

嵌入式系统导论复习要点

第一章:概述

1. 什么是嵌入式系统？嵌入式系统与桌面系统的区别？

IEEE：用于控制、监视或者辅助操作机器都和设备的装置

将计算机的硬件或软件嵌入其他机、店设备或者应用系统中去。以应用为中心，以计算机为基础，可剪裁软硬件，适用于对功能、可靠性、成本、体积、功耗有严格要求的专用计算机系统。

与桌面的区别：

任务专用且比较确定（桌面：支持大量需求多样的应用程序）

对实时性有较高要求（桌面：性价比最优、多任务性能均衡）

一般使用实时操作系统

高可靠性保障，对故障的容忍能力弱于桌面，忍受长时间无人值守状态下运行，环境恶劣
功耗约束

可用资源少，开发需要专门工具和特殊方法

开发是一项综合的计算机应用技术

2. 嵌入式系统的发展历程，以及发展趋势？描述嵌入式系统发展趋势之特点？

出现和兴起：1960 – 1970

繁荣，硬软件完善：1971 – 1989

系统应用走向纵深化发展，富有挑战： 1990 – 今

趋势：

硬软件系统结合

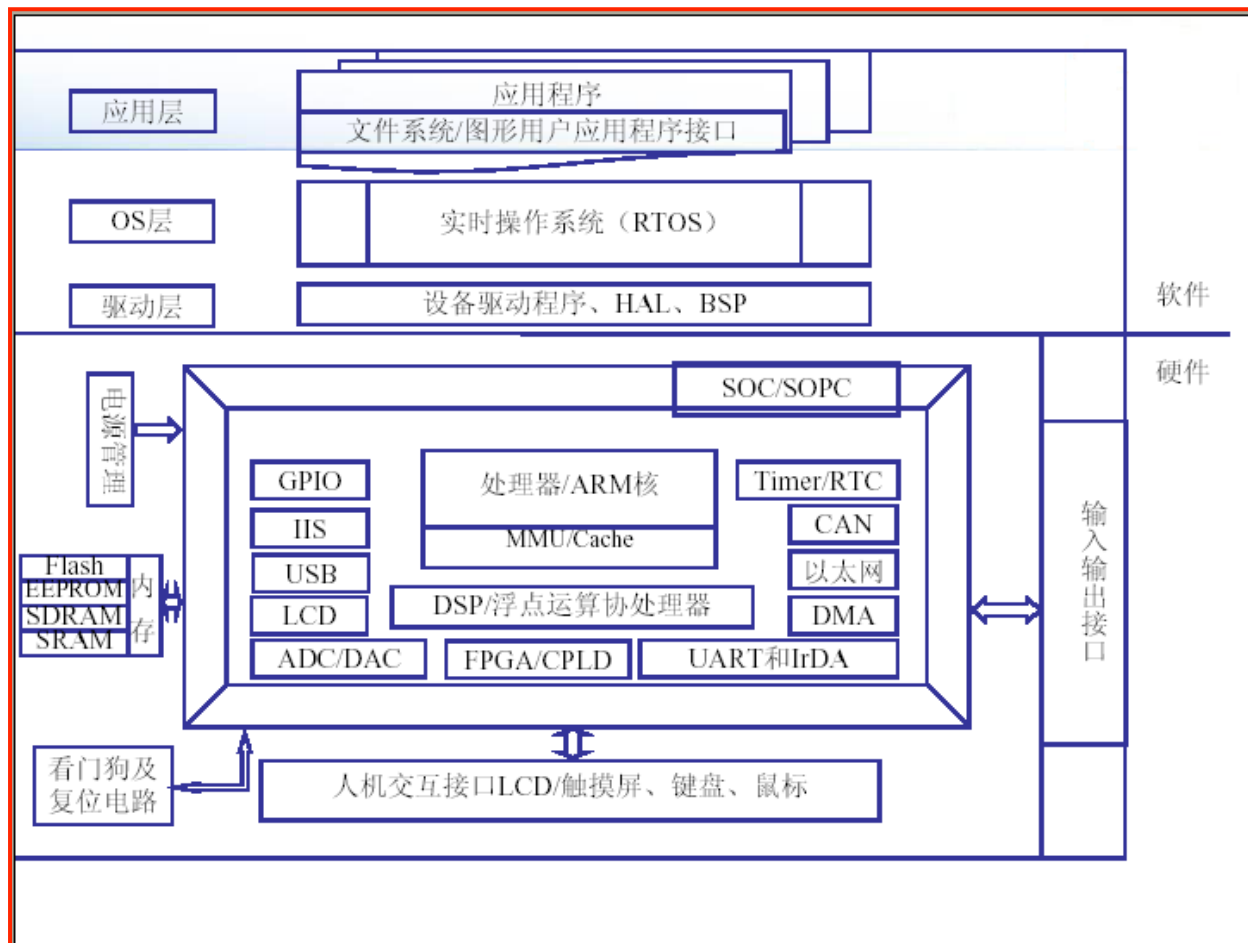
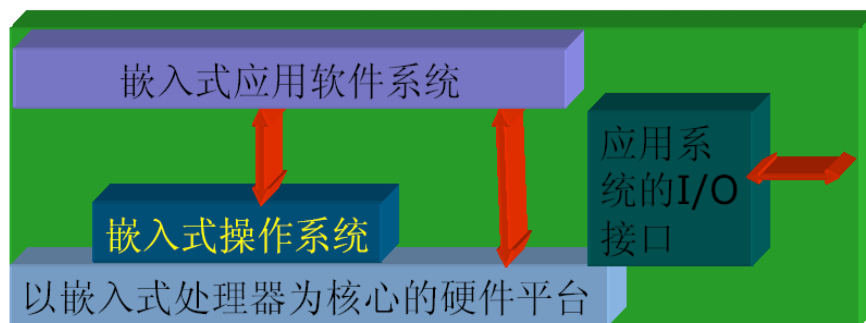
SoC 技术：高度集成化、固件化的系统集成技术。核心思想：把整个应用电子系统全部集成在一个芯片中。体积小、散热好、低功耗、可靠

应用领域拓展：传感器网络、普适计算

内容服务增加

3. 嵌入式系统构成？

嵌入式微处理器、外围硬件设备（片外总线、I/O 设备、通讯设备、电子盘）、嵌入式操作系统、应用软件



4. 嵌入式系统的应用领域？并简单描述其在某个领域的应用状况等。

智能家电、手表、手机、汽车

第二章：ARM 体系结构

1. RISC 与 CISC 指令集；

CISC: 复杂指令集，大量指令和寻址方式，80%程序只使用 20%的指令

RISC: 精简指令集，通道中只包含最有用的指令，确保数据通道快速执行每一条指令，使 CPU 硬件结构设计变得简单。

2. ARM 处理器系列，以及各自特点和应用场合。

ARM7.冯诺依曼结构、三级流水、低功耗。工控、调制解调节器、移动电话等

ARM9.哈弗结构，五级流水，支持数据 cache。无线设备、仪器、机顶盒、打印机、相机

ARM9E.五级流水、浮点操作、实时操作系统、cache。无线设备、成像、工控、存储

ARM10/E 性能提高，功耗降低 下一代无线设备 成像

ARM11E. 多媒体处理能力

SecurCore. 安全

Cortex.

Intel StrongARM, Xscale

项目	ARM7	ARM9	ARM10	ARM11
流水线	3	5	6	8
典型频率 (MHz)	80	150	260	335
功耗 (mW/MHz)	0.06	0.19 (+cache)	0.5 (+cache)	0.4 (+cache)
性能MIPS**/MHz	0.97	1.1	1.3	1.2
架构	冯诺伊曼	哈佛	哈佛	哈佛

3. ARM 处理器特点以及选型方法;

特点 (RISC 的 ARM 处理器一般具有): 体积小、功耗低、成本低、性能高。支持 Thumb(16 位)/ARM(32 位)双指令集, 兼容 8/16 位硬件。大量寄存器, 指令速度快。大多数数据操作在寄存器中完成。寻指令或简单, 效率高。指令长度固定。

选型:

1. 微处理器内核选择 (有无 MMU)
2. 系统工作频率 (处理速度)
3. 片内存储器容量
4. 片内外围电路的选择 (Ethernet(MAC)、LCD、Keypad、DSP 协处理器等)

4. ARM 处理器体系架构, 简单了解之。(课件)

5. 了解 ARM7TDMI 处理器特点, 工作模式等。

三个阶段: 取指、译码、执行

三级流水

两种工作状态: ARM(32bit), Thumb(16bit)

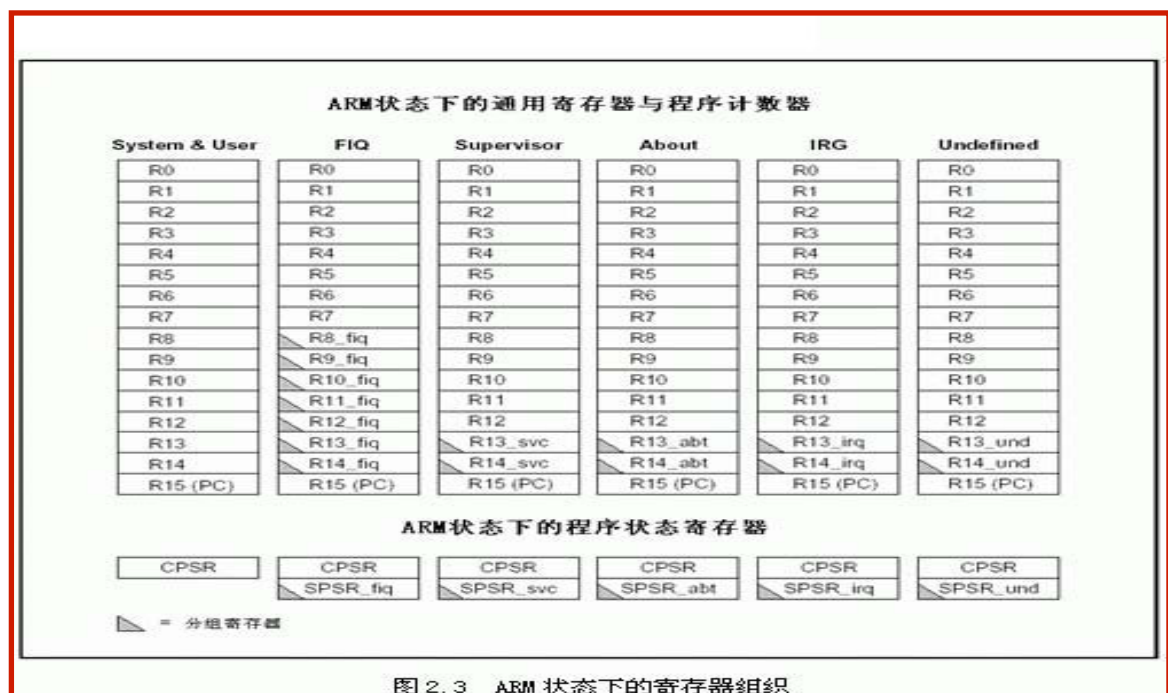
工作模式:

处理器模式	说明	备注
用户 (usr)	正常程序工作模式	不能直接切换到其它模式
系统 (sys)	用于支持操作系统的特权任务等	与用户模式类似，但具有可以直接切换到其它模式等特权
快中断 (fiq)	支持高速数据传输及通道处理	FIQ异常响应时进入此模式
中断 (irq)	用于通用中断处理	IRQ异常响应时进入此模式
管理 (svc)	操作系统保护代码	系统复位和软件中断响应时进入此模式
中止 (abt)	用于支持虚拟内存和/或存储器保护	在ARM7TDMI 没有大用处
未定义 (und)	支持硬件协处理器的软件仿真	未定义指令异常响应时进入此模式

除了用户模式外其他全都是特权模式。特权模式可以访问硬件、寄存器等，并可以在模式间切换，用户模式不可以。

后五种模式是异常模式，可由程序切入，也可由特定异常切入。每个模式有独立存储器。

用户模式和系统模式公用寄存器



37 个寄存器，每种处理器模式有各自的寄存器。

第三章：嵌入式 IA 架构

1. 什么是 IA 架构？
2. 芯片组？南桥？北桥？

❑ 芯片组（Chipset）技术

- 主板芯片组几乎决定着主板的全部功能。

- 简化硬件设计，减少主板上芯片数量，增加硬件可靠性

□ 控制芯片组采用了“整合技术”

- 将板卡（I/O 卡）或其它部件的功能集成于芯片组中,形成了“整合型芯片组”，芯片组=北桥+南桥。
- 北桥芯片：主导作用，也称为主桥，负责与 CPU 的联系并控制内存、AGP、PCI 数据在北内部传输。确定 CPU 的类型、主板的系统总线频率，内存类型、容量和性能，显卡插槽规格。
- 南桥芯片：负责外部设备的数据处理与传输，确定扩展槽的种类与数量、扩展接口的类型和数量等。

3. ATOM 介绍以及特点、应用场合。

双核，尺寸小，速度高

掌上电脑、消费电子、嵌入式设备、入门台式机

功耗仍无法和 ARM 相比

4. 简单介绍市面 EIA 产品以及特点。

威盛：凌珑、AMD：山猫

5. UEFI? 引入原因? 优点，与 BIOS 的区别? 特点等。

		BIOS		EFI	
比较方面		特性	缺点	特性	优点
1	代码	实模式寻址	可扩充性差	保护模式寻址	可扩充性较好
2		使用汇编语言	复杂性较高	尽量使用C语言	易于维护
3	规范	无	兼容性差	清晰定义	根据规范实现具有很好的兼容性
4	操作系统加载程序	与硬件和 BIOS 相关	按需向下兼容所以不利创新	使用规范规定的抽象接口	更方便创新

□ 是一种描述全新类型接口的标准。

□ 提供一个在操作系统与开机时启动固定于硬件中的软件平台之间的接口规范。

□ 无须手动使操作系统从预启动的操作环境加载到一种操作系统上，如 Windows,或 Linux。

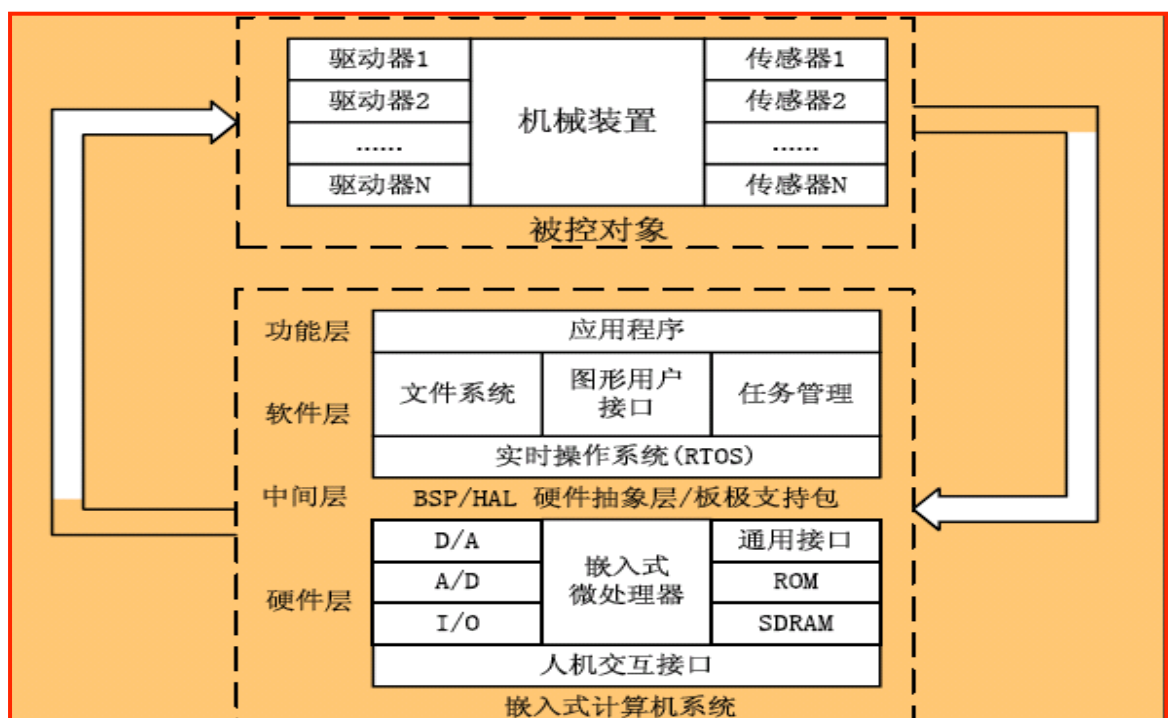
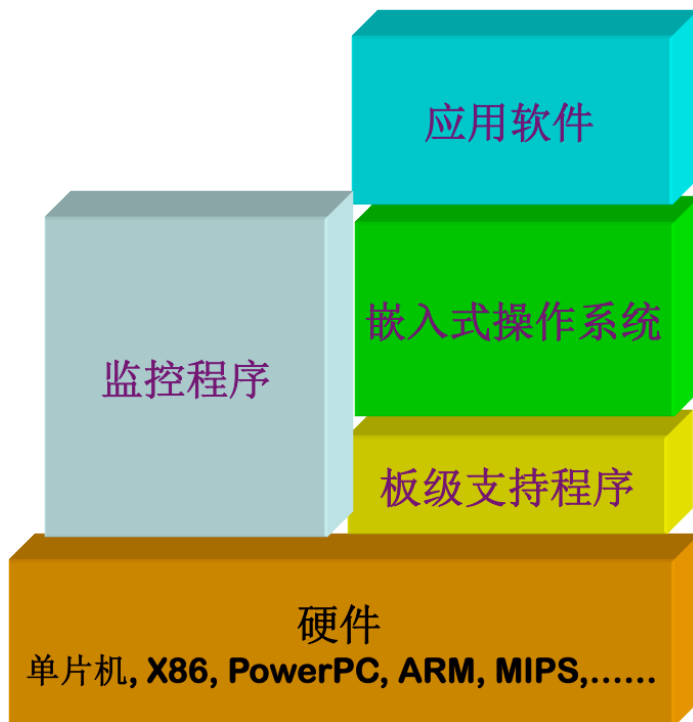
- 提供了一个连接操作系统载入程序与固件之间稳定的接口；
- 为独立软件开发商和制造商提供了一个清晰的预启动编程环境；
- 延长了传统硬件的使用寿命；
- 启动速度快

□ 不足之处

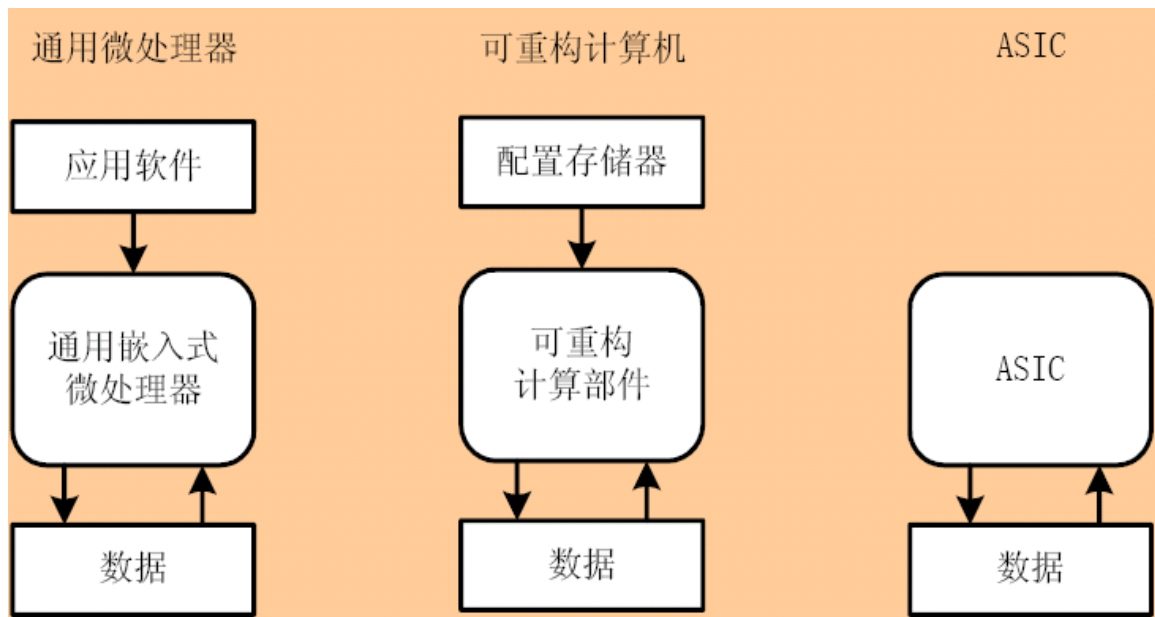
UEFI 在安全问题并没有作出改善

第四章：嵌入式系统硬件设计

1. 图示嵌入式系统体系结构。简单介绍每部分。



2. 嵌入式系统结构设计的三种思路，各个部分构件方法。



□ 系统构件

- 包括硬件构件和软件构件，构件本身可是层次性的，可以由子构件组成；
- 标准构件 + 自行设计构件 = 用户系统

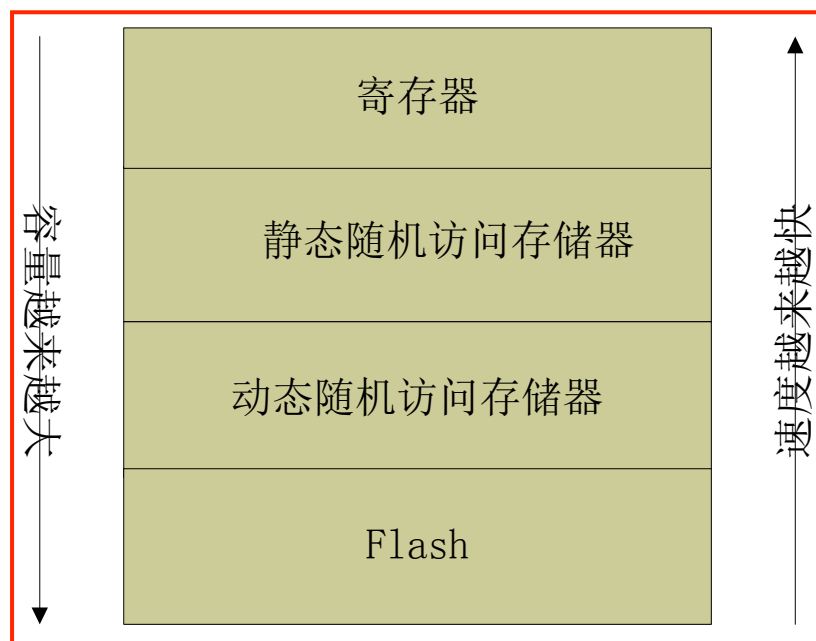
□ 构件的实现

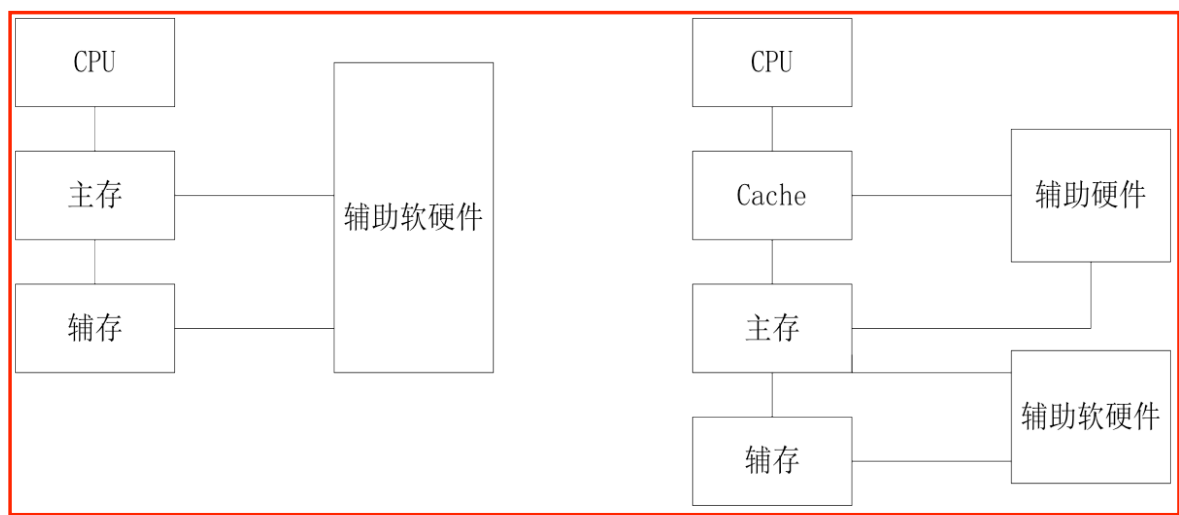
- 选择标准
- 自行设计

□ 标准构件

- 已经产品化
- 形成规模生产

3. 存储体系分类，几种存储设备，尤其是 Flash 以及 SSD。





(a) 两级存储器层次结构

(b) 三级存储器层次结构

Flash (EEPROM; 衍生)

SSD (基于闪存, 基于 DRAM) 速度快、抗震、无声、轻

4. 总线结构以及简单介绍

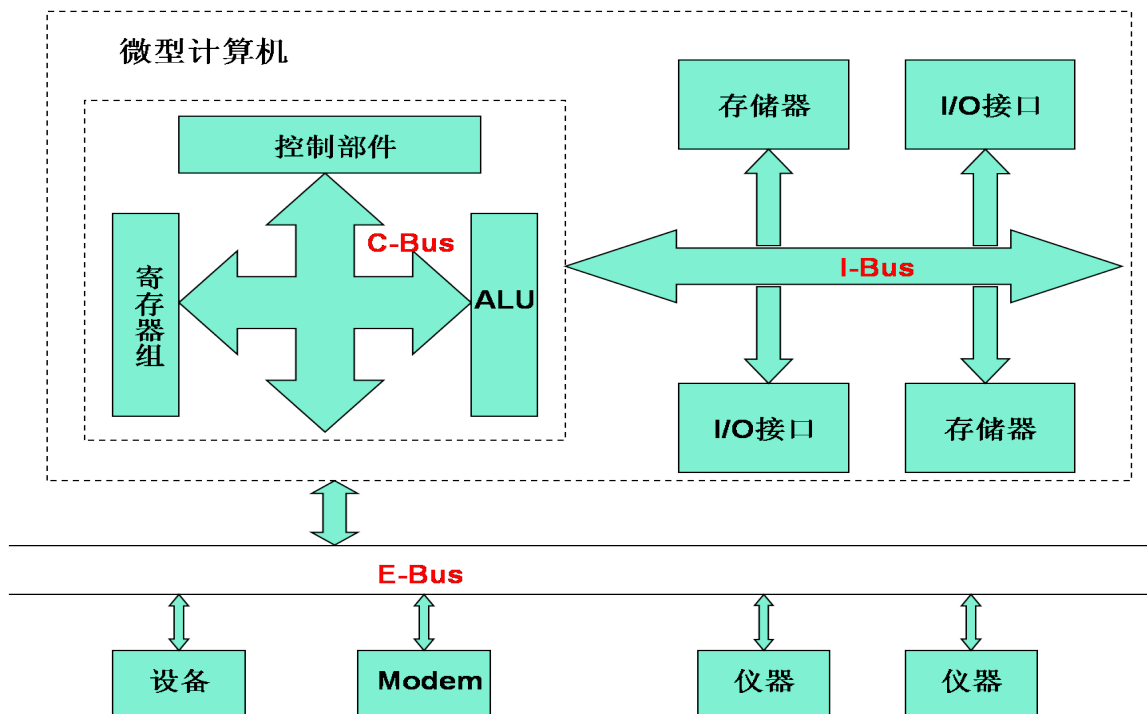


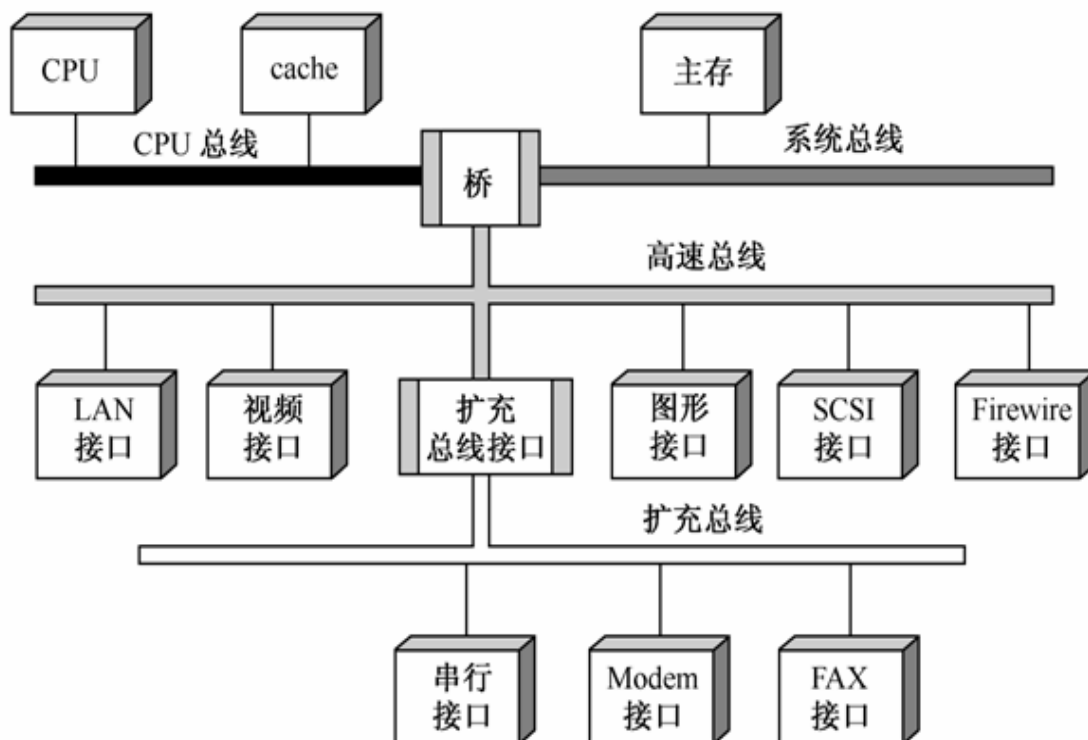
图18.1 三类总线在微机系统中的地位和关系

总线带宽：单位时间传送数据量。带宽 = 工作频率 * 位宽 / 8

位宽：同时传送的位数

工作频率：MHz 单位

ISA 总线、PCI 总线、SPI 总线 (EEPROM、实时时钟、Flash)、PC104、CAN 总线 (可靠性、实时性、灵活性, 汽车工业, 航空航天、医疗等。最有前途的现场总线)、AMBA 总线



5. 常用接口技术

并行接口：双向并行传输接口，8 为数据同时传输，但长度受限，长度增加干扰增大

串行接口：RS232-C、RS422、RS485、USB（通用串行总线）等

红外线接口：廉价、近距离、低功耗、无线、保密性好

6. 常用输入输出设备，尤其是触摸屏

液晶显示屏(LCD)

触摸屏：

❑ 电阻式触摸屏

- 优点：精度高；

- 缺点：不支持多点触控 价格颇高，且怕刮易损

■ 电容式触摸屏

- 优点：支持多点触控；

- 缺点：精度不高、相对电阻屏来说不稳定，受环境影响大、图像失真问题难得到根本解决。

■ 电感式触摸屏

- 在触摸笔中安装 LC 谐振线圈，通过改变与安装有激励线圈及感应线圈的触摸屏之间的空间距离，使电磁场发生变化从而计算出触点的位置。

- 特点：

- 由于电感触摸屏是安装在显示屏的后面，所以相比电阻式和电容式触摸屏，透光度要好很多，可以延长电池寿命；

- 输入笔不必接触屏幕，减少磨损，对灵敏度的稳定性有很大改善。

第五章：SOC 设计

1. SOC 定义

■ SoC (SystemonChip)：片上系统，系统级芯片

■ 是一个产品,是一个有专用目标的集成电路；SoC 通常将微处理器、模拟 IP 核、数字 IP 核和存储器（或片外存储控制接口）集成在单一芯片上。

■ 又是一种技术,用以实现从确定系统功能开始,到软/硬件划分,并完成设计的整个过程。

✓ 狭义角度： 信息系统芯片集成，将系统集成在一块芯片上。

✓ 广义角度： 是一个微小型系统

2. 优势

■ 降低耗电量

■ 减少体积

■ 丰富系统功能

■ 提高速度

■ 节省成本

3. 构成

IP 是构成的基本单元

4. IP 核以及分类

IP 核具备比较复杂的功能，且经过验证。设计资料内不仅仅包含一些物理功能和技术特性，更重要的是包含了设计者的创造性思维，具有很强的知识内涵。这些资料被称为具有知识产权的内核（Intellectual Property Core），简称 IP 核。

一段具有特定电路功能的硬件描述语言程序，该程序与集成电路工艺无关，可移植到不同半导体工艺中去生产集成电路芯片；

IP 核实际上是一个经过验证的集成电路设计，从其实现的形式和应用层次上看，有三种表现形式：软核（Soft-Core）、固核（Firm-Core）和硬核（Hard-Core）。

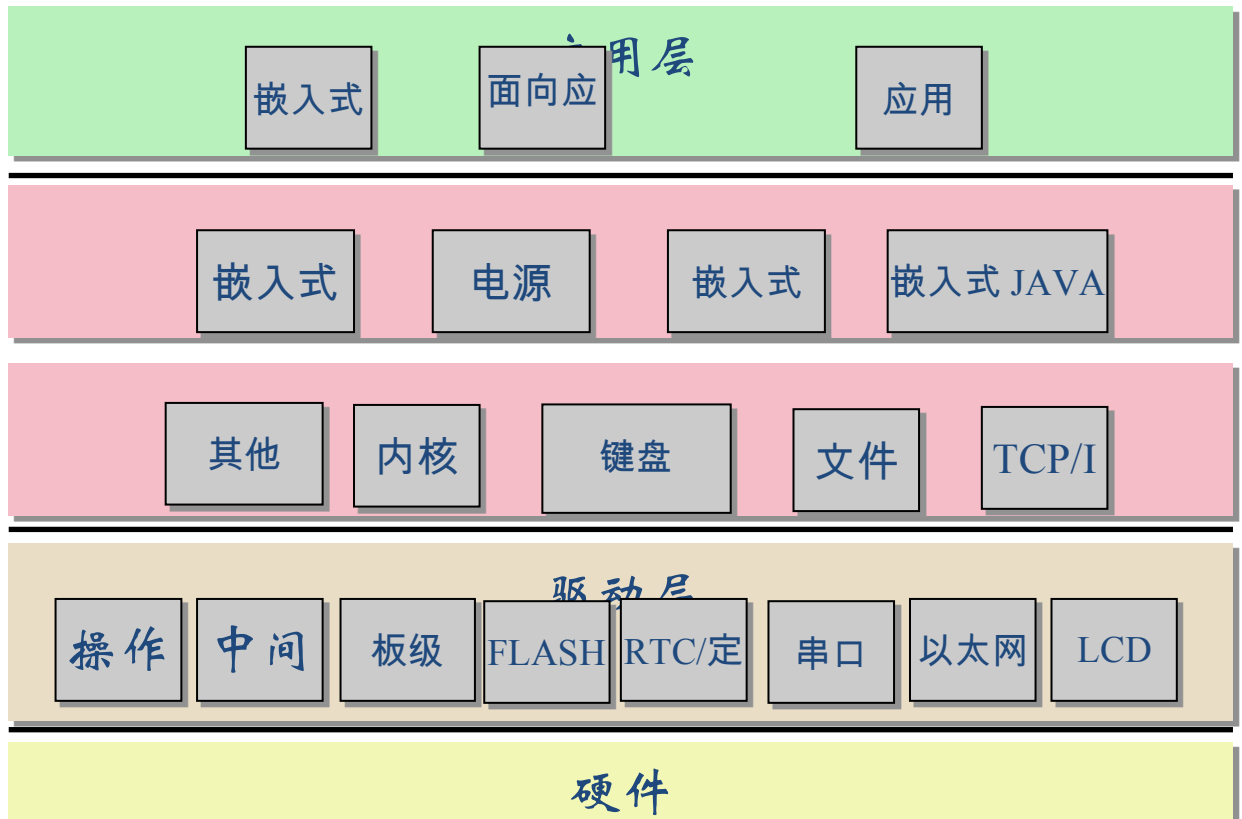
第六章：嵌入式软件概述

1. 嵌入式软件分类，软件体系结构以及特点。

系统软件（控制、管理计算机系统资源。操作系统、中间件）、支撑软件（辅助软件开发工具。系统分析设计工具、仿真开发工具、测试工具等）、应用软件（面向应用领域。手机软

按软件结构分类：单线程程序（主程序形式）、事件驱动程序（中断服务）、单机多任务系统、腹部是嵌入式软件。

体系结构



驱动层：对操作系统和应用提供驱动支持，与硬件打交道

操作系统层：包括嵌入式内核、TCP/IP 网络系统、文件系统等

中间件层

应用层。

嵌入式软件特点

独特的实用性（以应用为中心，与硬件联系紧密）、灵活的适用性（模块化软件、小巧灵活）

2. 嵌入式操作系统发展阶段以及每个阶段代表产品。

无操作系统：汇编直接控制，功能单一，无用户接口

简单监控式实时操作系统：通用性弱，开销小效率高，不友好

通用的嵌入式实时系统：VxWorks、pSos、WinCE，运行在处理器，强大功能，丰富 API

以 Internet 为标志，面向应用的专用特制嵌入式系统：Android

3. 嵌入式操作系统特点，以及对嵌入式操作系统的要求。

实时性：优先级、可抢占

小内核：存储资源小

可配置：硬件要求不同、应用需求不同

易移植

要求

实时性要求。

微内核 vs 单内核：许多嵌入式操作系统是微内核

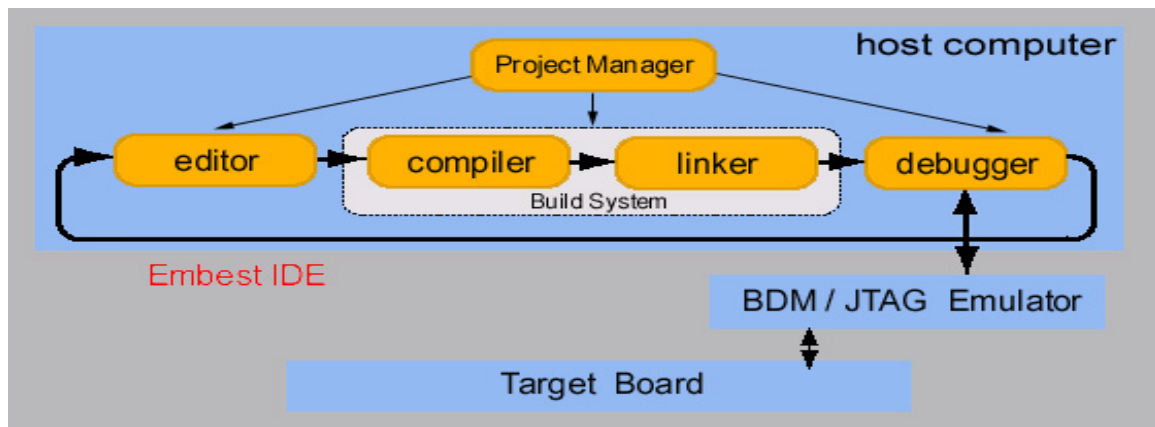
（无）非易失性存储：许多嵌入式操作系统不带非易失性存储，启动通过网络获得 OS，但是为了设备驱动而支持文件系统，所以 EOS 仍然有文件系统。

MMU：许多不采用存储管理技术，不支持虚拟存储技术(Embedded Linux、Windows Mobile、VxWorks 都支持)

内存分配问题：许多不划分系统空间和内存空间，基本不采用页交换技术（PPT）

4. 了解 vxworks、ucosII、linux、windce。

5. 嵌入式软件开发过程。



第七章：嵌入式实时系统

1. 实时系统？特点、分类，衡量标准？与通用系统区别

特点：时间约束性，资源约束性、结果预测性（对任务执行时间进行判断，确定能否满足任务时限需求）、可靠性、稳定性、容错、分布式应用

分类：

按任务到达时间：周期性实时系统（任务在周期结束前完成）、非周期性实时系统（任务到达没有规则和时间要求，但有一个启动和完成时间）

按实时性能：硬实时、软实时

按应用领域：实施过程控制系统、实时信息处理系统

衡量标准：

系统响应时间、任务切换时间、中断延迟。两个主要评价指标：最大中断禁止时间+任务切换时间。

与通用系统区别：

□ 通用系统

- 大的系统吞吐量
- 合理的响应速度
- 对每个系统用户相对公平的
进行计算资源的分配

□ 实时系统

- 实时的数据吞吐
 - ✓ 取代了吞吐量
- 对硬实时应用的优先响应
 - ✓ 取代了恰当的反应速度
- 系统的计算资源和其他外设
资源必须优先满足实时应用的
要求
 - ✓ 取代了公平

2. 常用实时调度算法以及简单思路描述

单调速率算法 (RM): 周期越短优先级越高。静态固定优先级算法。

单调时限算法 (DM): 按任务时限分优先级, 相对时限越短优先级越高。静态固定优先级

最早时限优先算法、截止期优先算法 (EDF): 动态优先级调度算法。在有新任务释放时, 调度程序检查所有就绪任务距离时限的时间, 越短优先级越高。

最短空闲时间优先算法: 动态优先级调度算法。每次新任务释放时, 调度程序检查所有就绪任务的空闲时间, 空闲时间越短优先级越高。

3. 优先级翻转以及解决思路

高优先级的任务在申请已经被低优先级任务占据的资源时, 高优先级被迫进入等待态, 如果有一个中优先级的任务一直在执行, 则高优先级将无法执行

(1) 设置优先级上限, 给临界区一个高优先级, 进入临界区的进程都将获得这个高优先级, 如果其他试图进入临界区的进程的优先级都低于这个高优先级, 那么优先级反转就不会发生。

(2) 优先级继承, 当一个高优先级进程等待一个低优先级进程持有的资源时, 低优先级进程将暂时获得高优先级进程的优先级别, 在释放共享资源后, 低优先级进程回到原来的优先级别。嵌入式系统 **VxWorks** 就是采用这种策略。

4. 影响操作系统实时性的因素?

中断延迟、调度延迟、IO、上下文切换延迟

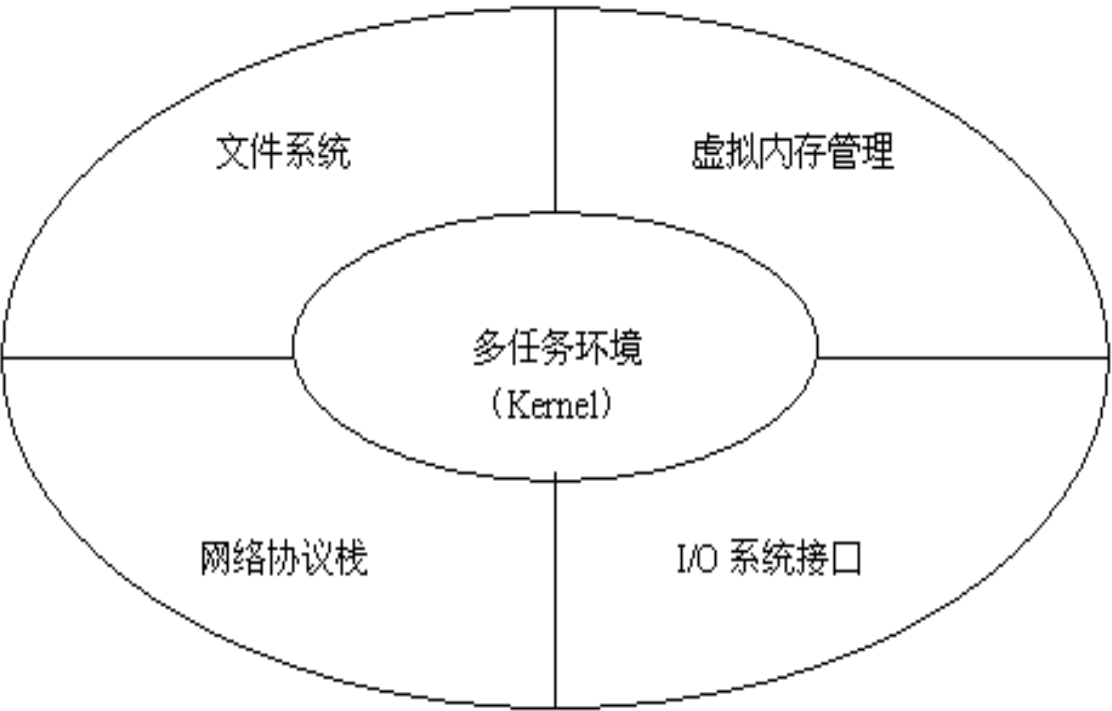
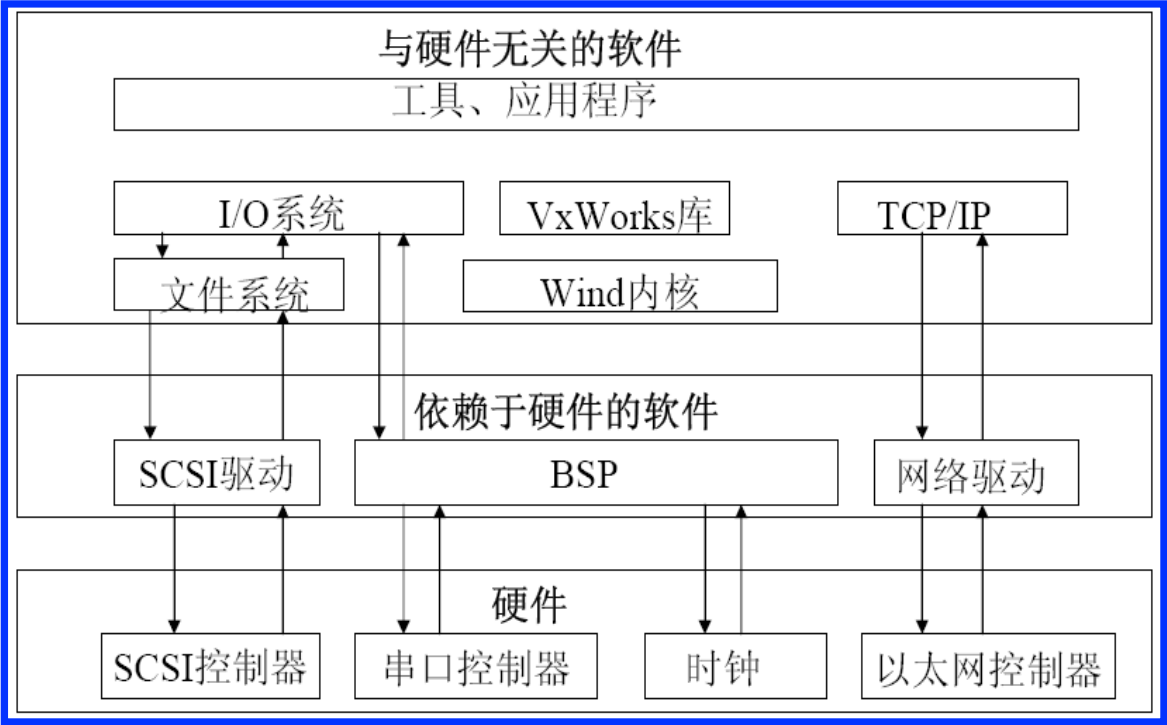
第八章: Vxworks 嵌入式软件

1. VxWorks 简介以及应用领域

风河开发, 嵌入式实时操作系统。VxWorks 操作系统、WorkBench 开发环境。

机外围设备

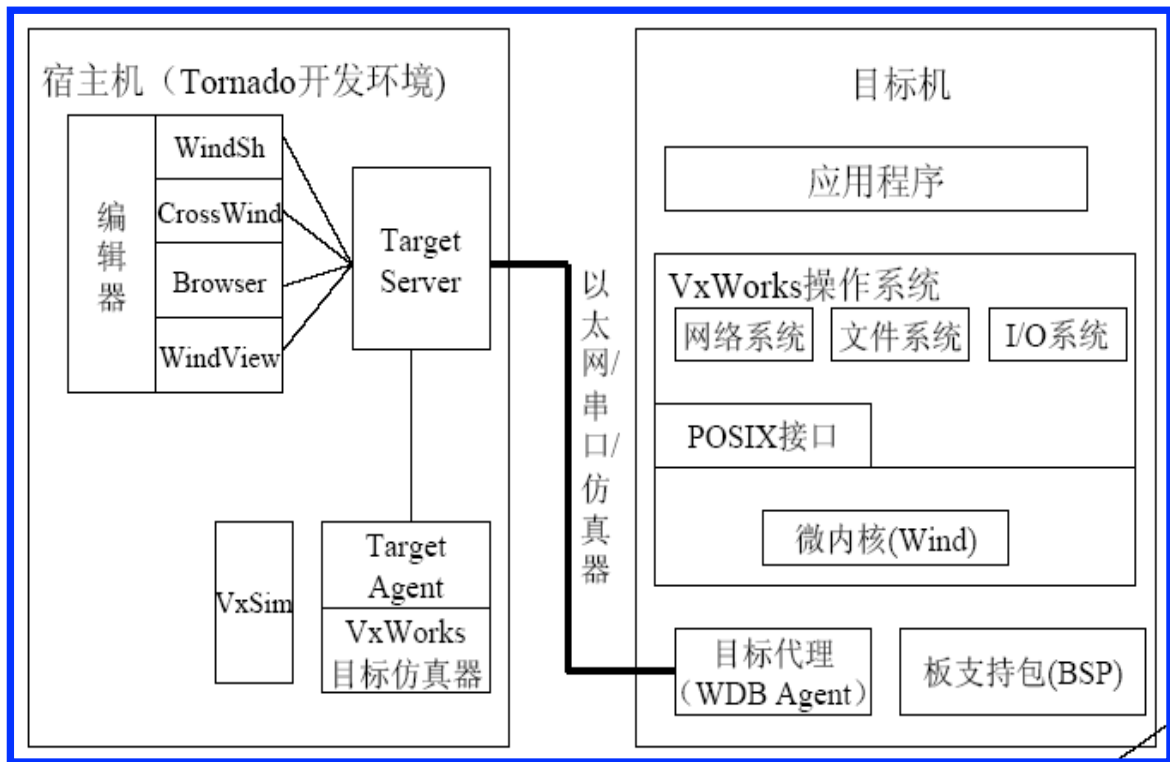
多处理器支持，高性能微内核，可剪裁，友好的开发环境，兼容性，支持多种开发和运行环境



2. BSP

板级支持包：针对具体硬件平台，用户编写的启动代码和部分设备驱动程序的集合，是底层硬件和 VxWorks 之间的软件接口，不是一个驱动程序，只能运行在指定设备硬件环境中。

两部分组成：初始化（从系统上电复位开始到 kernel 和 usrRoot 根任务启动这段时间，目标硬件环境初始化）、驱动程序（提供驱动程序支持、为硬件驱动程序提供可移植性代码、设备配置管理）



4. Vxworks 的内核映像及区别。

- **Bootrom 类型映像:**是最小化、专用的 VxWorks 引导映像,实现最少的系统初始化,主要用于启动装载 VxWorks 映像,其功能类似于 PC 机的 BIOS。
- **VxWorks 类型映像:**是系统主映像,即是系统最终要运行的映像。

第九章: ucosII 操作系统

1. ucosII 简介以及特点

开源、可移植、可固化、可剪裁、抢占式实时多任务操作系统。ANSI C。

2. ucosII 改进思路。

- 固定的基于优先级的调度
 - 不支持时间片,使用起来不方便
 - 固定任务基础上增加基于时间片的微型调度核
- 临界资源的访问上使用关闭中断实现
 - 没有使用 CPU 提供的硬件指令,如测试并置位。
- 系统时钟中断
 - 没有提供用户使用定时器,可以借鉴 linux 的定时器加以修改
- 可以加上文件系统和 TCP/IP 协议栈

第十章：嵌入式 linux 系统

1. 嵌入式 Linux 的改进以及特点；

嵌入式 Linux 扩展了 Linux 的实时性能

Linux 是通用操作系统，不是实时操作系统，内核不支持抢占实时特性

嵌入式 Linux 实时调度算法，功能上扩充了 Linux 的实时处理和控制系统，支持范围更广、设备更多

定制内核

软硬件可剪裁，适用于对功能、可靠性、成本、功耗有严格要求的计算机

定制内核，可以采用 MicroKernel，内核体较小，占用资源少

面向应用系统定制，根据行业特性对 Linux 进行行业化定制

特点：

继承了 Linux 优点：开源、成熟的技术社区、体积小、无许可证费用、工具链丰富完整
可以进行定制化改造

实时性提高

对嵌入式硬件有良好的支持

2. 典型几种嵌入式 Linux 系统，并充分介绍其应用领域以及应用特点

RTlinux

免费版、商业版

应用与航天飞机的空间采集、科学仪器和电影特技图像处理、数控、军事、制造业、通讯业信息家电、媒体广播系统

技术特点：上下文切换最坏 10 微秒，以来不同系统，硬中断延迟 15.可以根据应用需要不断调整计时器定时间隔，获得高定时精度，开销小。

Montavista Linux

电信行业

技术特点：实时支持、支持多种处理器、网络协议支持、丰富的驱动和 API、开源方案包、性能稳定

uClinux

开源，针对微控制领域（该领域一般没有 MMU）

技术特点：重写应用程序库，精简工作。体积小、稳定、良好的移植性、网络功能、对各种文件系统支持、丰富的 API。

uClinux 本身不支持实时性应用

Android

开源、免费

3. ARM-linux 了解。
参看 文件系统部分。
页式、段式 MMU

第十一章：Windows Mobile 系统

1. Windows CE 发展历程，CE 的含义。

Compact、Customer、Connectivity、Companion、Electronics

2006 年 11 月开放 WinCE 6.0 内核

2. Windows ce 与 Windows mobile 之间的关系图；

Windows Mobile 基于 WinCE

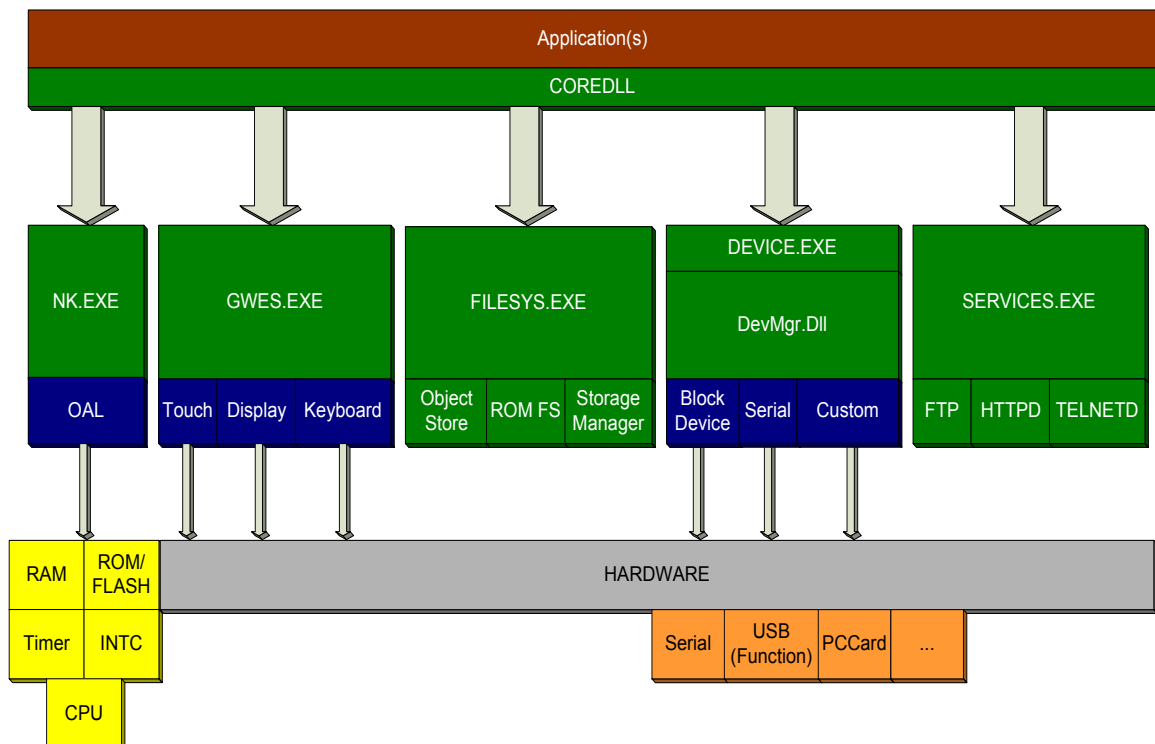
3. Windows mobile 特点，应用领域以及产品；

基于 WinCE，紧凑高效，适应于各种嵌入式产品。拥有多线程、多任务、确定性实时、完全抢占式优先级的操作系统环境。专门面向有限资源的硬件系统。采用模块化设计方式，对标准硬件和特定硬件都可以定制。Win32 API 子集。

专门针对手机。

Smartphone、Pocket PC

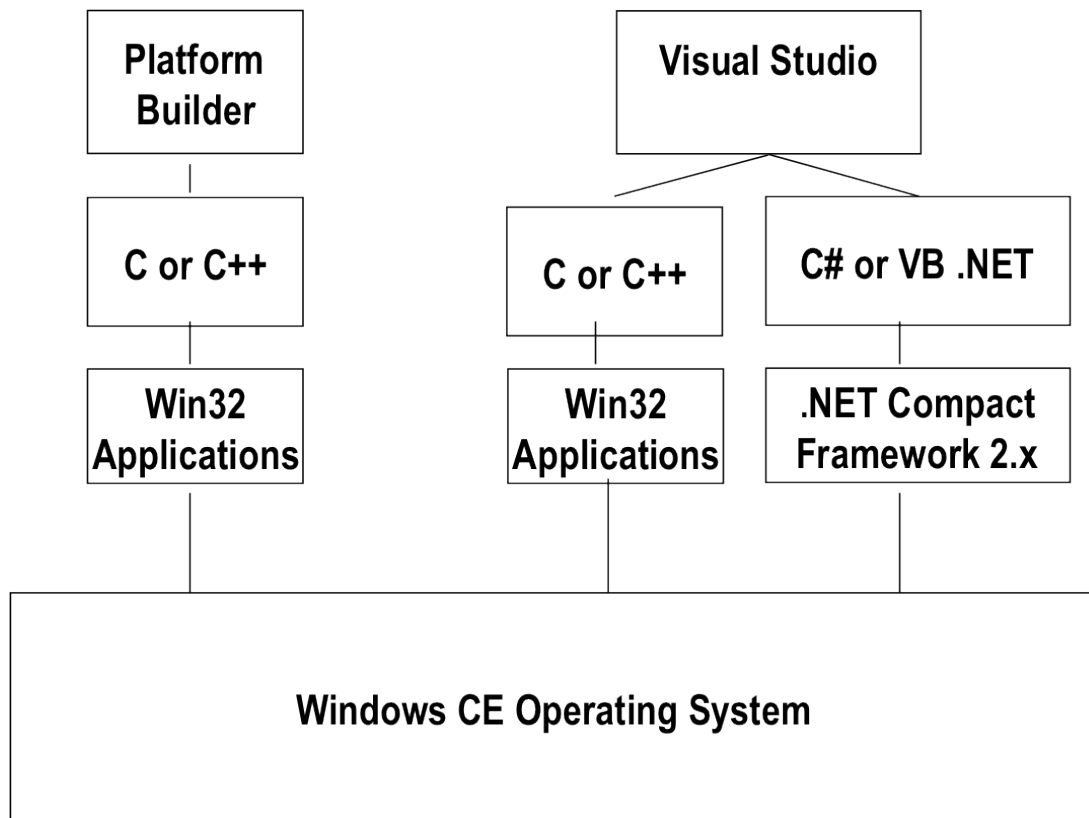
4. Windows CE 简单结构图



5. Windows Mobile 开发工具以及工具图。

操作系统定制：Platform Builder

应用程序开发：Embedded Visual C++，Visual Studio .NET



第十二章：嵌入式系统启动

1. BootLoader 含义，功能

嵌入式系统中的启动加载程序，引导加载程序。是系统加电后运行那个的第一段代码，在操作系统内核运行之前运行的一段小程序，主要作用是将操作系统运行时映像加载到内存，并跳转到 OS 的启动程序处。总之是通过一系列操作，将系统的软硬件环境带到一个合适的状态，并为调用操作系统内核准备好环境。

主要功能：初始化硬件设备、建立内存空间映射图、调整系统的软硬件环境，以便操作系统内核启动

依赖处理器架构、依赖具体板级配置，有一些通用的 BootLoader

2. 两阶段启动过程完成的主要任务

Stage1: 硬件设备初始化、为加载 Stage2 准备 RAM 空间、拷贝 Stage2 到 RAM 空间中、设置好堆栈、跳转到 Stage2 的入口点

Stage2: 硬件设备初始化、检测系统内存映射、将 kernel 映像和根文件系统映像从 Flash 中读到 RAM 空间中、为内核设置启动参数、调用内核

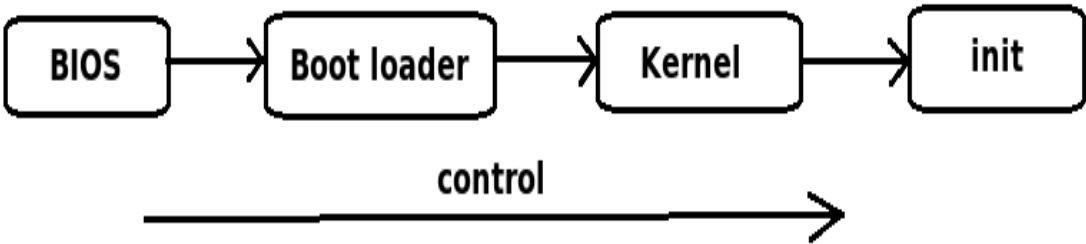
3. 几种常用的 BootLoader 简介

通用：

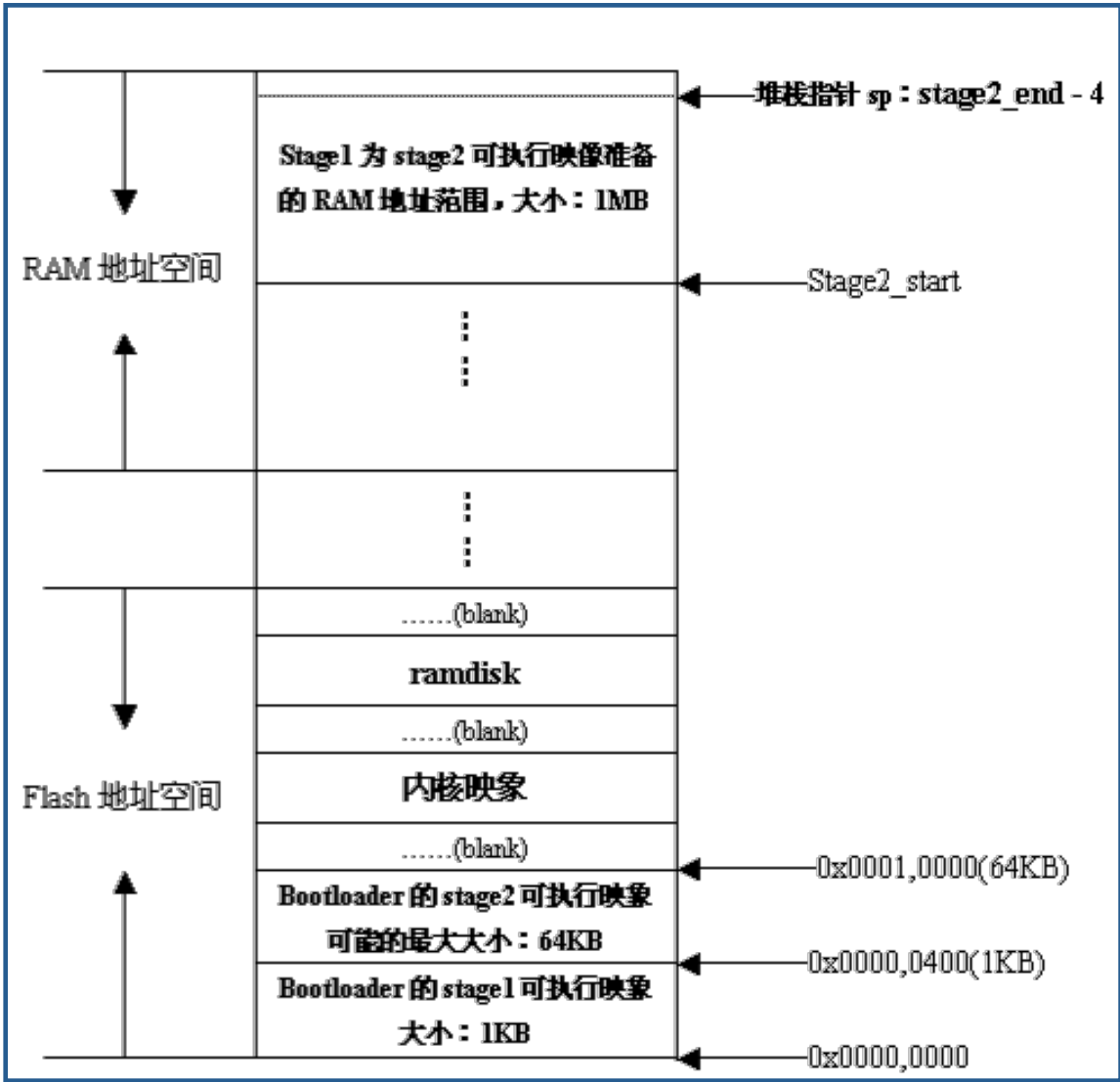
U-Boot: 德国，开源，支持多种 CPU，丰富的开发资源（设备驱动源码、开发调试文档），XIB 内核引导

RedBoot: 红帽，移植性好，引导任何其他嵌入式 OS（Linux, WinCE），支持多种处理器

Vivi: 韩国，ARM9



Linux 系统启动过程



第十三章：嵌入式 GUI

1. 嵌入式 GUI 特点以及应用

特点：可移植性、较高的稳定性和可靠性、系统开销小（占用的存储空间以及运行时占用资源少、运行速度以及响应速度快）、较高可配置性（可裁剪性、界面特性配置、皮肤和主题配置）

限制：CPU 速度相对较慢，不具备或浮点运算能力较弱、内存外存容量小、电量有限

品、智能家电产品、游戏产品、产品在线推广。

2. 流行的 GUI

MicroWindows、MiniGUI、Qt/Embedded、Tiny-X、OpenGUI

3. X window 简介

X 窗口系统（X Window System）是一种以位图方式显示的软件窗口系统。X Window 不是一个软件，而是一个协议，这个协议定义一个系统成品所必需具备的功能，任何系统能满足此协议及符合 X 协会其他的规范，便可称为 X。

采用客户端/服务器的设计概念

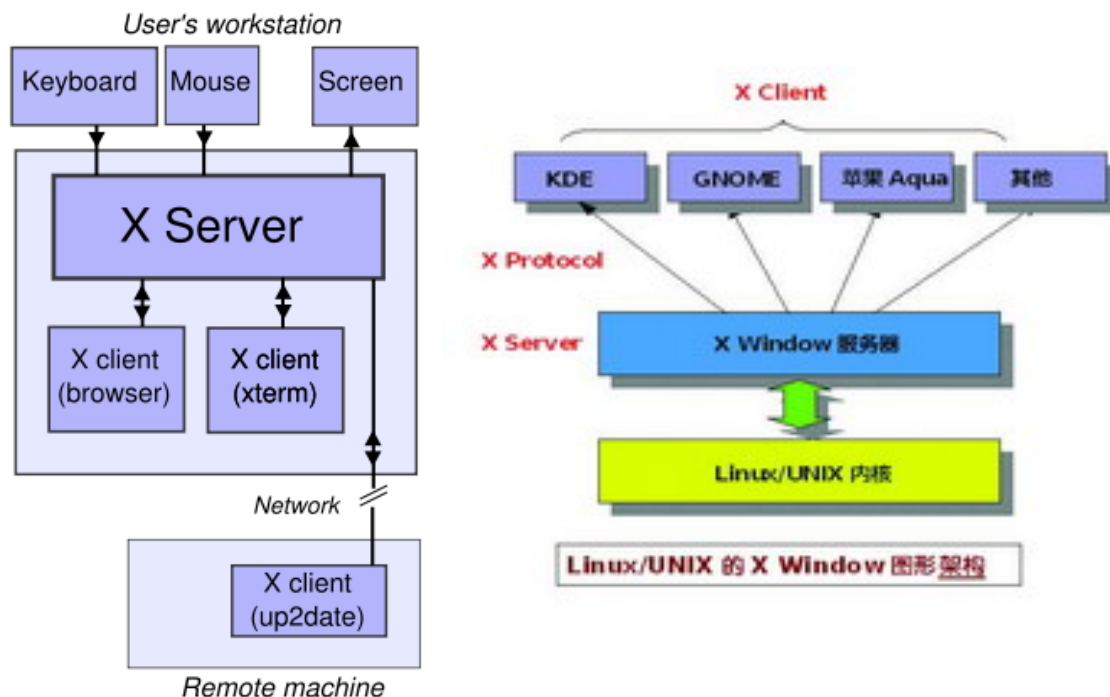
由 3 部分组成：客户端、服务器和 X 协议

客户端：提供完整 GUI 界面，负责与用户直接交互（KDE、Gnome 是 X Client）

服务器：处理输入/输出信息并维护相关资源，接受键盘、鼠标操作并将它交给 XX 客户端作出反馈

X 协议：衔接 X Server 与 X Client，充当这两者沟通管道；

X Windows 是事件驱动，大部分时间处于一种等待事件发生的状态



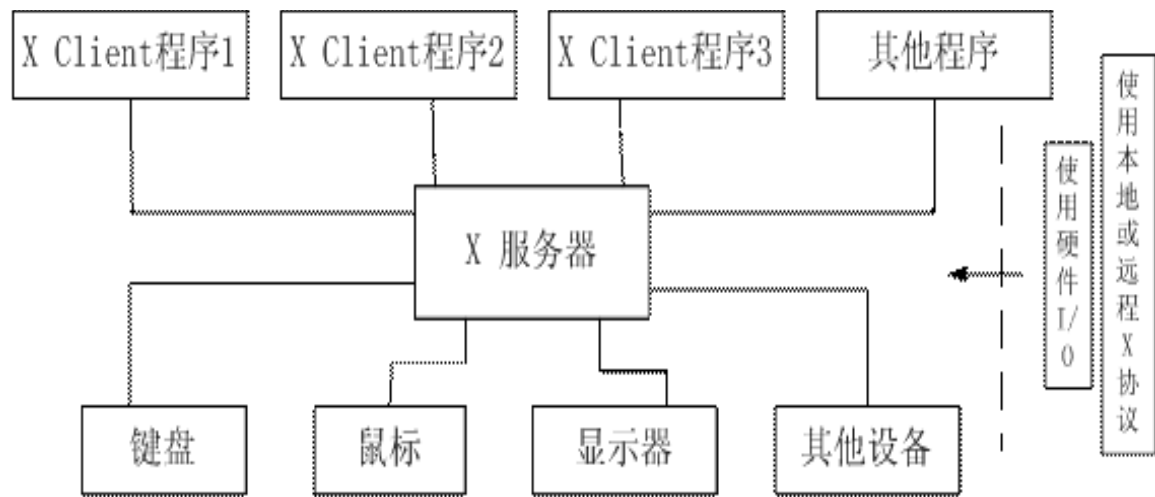
4. 两种 Linuxd 桌面环境

KDE、GNOME

5. Tiny x 体系结构

设计目标：小容量内存环境下、嵌入式 Linux 的 GUI、性能稳定性好

X-Window 简化版



6. Qt 简介

跨平台、面向对象、丰富的 API、完整的组件、优越的绘图功能、方便性、国际化

第十四章：嵌入式文件系统

1. 常见存储介质以及方案，举个例子介绍一下

ROM 只读存储器

PROM 可编程只读存储器

EPROM 紫外线可擦可编程只读存储器

EEPROM 电可擦除可编程只读存储器

Flash Memory 闪存（由 EEPROM 派生）

- ✓ NOR 字节为单位读写编程，擦出编程速度较慢，适用擦除和编程操作较少而直接执行代码的场合，尤其是纯代码存储的应用中广泛使用，如 PC 的 BIOS 固件、移动电话、硬盘驱动器的控制存储器等。
- ✓ NAND 页为单位读写编程，快编程快擦除，适合于纯数据存储和文件存储，主要作为 SmartMedia 卡、CompactFlash 卡、PCMCIA ATA 卡、固态盘的存储介质，并正成为闪速磁盘技术的核心。

存储方案：

CompactFlash(CF)：数码相机，手持计算，NOR->NAND

MultiMedia Card(MMC)：尺寸小，MP3，移动电话，发展出 SD 卡

SmartMedia(SM)：数码相机

MemoryStick：PSP，数码相机，手机，摄像机

MicroDrive：更快的硬盘，IBM

SSD

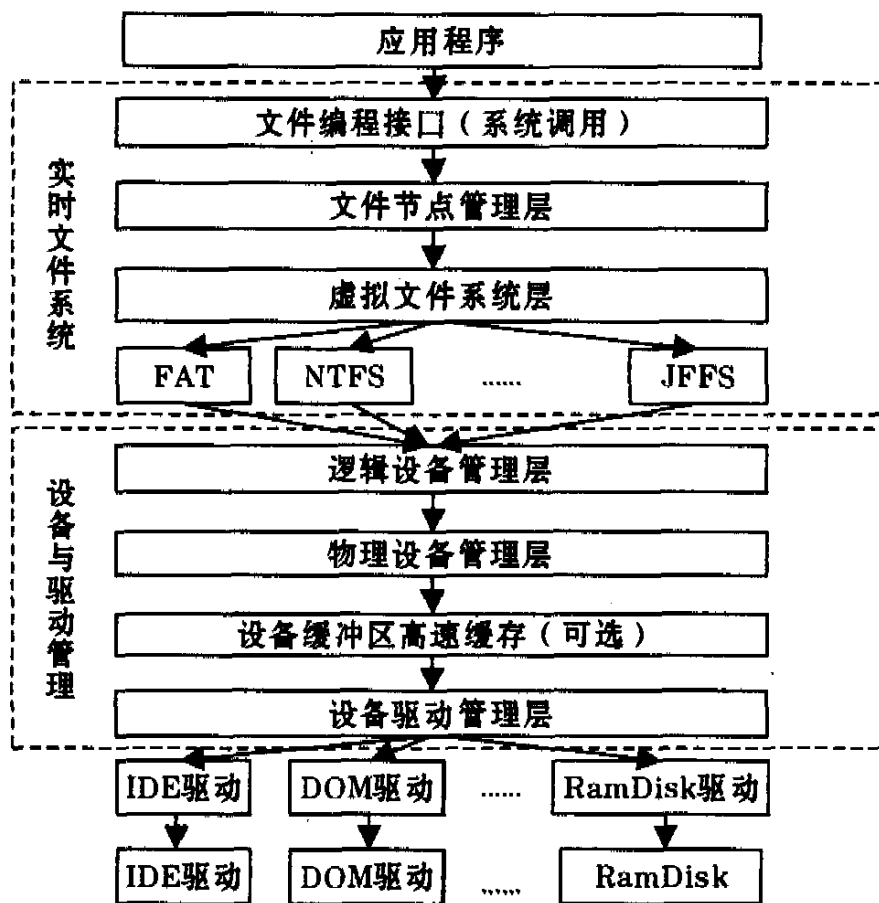
U 盘

2. 嵌入式文件系统设计目标以

按照功能模块划分两大模块：

实时文件系统模块

设备与驱动管理模块



□ 设计目标

- 使用简单方便
- 安全可靠
- 实时响应
- 开放性和可移植性
- 可伸缩性和可配置性
- 开放的体系结构
- 资源有效性
- 功能完整性
- 热插拔
- 支持多种文件类型

关键技术

□ 可靠性设计

- 嵌入式系统中的 Flash 存储器两大类不稳定因素
 - ✓ Flash 存储器本身可能出现物理性的损坏
 - ✓ 嵌入式系统面对较多的突发掉电与重启动，造成 Flash 存储器写操作的异常终止
- 坏块管理

❑ 垃圾回收机制 GC (Garbage Collection)

- 释放过时的日志文件节点，称为垃圾回收问题；
- 在 JFFS2 中内核线程来负责进行垃圾收集操作
 - ✓ 在系统加载时创建或系统每进行数据写入操作申请闪存空间时都会检查垃圾收集条件是否满足；若满足该条件，则唤醒线程进行垃圾收集操作
- 当文件系统接近满时，由于频繁的启动垃圾收集进程，系统效率大大降低。

❑ 磨损均衡 (wear levelling) 设计

- 必须采取相应的损耗平衡算法
 - ✓ 保证存储器各块的平均使用
 - ✓ 提高使用寿命
 - ✓ 提高系统可靠性
- 擦除循环周期在 Flash 上均匀分布

3. 集中索引式文件系统在嵌入式文件系统中的应用局限性

❑ 集中索引文件缺点：

- 采用覆写形式进行数据更新
 - ✓ 在闪存中覆写数据需要先擦除再写入，如数据擦除后系统发生意外而断电，被擦除的数据将无法写回到存储区，从而导致数据丢失。
- 由于索引信息集中存放，任何数据的更新都将导致集中索引信息的修改。
 - ✓ 集中索引信息将被频繁修改
 - ✓ 闪存存储块的擦写次数有限，频繁的修改将导致集中索引区损坏
- 存储区的擦除速度较慢，覆写方式将降低数据写入速度

❑ 日志结构文件系统

- 采用了数据库系统中日志的概念
- 对数据的更新采用前向写入
 - ✓ 写入空白块而不是覆写方式进行
 - ✓ 避免了数据块的擦除
 - ✓ 保证了意外情况下数据存储的完整性与关联性
 - ✓ 实现了存储区的负载均衡
- 不直接进行耗时较高的擦除操作，数据的写入速度将较大提高

❑ 日志结构文件系统更适合于在闪存设备中的应用

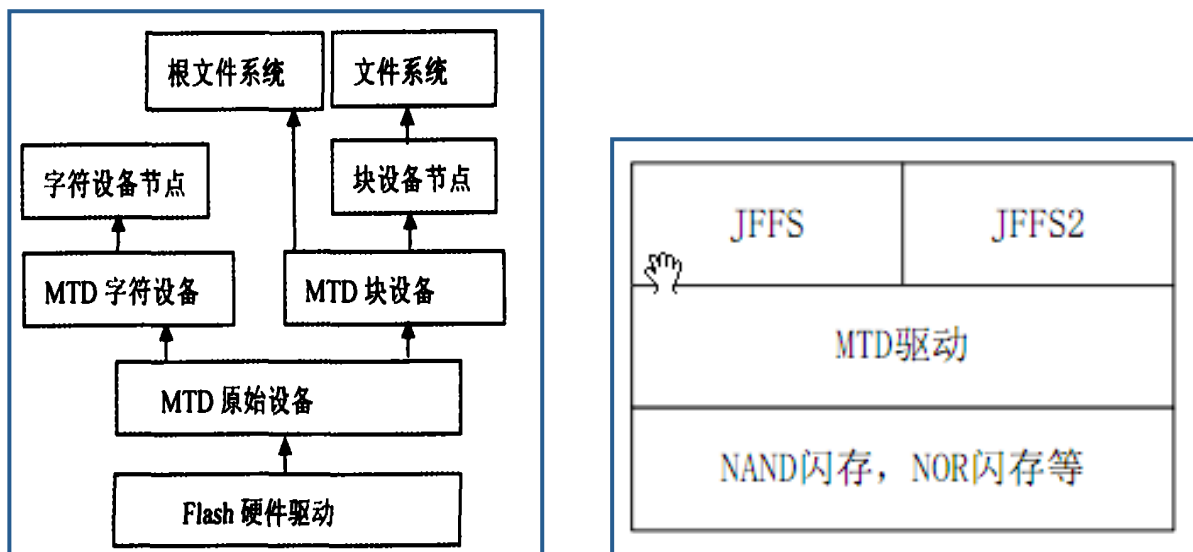
4. 基于闪存的存储体系特点

基于闪存的存储方案特点。

- 1、最小寻址单位是字节，可从闪存任意偏移读数据，但是不能以字节单位写数据
 - 2、出于干净状态时（被擦写过，但是没写）每一位都是逻辑 1
 - 3、闪存每一位都可以被置成 0，但是置 1 只能以块为单位（擦除只能以块为单位）
 - 4、尽可能磨损平衡，因为闪存擦除写入次数有限，所以避免对于某一部分过度使用。
5. JFFS 与 YAFFS 简介以及特点。

JFFS:

建立在 MTD 基础之上（MTD 是硬件上层的一个抽象借口，向上提供 MTD 字符设备和 MTD 块设备两个接口，从而使得可以像读写普通文件一样对 FLASH 进行读写，支持 NOR 和 NAND）



JFFS2 是 JFFS 的后继者，管理 MTD 设备上实现的日志型文件系统，免受断电和宕机危害的日志文件系统。

三种节点：INODE（文件的相关信息，大小、时间、数据位置等）

DIRENT（文件名、ino 号、父节点 ino 号，形成层次目录结构）

CLEANMARKER（表示普通文件、目录擦除块标记）

垃圾回收：回收空间时按照块为单位进行选择，存储节点不可跨越 Flash 块界限

碎片收集由专门的收集进程处理（一般睡眠状态）

优点：扇区级别擦除/写/读操作

更好的崩溃/掉电保护（ext2 将整个扇区复制到内存修改后写回，JFFS2 追加文件）

专为闪存（嵌入式设备）设计

YAFFS:

NAND Flash 嵌入式文件系统，开源 GPL，适用大容量存储

树形结构

改写策略：先写入新的数据块，再将原有数据块删除，断电时保证完整性

□ YAFF2 优点

- 断电保护功能
- 对 Flash 区间的擦写平衡
- 支持错误纠正
- 确认技术
- 文件系统可以达到 1 G
- 相比 JFFS2 速度更快，对内存的占用率较小

□ YAFFS2

- YAFFS 的改进版本，在速度、内存使用上都有所改进；
- 支持大容量 NAND Flash
- 文件系统最大可以达到 8 G

第十五章：嵌入式系统调试

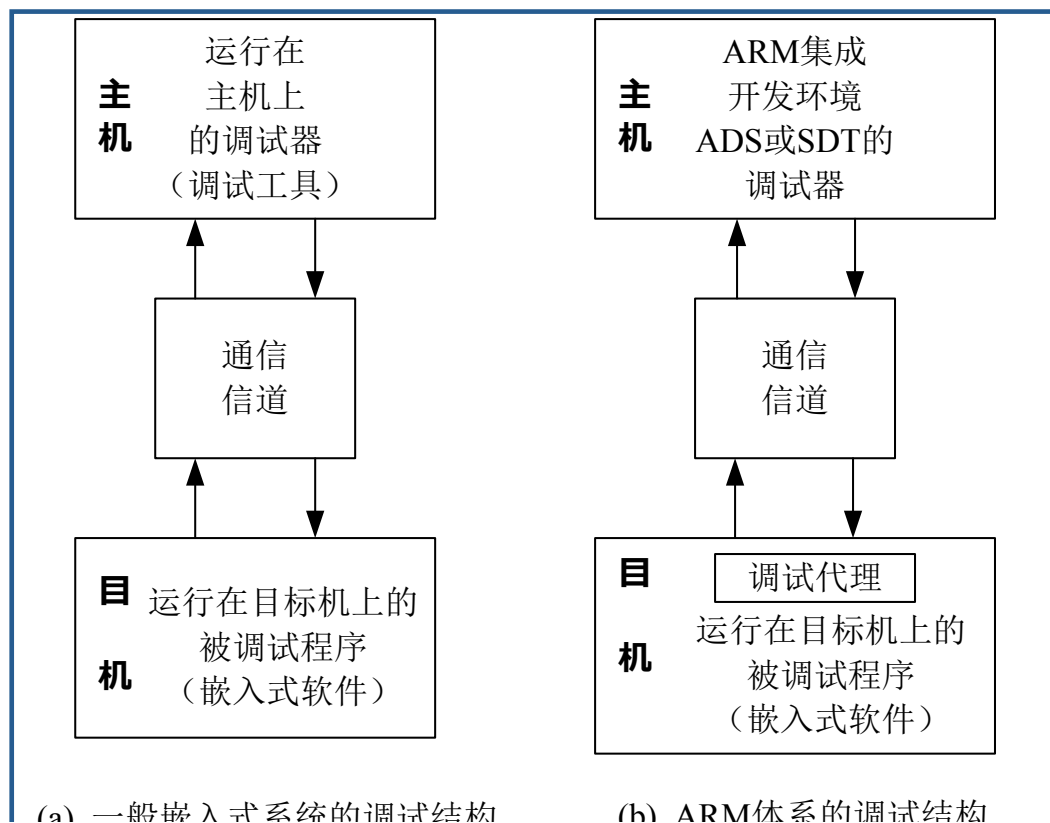
1. 与桌面调试的不同？

主机(PC)目标机结构，但目标机存储能力、显示能力、数据吞吐率小，很难在目标程序运行的计算设备上进行软硬件调试

需要远程调试（调试器在桌面系统，被调试程序在嵌入式平台），专门的调试接口

主机目标及结构不同，需要通信转换器

2. 调试架构图以及改图中调试的关键问题



- 调试器与被调试程序如何通信；
- 被调试程序产生异常如何及时通知调试器；
- 调试器如何控制、访问被调试程序；
- 调试器如何识别有关被调试程序的多任务信息并控制某一特定任务；
- 调试器如何处理某些与目标硬件平台相关的信息。

3. 常用调试方案，并了解每种方案。

■ 软件插桩

在程序中插入额外代码获得程序执行时行为信息。实质是用软件接管目标系统全部异常处理，在其中插入调试端口通信模块与主机调试器交互。

缺点：

只用于调试操作系统之上的应用程序，不宜用来调试目标操作系统，特别无法调试目标操作系统的启动过程。占用目标平台某个通信端口，该端口的通信程序无法调试了。必须改动目标操作系统。

代理调试：

针对某些调试器（如 GDB）提供监视点这一特殊调试手段，目标方的插桩在原有基础上加以改进。

调试时用户首先在调试器设置监视点，以源代码表达式形式指定感兴趣的对象名，并将之传送至代理；程序运行后命中监视点、唤醒代理；代理根据字节码记录用户所需数据存入特定缓冲区；当调试器再度得到控制时，可发出命令，向代理查询历次监视记录代理。

■ ROM 仿真器

用 RAM 替代 ROM 便于调试时修改代码（以 ROM 为存储器的嵌入式系统更改代码不方便）

■ 在线仿真（ICE）

替代 CPU 完全模拟 CPU 工作。

优点：功能强大

缺点：ICE 必须比被调试的 CPU 更快，这个很难。ICE 价格非常昂贵

■ 片上调试（OCD）

在处理器芯片内部加入一个 EmbeddedICE 单元，提供传统 ICE 的诸多功能。硬件只包括一个 EmbeddedICE 借口盒，实现 PC 端调试器指令与 JTAG 协议的转换。OCD 利用芯片内部的 EmbeddedICE 单元对 CPU 调试。

优点：不占用平台通信端口、无需修改目标操作系统、能天使目标操作系统启动过程

缺点：软件工作量增加，调试器端除了需补充对目标操作系统多任务的识别、控制等模块。

针对使用同一芯片不同开发板编写各类 ROM、RAM 初始化程序。

4. 常用四种调试技术。

1、指令模拟器

在一台计算机上模拟另一台计算机上目标程序（机器指令）运行过程的软件程序。纯软件系统。

应用于：没有目标机开发板、有目标机开发板但很贵、程序模块不需要在实际开发板上执行、模块代码的先行调试。

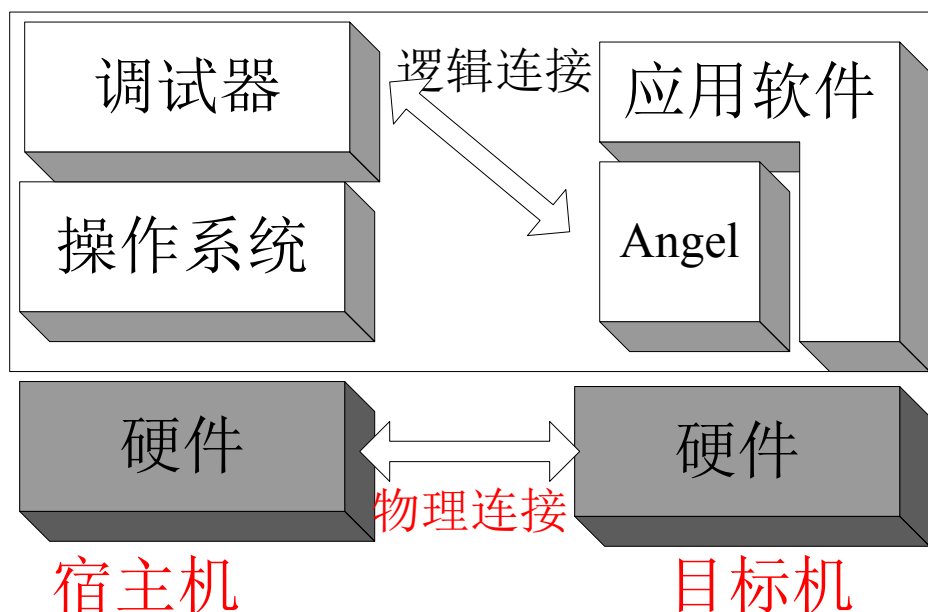
模拟对象：中断系统、任务映射、内存及堆栈、输入输出设备

缺点：与真实硬件差别大，无法同 ICE 一样仿真嵌入式系统在实际应用中实际执行情况。

ARM 指令模拟器

2、驻留监控软件

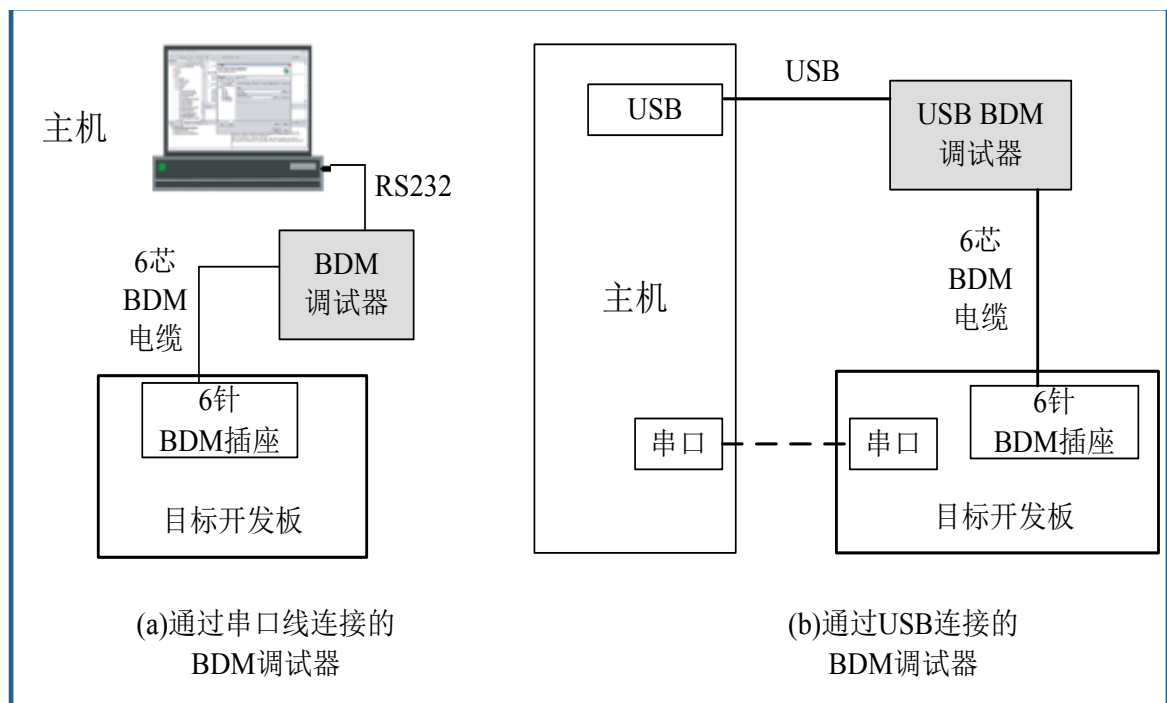
运行在目标板上驻留监控调试方式本质上是一种软件调试方式；集成开发环境中的调试软件通过通讯端口与驻留监控软件交互。



缺点：对硬件设备要求比较高，不能对程序全速运行进行完全仿真。

3、背景调试模式

在 BDM 调试方式下，满足 BDM 调试的微处理器内部已经包含了用于调试的微码，调试时仿真器软件和目标板上 CPU 的调试微码通信，目标板上的 CPU 无需取出，各种调试命令可以被发送到处理器中访问内存和寄存器。



4、JTAG 仿真器

边界扫描结构标准。大致分两类：一类测试芯片电气特性，检查芯片是否有问题。另一类用于 Debug

通过 ARM 芯片的 JTAG 边界扫描口进行调试，便宜连接方便，无需目标存储器，不占用目标系统任何端口，目标程序直接在目标板运行，仿真更接近于目标硬件。

JTAG 基本原理（课件）

Multi-ICE

第十六章：移动通信

1. 移动通信概念

指通信的一方或双方在移动状态中或临时停留在某一非预定位置上进行信息传递和交换的方式，不仅指语音，还包括数据、传真和图像等通讯业务。

2. 几种无线通信，可介绍其中 1-2 种；

无绳电话&小灵通

无线局域网：静止或步行移动用户，提供小范围高速数据接入

卫星通信系统

蓝牙：近距离无线数字通信技术标准，10m

Zigbee：距离近、低复杂度、自组织、低功耗、低数据速率、低成本，适合自动控制等领域

UWB：未来短距离无线通信的主流技术

3. 蜂窝移动通信发展历程

第一代（1G）：FDMA，美国 AMPS 标准，英国 TACS 标准。大哥大，话音质量差，保密性差。

2.5G: TDMA、CDMA, GPRS 通用分组无线业务

3G: FDMA、TDMA、宽带 CDMA。欧洲 WCDMA, 北美 CDMA2000, 中国 TS-SCDMA
LTE

4G: 信息传输速率更快、带宽更宽、容量更大、智能性更高（多类型用户共存、多种业务融合）、兼容性更强（全球统一标准）、多媒体通信质量更高。

4. 多址技术

频分多址：利用不同频率分割不同信道的多址技术。相互干扰，利用率低，容量小

时分多址：利用不同时间分割不同信道的多址技术

空分多址：利用不同空间分割成不同信道的多址技术

码分多址：利用不同码序列分割不同信道的多址技术。正交码，容量大，抗干扰能力强，话音质量好，保密性强，低功耗。（网上说法：就是根据不同的波形进行）