

在图1-9的层次结构中,再往下一层是主存。这是存储器系统的主力。主存通常称为随机访问存储器(Random Access Memory, RAM)。过去有时称之为磁芯存储器,因为在20世纪50年代和60年代,使用很小的可磁化的铁磁体制作主存。目前,存储器的容量在几百兆字节到若干吉字节之间,并且其容量正在迅速增长。所有不能在高速缓存中得到满足的访问请求都会转往主存。

除了主存之外,许多计算机已经在使用少量的非易失性随机访问存储器。它们与RAM不同,在电源切断之后,非易失性随机访问存储器并不丢失其内容。只读存储器(Read Only Memory, ROM)在工厂中就被编程完毕,然后再也不能被修改。ROM速度快且便宜。在有些计算机中,用于启动计算机的引导加载模块就存放在ROM中。另外,一些I/O卡也采用ROM处理底层设备控制。

EEPROM(Electrically Erasable PROM,电可擦除可编程ROM)和闪存(flash memory)也是非易失性的,但是与ROM相反,它们可以擦除和重写。不过重写它们需要比写入RAM更高数量级的时间,所以它们的使用方式与ROM相同,而与众不同的特点使它们有可能通过字段重写的方式纠正所保存程序中的错误。

在便携式电子设备中,闪存通常作为存储媒介。闪存是数码相机中的胶卷,是便携式音乐播放器的磁盘,这仅仅是闪存用途中的两项。闪存速度上介于RAM和磁盘之间。另外,与磁盘存储器不同,如果闪存擦除的次数过多,就被磨损了。

还有一类存储器是CMOS,它是易失性的。许多计算机利用CMOS存储器保持当前时间和日期。CMOS存储器和递增时间的时钟电路由一块小电池驱动,所以,即使计算机没有上电,时间也仍然可以正确地更新。CMOS存储器还可以保存配置参数,诸如,哪一个启动磁盘等。之所以采用CMOS是因为它消耗的电能非常少,一块工厂原装的电池往往就能使用若干年。但是,当电池开始失效时,计算机就会出现“Alzheimer病症”^①。计算机忘记掉记忆多年的事物,比如应该由哪个磁盘启动等。

1.3.3 磁盘

下一个层次是磁盘(硬盘)。磁盘同RAM相比,每个二进制位的成本低了两个数量级,而且经常也有两个数量级大的容量。磁盘惟一的问题是随机访问数据时间大约慢了三个数量级。其低速的原因是因为磁盘是一种机械装置,如图1-10所示。

在一个磁盘有一个或多个金属盘片,它们以5400, 7200或10 800rpm的速度旋转。从边缘开始有一个机械臂悬横在盘面上,这类似于老式播放塑料唱片33转唱机上的拾音臂。信息写在磁盘上的一系列同心圆上。在任意一个给定臂的位置,每个磁头可以读取一段环形区域,称为磁道(track)。把一个给定臂的位置上的所有磁道合并起来,组成了一个柱面(cylinder)。

每个磁道划分为若干扇区,扇区的典型值是512字节。在现代磁盘中,较外面的柱面比较内部的柱面有更多的扇区。机械臂从一个柱面移到相邻的柱面大约需要1ms。而随机移到一个柱面的典型时间为5ms至10ms,其具体时间取决于驱动器。一旦磁臂到达正确的磁道上,驱动器必须等待所需的扇区旋转到磁头之下,这就增加了5ms至10ms的时延,其具体延时取决于驱动器的转速。一旦所需要的扇区移到磁头之下,就开始读写,低端硬盘的速率是5MB/s,而高速磁盘的速率是160 MB/s。

许多计算机支持一种著名的虚拟内存机制,这将在第3章中讨论。这种机制使得期望运行大于物理内存的程序成为可能,其方法是将程序放在磁盘上,而将主存作为一种缓存,用来保存最频繁使用的部分程序。这种机制需要快速地映像内存地址,以便把程序生成的地址转换为有关字节在RAM中的物理地址。这种映像由CPU中的一个部件,称为存储器管理单元(Memory Management Unit, MMU)来完成,如图1-6所示。

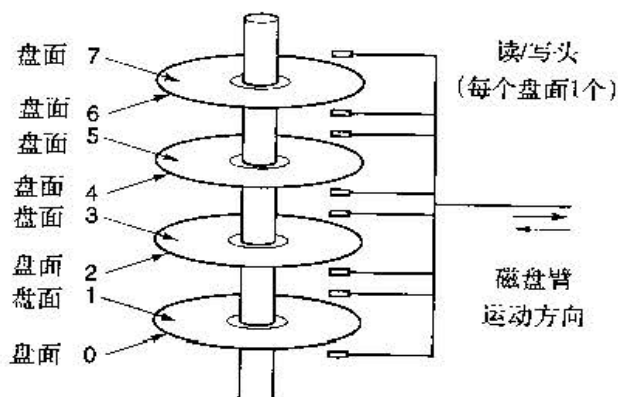


图1-10 磁盘驱动器的构造

① 一种病因未明的原发退行性大脑疾病,以记忆受损为主要特征,是老年性痴呆中最常见的一种类型。——译者注