



第十三章 I/O系统（三）

I/O内核子系统

苏州大学计算机科学与技术



I/O内核子系统

- ❖ 提供了与I/O有关的服务，建立在硬件和设备驱动程序结构之上，还负责保护自己免受错误进程和恶意用户的危害

- ❧ I/O调度

- ❧ 缓冲

- ❧ 高速缓存

- ❧ 假脱机与设备预留

- ❧ 错误处理

- ❧ I/O保护



I/O内核子系统

❖ 高速缓存(Cache) — 保留数据拷贝的高速内存

- ☞ 仅仅是一个拷贝
- ☞ 关键是性能

❖ 假脱机(Spooling) — 保存设备输出的缓冲

- ☞ 如果设备在一个时刻只能相应一个请求
- ☞ 如，打印机

❖ I/O保护 — 防止非法I/O指令的执行

- ☞ 定义I/O指令为特权指令
- ☞ 应用程序I/O操作必须通过系统调用实现



I/O内核子系统

❖ 错误处理

- ❧ 操作系统可以从磁盘读、设备无效、暂时写失败等错误中恢复
- ❧ 当出现I/O请求失败时，多数情况返回一个错误号
- ❧ 系统出错日志记录了错误报告

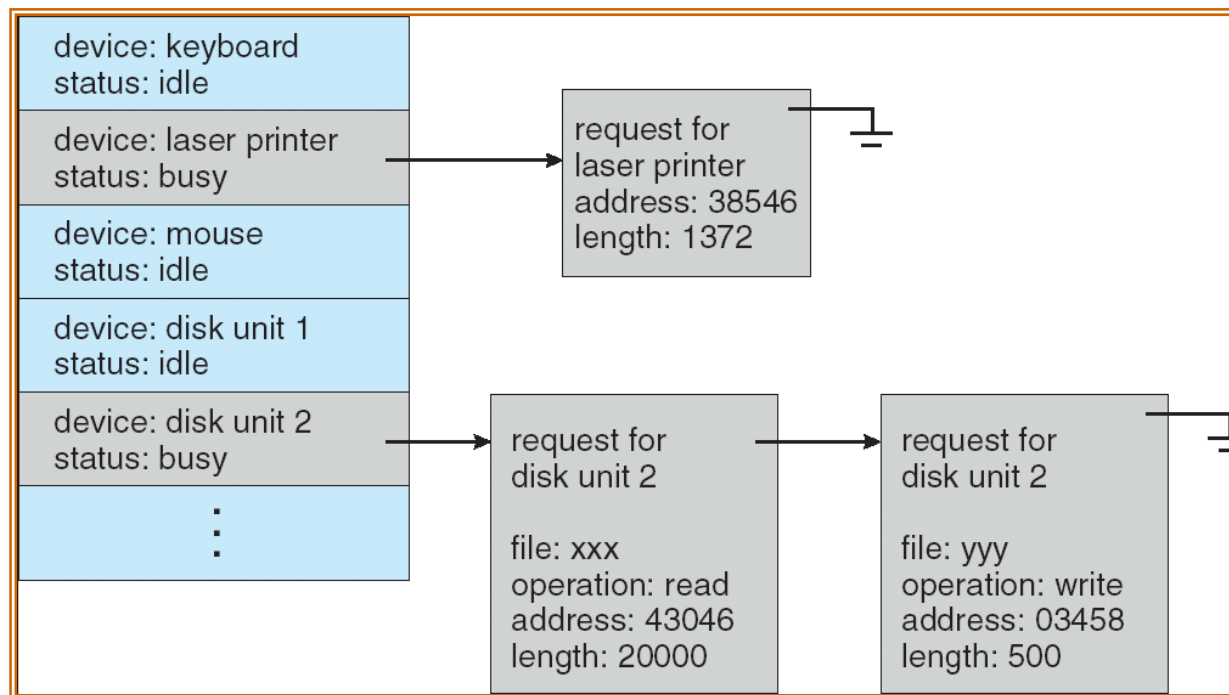
❖ 内核数据结构

- ❧ 内核保存了I/O组件的状态信息，包括文件打开表、网络连接、字符设备状态等
- ❧ 许多复杂的数据结构用于记录缓冲、内存分配和“脏”块
- ❧ 有些操作系统使用面向对象的方法和消息机制来实现I/O



I/O调度

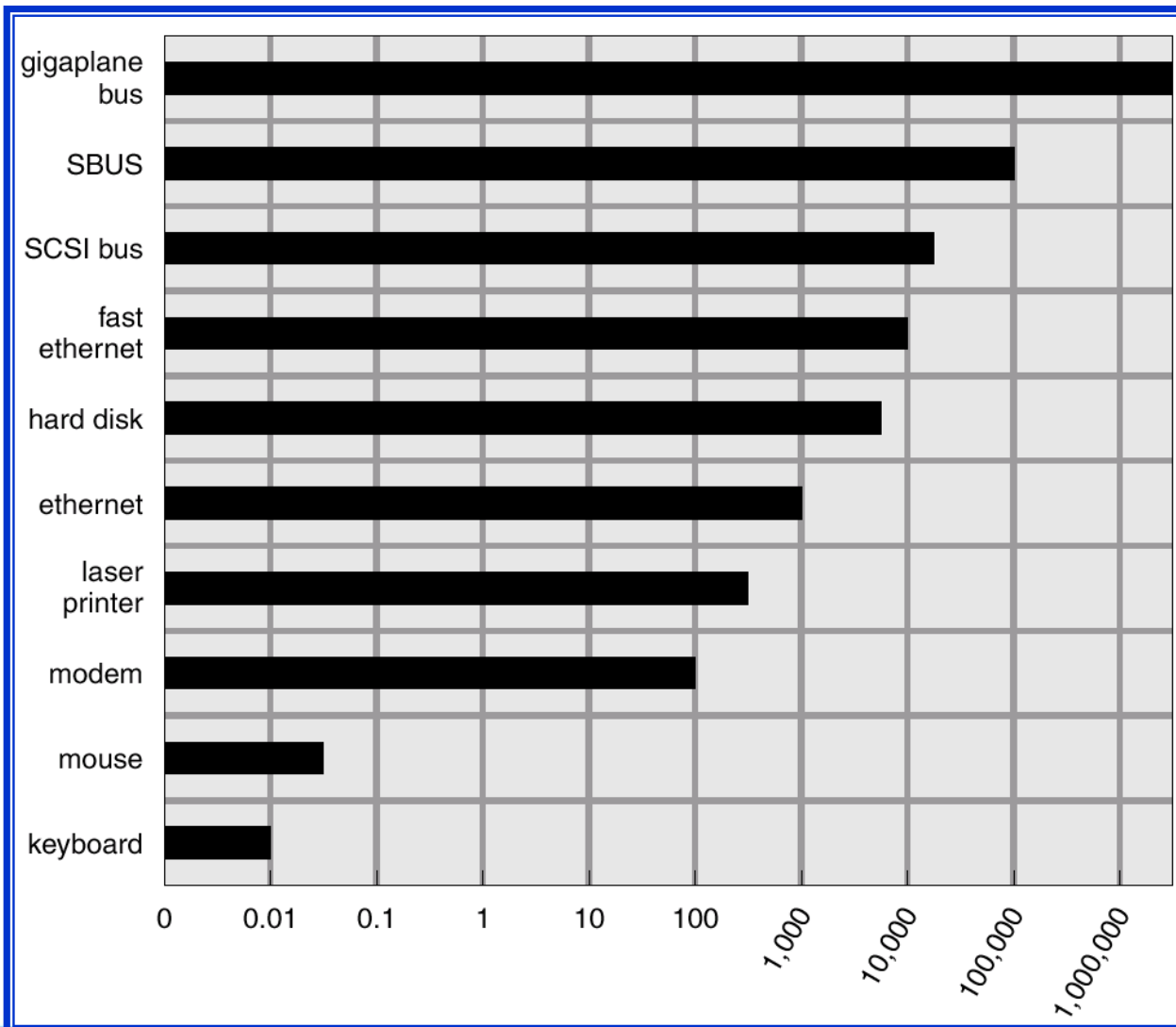
- ❖ 某些I/O请求需要按设备队列排序
- ❖ 某些操作系统试图维持公平
- ❖ 先来先服务算法



设备状态表



Sun Enterprise 6000的设备传输率





缓冲区管理

- ❖ 在现代操作系统中，几乎所有的I/O设备在与CPU交换数据时，都用了缓冲区。缓冲区是一个存储区域，可以由专门的硬件组成；更多的是利用内存。缓冲管理的主要功能是组织好这些缓冲区，并提供获得和释放缓冲区的手段。
- ❖ 缓冲(Buffering) — 设备之间传输的数据暂时存放在内存中
 - ↪ 解决设备之间的速度差异
 - ↪ 协调传输数据大小不一致
 - ↪ 维持“拷贝语义”



缓冲的引入

❖ 引入缓冲的主要原因

- ❧ 缓和CPU与I/O设备间速度不匹配的矛盾
- ❧ 减少对CPU的中断频率，放宽对CPU中断响应时间的限制
- ❧ 解决数据粒度不匹配的问题
- ❧ 提高CPU与I/O设备之间的并行性



假脱机技术

- ❖ 为了缓和CPU的高速性与I/O设备的低速性间的矛盾而引入了脱机输入、脱机输出技术。
 - ❧ 利用其中的一道程序，模拟脱机输入时的外围控制机功能，把低速I/O设备上的数据传送到高速磁盘上
 - ❧ 用另一道程序来模拟脱机输出时外围控制机的功能，把数据从磁盘传送到低速输出设备
- ❖ 这样，便可在主机的直接控制下，实现脱机输入、输出功能。此时的外围操作与CPU对数据的处理同时进行，这种在联机情况下实现的同时外围操作称为SPOOLing (Simultaneous Peripheral Operations On-Line)，或假脱机技术。



SPOOLing 系统的组成₁

❖ 输入井和输出井

- ❧ 在磁盘上开辟的两个大存储空间。
- ❧ 输入井：模拟脱机输入时的磁盘设备，用于暂存输入设备输入的数据；
- ❧ 输出井：模拟脱机输出时的磁盘，用于暂存用户程序的输出数据。



SPOOLing 系统的组成₂

❖ 输入缓冲区和输出缓冲区

- ❧ 为了缓和CPU和磁盘之间速度不匹配的矛盾，在内存中要开辟两个缓冲区：输入缓冲区、输出缓冲区。
- ❧ 输入缓冲区：用于暂存由输入设备送来的数据，以后再传送到输入井。
- ❧ 输出缓冲区：用于暂存从输出井送来的数据，以后再传送给输出设备。



SPOOLing 系统的组成₃

- ❖ 输入进程 Sp_i 和输出进程 Sp_o .
 - ✧ 进程 Sp_i 模拟脱机输入时的外围控制机，将用户要求的数据从输入设备通过输入缓冲区再送入输入井，当CPU需要输入数据时，直接从输入井读入内存；
 - ✧ 进程 Sp_o 模拟脱机输出时的外围控制机，把用户要求输出的数据，先从内存送到输出井，待输出设备空闲时，再将输出井中的数据经过输出缓冲区送到输出设备上。



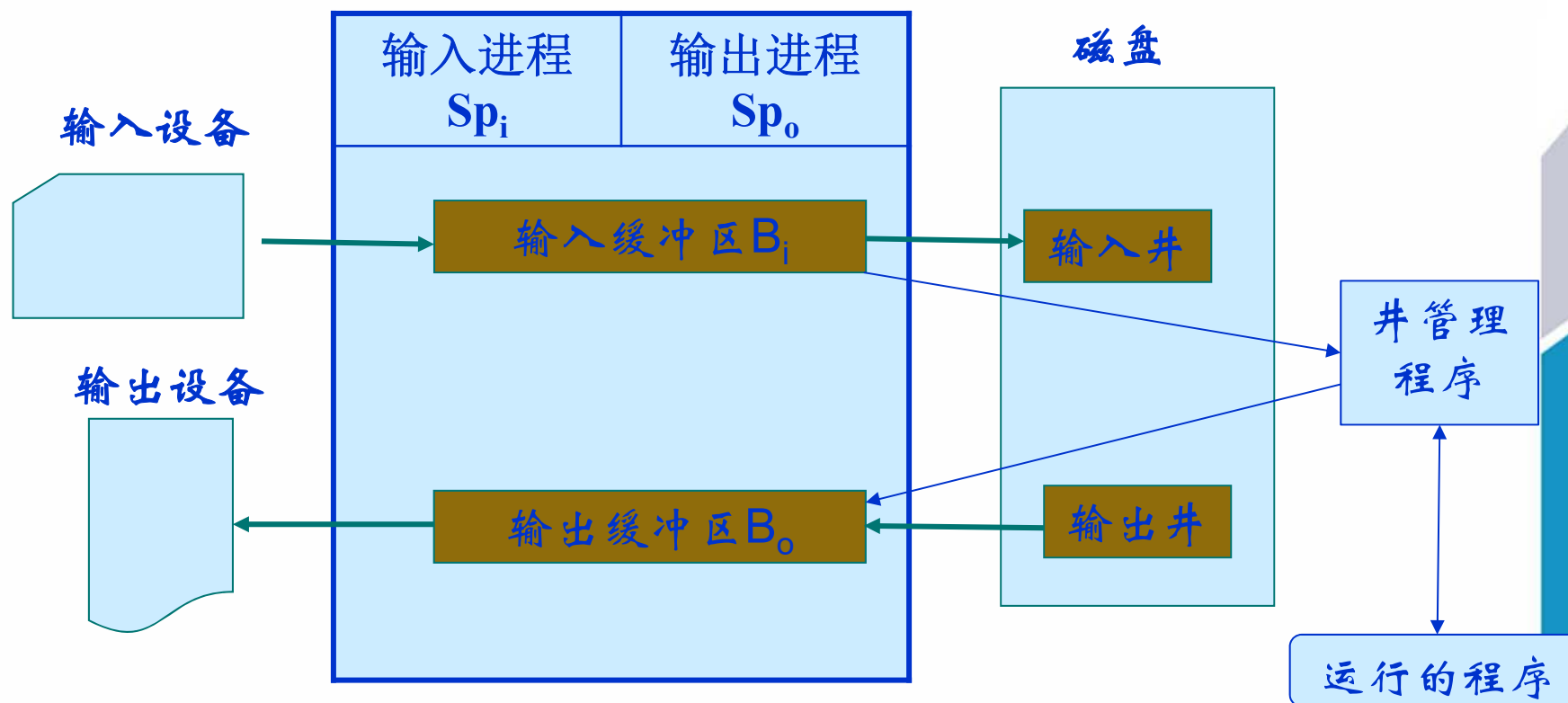
SPOOLing 系统的组成₄

❖ 井管理程序

✎ 用于控制作业与磁盘井之间信息的交换



SPOOLing 系统的组成





SPOOLing 系统的特点

- ❖ 提高了I/O的速度
- ❖ 将独占设备改造为共享设备
- ❖ 实现了虚拟设备功能



假脱机打印机系统

- ❖ 打印机属于独占设备。利用SPOOLing技术，可将之改造为一台可供多个用户共享的设备，从而提高设备的利用率，也方便了用户。
- ❖ 共享打印机技术已被广泛用于多用户系统和局域网络（添加方法）中
 - ❧ 磁盘缓冲区：磁盘空间，暂存用户程序的输出数据
 - ❧ 打印缓冲区：设在内存，暂存从磁盘缓冲区送来的数据
 - ❧ 假脱机管理进程和假脱机打印进程
 - ❖ 假脱机管理进程为每个要求打印的用户数据建立一个假脱机文件，并放入文件队列中
 - ❖ 假脱机打印进程依次对队列中的文件进行打印



共享打印机

❖ 假脱机管理进程

- ❧ 在磁盘缓冲区中为之申请一个空闲盘块，并将要打印的数据送入其中暂存
- ❧ 为用户进程申请一张空白的用户请求打印表，并将用户的打印要求填入表中，再将该表挂到假脱机文件队列上

❖ 假脱机打印进程

- ❧ 当打印机空闲时，进程从请求打印队列的队首取出一张请求打印表，根据表中的要求将要打印的数据，从输出并传送到内存缓冲区，再由打印机进行打印
- ❧ 打印完，进程再次察看请求打印队列，若非空，重复上述工作，直到队列为空。此后进程才将自己阻塞起来。仅当下次再有打印请求时，进程才被唤醒

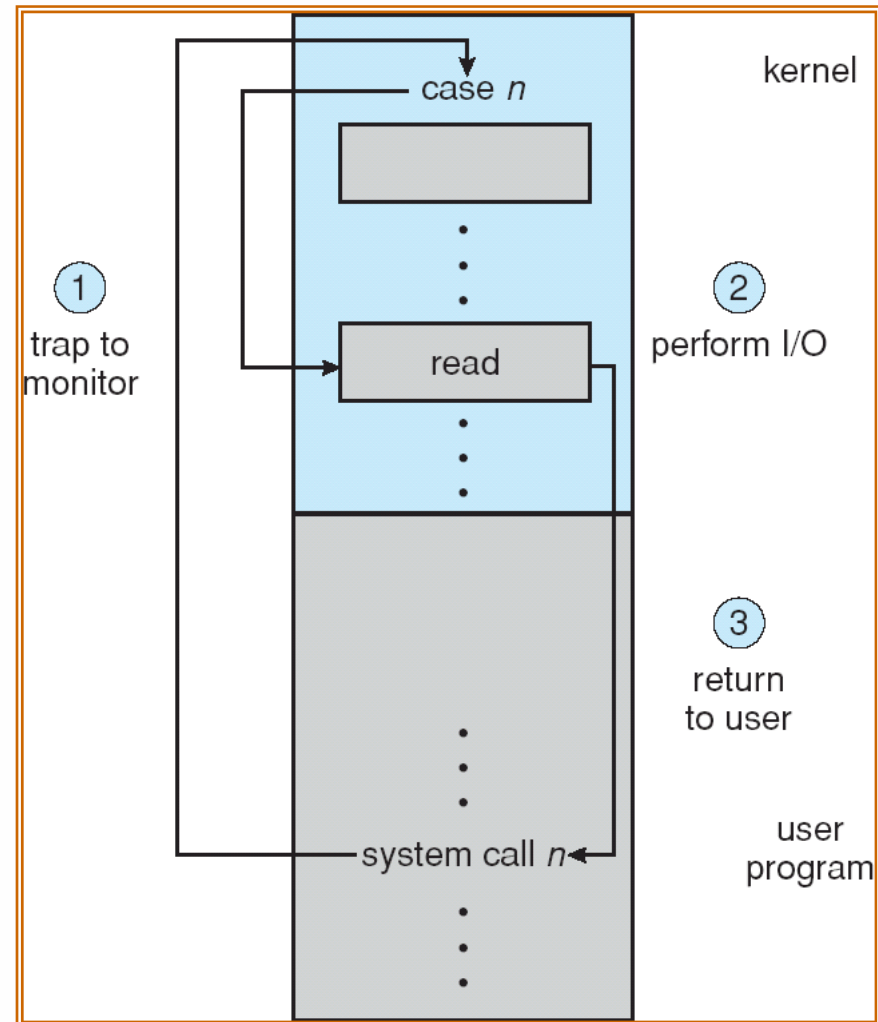


守护进程(daemon)

- ❖ 方案修改：取消假脱机管理进程，为打印机建立一个守护进程，由它执行一部分原来的假脱机管理进程的功能
- ❖ 守护进程是允许使用打印机的唯一进程



使用系统调用执行 I/O





把I/O操作转换成硬件操作

- ❖ 考虑一个进程从磁盘读取一个文件：
 - ❧ 确定保存文件的设备
 - ❧ 将文件名转换成设备使用的表示法
 - ❧ 把数据从磁盘读入缓冲
 - ❧ 通知请求进程数据可用
 - ❧ 将控制权返回给进程



I/O请求的生命周期

