


▼ 第5章 输入/输出 (I/O) 管理


▼ 概述

- **设备**(2+3类,3口,3 R
- **控制方式**(4:轮断D道
-
- **软件层次结构**(4:用独 驱断
- **应用程序I/O接口**(阻&非阻

▼ 设备独立性软件

- 设备独立性软件(LUT
-  **高速缓存 缓冲区**(单双
- **设备分配与回收**(SDT -> DCT -- COCT --> CHCT
-
- **SPOOLing技术 (假脱机..)**(virtual
- **设备驱动程序接口**

▼ 磁盘 固态硬盘

- **磁盘** (3+2: 片道区 头面
- **管理**(3: 格 分 格
-  **调度算法**2count: 调度t, 寻道| 5算法:先短 扫循 look
-
- **固态硬盘 (SSD)**(2+1均衡

好的，各位同学，我们来到最后一章《I/O管理》。这一章的内容相对零散，很多知识点与《计算机组成原理》重合，可以看作是计组知识在操作系统层面的应用。本章在考研中的分值占比不高，题目通常不难，属于“性价比”很高的复习内容。我们用最直观的方式，把这些看似琐碎的知识点串起来。

第5章 输入/输出 (I/O) 管理

本章的核心是解决CPU与各种快慢不一的I/O设备之间的通信和效率问题。我们将从设备本身、控制方式、软件层次和磁盘管理四个方面来掌握它。

概述

设备(2+3类,3口,3 R)

- **核心考点:**
 - 设备的分类方法。
 - I/O接口（设备控制器）的组成与功能。
- **形象记忆法:**
 - 设备**分类** (多维度看设备):
 - **按信息单位:**
 - **块设备:** 一次传一大块数据，可寻址。像**货车**，整箱拉货。如：硬盘。
 - **字符...:** 一次传一个字符，不可寻址。像**快递员**，一件件送。如：键盘、打印机。

 - **按共享属性:**
 - **独占设备:** 同一时间只能一个进程用。像**私家车**。如：打印机。
 - **共享...:** 可多个进程同时（宏观上）用。像**公交车**。如：硬盘。
 - **虚拟...:** 用SPOOLing技术把“私家车”伪装成“公交车”。
 - **I/O接口** (设备控制器):
 - **角色:** CPU的“**专属秘书**”。
 - **为什么需要:** CPU很忙，没空直接管理慢吞吞的打印机、键盘。它把命令（如“打印这个文件”）告诉“秘书”，“秘书”去负责和设备打交道。
 - **组成:**
 - **与CPU的接口:** 听懂CPU的命令。
 - **与设备...:** 能指挥具体设备干活。
 - **I/O逻辑:** 内部的“大脑”，负责解码CPU命令、控制设备。
 - **三大 R:**
 - **数据...:** 临时存放数据的“中转托盘”。
 - **状态...:** 记录设备“忙/闲/完成/出错”等状态的“工作日志”。
 - **控制...:** 存放CPU命令的“指令便签”。

控制方式(4:轮断D道

- **核心考点:**
 - 四种I/O控制方式的演进过程、原理和优缺点（**选择题高频考点**）。
- 形象记忆法 (CPU解放史):
 - **场景:** 你 (CPU) 让一位员工 (I/O设备) 去完成一项任务。
 - i. 程序**直接控制 (轮询)**: 你站在员工旁边，**不停地问“干完了没？”**。
 - **特点:** CPU**完全被占用**，效率极低。
 - ii. **中断**驱动方式: 你给员工布置完任务就回去干自己的活。员工干完后，**主动来敲门告诉你 (中断)**。
 - **特点:** CPU被解放，可以并行工作。但每次数据传输一个字/字节，员工就要来敲一次门，**中断频繁**。

-
- iii. **DMA (直接内存存取)**:你雇了一个**项目助理 (DMA控制器)**。你告诉助理：“把这份文件（内存数据）交给那位员工处理”。助理负责整个数据搬运过程，**任务全部完成后**才来敲门告诉你。
 - **特点:** CPU只在任务开始和结束时介入，以**数据块**为单位，大大减少了中断次数。数据传输**不经过CPU**。

-
- iv. **通道控制方式**: 你雇了一个**高级部门经理 (通道)**，他有自己的“任务清单”(通道程序)。你只需告诉他：“按清单执行任务”。他能**管理多个项目助理和员工**。
 - **特点:** “准CPU”，能执行自己的指令集，CPU的干预进一步减少，并行能力**最强**。
-

软件层次结构(4:用独 驱断

- **核心考点:**

- I/O软件的四个层次及其功能。
 - **形象记忆法 (公司指令下达流程):**
 - 用户层**I/O软件**(你): 发出高级指令, 如C语言的 `printf("Hello")`。
 - 设备**独立性软件** (CEO办公室):
 - **作用:** 屏蔽设备差异, 提供统一接口。
 - **工作:** 接收你的 `printf` 指令。它不关心你是要打印到惠普打印机还是爱普生打印机。它负责设备命名、权限检查、分配/回收设备、**缓冲管理**等通用事务。
 - 设备**驱动程序** (部门经理):
 - **作用:** 针对**具体设备**的“翻译官”和“司机”。
 - **工作:** CEO办公室把指令转给“打印机部门经理”, 他知道如何把通用指令翻译成惠普打印机能懂的具体控制信号, 并“驾驶”打印机工作。
 - **中断**处理程序 (紧急事件处理小组):
 - **作用:** 处理来自硬件的底层中断信号。
 - **工作:** 当打印机“缺纸”或“打印完成”时, 硬件发出中断信号, 该小组立刻介入, 保存当前现场, 处理中断, 然后恢复现场。
-

应用程序I/O接口(阻&非阻)

- **核心考点:**
 - 阻塞I/O 与 非..的区别
 - **形象记忆法 (去餐厅吃饭):**
 - **阻塞I/O:** 点完餐后, 就坐在座位上一**直等**, 直到服务员把菜端上来才能干别的事。
 - 进程在等待I/O时被挂起。
 - **非阻塞I/O:** 点完餐后, 拿个号就去逛街了, 但**每隔几分钟就跑回来**问“我的菜好了没? ”。
 - 进程在等待I/O时可以继续运行, 但需要自己不断轮询检查I/O是否完成。
-
-

设备独立性软件

设备独立性软件(LUT)

- 核心考点:
 - 设备独立性的含义与好处。
 - 逻辑设备名到物理设备名的映射。
- 形象记忆法:
 - 设备独立性: “打印”命令的普适性
 - **含义:** 应用程序员编程时, 只需要使用一个 **逻辑** 设备名 (如 **LPT1** 代表打印机), 而无需关心实际连接的是惠普还是佳能打印机 (**物理设备名**)。
 - **实现:**
 - 操作系统内部维护一张**逻辑设备表 (LUT, Look-up Table)**, 负责将 **LPT1** 映射到具体的物理设备。
 - **好处:** 应用程序不依赖于具体硬件, 可移植性强; 更换设备时只需修改LUT表, 无需修改应用程序。

高速缓存 缓冲区(单双

- 核心考点:
 - 引入缓冲区的目的。
 - 单缓冲 和 双缓冲模式下的处理**时间**计算 (**计算题考点**)。
- 形象记忆法:
 - **目的:** 缓解CPU与I/O设备的速度矛盾, 就像在生产线和货车之间建一个“**仓库**”。
 - **单缓冲: 一个仓库。** 货车 (I/O) 卸货时, 生产线 (CPU) 只能等着; 生产线取货时, 货车只能等着。
 - **双缓冲: 两个仓库。** 货车可以往仓库A卸货, 同时生产线从仓库B取货, 两者可以**并行**。

-
- 计算题模板 (缓冲处理时间):
 - 设:
 - **T**: I/O设备输入一个**数据块**到缓冲区的时间。

- **M** : 将数据从 **缓冲区**移到**用户区**的时间。
 - **C** : CPU**处理**一个数据块的时间。
 - **单缓冲处理一块数据耗时:**
 - $Max(T, C) + M$
 - **双..:**
 - $Max(T, C + M)$
 - **解题技巧:** 画出时间轴, 清晰标出T, M, C的串行和并行关系
-

设备分配与回收(SDT -> DCT -- COCT --> CHCT)

- **核心考点:**
 - 设备分配时使用的 数据结构 (DCT, COCT, CHCT, SDT)。
 - 设备分配的安全性。
 - **形象记忆法 (公司资产管理):**
 - **数据结构:**
 - **SDT** : 公司**总资产清单**。
 - **DCT** : 每台**设备**的“说明书和状态牌”(忙/闲)。
 - **COCT** : 每个**设备控制器** (秘书) 的“工作手册”。
 - **CHCT** : 每个**通道** (部门经理) 的“职责范围”。
 - **分配过程:** 进程申请设备时, 系统按 **SDT -> DCT -> COCT -> CHCT** 的顺序检查, 确保设备、控制器、通道一路都是空闲的, 才分配成功。
-

SPOOLing技术 (假脱机..)(virtual

- **核心考点:**
 - 原理和作用
- **形象记忆法:**
 - **SPOOLing** = 打印店的**后台服务**
 - **问题:** 打印机是独占设备, 速度很慢。如果一个进程在打印, 其他想打印的进程只能干等着。
 - **原理:** 用户请求打印时, 系统并不**直接把数据送给打印机**, 而是先把要打印的内容高速地输出到 **磁盘**上的一个“打印队列”中。

- 然后一个独立的“打印**进程**”在后台慢慢地从队列中取出文件，送给打印机打印。
 - **作用:**
 - 缓和 CPU 与 慢速设备 的矛盾。
 - 实现了设备的**共享**，多个进程可以同时“打印”（actually是输出到磁盘）
 - 实现了**虚拟设备**功能，把 一台 物理打印机虚拟成了 多台 逻辑打印机。
 - **核心思想:** 用空间（**磁盘**）换时间（**CPU**）
-

设备驱动程序接口

- **核心考点:**
 - 设备驱动程序的功能。
 - **形象记忆法:**
 - 驱动程序是**设备独立性软件** 和 设备 **控制器** 之间的桥梁。
 - 向上层提供统一的、抽象的**接口**（如 `read` , `write`）
 - 向下将这些抽象请求**翻译**成具体设备控制器能理解的硬件指令。
-
-

磁盘 固态硬盘

磁盘 (3+2: 片道区 头面)

- **核心考点:**
 - 物理结构（磁道、扇区、柱面）。
- **形象记忆法 (留声机唱片集):**
 - **盘片 (Platter):** 一张张的黑胶唱片。
 - **磁道 (Track):** 唱片上的一圈圈的轨道。
 - **扇区 (Sector):** 每条轨道上分的小格，是读写的最小单位。
 -
 - **磁头 (Head):** 唱针。

- **柱面 (Cylinder):** 所有唱片上**相同半径的磁道**组成的 虚拟圆柱体。
 - 切换**同一柱面的不同磁头（盘面）**，速度**远快于**移动磁头臂（寻道）
-

管理(3: 格 分 格)

- **核心考点:**
 - 磁盘初始化（低级格式化/物理格式化）。
 - 磁盘分区 与 逻辑格式化
 - **形象记忆法 (新硬盘的使用):**
 - i. **低级格式化:**
 - 在空白的盘片上 画出**磁道**和**扇区**的格子，让硬盘控制器能找到位置。
 - ii. **分区:**
 - 把一个大硬盘**分成几个逻辑盘**（C盘, D盘...）。
 - iii. **逻辑..:**
 - 在某个分区上**建立文件系统**（如NTFS, FAT32），即创建“超级块”、“inode区”等管理结构，让操作系统能存取文件。
-

调度算法2count: 调度t, 寻道| 5算法:先短 扫循 look

- **核心考点:**
 - 一次磁盘 r/w 操作的 时间构成
 - 各种磁盘调度算法的规则和计算总**寻道**距离（**大题核心**）。
-

- **template (磁盘访问t):**
 - **总t = 寻道t + 旋转延迟t + 传输t**
 - **寻道时间 (T_s):**
 - 移动磁头→目标磁道的时间（题目通常会给）。
 - **旋转延迟.. (T_r):**
 - **等待**目标扇区转到磁头下方的时间。
 - 平均为转一圈时间的一半。

- 若转速为 R (转/分钟), 则转一圈时间为 $60/R$ 秒。平均延迟为 $(60/R)/2$ 秒。
- 传输.. (T_t):
 - 实际 r/w 数据的 t

- **template (磁盘调度):**

- i. **画数轴:**

- 在纸上画一条数轴, 标出所有要访问的**磁道号**和当前**磁头位置**。

- ii. **模拟移动:**

- 根据算法规则, 在数轴上画出磁头的移动轨迹。

- iii. **计算距离:**

- 将每一段移动的距离 (**磁道号之差**的绝对值) 相加, 得到总寻道距离。
-

- **算法精讲 (电梯调度):**

- **FCFS (先来先服务):** 按请求顺序服务。公平但低效。
 - **SSTF (最短寻道时间优先):** 总是去 离当前位置**最近**的请求。高效但可能“饿死”远处请求。
 -
 - **SCAN (扫描/电梯算法):** 电梯朝一个方向移动, 服务所有同向请求, 直到磁盘末端再**掉头**。
 - **C-SCAN (循环扫描):** 电梯只朝一个方向服务。到末端后, 直接返回**起始端**, 再开始同向服务。**更公平**。
 -
 - **LOOK / C-LOOK:** SCAN/C-SCAN的优化, 磁头只需移动到**最远的请求处**即可掉头/返回, 无需到磁盘末端。
-

固态硬盘 (SSD)(2+1均衡)

- **核心考点:**

- SSD与HDD的核心区别。
 - 磨损均衡。

- **形象记忆法:**

- **HDD**(硬盘驱动器) vs **SSD**:

- **HDD:** 像**留声机**，有旋转的盘片和移动的磁头，是机械式的。
 - **SSD:** 像**内存条**，由闪存芯片组成，是电子式的，没有移动部件。
 - **SSD特性:**
 - **优点:** 读写速度**快**（尤其随机读），**无**寻道和旋转**延迟**，防震，低功耗。
 - **核心缺点:** **w**操作**复杂**。不能直接覆盖写，必须**先擦除**整个块，再写入页。
-

- **磨损均衡 (Wear Leveling):**
 - **问题:** 闪存的每个块都有擦写次数**寿命**。
 - **技术:** SSD控制器会像一个“聪明的仓库管理员”，**确保所有存储块被均匀使用**，避免某些块因为被频繁擦写而“英年早逝”，从而延长整个SSD的寿命。
-

第五章的知识点虽然多，但只要抓住**CPU与设备间的效率矛盾**这条主线，就能理解各种技术（中断、DMA、缓冲、SPOOLing）的由来。磁盘调度算法是本章唯一的计算大题，务必熟练掌握模板。祝大家复习顺利！