

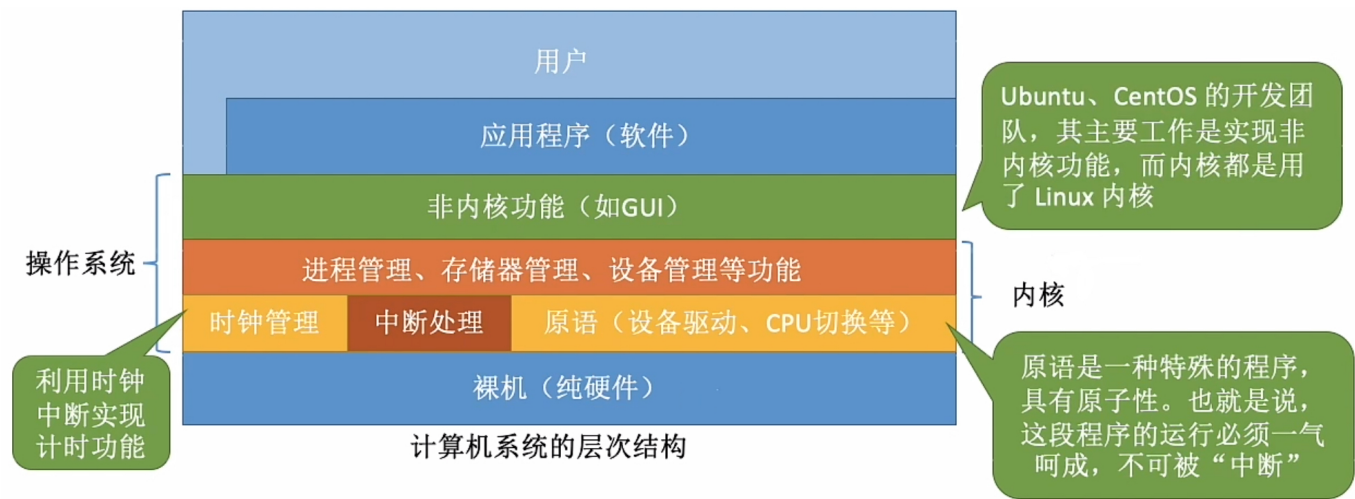
# 操作系统的体系结构

日期: 2024 年 10 月 17 日

## 知识总览

- 大内核（又名：宏内核/单内核）
- 微内核
- 分层结构
- 模块化
- 外核
- 一般考选择题

## 操作系统的内核



- **内核**是操作系统最基本、最核心的部分
- 实现操作系统内核功能的那些程序就是**内核程序**
- **操作系统的内核**

- **\*\*这一部分与硬件关联较紧密\*\***
- 时钟管理
  - 实现计时功能
- 中断处理
  - 负责实现中断机制
- 原语
  - 是一种特殊的程序
  - 处于操作系统最底层
  - 是最接近硬件的部分
  - 这种程序的运行具有原子性—即其运行只能一气呵成，不可中断
  - 运行时间较短、调用频繁

- **\*\*这些管理工作更多的是对数据结构的操作，不会直接涉及硬件\*\***
- 对系统资源进行管理的功能
  - 进程管理
  - 存储器管理
  - 设备管理

## • 大内核与微内核

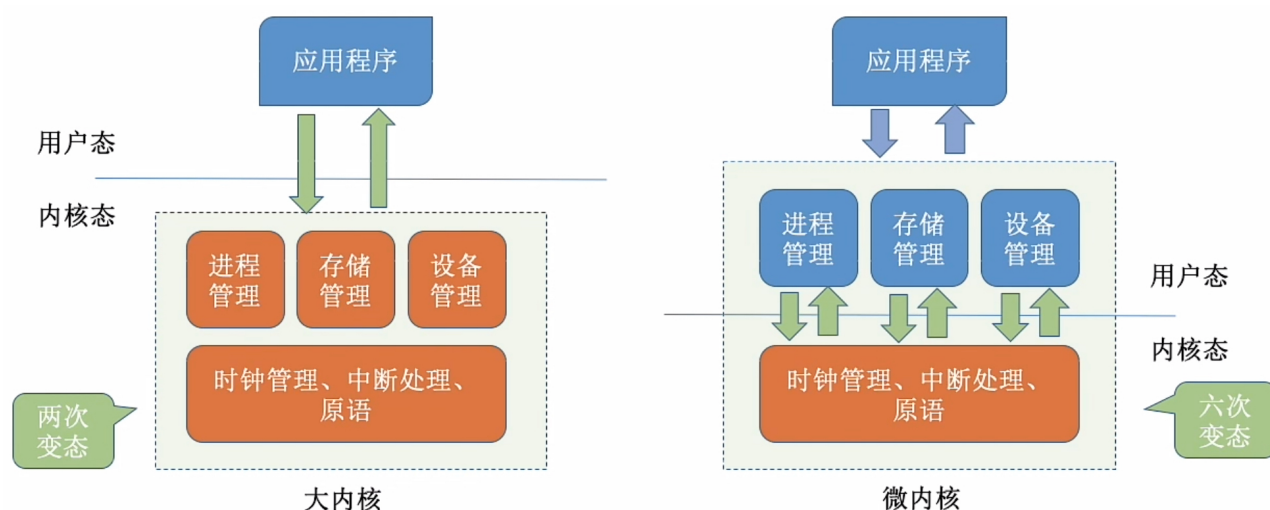


### ◦ 注意：

- 操作系统**内核**需要运行在**内核态**
- 操作系统的**非内核**功能需要运行在**用户态**

## 操作系统的体系结构

### • 两种体系结构



- 该应用程序需要请求操作系统的服务，该服务同时涉及到进程管理、存储管理、设备管理，则会出现上述情况
- **注意：变态的过程是有成本的，要消耗不少时间，频繁地变态会降低系统性能**
- **!!! 特别注意：此处的变态指CPU状态的转换，考试时要规范书写**

- 大内核
  - 将操作系统的主要功能模块都作为系统内核，运行在核心态
  - 优点：高性能
  - 缺点：内核代码庞大，结构混乱，难以维护
- 微内核
  - 只把最基本的功能保留在内核
  - 优点：内核代码小，结构清晰，容易维护
  - 缺点：需要频繁地在核心态和用户态之间切换，性能低
- 举例
  - 典型的 大内核/宏内核/单内核 操作系统：Linux、UNIX
  - 典型的 微内核 操作系统：Windows NT

操作系统结构

	特性、思想	优点	缺点
分层结构	内核分多层，每层可单向调用更低一层提供的接口	<div><div>+</div>1. 便于调试和验证，自底向上逐层调试验证</div> <div>2. 易扩充和易维护，各层之间调用接口清晰固定</div>	<div>1. 仅可调用相邻低层，难以合理定义各层的边界</div> <div><div>+</div>2. 效率低，不可跨层调用，系统调用执行时间长</div>
模块化	<div>将内核划分为多个模块，各模块之间相互协作。</div> <div><div>+</div>内核 = 主模块+可加载内核模块</div> <div>主模块：只负责核心功能，如进程调度、内存管理</div> <div>可加载内核模块：可以动态加载新模块到内核，而无需重新编译整个内核</div>	<div>1. 模块间逻辑清晰易于维护，确定模块间接口后即可多模块同时开发</div> <div><div>+</div>2. 支持动态加载新的内核模块（如：安装设备驱动程序、安装新的文件系统模块到内核），增强OS适应性</div> <div><div>+</div>3. 任何模块都可以直接调用其他模块，无需采用消息传递进行通信，效率高</div>	<div>1. 模块间的接口定义未必合理、实用</div> <div>2. 模块间相互依赖，更难调试和验证</div>
宏内核（大内核）	所有的系统功能都放在内核里（大内核结构的OS通常也采用了“模块化”的设计思想）	<div><div>+</div>1. 性能高，内核内部各种功能都可以直接相互调用</div>	<div><div>+</div>1. 内核庞大功能复杂，难以维护</div> <div><div>+</div>2. 大内核中某个功能模块出错，就可能导致整个系统崩溃</div>
微内核	只把中断、原语、进程通信等最核心的功能放入内核。进程管理、文件管理、设备管理等功能以用户进程的形式运行在用户态	<div><div>+</div>1. 内核小功能少、易于维护，内核可靠性高</div> <div><div>+</div>2. 内核外的某个功能模块出错不会导致整个系统崩溃</div>	<div><div>+</div>1. 性能低，需要频繁的切换 用户态/核心态。用户态下的各功能模块不可以直接相互调用，只能通过内核的“消息传递”来间接通信</div> <div><div>+</div>2. 用户态下的各功能模块不可以直接相互调用，只能通过内核的“消息传递”来间接通信</div>
外核（exokernel）	<div>内核负责进程调度、进程通信等功能，外核负责为用户进程分配未经抽象的硬件资源，且由外核负责保证资源使用安全</div> <div><div>+</div></div>	<div>1. 外核可直接给用户进程分配“不虚拟、不抽象”的硬件资源，使用户进程可以更灵活的使用硬件资源</div> <div><div>+</div>2. 减少了虚拟硬件资源的“映射层”，提升效率</div>	<div>1. 降低了系统的一致性</div> <div>2. 使系统变得更复杂</div>

操作系统结构——分层结构

- 最底层是硬件，最高层是用户接口，每层可调用更低一层，不能跨层调用
- 优点
  1. 便于调试和验证，自底向上逐层调试验证
  2. 易扩充和易维护，各层之间调用接口清晰固定
- 缺点

1. 仅可调用相邻低层，难以合理定义各层的边界
2. 效率低，不可跨层调用，系统调用执行时间长

## 操作系统结构——模块化

- 模块化是将操作系统按功能划分为若干个具有一定独立性的模块。每个模块具有某方面的管理功能，并规定好各模块间的接口，使各模块之间能通过接口进行通信。还可以进一步将各模块细分为若干个具有一定功能的子模块，同样也规定好各子模块之间的接口。我们把这种设计方法称为模块-接口法
- **内核 = 主模块 + 可加载内核模块**
  - **主模块**：只负责核心功能，如进程调度、内存管理
  - **可加载内核模块**：可以动态加载新模块到内核，而无需重新编译整个内核，如设备驱动程序
- **优点**
  1. 模块间逻辑清晰易于维护，确定模块间接口后即可多模块同时开发
  2. 支持动态加载新的内核模块（如：安装设备驱动应用程序、安装新的文件系统模块到内核），增强 OS 的适应性
  3. 任何模块都可以直接调用其他模块，无需采用消息传递进行通信，效率高
- **缺点**
  1. 模块间的接口定义未必合理、实用
  2. 模块间相互依赖，更难调试和验证

## 操作系统结构——宏内核（大内核）

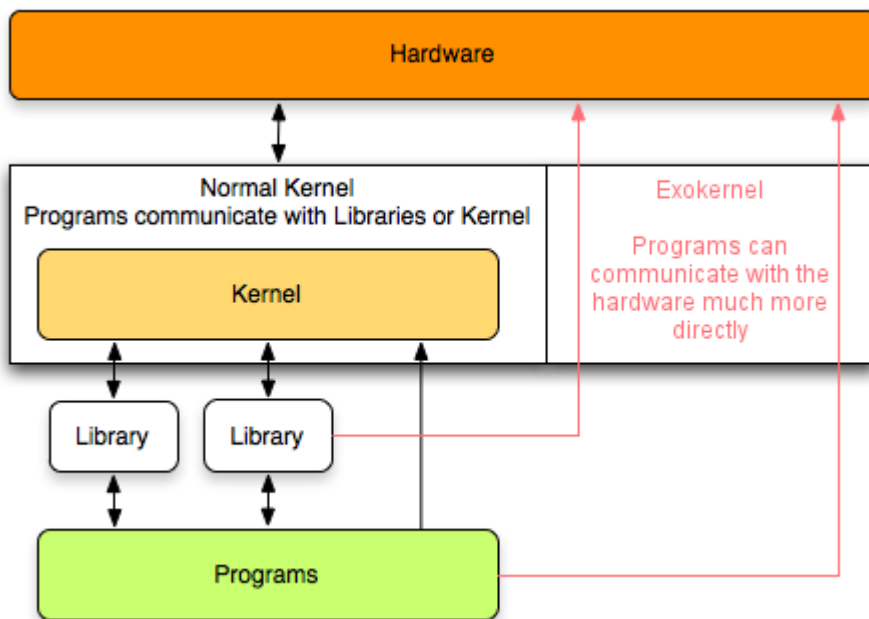
- 所有的系统功能都放在内核里（大内核结构的 OS 通常也采用了“模块化”的设计思想）
- **优点**
  1. 性能高，内核内部各自功能都可以直接相互调用
- **缺点**
  1. 内核庞大功能复杂，难以维护
  2. 大内核中某个功能模块出错，就可能导致整个系统崩溃

## 操作系统结构——微内核

- 只把中断、原语、进程通信等最核心的功能放入内核。进程管理、文件管理、设备管理等功能以用户进程的形式运行在用户态
- **优点**
  1. 内核小功能少，易于维护，内核可靠性高
  2. 内核外的某个功能模块出错不会导致整个系统崩溃
- **缺点**

1. 性能低，需要频繁地切换 用户态/核心态。
2. 用户态下的各功能模块不可以直接相互调用，只能通过内核的“消息传递”来间接通信

## 操作系统结构——外核 (exokernel)



- 内核负责进程调度、进程通信对等功能，外核负责为用户进程分配未经抽象的硬件资源，且由外核负责保证资源使用安全
- 优点
  1. 外核可直接给用户进程分配“不虚拟、不抽象”的硬件资源，使用户进程可以更灵活地使用硬件资源
  2. 减少了虚拟硬件资源的“映射层”，提升效率
    - 虚拟地址 -> 物理地址，需要映射时间
- 缺点
  1. 降低了系统的一致性
  2. 使系统变得复杂