可以改变它前面指令的作用。

也许我们会问为什么程序必须由不同的指令集组成，答案是重用性。如今，计算机完成成千上万的任务，如果每一项任务的程序都是相对独立而且和其他程序之间没有任何公用段，编程将会变成意见很困难的事情。图灵模型和冯·诺依曼模型通过仔细地定义计算机可以使用的不同指令集，从而使得编程变得相对简单。程序员通过组合这些不同的指令创建任意数量的程序。每个程序可以是不同指令的不同组合。

要求程序包含一系列指令是的编程变得可能，但也带来了另外一些使用计算机方面的问题。程序员不仅要了解每条指令所完成任务，还要知道怎样将这些指令结合起来完成一些特定的任务。对于一些不同的问题，程序员首先应该以循序渐进的方式来解决，接着尽量找到合适的指令来解决问题。这种按照步骤解决问题的方法就是所谓的算法。算法在计算机科学中起到了重要的作用。

在冯·诺依曼模型中没有定义软件工程，软件工程是指结构化程序的设计和编写。今天，它不仅仅是用来描述完成某一任务的应用程序，还包括程序设计中所要严格遵循的原理和规则。

在计算机发展的演变过程中，科学家们发现有一系列指令对所有程序来说是公用的。如果这些指令只编写一次就可以用于所有程序，那么效率将会大大提高。这样，就出现了操作系统。计算机操作系统最初是为了程序访问计算机部件提供方便的一种管理程序。今天，操作系统所完成的工作远不止这些。



## Chapter 2

# 计算机组成

本章我们将讨论计算机的组成。讲解状态计算机是如何由三个子系统组成的。我们还介绍了简单家乡的计算机，它能运行简单程序，完成基本的算术或逻辑运算。

计算机的组成部件可以分为三大类：中央处理单元、主存储器和输入/输出子系统。接下来的三个部分将讨论这些子系统以及如何将这些子系统组成一台计算机。

中央处理器用于数据的运算。在大多数体系结构中，它有三个组成部分：算术逻辑单元、控制单元、寄存器组、快速存储定位

算术逻辑单元对数据进行逻辑、位移和算术运算

在第 4 章中，我们讨论了几种逻辑运算，如：非、与、或和抑或。这些运算大输入数据作为二进制位模式，运算的结果也是二进制模式。

在第 4 章中，我们讨论了数据的两种位移运算：逻辑移位和算术移位运算。逻辑移位运算用来对二进制位模式进行向左或右的移位，而算术运算被应用于整数。它们的主要用途是用 2 除或乘一个整数。

寄存器是用来存放临时数据的高速独立的存储单元。CPU 的运算离不开大量寄存器的使用。

在过去，计算机只有几个数据寄存器用来存储输入数据和运算结果。现在，由于越来越多的复杂运算改由硬件设备实现，所以计算机在 CPU 中使用几十个寄存器来提高运算速度，并且需要一些寄存器来保存这些运算的中间结果。

现在，计算机存储的不仅是数据，还有存储在内存中相对应的程序。CPU 的主要职责是：从内存中逐条取出指令，并将取出的指令存储在指令寄存器中，解释并执行指令。

CPU 中另一个通用寄存器是程序计数器。程序计数器中保存这当前正在执行的指令。当前的指令执行完后，计数器将自动加 1，指向下一条指令的内存地址。

CPU 的第三个部分是控制单元，控制单元控制各个子系统的操作。控制是通过从控制单元到其他子系统的信号进行的。

主存储器是计算机内的第二个子系统。它是存储单元的几何，每一个存储单元都有唯一的标识，称为地址。数据以成为字的位组形式在内存中传入和传出。字可以是 8 位、16 位、32 位，甚至有时是 64 位，如果字是 8 位，一般称为 1

字节。术语字节在计算机科学中使用相当普遍，因此有时成为 16 位 2 字节，32 位 4 字节。

在存储器中存取每个字都需要有相应的标识符。尽管程序员使用命名的方式来区分，但在硬件层次上，每个字都是通过地址来标识的。所以在内存中表示的独立的地址单元的总数称为地址空间。

随即存取存储器是计算机中主存的主要组成部分。在随即存取设备中，可以使用存储单元地址来随机存取一个数据项，而不需要存取位于它前面的所有数据项。该术语有时因 ROM 也能随机存取而与 ROM 混淆，

计算机用户需要许多存储器，尤其是速度快而且价格低廉的存储器。但这种要求并不总能得到满足。存取数度快的存储器通常都不便宜。因此需要寻找一种折中的方法。解决的办法是采用存储器的层次结构。

## Chapter 3

# 计算机网络和因特网

个人计算机的发展带动了商业、工业、科学和教育的巨大改变。网络也发生了类型的变革。技术的进步是通信线路能传送更多、更快的信号。而不断发展的服务使得我们嫩果使用这些扩展的能力。计算机网络令也的研究导致了新技术的产生——在全球各个地方交换文本、音频和视频等数据，在任何时候快速、准确地下载或上载信息。

虽然本章的目标是讨论因特网，一个将世界上几十亿台计算机互相连接的系统，我们对互联因特网的认识不应该是一个单独的网络，而是一个网络结合体，一个互连网络。因此，我们的旅程将从定义一个网络开始。然后我们将要展示如何通过网络连接来建造小型的互连网络。最终我们会展示因特网的结构并且在本章的与下部分开启研究因特网的大门。

网络是一系列可用于通信的设备相互连接构成的。在这个定义里面，一个设备可以是一台主机，比如一台大型计算机、台式机、便携式计算机、工作站、手机或安全系统。在这种定义中，设备也可以是一个连接设备，比如用来将一个网络与另一个网络相连接的路由器，一个将不同设备连接在一起的交换机，或者一个用于改变数据形式的调制器，等等。在一个网络中，这些设备都通过有线或无线传输媒介互相连接。当我们在家通过即插即用路由器连接两台计算机时，虽然规模很小，但已经建造了一个网络。

局域网通常是与单个办公室、建筑或校园内的几个主机相连的私有网络。基于机构的需求，一个局域网既可以简单到某人家庭办公室中的两台个人计算机和一台打印机，也可以扩大至一个公司范围，并包括音频和视频设备。在一个局域网中的每一台主机都作为这台主机在局域网中唯一定义的一个标识和一个地址。一台主机向另一台主机发送的数据包中包括源主机和目标主机的地址。

广域网也是通信设备互相连接构成的。但是广域网与局域网之间有一些差别。局域网的大小通常是受限的，跨越一个办公室、一座大楼或一个校园；而广域网的地理跨度更大，可以跨越一个城镇、一个州、一个国家，甚至横跨世界。局域网将主机互连，广域网则将交换机、路由器或调制解调器之类的连接设备互连。通常，局域网为集后私有，广域网则由通信公司创建并运营，并且租给使用它的机构。我们可以看到广域网的两种截然不同的案例：点对点广域网和交换广域网。

点对点广域网是通过传输媒介连接两个通信设备的网络。

交换广域网是一个有至少两个端的网络。就像我们很快就会看到的那样，交

换广域网用于今天全球通信的骨干网。我们也可以这么说，交换广域网是一个点对点广域网通过开关连接产生的结合体。

现在很难看见独立存在的局域网或广域网，它们现在都是互相连接的。当两个或多个网络相互连接时，它们构成一个互连网络，或者说网际网。

正如我们之前讨论过的，一个网际网是来嗯个或多个可以互相通信的网络。最值得注意的网际网是因特网，它由成千上万个互连的网络组成。

我们已经展示了因特网通过连接设备将大大小小的网络相互交织在一起构成的基本结构。然而，如果仅仅将这些部分连接在一起，很明显什么都不会发生。为了产生沟通，即需要硬件也需要软件设备。这就像当进行一个复杂的计算时，我们同时需要计算机和程序。

当讨论因特网时，有一个词我们总是胡听见，这个词就是协议。协议定义了发送器、接收器以及所有中间设备必须遵守 u 以保证有效地通信的规则。简单的通信可能只需要一条简单的协议，当通信变得复杂时，可能需要将任务分配到不同的协议层中，在这种情况下，我们在每一个协议层都需要一个协议，或者协议分层。

为了更好地理解协议分层的必要，首先我们开发一个简单的场景。假定 Ann 和 Maria 是有很多共同想法的邻居，她们每次都会为了一个何时退休的计划互相见面和进行沟通。突然，Ann 所在的公祠为她提供一个升职的机会，但是同时要求她搬到离 Maria 很云的一个城市中的分部去住。由于她们想出了一个具有创新型的计划——在退休后开始做新的生意，这两个朋友仍然向继续它们的通信并且就这个新计划交换想法。她们决定通过到邮局使用普通邮件通信来继续她们的对话，但是如果邮件被拦截了，她们不想别人知晓它们的想法。...