



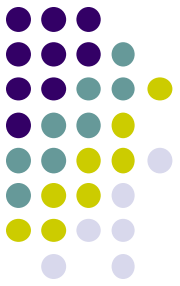
计算机组成与系统结构

第七章 外存与I/O设备

吕昕晨

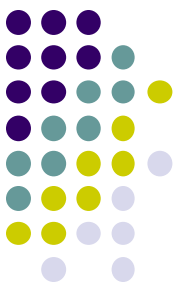
lvxinchen@bupt.edu.cn

网络空间安全学院



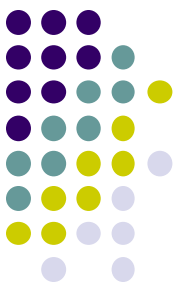
第七章 外存与I/O设备

- 磁盘存储设备的技术发展
 - 磁盘Cache
 - 磁盘阵列RAID
 - 磁带存储设备
- 光盘和磁光盘存储设备
- 显示设备
- 输入与输出设备



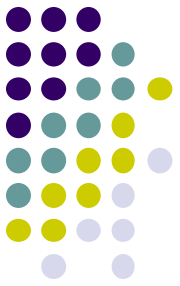
磁盘cache的出现

- 硬盘与主存之间**速度差异显著**
 - 随着微电子技术的飞速发展，CPU的速度每年增长1倍左右，主存芯片容量和磁盘驱动器的容量每1~5年增长1倍左右
 - 但磁盘驱动器的存取时间没有出现相应的下降，仍停留在毫秒(ms)级。而主存的存取时间为纳秒(ns)级，两者速度差别十分突出
 - **磁盘I/O系统成为整个系统的瓶颈**
 - 为了减少存取时间，可采取的措施有
 - 提高磁盘机主轴转速
 - 提高I/O总线速度
 - **采用磁盘cache**



磁盘cache的原理：局部性原理

- 利用了被访问数据的**空间局部性和时间局部性原理**
 - 空间局部性是指当某些数据被存取时，该数据附近的其他数据可能也将很快被存取
 - 时间局部性是指当一些数据被存取后，不久这些数据还可能再次存取
 - 现在大多数磁盘驱动器中都使用了**预读策略**，而根据局部性原理预取一些不久将可能读入的数据放到磁盘cache中
 - 甚至目前固态硬盘中也采用预读原理（Intel 傲腾SSD）
- CPU的cache存取时间一般小于10ns，命中率95%以上，全用硬件来实现。磁盘cache一次存取的数量大，数据集中，速度要求较CPU的cache低，管理工作较复杂，由硬件和软件共同完成。其中cache采用SRAM或DRAM。



第七章 外存与I/O设备

- 磁盘存储设备的技术发展
 - 磁盘Cache
 - 磁盘阵列RAID
 - 磁带存储设备
- 光盘和磁光盘存储设备
- 显示设备
- 输入与输出设备

磁盘阵列RAID

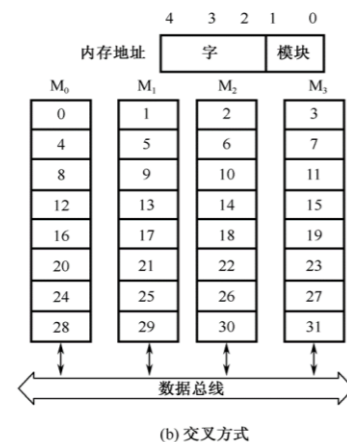
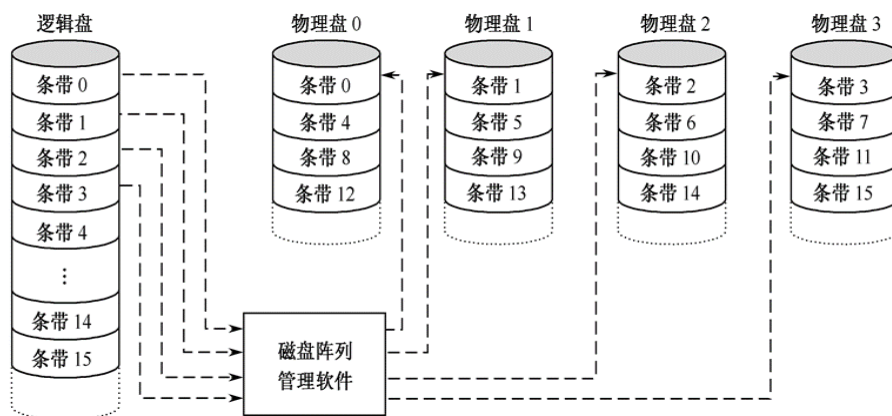


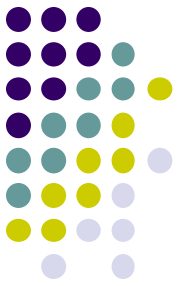
- RAID (Redundant Arrays of Independent Disks)
 - 冗余磁盘阵列，用多台磁盘存储器组成的大容量外存系统。
 - 其构造基础是利用数据分块技术和并行处理技术，在多个磁盘上交错存放数据，使之可以并行存取（对比交叉体存储器）
 - 在RAID控制器的组织管理下，可实现数据的并行存储、交叉存储、单独存储。由于阵列中的一部分磁盘存有冗余信息，一旦系统中某一磁盘失效，可以利用冗余信息重建用户信息。
- 设计理念
 - 多个小容量磁盘代替一个大容量磁盘，并用分布数据的方法能够同时从多个磁盘中存取数据
 - 改善I/O性能，增加存储容量，在超级或大型计算机中使用

磁盘阵列RAID



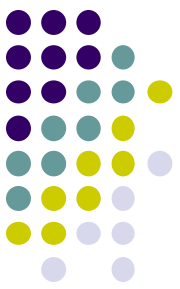
- **7级RAID标准**(RAID 0 ~ RAID 6)，指出了不同存储容量、可靠性、数据传输能力、I/O请求速率等方面的应用需求
- RAID 0级
 - 考虑到低成本比可靠性更重要，RAID 0未采用奇偶校验等冗余技术。RAID 0用于高速数据传输和高速I/O请求
 - 用户和系统数据分布在阵列中的所有磁盘上
 - 如果两个I/O请求正在等待两个不同的数据块，则被请求的块有可能在不同的盘上。两个请求能够并行发出，减少了I/O排队的时间





第七章 外存与I/O设备

- 磁盘存储设备的技术发展
 - 磁盘Cache
 - 磁盘阵列RAID
 - 磁带存储设备
- 光盘和磁光盘存储设备
- 显示设备
- 输入与输出设备



磁带存储设备

- 磁带机的记录原理与磁盘机基本相同，只是它的载磁体是一种带状塑料，叫做磁带
- 写入时可通过磁头把信息代码记录在磁带上
- 当记录有代码的磁带在磁头下移动时，就可在磁头线圈上感应出电动势，即读出信息代码
- 磁带存储设备由磁带机和磁带两部分组成，它通常用作为海量存储设备的数据备份
- 磁带速度比磁盘速度慢，原因是磁带上的数据采用顺序访问方式，而磁盘则采用随机访问方式



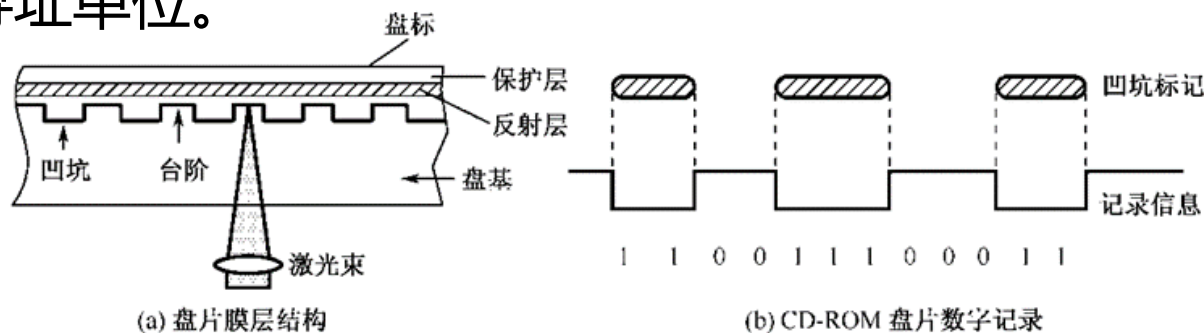
第七章 外存与I/O设备

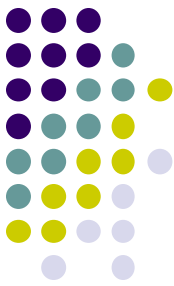
- 磁盘存储设备的技术发展
- 光盘和磁光盘存储设备
- 显示设备
- 输入与输出设备

光盘存储设备原理



- 光盘上的信息以**坑点形式分布**，有坑点表示为1，无坑点表示为0，一系列的坑点形成信息记录道。
- 必须**采用激光作为光源**，并**采用良好的光学系统**才能实现。
- 光盘的记录信息以凹坑方式永久性存储
- 读出时，当激光束聚焦点照射在凹坑上时将发生衍射，反射率低；而聚焦点照射在凸面上时大部分光将返回。根据**反射光的光强变化**并进行光电转换，即可**读出记录信息**。
- 信息记录的轨迹称为光道。光道上划分出一个个扇区，它是光盘的最小可寻址单位。





光盘存储设备例题

【例2】CDROM光盘的外缘有5mm宽的范围因记录数据困难，一般不使用，故标准的播放时间为60分钟。计算模式1和模式2情况下光盘存储容量是多少？

解：

扇区总数=60分×60秒×75扇区/秒=270 000(扇区)

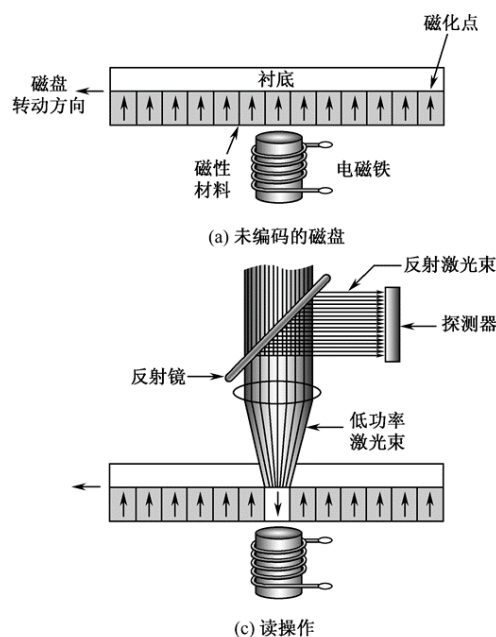
模式1存放计算机程序和数据，其存储容量为

$$270\,000 \times 2048\text{B} / 2^{20} = 527\text{MB}$$

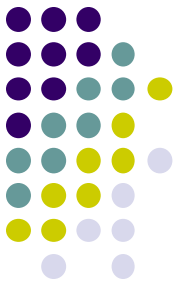
模式2存放声音、图像等多媒体数据，其存储容量为270 000×2336B/2²⁰=601MB

磁光盘存储设备原理

- 利用**热磁效应**写入数据
 - 当激光束将磁光介质上的记录点加热到居里点温度以上时，外加磁场作用改变记录点的磁化方向，而不同的磁化方向可表示数字0和1
- 利用**磁光克尔效应**读出数据
 - 当激光束照射到记录点时，记录点的磁化方向不同，会引起反射光的偏振面发生不同结果，从而检测出所记录的数据



MO盘介质材料发生的物理特性改变是可逆变化，因此**信息是可重写的**



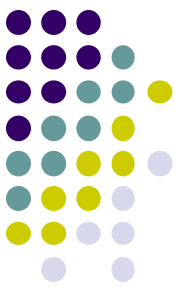
第七章 外存与I/O设备

- 磁盘存储设备的技术发展
- 光盘和磁光盘存储设备
- 显示设备
 - 显示设备的分类与有关概念
 - 字符/图形显示器
 - 图像显示设备与VESA显示标准
- 输入与输出设备



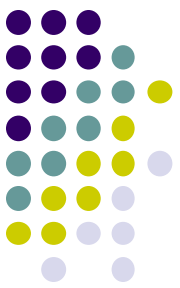
显示设备的分类

- 以**可见光的形式传递和处理信息的设备叫显示设备**，是目前计算机系统中应用最广泛的人机界面设备。
- 按显示设备所用的**显示器件**分类
 - 阴极射线管(CRT)显示器、液晶显示器(LCD)、等离子显示器
- 按所显示的**信息内容**分类，
 - 字符显示器、图形显示器、图像显示器
- **CRT**中又可以分类
 - 扫描方式：光栅扫描和随机扫描
 - 分辨率：高分辨率和低分辨率
 - 显示颜色：单色和彩色
 - 显示屏幕大小：14、15、17、19英寸等



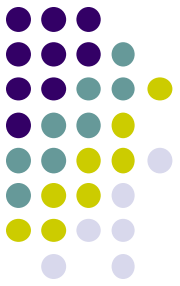
显示设备的有关概念

- 分辨率
 - 显示器所能显示的像素个数 (1920*1080)
 - 像素越密, 分辨率越高, 图象越清晰
 - 取决于显像管荧光粉的粒度, 荧光屏的尺寸以及CRT电子束的聚焦能力
- 灰度级
 - 像素点的亮暗差别 (黑白) 颜色的不同 (彩色)
 - 灰度级越多, 图象层次越清楚越逼真
 - 取决于每个像素对应的刷新存储器的位数以及CRT本身的性能



显示设备的有关概念

- **刷新**
 - 电子束打在荧光粉上引起发光只能维持几十毫秒的时间
 - 让电子束反复不断地扫描整个屏幕，该过程称为刷新
 - 刷新频率越高，显示越没有闪烁；50Hz（至少）
- **刷新存储器（视频存储器、显存）**
 - 为刷新提供信号的存储器，容量取决于分辨率和灰度级
 - 如 1024×768 ，32位真彩色，需要 $1024 \times 768 \times 32 / 8B = 3MB$ ，其存取周期必须满足刷新频率的要求。
 - 设上例中要求刷新频率为75Hz，则刷新存储器的总带宽为 $75 \times 3MBPS = 225MBPS$ （Mega Bytes per Second）



第七章 外存与I/O设备

- 磁盘存储设备的技术发展
- 光盘和磁光盘存储设备
- 显示设备
 - 显示设备的分类与有关概念
 - 字符/图形显示器
 - 图像显示设备与VESA显示标准
- 输入与输出设备

字符显示器



- 显示字符的方法以点阵为基础
 - 点阵是由 $m \times n$ 个点组成的阵列，并以此来构造字符
 - 将点阵存入由ROM构成的字符发生器中，在CRT进行光栅扫描的过程中，从字符发生器中依次读出某个字符的点阵，按照点阵中0和1代码不同控制扫描电子束的开或关，在屏幕上显示出字符

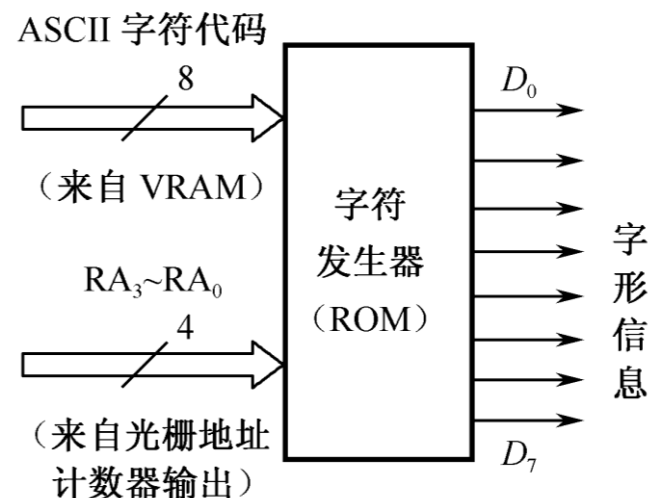
RA ₃ ~RA ₀	D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	
0000	1	1	1	1	1	1	1	1	FEH
0001	0	0	0	1	0	0	0	0	10H
0010	0	0	0	1	0	0	0	0	10H
0011	0	0	0	1	0	0	0	0	10H
0100	0	0	0	1	0	0	0	0	10H
0101	0	0	0	1	0	0	0	0	10H
0110	0	0	0	1	0	0	0	0	10H
0111	0	0	0	1	0	0	0	0	10H
1000	1	1	1	1	1	1	1	1	FEH
1111	0	0	0	0	0	0	0	0	OOH

(a) 字符 I 的点阵表示

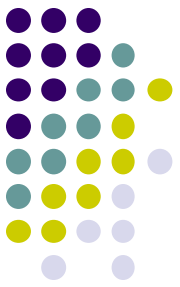
字符显示器



- 点阵的多少取决于显示字符的质量和字符窗口的大小
 - 字符窗口是指每个字符在屏幕上所占的点数，它包括字符显示点阵和字符间隔。对应于每个字符窗口，所需显示字符的ASCII代码被存放在视频存储器VRAM中，以备刷新。
 - 例如标准的80列*25行字符显示器，VRAM应有 $80 \times 25 = 2000$ 个单元存放被显示的字符信息。

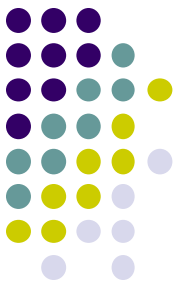


(b) 字符发生器的结构



随机扫描图形显示器

- 随机图形显示器
 - 工作原理
 - 将所显示图形的一组坐标点和绘图命令组成显示文件存放在缓冲存储器，缓存中的显示文件送矢量(线段)产生器，产生相应的模拟电压，直接控制电子束在屏幕上的移动。
 - 优点：
 - 分辨率高(可达 4096×4096 个像素)，显示的曲线平滑。
 - 缺点
 - 当显示复杂图形时，会有闪烁感



光栅扫描图形显示器

- 工作原理
 - 相邻像素串接法，即曲线是由相邻像素串接而成
- 刷新存储器与分辨率及灰度的关系
 - VRAM中存放一帧图形的形状信息，它的地址和屏幕上的地址一一对应。
 - $\text{VRAM} = \text{分辨率} \times \text{灰度级}$
 - 如：1024×1024，24位色，VRAM的容量
$$1024 \times 1024 \times 24 / 8 = 3\text{M}$$
- 优点
 - 通用性强，灰度层次多，色调丰富，显示复杂图形时无闪烁现象。产生图形有阴影效应、隐藏面消除、涂色等功能
 - 目前流行的显示器



图形显示器例题

【例4】刷存的重要性能指标是它的带宽。实际工作时显示适配器的几个功能部分要争用刷存的带宽。假定总带宽的50%用于刷新屏幕，保留50%带宽用于其他非刷新功能。

(1)若显示工作方式采用分辨率为 1024×768 ，颜色深度为3B，帧频(刷新速率)为72Hz，计算刷存总带宽应为多少？

∴ 刷新所需带宽 = 分辨率 × 每个像素点颜色深度 × 刷新速率

∴ $1024 \times 768 \times 3B \times 72/s = 165888KB/s = 162MB/s$

刷存总带宽应为 $162MB/s \times 100/50 = 324MB/s$



图形显示器例题

【例4】刷存的重要性能指标是它的带宽。实际工作时显示适配器的几个功能部分要争用刷存的带宽。假定总带宽的50%用于刷新屏幕，保留50%带宽用于其他非刷新功能。

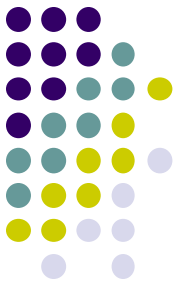
(2)为达到这样高的刷存带宽，应采取何种技术措施？

使用高速的DRAM芯片组成刷存；

② 刷存采用多体交叉结构；

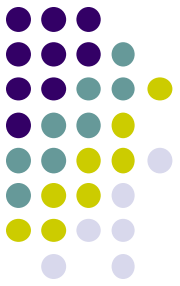
③ 刷存至显示控制器的内部总线宽度由32位提高到64位，甚至128位；

④ 刷存采用双端口存储器结构，将刷新端口与更新端口分开。



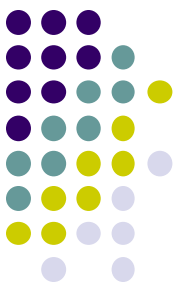
第七章 外存与I/O设备

- 磁盘存储设备的技术发展
- 光盘和磁光盘存储设备
- 显示设备
 - 显示设备的分类与有关概念
 - 字符/图形显示器
 - 图像显示设备与VESA显示标准
- 输入与输出设备



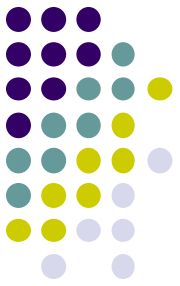
图像显示设备

- 图像显示器分类
 - 简单图像显示器
 - 仅仅显示计算机送来的数字图像，显示器不作处理
 - 图形处理子系统
 - 专用计算机,图形工作站
- IBM PC系列的显示系统
 - 显示标准
 - MDA,CGA,EGA,VGA,VESA,SVGA,TVGA



VESA显示标准

- VESA显示模式
- 显示适配器(显示卡)组成
 - 刷新存储器
 - ROM BIOS
 - 显示控制器
 - 给显示器提供GRB三色信号及同步信号
 - CPU将主存已经修改好的内容在扫描回程的消隐期送到刷新存储器
 - 图形加速能力
 - 位和块传送、画线、颜色填充



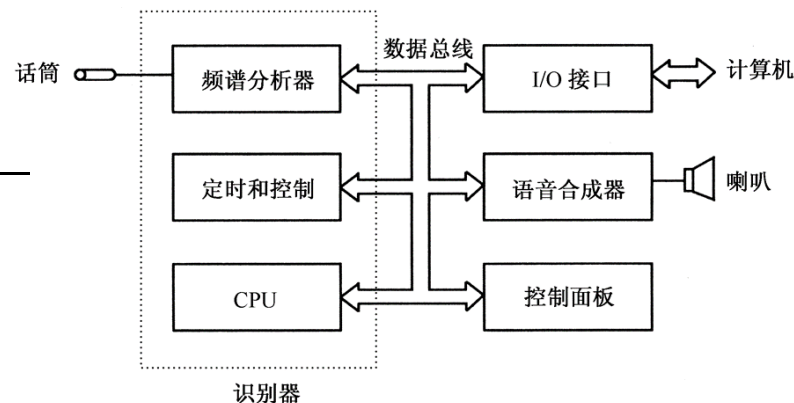
第七章 外存与I/O设备

- 磁盘存储设备的技术发展
- 光盘和磁光盘存储设备
- 显示设备
- 输入与输出设备

输入设备



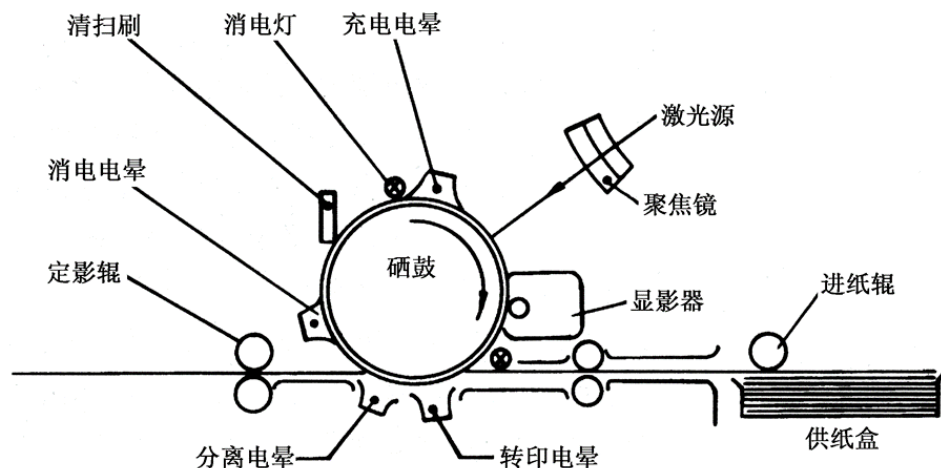
- 常用的计算机输入设备分为
 - 图形输入
 - 计算机将结果显示给人，人根据看到的显示决定下一步操作，并通过输入设备告诉计算机
 - 例如，键盘/鼠标输入
 - 图像输入
 - 数字摄像机（图像较大，压缩—恢复技术）
 - 声音输入
 - 目标：人机对话
 - 结构如右图



打印设备



- 按印字原理分为
 - 击打式
 - 利用机械作用使印字机构与色带和纸相撞击而打印字符
 - 非击打式两大类
 - 采用电、磁、光、喷墨等物理、化学方法印刷字符
- 激光印字机



第七章作业



- 7-3、 7-6、 7-7
- 7-8、 7-11、 7-12