

第 3 章

大数据硬件环境

3.1 计算机系统

3.1.1 图灵机模型与冯·诺依曼机模型

1. 图灵机模型

1936 年,阿兰·图灵提出了一种抽象的计算模型——图灵机(Turing Machine)。图灵的基本思想是用机器来模拟人们用纸笔进行数学运算的过程,如图 3-1 所示,他把这样的过程构造成一台假想的机器,该机器由以下几个部分组成。

(1) 一条无限长的纸带(TAPE)。纸带被划分为一个一个的小格子,每个格子上包含一个来自有限字母表的符号,字母表中有一个特殊的符号“□”表示空白。纸带上的格子从左到右依次被编号为 0、1、2、……,纸带的右端



图 3-1 图灵模型

可以无限伸展。

(2) 一个读写头(HEAD)。该读写头可以在纸带上左右移动,能读出当前所指的格子上的符号,并能改变当前格子上的符号。

(3) 一套控制规则(TABLE)。它根据当前机器所处的状态及当前读写头所指的格子上的符号来确定读写头下一步的动作,并改变状态寄存器的值,令机器进入一个新的状态。

(4) 一个状态寄存器。它用来保存图灵机当前所处的状态。图灵机的所有可能状态的数目是有限的,并且有一个特殊的状态——停机状态。

这台机器的每一部分都是有限的,但它有一个潜在的无限长的纸带,因此这种机器只是一个理想的设备。图灵认为这样的一台机器能模拟人类所进行的任何计算过程。

2. 冯·诺依曼机模型

20 世纪 30 年代中期,美国科学家冯·诺依曼大胆提出抛弃十进制,采用二进制作为数字计算机的数制基础。同时,他还提出预先编制计算程序,然后由计算机按照人们事前制定的计算顺序来执行数值计算工作。冯·诺依曼的这个理论被称为冯·诺依曼体系结构,也称为普林斯顿体系结构。从 ENIAC(Electronic Numerical Integrator And Computer,电子数字积分计算机)到当前最先进的计算机采用的都是冯·诺依曼体系结构,所以冯·诺依曼是当之无愧的计算机之父。

冯·诺依曼体系结构处理器具有几个特点:①必须有一个存储器;②必须有一个控制器;③必须有一个运算器,用于完成算术运算和逻辑运算;④必须有输入设备和输出设备,用于进行人机通信;⑤程序和数据统一存储并在程序控制下自动工作。

为了实现上述功能,计算机必须具备 5 大基本组成部件,分别为输入数据和程序的输入设备,记忆程序和数据存储器,完成数据加工处理的运算器,控制程序执行的控制器和输出处理结果的输出设备。

3.1.2 计算机硬件组成结构

1. 计算机硬件系统

计算机硬件是指组成计算机的各种物理设备,由 5 大功能部件组成,即运算器、控制器、存储器、输入设备和输出设备。这 5 大部分相互配合,协同工作。

其工作原理为：首先由输入设备接收外界信息（程序和数 据），控制器发出指令将数据送入（内）存储器并向（内）存储器发出取指令；然后在取指令状态下，程序指令逐条送入控制器，控制器对指令进行译码并根据指令的操作要求向存储器和运算器发出存数、取数和运算命令，经过运算器计算后把计算结果保存在存储器内；最后在控制器发出的取数和输出命令的作用下，输出设备输出计算结果。5 大功能部件工作原理如图 3-2 所示。

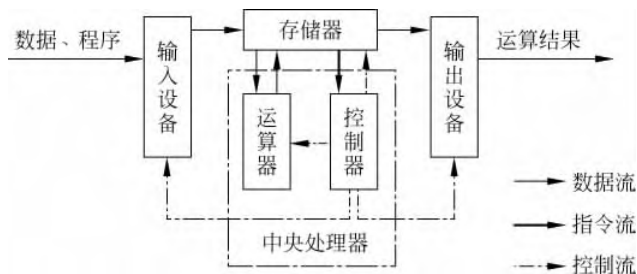


图 3-2 五大功能部件工作原理图

2. 微型计算机的结构

微型计算机包括主机和外设两个部分。

1) 主机

主机是指计算机用于放置主板及其他主要部件的容器，主要部件通常包括 CPU、内存、硬盘、光驱、电源及其他输入输出控制器和接口（如 USB 控制器、显卡、网卡、声卡等）。位于主机箱内的部件通常称为内设，位于主机箱外的部件通常称为外设（如显示器、键盘、鼠标、外接硬盘、外接光驱等）。微型计算机主机如图 3-3 所示，其组成部分如下所述。

（1）主机箱。装主机配件的箱子，没有主机箱不影响具体功能的使用。

（2）电源。主机供电系统，没有电源不能使用计算机。

（3）主板。连接主机各个配件的板子，若没有主板，主机不能使用。

（4）CPU。主机的“心脏”，负责数据运算，它不可缺少，属于最重要的部件。



图 3-3 计算机主机

- (5) 内存。可存储主机调用的文件,是不可缺少的部件。
- (6) 硬盘。主机的存储器,独立主机不可缺少。
- (7) 声卡。某些主板集成,负责处理输入输出声音。
- (8) 显卡。某些主板集成,控制显示器。
- (9) 网卡。某些主板集成,若没有网卡,计算机无法访问网络,是联络其他主机的渠道。
- (10) 光驱。若没有光驱,则主机无法读取光盘上的文件。
- (11) 一些不常用设备,如视频采集卡、电视卡、SCSI 卡等。

2) 外设

外部设备简称外设,是指连在计算机主机机箱外部的硬件设备,对数据和信息起着传输、转送和存储的作用,是计算机系统的重要组成部分。按照功能的不同,外设大致可以分为输入设备、显示设备、打印设备等,如图 3-4 所示。

(1) 键盘和鼠标是人与计算机进行交互的一种装置,用于把原始数据和处理这些数据的程序输入计算机。

(2) 显示器是计算机的输出设备之一,它可以显示操作和计算结果。目前计算机显示设备主要有 CRT 显示器、LCD 显示器、等离子显示器和投影机。

(3) 打印机也是计算机的输出设备之一,它将计算机的运算结果或中间结果以人所能识别的数字、字母、符号和图形等,依照规定的格式打印在纸上。



图 3-4 外设

3.1.3 计算机组成原理

1. 系统总线

1) 系统总线概述

系统总线,又称内总线或板级总线,用来连接各功能部件构成一个完整的计算机

系统,如图 3-5 所示。

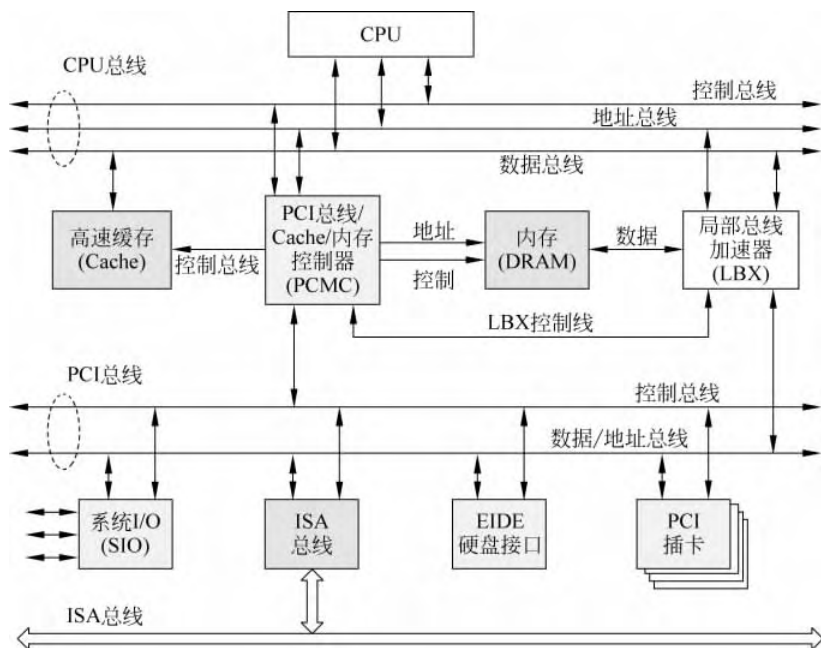


图 3-5 系统总线

2) 工作原理

系统总线是一组用来传送信息的通信线路,通过系统总线,CPU 可对存储器的内容进行读写。同样地,通过系统总线,可以实现将 CPU 内的数据写入外设,或将数据由外设读入 CPU,实现微型计算机内部各部件间的信息交换。系统总线提供了 CPU 与存储器、输入/输出接口部件的连接线,可以认为一台微型计算机的结构就是以 CPU 为核心,其他部件全“挂接”在与 CPU 相连接的系统总线上。

3) 功能分类

系统总线上传送的信息包括数据信息、地址信息和控制信息,因此,系统总线包括 3 种不同功能的总线,即数据总线(Data Bus,DB)、地址总线(Address Bus,AB)和控制总线(Control Bus,CB)。

(1) 数据总线。它用于传送数据信息,是双向三态形式的总线,既可以把 CPU 的数据传送到存储器、输入/输出接口等其他部件,也可以将其他部件的数据传送到 CPU。数据总线的位数是微型计算机的一个重要指标,通常与微处理器的字长一致,例如 Intel 8086 微处理器的字长为 16 位,其数据总线位数也为 16 位。需要指出的

是,这里数据的含义是广义的,它可以是真正的数据,也可以是指令代码或状态信息,甚至可以是一个控制信息。因此,在实际工作中,数据总线上传的并不一定是真正意义上的数据。

(2) 地址总线。它是专门用来传送地址的,由于地址只能从 CPU 传向外部存储器、输入/输出接口等部件,所以地址总线总是单向三态的,这与数据总线不同。地址总线的位数决定了 CPU 可直接寻址的内存空间大小,一般来说,若地址总线为 n 位,则最大可寻址空间为 2^n (2 的 n 次方) 字节。例如 8 位微型计算机的地址总线为 16 位,则其最大可寻址空间为 $2^{16} = 64\text{KB}$; 16 位微型计算机的地址总线为 20 位,其最大可寻址空间为 $2^{20} = 1\text{MB}$ 。

(3) 控制总线。它用来传送控制信号和时序信号。控制信号中,有的是微处理器送往存储器和输入/输出接口电路的,例如读/写信号、片选信号、中断响应信号等,也有的是其他部件反馈给 CPU 的,例如中断申请信号、复位信号、总线请求信号、设备就绪信号等。因此,控制总线的传送方向由具体的控制信号而定,一般是双向的,位数要根据系统的实际控制需要而定。实际上,控制总线的具体情况主要取决于 CPU。

2. CPU

1) CPU 概述

CPU (Central Processing Unit, 中央处理器) 是一台计算机的运算核心和控制核心,其功能主要是解释计算机指令及处理计算机软件中的数据。CPU 由运算器、控制器和寄存器及实现它们之间联系的数据、控制和状态的总线构成。

2) 工作原理

CPU 的工作原理可分为提取 (Fetch)、解码 (Decode)、执行 (Execute) 和写回 (Writeback) 四个阶段。CPU 从存储器或高速缓冲存储器中取出指令,放入指令寄存器,并对指令译码,把指令分解成一系列的微操作,然后发出各种控制命令,执行微操作系列,从而完成一条指令的执行。指令是计算机规定执行操作的类型和操作数的基本命令,由一字节或者多字节组成,其中包括操作码字段,一个或多个有关操作数地址的字段及一些表征机器状态的状态字和特征码。有的指令中也直接包含操作数本身。

3) 基本结构

CPU 包括运算逻辑部件、寄存器部件和控制部件,如图 3-6 所示。运算逻辑部件可以执行定点或浮点的算术运算操作、移位操作及逻辑操作,也可以执行地址的运算和转换;寄存器部件包括通用寄存器、专用寄存器和控制寄存器;控制部件主要负责对指令译码,并发出为完成每条指令所要执行的各个操作的控制信号。

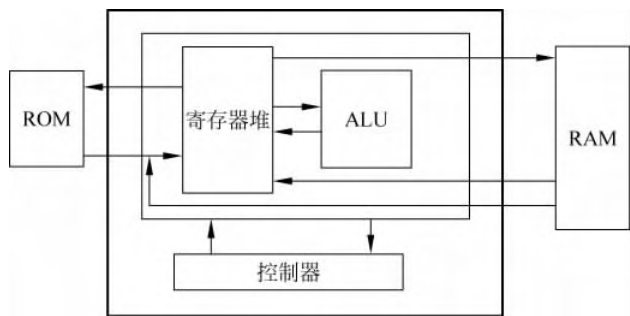


图 3-6 CPU 结构

3. 存储器

1) 存储器概述

存储器是计算机系统中的记忆设备,用来存放程序和数据。计算机中的全部信息,包括输入的原始数据、计算机程序、中间运行结果和最终运行结果都保存在存储器中。按用途划分,存储器可分为主存储器(内存)和辅助存储器(外存),也有外部存储器(外存)和内部存储器(内存)的分类方法。外存通常是磁性介质或光盘等,能长期保存信息;内存指主板上的存储部件,用来存放当前正在执行的数据和程序,但仅用于暂时存放程序和数据,关闭电源或断电后,数据会丢失。

CPU 不能像访问内存那样直接访问外存,如果外存要与 CPU 或 I/O 设备进行数据传输,则必须通过内存实现。在 80386 以上的高档微型计算机中,还配置了高速缓冲存储器,这时内存包括主存和高速缓存两部分;低档微型计算机的主存即为内存。

2) 存储器的构成

存储器的存储介质主要采用半导体器件和磁性材料。存储器中最小的存储单位就是一个双稳态半导体电路、一个 CMOS 晶体管或磁性材料的存储元,它可以存储一个二进制代码。若干个存储元组成一个存储单元,一个存储器包含许多存储单元,

每个存储单元可存放一字节(按字节编址)。每个存储单元的位置都有一个编号,即地址,一般用十六进制数表示。一个存储器中所有存储单元可存放的数据的总和称为存储容量。假设一个存储器的地址码由 20 位二进制数(即 5 位十六进制数)组成,存储容量可表示为 2^{20} ,即 1MB 个存储单元地址,每个存储单元存放一字节,则该存储器的存储容量为 1MB。

根据存储器在计算机系统中所起的作用,可将其分为主存储器、辅助存储器、高速缓冲存储器、控制存储器等。为了满足现实情况中存储器容量大、速度快、成本低的要求,计算机通常采用多级存储器体系结构,即使用高速缓冲存储器、主存储器和外存储器,如图 3-7 所示。

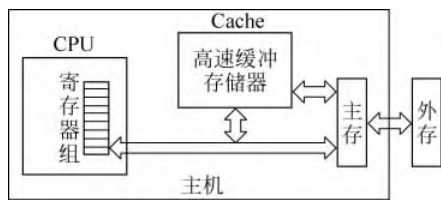


图 3-7 多级存储器体系结构

(1) 高速缓冲存储器: 用于高速存取指令和数据,存取速度快,但价格较高,存储容量小。

(2) 主存储器: 用于内存,存放计算机运行期间操作产生的大量程序和数据,存取速度较快,存储容量不大。

(3) 外存储器: 用于外存,存放系统程序、大型数据文件及数据库,存储容量大,成本低。

3) 存储器的用途

存储器的主要功能是存储程序和各种数据,并能在计算机运行过程中高速、自动地完成程序或数据的存取。存储器是具有“记忆”功能的设备,它采用具有两种稳定状态的物理器件来存储信息,这些器件也称为记忆元件。由于在计算机中采用的是由两个数字 0 和 1 组成的二进制数,所以记忆元件的两种稳定状态分别表示为 0 和 1。因此,日常使用的十进制数必须转换成二进制数才能存入存储器,计算机中处理的各种字符,例如英文字母、运算符号等,也要转换成二进制代码才能进行存储和操作。

4) 常用存储器

(1) 硬盘。计算机主要的存储器之一,由一个或多个铝制(或者玻璃制)的碟片组成,这些碟片外覆盖铁磁性材料。绝大多数硬盘都是固定硬盘,被永久性地密封并固定在硬盘驱动器中。硬盘的物理结构包括磁头、磁道、扇区和柱面。磁头是读写合一、电磁感应式的。当磁盘旋转时,磁头若保持在一个位置上,则每个磁头都会在磁

盘表面划出一道圆形轨迹,这些圆形轨迹称为磁道。磁盘上的每个磁道被等分为若干个弧段,这些弧段便是磁盘的扇区,每个扇区可以存放 512B 的信息,磁盘驱动器在从磁盘读取或向磁盘写入数据时,要以扇区为单位。硬盘通常由重叠的一组盘片构成,每个盘面都被划分为数目相等的磁道,并从外缘由 0 开始编号,具有相同编号的磁道形成一个圆柱,称为磁盘的柱面。

(2) 光盘。它以光信息作为存储载体,用来存储数据,采用聚焦的氢离子激光束处理记录介质的方法来存储和再生信息。激光光盘分为不可擦写光盘(如 CD-ROM、DVD-ROM 等)和可擦写光盘(如 CD-RW、DVD-RAM 等)。高密度光盘是近代发展起来的不同于磁性载体的光学存储介质。常见的 CD 光盘非常薄,只有 1.2mm 厚,分为 5 层,包括基板、记录层、反射层、保护层和印刷层等。

(3) U 盘。它的全称为“USB 闪存盘”,英文名为“USB flash disk”,它是一种拥有 USB 接口的、无需物理驱动器的微型高容量移动存储产品,可以通过 USB 接口与计算机连接,实现即插即用。U 盘的优点是体积小、便于携带、存储容量大、性能可靠、价格便宜。U 盘体积很小,一般仅为大拇指般大小,重量极轻,一般为 15g 左右,特别适合随身携带。U 盘容量有 128MB、256MB、512MB、1GB、2GB、4GB、8GB、16GB、32GB 及 64GB 等,价格多为几十元。U 盘中无任何机械式装置,抗震性能极强。另外,U 盘还具有防潮防磁、耐高低温等特性,安全性、可靠性都很高。

(4) ROM。只读内存(Read-Only Memory)是一种只能读出事先所存数据的固态半导体存储器。其特性是一旦存储了内容就无法再被改变或删除,并且内容不会因为电源关闭而消失。因此,ROM 通常用在不需要经常变更内容的电子或计算机系统中。

(5) RAM。随机存取存储器(Random Access Memory)是一种存储单元的内容可按需随意取出或存入,且存取的速度与存储单元的位置无关的存储器。这种存储器在断电时会丢失存储内容,故主要用于存储短时间内在线使用的程序。按照存储信息的不同,随机存取存储器又可分为静态随机存储器(Static RAM,SRAM)和动态随机存储器(Dynamic RAM,DRAM)。

4. 输入/输出系统

1) 控制方式

(1) 程序查询方式。这种方式是指在程序的控制下实现 CPU 与外设之间交换

数据的方式。CPU 通过 I/O 指令询问指定外设当前的状态,如果外设准备就绪,则进行数据的输入或输出,否则 CPU 等待,查询循环。这种控制方式简单,但外设和主机不能同时工作,各外设之间也不能同时工作,系统效率很低,因此,仅适用于外设数量不多,对 I/O 处理实时要求不高和 CPU 操作任务比较单一的情况。这种方式的优点是硬件结构简单,只需要少量的硬件电路即可实现,缺点是由于 CPU 的速度远远高于外设,所以它通常处于等待状态,工作效率很低。

(2) 中断方式。中断方式是指主机在执行程序的过程中遇到突发事件而中断程序的正常执行,转去处理突发事情,待处理完成后返回原程序继续执行的方式。中断过程包括中断请求、中断响应、中断处理和中断返回。计算机中有多个中断源,有可能在同一时刻有多个中断源向 CPU 发出中断请求,这种情况下 CPU 将按中断源的中断优先级顺序进行中断响应。中断处理方式的优点是显而易见的,它不但为 CPU 省去了查询外设状态和等待外设就绪所花费的时间,提高了 CPU 的工作效率,还满足了外设的实时性要求,缺点是它对系统的性能要求较高。

(3) 直接存储器访问(Direct Memory Access,DMA)方式。DMA 方式是指高速外设与内存之间直接进行数据交换,不通过 CPU 且 CPU 不参加数据交换的控制方式。外设发出 DMA 请求,CPU 响应 DMA 请求并把总线让给 DMA 控制器,在 DMA 控制器的控制下通过总线实现外设与内存之间的数据交换,整个工作过程如图 3-8 所示。DMA 最明显的一个特点是,它不是用软件而是采用一个专门的控制器来控制内存与外设之间的数据交流,无需 CPU 介入,大大提高了 CPU 的工作效率。

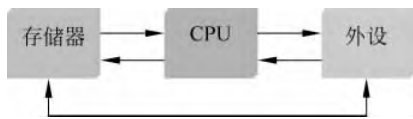


图 3-8 直接存储器访问方式工作过程

2) 输入/输出设备

(1) 输入设备。常用的输入设备有键盘、鼠标、扫描仪等。键盘按键数划分,可分为 83 键盘、101 键盘、104 键盘、107 键盘等;按形式划分,可分为有线键盘、无线键盘、带托键盘和 USB 键盘等。鼠标按照工作原理划分,可分为机械式鼠标和光电式鼠标两类;按形式划分,可分为有线鼠标和无线鼠标。扫描仪通过光源照射到被扫描的材料上来获得图像,常用的有台式、手持式和滚筒式 3 种扫描仪;分辨率是扫描仪的重要特征,常见的扫描仪分辨率有 $300\text{dpi} \times 600\text{dpi}$ 、 $600\text{dpi} \times 1200\text{dpi}$ 等。

(2) 输出设备。常用的输出设备有显示器、打印机等。显示器按使用的器件分

类,可分为阴极射线管(CRT)显示器、液晶显示器(LCD)和等离子显示器;按显示颜色划分,可分为彩色显示器和单色显示器;显示器的主要性能指标有像素、分辨率、屏幕尺寸、点间距、灰度级、对比度、帧频、行频和扫描方式。打印机可以分为针式打印机、喷墨打印机、激光打印机、热敏打印机等。

(3) 其他输入/输出设备。例如,数码相机(DC)、数码摄像机(DV)、手写笔等也为输入设备,投影机、绘图仪等也为输出设备。

3) I/O 接口

(1) 接口的功能是使主机和外设之间能够按照各自的形式传输信息,如图 3-9 所示。

(2) 几种常用接口如下。①显示卡:主机与显示器之间的接口;②硬盘接口:包括 IDE 接口、EIDE 接口、ULTRA 接口和 SCSI 接口等;③串行接口:COM 端口,也称串行通信接口;④并行接口:是一种打印机并行接口标准。

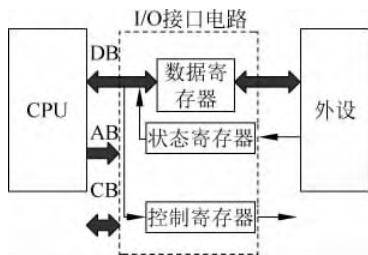


图 3-9 I/O 接口

3.2 硬件计算设备

3.2.1 超级计算机

1. 定义

超级计算机(Super Computer)是指计算机中功能非常强,运算速度非常快,存储容量非常大的一类计算机。超级计算机通常是由数十万、数百万甚至更多处理器(机)组成的,能计算普通 PC 和服务服务器不能完成的大型、复杂的问题。

2. 发展历史

(1) 第一阶段。有 ASC(1972 年)、美国 ILLIAC-IV(1973 年)和 STAR-100(1974 年)等超级计算机。其中,ILLIAC-IV 机是一台采用 64 个处理单元在统一控制下进行数据处理的阵列机,另外两台都是采用向量流水处理数据的向量计算机。

(2) 第二阶段。1976 年研制成功的 CRAY-1 机标志着现代超级计算机进入第二阶段。这台计算机设有向量、标量、地址等通用寄存器,有 12 个运算流水部件,指令控制和数据存取也都流水线化。主频达 80MHz,每秒可获得 8000 万个浮点结果,主存储器容量为 100~400 万字(每字 64 位),外存储器容量达 109~1011 字,主机柜呈圆柱形,功耗达数百千瓦,采用氟里利冷却。

(3) 第三阶段。20 世纪 80 年代以来,采用多处理机(多指令流、多数据流 MIMD)结构、多向量阵列结构等技术的更高性能超级计算机相继问世。例如,美国的 CRAY-XMP、CDC CYBER205,日本的 S810/10 和 20、VP/100 和 200、S×1 和 S×2 等,均采用超高速门阵列芯片烧结到多层陶瓷片上的微组装工艺,主频高达 50~160MHz,最高速度有的可达每秒 5 亿~10 亿个浮点结果,主存储器容量为 400~3200 万字,外存储器容量达 1012 字以上。

3. 超级计算机技术

新一代的超级计算机采用涡轮式设计,每个刀片就是一台服务器,它们能实现协同工作,并可根据应用需要随时增减刀片。单个机柜的运算能力可达 460.8 千亿次/秒,理论上协作式高性能超级计算机的浮点运算速度为 100 万亿次/秒,实际高性能运算速度测试的效率高达 84.35%。依托先进的架构和设计,超级计算机可实现存储和运算的分离,确保了用户数据、资料在软件系统更新或 CPU 升级时不受任何影响,保障了存储信息的安全,真正体现了保持长时、高效、可靠的运算并易于升级和维护的优势。

2010 年,世界最快的超级计算机是我国国家超级计算天津中心的“天河-1A”,运算速度为 2.507 千万亿次/秒。2011 年,由日本政府出资、富士通制造的巨型计算机 K Computer 成为了运算速度排行榜第一,其运算速度为 8 千万亿次/秒,而到 2012 年完全建成时,其运算速度达到了 1 万万亿次/秒。

4. 未来之争

继我国首台千万亿次超级计算机“天河一号”于 2010 年荣登世界运转速度最快的计算机宝座后,在 2014 年 11 月 17 日公布的全球超级计算机 500 强榜单中,我国“天河二号”以比第二名美国“泰坦”快近一倍的速度连续第四次获得冠军。2016 年 6 月 20 日,使用中国自主芯片制造的“神威·太湖之光”取代“天河二号”登上榜首。

2017 年 11 月,全球超级计算机 500 强榜单中“神威·太湖之光”依然排名第一。2019 年 2 月 12 日,美国“Summit”获得排名第一,中美交错领先的态势形成。自此,中国、美国和日本间的“超级计算机之争”已经全面展开。

3.2.2 小型机与工作站

1. 小型机

计算机发展到第三代,开始出现了小型化倾向。1960 年,美国数据设备公司(DEC)生产了第一台速度为 3000 次/秒的小型集成电路计算机。

小型机是指一种采用 8~32 枚处理器,性能和价格介于 PC 服务器和大型主机之间的高性能 64 位计算机,如图 3-10 所示。在国外,小型机被称为 Minicomputer 和 Midrange Computer,其中, Midrange Computer 是相对于大型主机和微型计算机而言的。



图 3-10 小型机

高端小型机的配置包括基于 RISC 的多处理器体系结构,兆数量级字节高速缓存,几千兆字节 RAM,使用 I/O 处理器的专门 I/O 通道上的数百级字节的磁盘存储器,专设管理处理器。它们体积较小且是气冷的,因此对用户现场没有特别的冷却管道要求。

小型机跟普通的服务器是有很大差异的,最重要的一点就是小型机具有高 RAS 特性,即高可靠性(Reliability)、高可用性(Availability)、高服务性(Serviceability)。

2. 工作站

工作站(Workstation)是一种以个人计算机和分布式网络计算为基础,主要面向

专业应用领域,具备强大的数据运算与图形、图像处理能力,为满足工程设计、动画制作、科学研究、软件开发、金融管理、信息服务及模拟仿真等专业领域而设计开发的高性能计算机。工作站是一种高档的微型计算机,通常配有高分辨率的大屏幕显示器及容量相当大的内存和外存,并且具有较强的信息处理能力和高性能的图形、图像处理功能及联网功能,如图 3-11 所示。



图 3-11 工作站

工作站是 20 世纪 80 年代迅速发展起来的一种计算机系统,介于高档个人计算机与小型机之间。工作站是由计算机和相应的外设及成套应用软件包所组成的信息处理系统,能够完成用户交给的特定任务,是推动计算机广泛应用的有效方式。工作站应具备强大的数据处理能力,拥有直观且便于人机交换信息的用户接口,可以与计算机网相连,在更大的范围内互通信息、共享资源。工作站可以在编程、计算、文件书写、存档、通信等各方面给专业工作者以综合的帮助。常见的工作站有计算机辅助设计(CAD)工作站(或称工程工作站)、办公自动化(OA)工作站、图像处理工作站等,实现不同任务的工作站有不同的硬件和软件配置,具体要求如下。

(1) CAD 工作站的典型硬件配置包括小型计算机(或高档的微型计算机)、带有功能键的 CRT 终端、光笔、平面绘图仪、数字化仪及打印机等。软件配置包括操作系统,编译程序,相应的数据库和数据库管理系统,二维和三维的绘图软件及成套的计算、分析软件包。CAD 工作站可以完成用户提交的各种有关机械、电气的设计任务。

(2) OA 工作站的主要硬件配置包括微型计算机、办公用终端设备(如电传打字机、交互式终端、传真机、激光打印机及智能复印机等)、通信设施(如局部区域网、程控交换机、公用数据网、综合业务数字网等)。软件配置包括操作系统、编译程序、各种服务程序、通信软件、数据库管理系统、电子邮件工具、文本处理软件、表格处理软件、各种编辑软件、用于处理专门业务活动的软件包(如人事管理、财务管理、行政事务管理等软件)和相应的数据库。OA 工作站的任务是完成各种办公信

息的处理。

(3) 图像处理工作站的主要硬件配置包括计算机、图像数字化设备(包括电子、光学或机电的扫描设备及数字化仪)、图像输出设备、交互式图像终端。软件配置除了一般的系统软件外,还要有成套的图像处理软件包。图像处理工作站可以完成用户提交的各种图像处理任务。

3.2.3 桌上型计算机与笔记本电脑

个人计算机(Personal Computer, PC)也称为个人电脑。从狭义上来说,个人计算机指 IBM PC/AT 相容机种,此架构中的中央处理器采用英特尔或 AMD 等厂商所生产的 CPU。个人计算机可分为桌上型计算机与笔记本电脑。

桌上型计算机也称台式机,相对于笔记本电脑和上网本,其体积较大,它的主机、显示器等设备都是相对独立的,一般需要放在计算机桌上或专用的工作台上,如图 3-12(a)所示。

笔记本电脑(NoteBook Computer, NB)又称手提计算机或膝上型计算机,是一种小型、便于携带的个人计算机,其发展趋势是体积越来越小,重量越来越轻,而功能越来越强大。例如 Netbook,俗称上网本,它跟个人计算机的主要区别在于方便携带,如图 3-12(b)所示。



图 3-12 台式计算机和笔记本电脑

个人计算机的发展历史如下。

1962 年 11 月 3 日,《纽约时报》在相关报道中首次使用“个人计算机”一词。

1968 年,惠普公司在广告中将其产品 Hewlett-Packard 9100A 命名为“个人计算机”。

世界公认的第一台个人计算机为 1971 年 Kenbak Corporation 推出的 Kenbak-1。Kenbak-1 当时售价 750 美元,1971 年在《科学美国人》杂志上做广告销售。

1973 年,法国工程师弗朗索瓦·热尔内尔(Francois Gernelle)和安德烈·特鲁昂

(André Truong)所发明的 Micral 为第一款使用 Intel 微处理器的商用个人计算机。

1985 年,日本东芝公司采用 x86 架构,开发出世界第一台真正意义的笔记本电脑。

3.2.4 平板电脑与掌上电脑

1. 平板电脑

第一台商用平板电脑(Tablet Personal Computer)是 1989 年 9 月上市的 GRiD Systems 制造的 GRiDPad,它的操作系统基于 MS-DOS。

平板电脑是一种小型、便携的个人计算机,以触摸屏作为基本的输入设备。触摸屏(也称为数位板)允许用户通过触控笔或数字笔来进行作业,用户也可以通过内置的手写识别、屏幕上的软键盘、语音识别或一个真正的键盘(如果该机型配备的话)来实现输入操作。平板电脑的概念由比尔·盖茨提出,它至少应该是 x86 架构从微软提出的概念上看,平板电脑就是一款无须翻盖、没有键盘、小到足以放入女士手袋但功能完整的个人计算机,如图 3-13 所示。

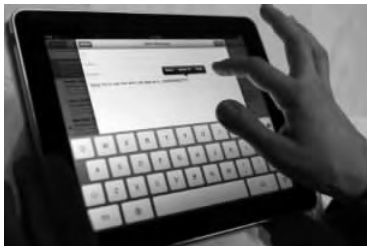


图 3-13 平板电脑

大多数平板电脑使用的是 Wacom 数位板,这种数位板能够快速地将触控笔的位置告诉计算机。使用这种数位板的平板电脑会在其屏幕表面产生一种微弱的磁场,该磁场只能和触控笔内的装置发生作用,所以用户可以放心地将手放到屏幕上,而不影响到屏幕。

平板电脑的主要特点是显示屏可以随意旋转,显示屏一般小于 10.4 英寸,并且都是带有触摸识别功能的液晶屏,用电磁感应笔或手写可以实现输入。平板电脑集移动商务、移动通信和移动娱乐功能于一体,具有手写识别和无线网络通信功能,被称为“笔记本电脑的终结者”。

平板电脑按设计结构大致可分为两种类型,即集成键盘的“可变式平板电脑”和可外接键盘的“纯平板电脑”。平板电脑本身内置了一些应用软件,用户只要用手在屏幕上书写绘制,即可将文字或手绘图形输入计算机。

2. 掌上电脑

1992年,美国一家计算机公司推出一种袖珍计算机,其大小与一本能装在口袋里的日历簿差不多。它只需要使用4个AA型电池便能够连续工作8小时。同其他计算机一样,它可同国际商用机器公司的PC/XT兼容,且带有一个小键盘。

掌上电脑(Personal Digital Assistant, PDA)又称为个人数字助理,主要提供记事、通讯录、名片交换及行程安排等功能,如图3-14所示。它同样有CPU、存储器、显示芯片及操作系统等,其中,操作系统包括Linux OS、Palm OS、Windows Mobile操作系统(Pocket PC)。



图 3-14 掌上电脑

掌上电脑的主要功能包括录音机功能、英汉和汉英词典功能、全球时钟对照功能、提醒功能、休闲娱乐功能和传真功能。

3.2.5 计算机化手机

iPhone是2007年由苹果公司(Apple, Inc.)推出的,将移动电话、可触摸宽屏iPod及具有桌面级电子邮件、网页浏览搜索和地图功能合而为一的Internet通信设备,是集合了照相手机、个人数字助理、媒体播放器及无线通信设备功能的掌上设备。iPhone引入了基于大型多触点显示屏和领先型软件的全新用户界面,让用户用手指即可控制iPhone。iPhone还开创了移动设备软件尖端功能的新纪元,重新定义了移动电话的功能。

2011年6月21日,诺基亚发布全球首款MeeGo移动智能终端NOKIA手机N9,它代表了智能手机的发展趋势。从诺基亚N9、摩托罗拉ME860,到HTC的Sensation、三星Galaxy S II,再到苹果iPhone 4等知名品牌的智能手机新品来看,高速处理器、大内存、大硬盘和智能操作系统是它们的共同点,其中一些产品还安装了独立的图像处理器,NOKIA N9和苹果iPhone 4如图3-15所示。除了硬盘和屏幕以外,这些手机几乎已经赶上,甚至超过一些计算机产品了。如果说苹果公司重新定义了手机,点燃了手机计算机化的“星星之火”,那么谷歌公司安卓操作系统的走俏,则让这一趋势在全球范围内“燎原”。2010年第四季度,全球智能手机出货量首次超过了计算机。

从只能打电话、发短信的黑白屏手机,再到彩屏手机、照相手机、音乐手机以及现在的智能上网手机,短短数十年时间里,手机实现了好几代升级,功能日益强大。原来需要通过计算机来完成的网络应用,现在用一部手机就能解决。手机计算机化包括手机屏幕、键盘、软件 and 应用的计算机化,例如,很多计算机上的通信、娱乐、办公应用功能已顺利地转移到手机上。截至 2018 年底,尽管手机厂家宣称其产品仍在不断升级,但其基本功能却没有太大变化,因此,很多人已不再追风。百姓正等待着划时代产品的出现。



图 3-15 NOKIA N9 和 iPhone 4

3.3 检测系统

3.3.1 检测系统概述

1. 检测技术

检测技术就是利用各种物理、化学效应,选择合适的方法和装置,将生产、科研、生活中的有关信息通过检查与测量的方法赋予定性或定量结果。能够自动地完成整个检测处理过程的技术称为自动检测与转换技术。

检测技术与自动化装置是一种将自动化、电子、计算机、控制工程、信息处理及机械等多种学科和多种技术融合为一体并综合运用的复合技术,该技术广泛应用于交通、电力、冶金、化工、建材等各领域自动化装备及生产自动化过程中。

检测技术以自动化、电子、计算机、控制工程、信息处理及机械等为研究对象,以现代控制理论、传感技术与应用、计算机控制等为技术基础,以检测系统设计、人工智能、工业计算机集散控制系统等技术为专业基础,众多学科相互渗透,从事以检测技

术与自动化装置研究领域为主体的,与控制、信息科学、机械等领域相关的理论和技术方面的研究。

2. 检测系统

检测系统是指传感器与测量仪表、变换装置等的有机组合,是传感技术发展 to 一定阶段的产物。

在实际工程中,需要将传感器与多台测量仪表有机地组合起来,构成一个整体,才能完成信号的检测,这样便形成了检测系统。随着计算机技术及信息处理技术的不断发展,检测系统所涉及的内容也不断充实。在现代化的生产过程中,过程参数的检测都是自动进行的,即检测任务是由检测系统自动完成的,因此研究和掌握检测系统的构成及原理是十分必要的。

检测系统中的传感器是用来感受被测量属性的大小并输出相对应可用输出信号的器件或装置。当检测系统的几个功能环节独立分隔开的时候,必须从一个地方向另一个地方传输数据,数据传输环节就是来完成这种传输功能的。

数据处理环节是将传感器的输出信号进行处理和变换。例如对信号进行放大、运算、滤波、线性化、数/模(D/A)或模/数(A/D)转换,转换成另一种参数信号或某种标准化的统一信号等,使其输出信号便于显示、记录,也可以与计算机系统连接,以便对测量信号进行处理或用于系统的自动控制。

数据显示环节将被测量信息变成感官能接受的形式,以达到监视、控制或分析的目的。测量结果可以采用模拟显示,也可以采用数字显示,并可以由记录装置进行自动记录或由打印机将数据打印出来。

测量的目的是获取被测量属性的真实值,但在实际测量过程中,由于种种原因,例如传感器本身性能不理想,测量方法不完善,受外界干扰影响及人为的疏忽等,都会造成被测参数的测量值与真实值不一致,两者不一致的程度用测量误差表示。随着科学技术的发展,人们对测量精度的要求越来越高,可以说测量工作的价值就取决于测量的精度。当测量误差超过一定限度时,测量工作和测量结果就失去了意义,甚至会给工作带来危害。因此,对测量误差的分析和控制就成为衡量测量技术水平乃至科学技术水平的一个重要方面。由于误差存在的必然性和普遍性,人们只能将误差控制在尽可能小的范围内,而不能完全消除它。

3.3.2 传感器

1. 传感器概述

传感器(Transducer/Sensor)是一种物理装置或生物器官,能够探测、感受外界的信号、物理条件(如光、热、湿度)或化学组成(如烟雾),并将探知的信息传递给其他装置或器官。

国家标准 GB/T 7665—2005 中对传感器的定义是“能感受被测量并按照一定的规律转换成可用输出信号的器件或装置,通常由敏感元件和转换元件组成”。传感器是一种检测装置,能感受到被测量的信息,并能将检测到的信息按一定规律转换成电信号或其他所需形式的输出信息,以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。它是实现自动检测和自动控制的首要环节。

传感器在新韦式大词典中被定义为从一个系统接收功率,通常以另一种形式将功率送到第二个系统中的器件。根据这个定义,传感器的作用是将一种能量转换成另一种能量形式,所以不少学者也用“换能器”(Transducer)来称谓“传感器”(Sensor)。

2. 各种传感器

电阻式传感器是一种把位移、力、压力、加速度、扭矩等非电物理量转换为电阻值变化的传感器。电容式传感器是一种把被测的机械量(如位移、压力等)转换为电容量变化的传感器。电感式传感器是利用电磁感应把被测的物理量(如位移、压力、流量、振动等)转换成线圈的自感系数和互感系数的变化,再由电路转换为电压或电流的变化量输出,实现非电量到电量的转换。压电效应传感器是一种自发电式和机电转换式传感器。光电传感器是采用光电元件作为检测元件的传感器。热电式传感器是将温度变化转换为电量变化的装置。气敏传感器是一种检测特定气体的传感器。湿敏传感器是由湿敏元件和转换电路等组成,将环境湿度转换为电信号的一种装置。数字式传感器是把被测参量转换成数字量输出的传感器。生物传感器是对生物物质敏感并将其浓度转换为电信号进行检测的仪器。微波传感器是利用微波特性来检测一些物理量的器件。超声波传感器是利用超声波的特性研制而成的传感器。

3.3.3 自动化仪表

1. 定义

自动化仪表是指由若干自动化元件构成,具有较完善功能的自动化工具。它一般同时具有数种功能,如测量、显示、记录或测量、控制、报警等。它本身是一个系统,又是整个自动化系统的一个子系统。

自动化仪表是一种信息机器,其主要功能是实现信息形式的转换,将输入信号转换成输出信号。信号可以按时间域或频率域表达,信号的传输则可调制成连续的模拟量或断续的数字量形式。几种常见的自动化仪表如图 3-16 所示。



图 3-16 各种自动化仪表

2. 分类

自动化仪表的分类方法有很多,可以根据不同原则进行相应分类。按仪表所使用的能源不同,自动化仪表可以分为气动仪表、电动仪表和液动仪表(很少见);按仪表组合形式不同,自动化仪表可以分为基地式仪表、单元组合仪表和综合控制装置;按仪表安装形式不同,自动化仪表可以分为现场仪表、盘装仪表和架装仪表;按仪表是否引入微处理机(器),自动化仪表可分为智能仪表和非智能仪表;按仪表信号的形式不同,自动化仪表可分为模拟仪表和数字仪表。

3. 发展历史

仪器仪表的发展历史悠久。据《韩非子·有度》记载,我国在战国时期已有了利用天然磁铁制成的指南仪器,称为司南。古代仪器在很长一段历史时期内,多属于用以定向、计时或供度量衡用的简单仪器。

17世纪~18世纪,欧洲的一批物理学家开始利用电流与磁场作用力原理制成简单的检流计,利用光学透镜制成望远镜,奠定了电学和光学仪器的发展基础。其他用于测量和观察的各种仪器也随之逐渐得到了发展。

19世纪~20世纪,工业革命和现代化的大规模生产促进了新学科和新技术的发展,后来又出现了电子计算机和空间技术等,因而仪器、仪表也得到迅速发展。现代仪器、仪表已成为测量、控制和实现自动化不可或缺的技术工具。

4. 发展趋势

自动化技术的发展趋势是系统化、柔性化、集成化和智能化。自动化技术不断发展的同时提高了光电子、自动化控制系统、传统制造等行业的技术水平和市场竞争力。它与光电子、计算机、信息技术的融合和创新,不断创造和形成新的行业经济增长点,同时不断提供新的行业发展管理战略。

具体来说,数控技术趋于模块化、网络化、多媒体化和智能化,如CAD/CAM系统面向产品的整个生命周期,自动控制系统可以实现产品质量的在线监测与控制,设备运行状态的动态监测/诊断和事故处理,生产状态的监控和设备之间的协调控制与连锁保护及厂级管理决策与控制等。系统网络普遍以通用计算机网络为基础,自动化控制产品正向着成套化、系列化、多品种的方向发展,集自动控制技术、数据通信技

术、图像显示技术为一体的综合性系统装置已成为国外工业过程控制的主导产品,现场总线成了自动化控制技术发展的第一热点,可编程控制器(PLC)与工业控制系统(DCS)的实现功能越来越接近,价格也逐步接近,国外自动控制与仪器、仪表领域的前沿厂商已推出了类似 PCS(Process Control System,过程控制系统)的产品。

自动化仪表发展趋势是以实现过程工艺参数的稳定运行发展为目标,以最优质量、最优控制为指标,控制方法由模拟的反馈控制发展为数字式的开环预测控制,由传统的手动定值调节器、PID 调节器及各种顺序控制装置发展为以微型机构成的数字调节器和自适应调节器。

3.3.4 RFID

1. RFID 概述

RFID(Radio Frequency IDentification,无线射频识别)又称电子标签、射频识别,它是一种通信技术,可通过无线电信号来识别特定目标并读写相关数据,而无须在识别系统与特定目标之间建立机械或光学接触。

RFID 技术是一种易于操控、简单实用且特别适用于自动化控制的灵活性应用技术。这一工作无需人工干预,既可支持只读工作模式,也可支持读写工作模式,且无须接触或瞄准。RFID 可以在各种环境下工作,例如短距离射频产品就具有不怕油渍、灰尘等污染的特点;长距离射频产品则多用于交通,识别距离可达几十米,如自动收费或识别车辆身份等。RFID 技术具有条形码所不具备的防水、防磁、耐高温、使用寿命长、读取距离大、数据加密、存储容量大及信息更改自如等优点。

RFID 也被称为感应式电子芯片或近接卡、感应卡、非接触卡、电子条码等。RFID 技术的应用非常广泛,典型的应用有动物芯片、汽车芯片防盗器、门禁管制、停车场管制、生产线自动化及物料管理等。

2. RFID 系统组成

RFID 系统主要包括电子标签和阅读器两部分。电子标签是 RFID 系统的数据载体,由标签天线和标签专用芯片组成。电子标签依据供电方式不同,可以分为有源电子标签(Active Tag)、无源电子标签(Passive Tag)和半无源电子标签(Semi-passive

Tag),有源电子标签有内装电池,无源电子标签没有内装电池,半无源电子标签部分依靠电池工作;依据频率的不同,可分为低频电子标签、高频电子标签、超高频电子标签和微波电子标签;电子标签依据封装形式的不同,可分为信用卡标签、线形标签、纸状标签、玻璃管标签、圆形标签及特殊用途的异形标签等。RFID 阅读器(读写器)通过天线与 RFID 电子标签进行无线通信,可以实现对标签识别码和内存数据的读出或写入操作。典型的阅读器包括高频模块(发送器和接收器)、控制单元及阅读器天线。

一个典型的 RFID 系统由无线阅读器、天线、电子标签及计算机系统等部分组成。

(1) 阅读器(Reader)。阅读器是读取(或写入)标签信息的设备,可设计为手持式或固定式,如图 3-17 所示分别为手持式和固定式阅读器。



图 3-17 RFID 阅读器

(2) 天线(Antenna)。天线在标签和阅读器间传递射频信号,如图 3-18 所示。

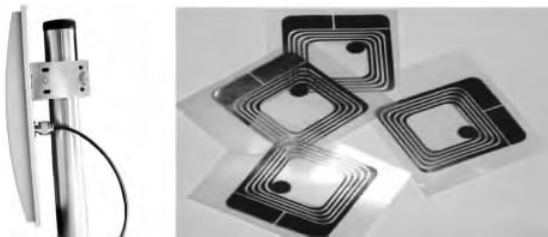


图 3-18 天线

(3) 电子标签(Tag)。电子标签由耦合元器件及芯片组成,每个标签具有唯一的电子编码,附着在物体上标识目标对象。每个标签都有一个唯一的 ID——UID。UID 是在制作芯片时放在 ROM 中的,无法修改。用户数据区是供用户存放数据的,可以进行读写、覆盖、添加等操作。阅读器对标签的操作有识别(Identify,读取 UID)、读取(Read,读取用户数据)和写入(Write,写入用户数据)3 类。RFID 电子标

签如图 3-19 所示。

(4) 计算机系统。计算机系统可以根据逻辑运算判断该标签的合法性,控制过程自动完成,如图 3-20 所示。



图 3-19 RFID 电子标签



图 3-20 计算机系统

3. 基本工作原理

RFID 技术的工作原理并不复杂,电子标签进入磁场后,接收解读器发出的射频信号,凭借感应电流所获得的能量发送出存储在芯片中的产品信息(即 Passive Tag,无源标签或被动标签),或者主动发送某一频率的信号(即 Active Tag,有源标签或主动标签),解读器读取信息并解码后,送至中央信息系统进行有关数据处理。

以一套完整的 RFID 系统为例,它由阅读器、电子标签、应答器及应用软件系统 4 个部分组成,其工作原理是阅读器发射一特定频率的无线电波能量给应答器,用以驱动应答器电路将内部的数据送出,此时阅读器便依序接收并解读数据,送给应用程序做相应的处理。

RFID 卡片阅读器和电子标签之间的通信及能量感应方式大致可以分成感应耦合(Inductive Coupling)及后向散射耦合(Backscatter Coupling)两种,一般低频的 RFID 系统大多数都采用第一种方式,而较高频的大多数采用第二种方式。

阅读器根据使用的结构和技术不同,可以分为只读或读写装置,它是 RFID 系统的信息控制和处理中心。阅读器通常由耦合模块、收/发模块、控制模块和接口单元组成。阅读器和电子标签之间一般采用半双工通信方式进行信息交换,同时阅读器通过耦合给无源电子标签提供能量和时序。在实际应用中,进一步通过 Ethernet 或 WLAN 等可实现对物体识别信息的采集、处理及远程传送等管理功能。

思考题

1. 简述图灵模型的结构。
2. 简述冯·诺依曼模型的结构。
3. 简述计算机系统的组成。
4. 简述微型计算机的结构。
5. 有几种系统总线？它们的功能是什么？
6. CPU 由几个部分组成？
7. 简述存储器的分类。
8. 什么是超级计算机？
9. 什么是手机计算机化？
10. 什么是检测系统？
11. 什么是传感器？
12. 什么是自动化仪表？
13. 什么是 RFID？