

嵌入式操作系统

1.2 嵌入式操作系统和选型

陈香兰 (xlanchen@ustc.edu.cn)

计算机应用教研室 @ 计算机学院
嵌入式系统实验室 @ 苏州研究院
中国科学技术大学



Outline

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
 - 1、 $\mu C/OS-II$
 - 2、ThreadX 操作系统
 - 3、微软的移动平台
 - 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
 - 5、RTEMS
 - 6、嵌入式 Linux ★
- 2 嵌入式 Linux 简介
 - Linux 简介
 - 嵌入式 Linux 介绍
- 3 嵌入式操作系统选型
- 4 小结和作业

典型嵌入式操作系统介绍
嵌入式 Linux 简介
嵌入式操作系统选型
小结和作业

- 1、 μ C/OS-II
- 2、ThreadX 操作系统
- 3、微软的移动平台
- 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
- 5、RTEMS
- 6、嵌入式 Linux ★

嵌入式操作系统一览



常见嵌入式实时操作系统

- 常见嵌入式**实时**操作系统
 - RTlinux 及其他嵌入式实时 Linux
 - μ C/OS - II
 - wind river systems 公司的 Vxworks
 - QNX software systems 公司的 QNX
 - pSOS
 - OS/9
 - VRTX
 - eCOS

常见嵌入式非实时操作系统

- 常见嵌入式**非实时**操作系统
 - Microsoft 公司的 windows CE、Embedded windows xp 等
 - Palm 公司的 Palm OS
 - symbian 公司的 EPOC
 - 一些嵌入式 linux 系统

介绍几款典型的嵌入式操作系统

- ① $\mu C/OS - II$
- ② ThreadX
- ③ Windows 系列的嵌入式操作系统
- ④ VxWorks
- ⑤ RTEMS
- ⑥ 嵌入式 Linux

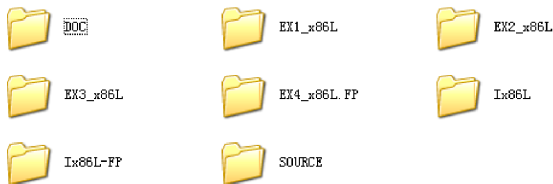
Outline

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
 - 1、 $\mu C/OS - II$
 - 2、ThreadX 操作系统
 - 3、微软的移动平台
 - 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
 - 5、RTEMS
 - 6、嵌入式 Linux ★
- 2 嵌入式 Linux 简介
 - Linux 简介
 - 嵌入式 Linux 介绍
- 3 嵌入式操作系统选型
- 4 小结和作业

1、 $\mu C/OS-II$

- 免费的公开源码实时操作系统
- 内核提供任务调度和管理、时钟管理、任务间同步与通信、内存管理和中断服务等功能
- 最多支持 64 个任务，分别对应优先级 0 ~ 63，其中 0 为最高优先级
- 可剥夺实时多任务内核
 - 调度工作的内容分为两部分：最高优先级任务的寻找和任务切换
- 内核是针对实时系统的要求来设计实现的，相对比较简单，可以满足较高的实时性要求
- 但是没有网络功能和文件系统，对于像媒体播放、需要网络 and 图形界面支持的应用就比较差

$\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 目录的含义



序号	目录名	含义
1	DOC	一些文档
2	EX 1_x86L	第一个基于 x86 的应用实例
3	EX 2_x86L	第二个基于 x86 的应用实例
4	EX 3_x86L	第三个基于 x86 的应用实例
5	EX 4_x86L.FP	第四个基于 x86 的应用实例
6	Ix86L	嵌入式 x86 开发板
7	Ix86L.FP	带浮点的嵌入式 x86 开发板
8	SOURCE	核心源代码

Source DIR

在 SOURCE 目录下一共有 10 个 C 文件和 1 个头文件。

序号	文件名	大小	功能
1	OS_CORE.C	49 KB	
2	OS_FLAG.C	44 KB	
3	OS_MBOX.C	24 KB	
4	OS_MEM.C	14 KB	
5	OS_MUTEX.C	28 KB	
6	OS_Q.C	34 KB	
7	OS_SEM.C	20 KB	
8	OS_TASK.C	36 KB	
9	OS_TIME.C	10 KB	
10	uCOS_II.C	2 KB	
11	uCOS_II.H	46 KB	

Outline

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
 - 1、 $\mu C/OS-II$
 - 2、ThreadX 操作系统
 - 3、微软的移动平台
 - 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
 - 5、RTEMS
 - 6、嵌入式 Linux ★
- 2 嵌入式 Linux 简介
 - Linux 简介
 - 嵌入式 Linux 介绍
- 3 嵌入式操作系统选型
- 4 小结和作业

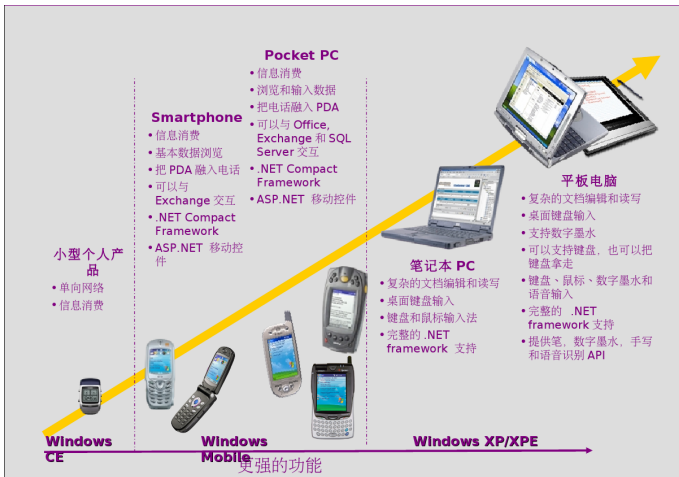
2、ThreadX 操作系统

- 只需要很小的存储器容量（最低 5k）
- 硬实时的处理能力
- 有功能强大的专门的开发调试支持工具
- 支持了市场上绝大部分的 CPU
- 同样也是商业化的操作系统

Outline

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
 - 1、 $\mu C/OS - II$
 - 2、ThreadX 操作系统
 - 3、微软的移动平台
 - 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
 - 5、RTEMS
 - 6、嵌入式 Linux ★
- 2 嵌入式 Linux 简介
 - Linux 简介
 - 嵌入式 Linux 介绍
- 3 嵌入式操作系统选型
- 4 小结和作业

3、微软的移动平台



Windows Embedded 家族



Windows CE I

- 主要用于 PDA，smartphone 等个人手持终端上
- 支持多线程
- 支持多种软硬件
- 最大的特点就是能提供与 pc 机类似的图形界面和主要的应用程序
- 地道的商业操作系统

Windows CE II

● 主要模块

- 内核模块：支持进程和线程处理及内存管理等基本服务
- 内核系统调用接口模块：运行应用程序访问操作系统提供的服务
- 文件系统模块：支持 dos, fat 等格式的文件系统
- 图形窗口和事件子系统模块：控制图形显示，并提供 windows GUI 界面
- 通信模块：运行同其他设备进行信息交换

Outline

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
 - 1、 $\mu C/OS-II$
 - 2、ThreadX 操作系统
 - 3、微软的移动平台
 - 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
 - 5、RTEMS
 - 6、嵌入式 Linux ★
- 2 嵌入式 Linux 简介
 - Linux 简介
 - 嵌入式 Linux 介绍
- 3 嵌入式操作系统选型
- 4 小结和作业

4、VxWorks 嵌入式实时操作系统 I

- VxWorks 是风河（WindRiver）公司开发的一款商用硬实时操作系统
- 支持主流的 32 位 CPU，包括
 - x86、68K、PowerPC、MIPS、ARM 等
- 基于微内核结构，由 400 多个相对独立的，短小精悍的目标模块组成，可裁剪性和可配置性相当出色

主要思想：

- 在嵌入式系统中最大限度地实现内核的时间可预测性，根据用户定义的任务优先级对任务实现调度。
- 给用户最大的控制权

4、VxWorks 嵌入式实时操作系统 II

- Vxworks 的基本构成模块包括以下部分：
 - 高效实时微内核 wind：

Vxworks 实时微内核 wind 以灵活性和可配置性为设计目标，它主要包括

 - 基于优先级的任务调度
 - 任务同步和通信
 - 中断处理
 - 定时器
 - 内存管理
 - 兼容 POSIX 实时系统标准
 - I/O 处理系统：

Vxworks 提供与 ANSIC 兼容的 I/O 处理系统，主要包括

 - UNIX 缓冲 I/O 处理系统，和
 - 面向实时的异步 I/O 处理系统

4、VxWorks 嵌入式实时操作系统 III

- 本机文件系统
- 网络处理模块：
Vxworks 网络处理模块能与许多运行其他协议的网络进行通信，如 TCP/IP、NFS、UDP、SNMP、FTP 等
- 虚拟内存模块 VxVMI：
VxVMI 主要用于对指定内存区的保护，如内存块只读等
- 共享内存模块 VxMP：
主要用于多处理器行运行任务之间的共享信号量、消息队列、内存块管理
- 板级支持包 BSP：
提供各种硬件的初始化、中断的建立、定时器、内存映象

VxWorks 的评价 I

- Vxworks 是一款非常出色的嵌入式实时操作系统，但是它是不公开源码的商业化操作系统，价格比较高
- Vxworks 为追求系统的实时性而设计的，并不是以通用 OS 为设计目标。
 - 去掉了一些 OS 模块，因为这些模块在某种程度上会影响系统的实时性
 - 例如：在内存管理中没有采用页面管理模式，采用的是平板式内存

VxWorks 的评价 II

- 任务调度采用的是基于优先级的抢占式任务调度模式，优先级分 256 级 (0-255)
 - 用户可以动态的改变优先级，但是这种做法不提倡
 - 用户可以锁定一个任务使它不被更高的任务或中断抢占
 - 允许使用固定优先级响应时间来检查任务调度的性能
- 资源共享和优先级继承机制
- 采用最优化的上下文切换和中断返回机制。
- 内核从不禁止非屏蔽中断 NMI (non-maskable interrupts)

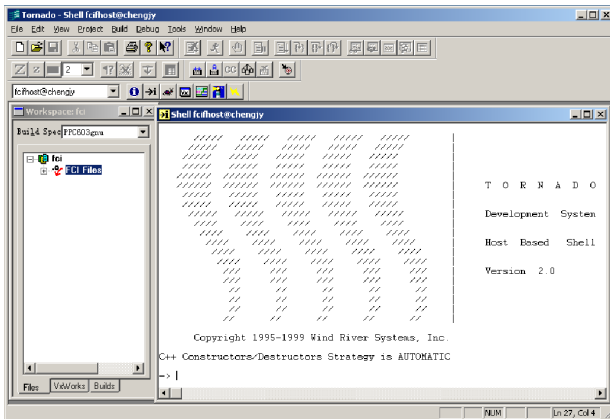
VxWorks 缺点

- 缺少某些 OS 特性
- 保证时限要求是设计者自己的任务
 - 系统的灵活性带来的弊端
- 不支持很多应用和 APIs
 - 只支持部分 POSIX 标准的函数集
- 尽管采用了平板式内存管理，但是由于内存的动态分配，仍然存在内存段，这样仍然存在时间上的不可预测性
- 应用领域主要局限在对实时性要求较严格的硬实时系统中
- 带给用户最大的控制权的同时，用户对系统的实时性调度责任也更大

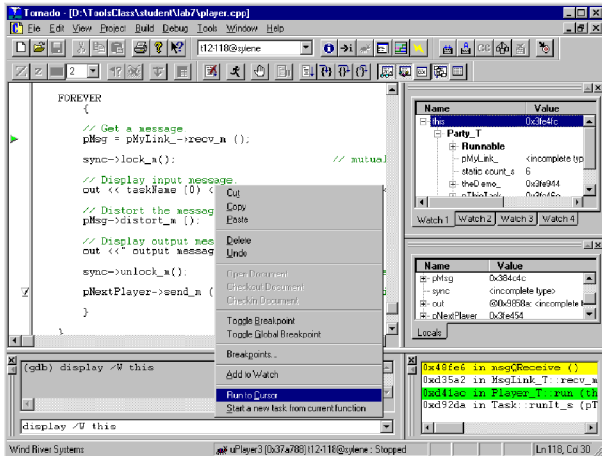
典型嵌入式操作系统介绍
嵌入式 Linux 简介
嵌入式操作系统选型
小结和作业

- 1、 μ C/OS-II
- 2、ThreadX 操作系统
- 3、微软的移动平台
- 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
- 5、RTEMS
- 6、嵌入式 Linux ★

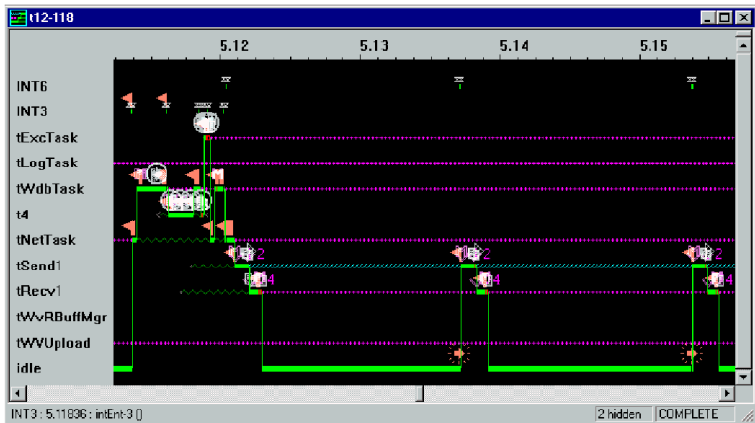
Tornado —— 集成开发环境



GDB —— 调试工具



WindView —— 多任务跟踪和观察工具



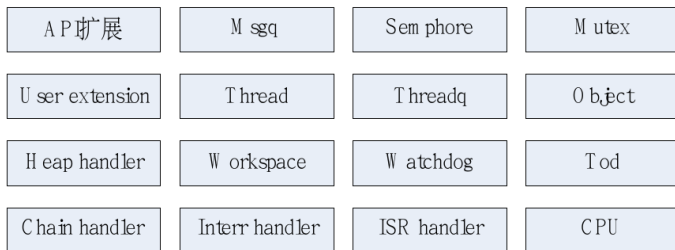
Outline

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
 - 1、 $\mu C/OS-II$
 - 2、ThreadX 操作系统
 - 3、微软的移动平台
 - 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
 - 5、RTEMS
 - 6、嵌入式 Linux ★
- 2 嵌入式 Linux 简介
 - Linux 简介
 - 嵌入式 Linux 介绍
- 3 嵌入式操作系统选型
- 4 小结和作业

5、RTEMS

- 名称：实时多处理器系统
Real Time Executive for Multiprocessor Systems
- RTEMS 是一个开源的无版权实时嵌入操作系统。最早用于美国国防系统，早期称为实时导弹系统（**Real Time Executive for Missile Systems**），后改名为实时军用系统（**Real Time Executive for Military Systems**），现在由 OAR 公司负责版本的升级与维护。目前无论是航空航天、军工，还是民用领域 RTEMS 都有着极为广泛的应用。

Score 的主要模块



Outline

- ① 典型嵌入式操作系统介绍
 - 1、 $\mu C/OS-II$
 - 2、ThreadX 操作系统
 - 3、微软的移动平台
 - 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
 - 5、RTEMS
 - 6、嵌入式 Linux ★
- ② 嵌入式 Linux 简介
 - Linux 简介
 - 嵌入式 Linux 介绍
- ③ 嵌入式操作系统选型
- ④ 小结和作业

6、嵌入式 Linux ★

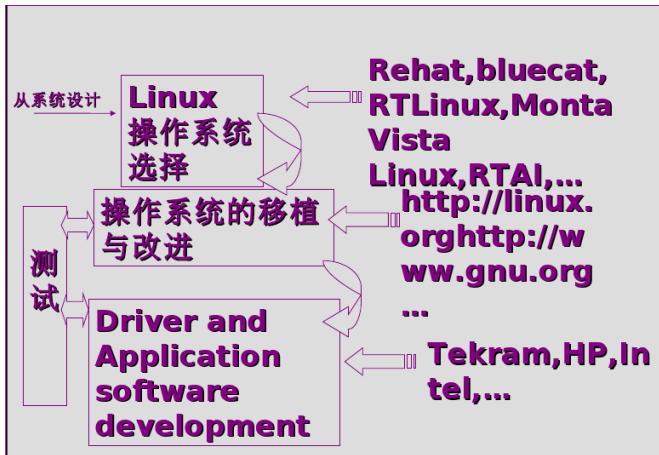
- Linux 简介

- 嵌入式 Linux 简介

将 Linux 嵌入到各种设备中



开发过程



Outline

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
 - 1、 $\mu C/OS-II$
 - 2、ThreadX 操作系统
 - 3、微软的移动平台
 - 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
 - 5、RTEMS
 - 6、嵌入式 Linux ★
- 2 嵌入式 Linux 简介
 - Linux 简介
 - 嵌入式 Linux 介绍
- 3 嵌入式操作系统选型
- 4 小结和作业

Linux 简介

- 什么是 Linux？
- Linux 发展简史
- Linux 操作系统的主要内容
- Linux 版本
- Linux 系统的好处

什么是 Linux？

- Linux 是一个类 Unix (Unix-like) 的操作系统，在 1991 年发行了它的第一个版本
- 在不同的语境下，“Linux”具有不同的内涵，例如：
 - Linux 内核、Linux 系统或 Linux 开发套件等术语。
- 严格来说，Linux 指的是 Linux Torvalds 维护的（及通过主要和镜像网站发布的）内核。
- GNU/Linux
 - GNU/Linux 的拥护者们认为，Linux 仅仅是指 Linux 内核，而整个 Linux 系统的大部分都建立在 GNU 软件之上。

Linux 发展简史

- 1991 年 11 月，芬兰赫尔辛基大学的学生 Linus Torvalds 写了个小程序，取名为 Linux，放在互联网上。他表达了一个愿望，希望借此搞出一个操作系统的“内核”来，这完全是一个偶然事件
- 1993，在一批高水平黑客的参与下，诞生了 Linux 1.0 版
1994 年，Linux 的第一个商业发行版 Slackware 问世
- 1996 年，美国国家标准技术局的计算机系统实验室确认 Linux 版本 1.2.13（由 Open Linux 公司打包）符合 POSIX 标准
- 2001 年，Linux2.4 版内核发布
- 2003 年，Linux2.6 版内核发布
- ……

Linux 操作系统的主要内容

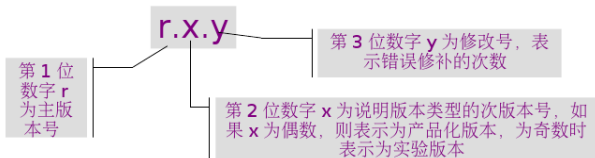
- Linux 是免费的、源代码开放的、符合 POSIX 标准规范的操作系统
- 拥有现代操作系统具有的所有内容，例如
 - 抢占式多任务处理，支持多用户
 - 内存保护，
 - 支持 SMP，支持 TCP/IP，
 - 支持绝大多数的 32 位和 64 位 CPU 等
- 还有一些其他操作系统没有的特色，比如
 - NFS，VFS，高效的 EXT 系列文件系统等

Linux 版本

- Linux 的**内核版本**
- 几种流行的 Linux**发行版本**

Linux 的内核版本

- Linux 内核版本是由 Linus Torvalds 作为总体协调人的 Linux 开发小组（分布在各个国家的近百位高手）开发出的系统内核的版本号
- Linux 内核采用的是双树系统
 - 一棵是稳定树，主要用于发行
 - 另一棵是非稳定树或称为开发树，用于产品开发和改进
- Linux **内核版本号** 由 3 位数字组成



几种流行的 Linux 发行版本



redhat



debian



Linux 系统的好处 I

- 支持多种 CPU
 - X86, ARM, MIPS, SH, i960, PPC, etc.
 - 开放源代码 (Open source)
 - 强大的网络功能
 - 可移植性
 - 使用 GNU tools
- 一个新潮，非常稳定，多用户，多任务的环境
- 标准的平台
- 无法超越的计算能力，可移动性和适应性
- 先进的图形用户界面
- 几十个异常出色而且免费的桌面应用程序

Linux 系统的好处 II

- 成千上万个免费的工具和应用小程序
- 几百上千个专业程序由全世界的无数研究人员编制，覆盖了天文，信息技术，化学，物理，工程，语言，生物各个学科领域
- 一个真正杰出的学习系统
- 很多顶级的系统开发平台，友好的编程语言及编程工具都免费包含在操作系统里面
- 病毒入侵，计算机的“后门”，软件提供商的“特别要求”，强迫性的软件升级，专有的文件格式，软件使用许可证和市场策略，产品注册登记，高得惊人的软件价格，等等——Linux 都没有
- 一个技术快速更新的平台

Outline

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
 - 1、 $\mu C/OS-II$
 - 2、ThreadX 操作系统
 - 3、微软的移动平台
 - 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
 - 5、RTEMS
 - 6、嵌入式 Linux ★
- 2 嵌入式 Linux 简介
 - Linux 简介
 - 嵌入式 Linux 介绍
- 3 嵌入式操作系统选型
- 4 小结和作业

嵌入式 Linux 介绍

- 什么是嵌入式 Linux
- 嵌入式 linux 的典型应用
- 嵌入式 linux 的分类
- 基于 Linux 的嵌入式操作系统

什么是嵌入式 Linux

- 嵌入式 Linux 内核
 - 为特殊的硬件配置、或为了支持特别的应用而经过特别的裁剪的修改过的 Linux 内核
 - 通常具有不同于工作站与服务器的内核配置
- 嵌入式 Linux 系统
 - 基于 Linux 内核的嵌入式系统
- 嵌入式 Linux 发行套件
 - 开发嵌入式 Linux 系统的平台
 - 各种为了在嵌入式系统中使用而剪裁过的应用软件

嵌入式 Linux 的分类

- 分类依据包括：
 - 应用的市场
 - 嵌入式系统的规模
 - 时限（即实时）要求
 - 网络能力
 - 与用户交互能力
 - 等

嵌入式 Linux 的分类 1 市场

- 根据**应用的市场**来划分
 - 航空航天、汽车系统、消费性电子产品、电信等
 - 无法为所指的系统提供额外的信息

嵌入式 Linux 的分类 2 规模

- 嵌入式系统的**规模**由一些不同的因素来决定，首先实际的尺寸大小
 - 有些系统的尺寸可能相当大，例如那些用来构建集群的产品
 - 有些却非常小，例如 IBM 制造的 Linux 手表
 - 最重要的是，嵌入式系统的规模与系统中各个电子原件的属性有关，如 CPU 的运算速度、RAM 容量、永久性存储器的容量

嵌入式 Linux 的分类 2 电子元件的规模

- 根据嵌入式系统的电子元件的规模分类，包括
 - 小型、中型、大型
- **小型系统的特性**是：低运算能力的 CPU，并且可以使用至少 2MB 的 ROM 和 4MB 的 RAM。对于更小的系统，你会发现也许不用操作系统或者使用其他的操作系统更加合适，因为将 Linux 嵌入到这样的系统中比较费功夫

嵌入式 Linux 的分类 2 电子元件的规模

- **中型系统的特性是：**
中等运算能力的 CPU，并且可以使用大约 32MB 的 ROM 和 64MB 的 RAM。
 - 大多数以 Linux 构建的消费性产品皆属此类，包括 PDA、MP3 播放器，娱乐系统以及网络设备。
 - 有些产品可能会包含如下形式的辅助存储器：
固态硬盘（以 RAM 芯片制成的硬盘）、快闪存储卡甚至是传统的硬盘。

嵌入式 Linux 的分类 2 电子元件的规模

- **大型系统的特性**是：
使用运算能力强大的 CPU，或是使用多个 CPU 并且可以使用大量的 RAM 和永久性存储器通常，这类系统需要进行大量计算来完成特定的任务。
 - 例如大型的电信交换机以及飞行仿真器。

嵌入式 Linux 的分类 3 实时要求

- 根据嵌入式系统的时限要求，可以分为
 - **严格时限的要求**：系统必须在预定的时间之内作出反应，否则会发生灾难事件。即硬实时系统
 - **软实时系统**
像音频、视频流系统往往是软实时系统，因为该系统一时的失误并不会造成无法弥补的灾难。但仍然应当被设计为具备严格的时间要求
 - **宽松的时限**的要求比较泛，不过他们一般会被应用在需要及时（或适时）作出响应但不必立即完成的系统上。这样的系统虽然比较慢，但是不会影响最后结果

基于 Linux 的嵌入式操作系统

- uCLinux
- ARMLinux
- RT-Linux/RTAI
- Embedix
- Blue Cat Linux
- Hard Hat Linux
- 等等

1) Clinux

- Clinux 是应用于嵌入式设备的最著名、应用最广泛一个 Linux 发行版本，它也是一个开放源码的项目，Clinux 的源代码和开发工具可以免费从 <http://www.uclinux.org> 上下载得到。
- Clinux 的含义：
Micro-Control-Linux：专门针对微控制器领域而设计的嵌入式 Linux 系统
- Clinux 同标准 Linux 的最大区别就在于内存管理
 - 1、标准 Linux 使用的虚拟存储器技术
 - 2、Clinux 针对 NOMMU

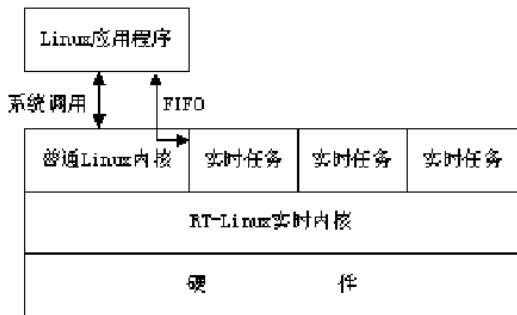
2) ARM Linux

- Linux 标准发行内核中的一个分支 ARM
- Linux 主要是由 Russell King 和其他人的共同努力，将 Linux 作业系统成功的移植在以 ARM 处理器为核心的机器上。
- 与 uClinux 不同，支持带有 MMU 的 ARM 系列 CPU
 - 如 ARM610、ARM710、ARM720T、ARM920T、Intel StrongARM、Xscale 等

3) 支持硬实时的 Linux：RT-Linux/RTAI

- RT-Linux
是新墨西哥科技大学的研究成果（1996）
- 其**目标**是在 Linux 环境下提供确定的响应时间
- 其**基本思想**是：
为了在 Linux 系统中提供对于硬实时的支持，它实现了一个微内核的小的实时操作系统（RT-Linux），而将普通 Linux 系统作为一个该操作系统中的一个低优先级的任务来运行，由 RT-Linux 提供的一个实时调度器对其进行调度。其他的实时任务作为一个 RT-Linux 的可加载内核模块，其优先级比普通 Linux 系统要高

RT-Linux 的框架



- 意大利的 RTAI
Real-Time Application Interface，实时应用接口源于 RT-Linux，它在设计思想上和 RT-Linux 完全相同。
- 它当初设计目的是为了解决 RT-Linux 难于在不同 Linux 版本之间难于移植的问题
- RTAI 在 Linux 上定义了一个实时硬件抽象层（RTHAL，Real Time Hardware Abstraction Layer），实时任务通过这个抽象层提供的接口和 Linux 系统进行交互，这样在给 Linux 内核中增加实时支持时可以尽可能少地修改 Linux 的内核源代码。

4) Embedix

- Embedix 和基于 Embedix 的一整套嵌入式 Linux 开发环境是由 Lineo 公司开发的
- 基于 PowerPC 和 x86 平台开发
- 使用模块化设计方案，方便剪裁
- 通过使用 Embedix 可以进行个性化内核开发 ……

嵌入式系统选型

- 一般而言，在选择嵌入式操作系统时，可以遵循以下 6 个原则：
 - ① 市场进入时间
 - ② 可移植性
 - ③ 可利用资源
 - ④ 系统定制能力
 - ⑤ 成本
 - ⑥ 中文内核支持

1、市场进入时间

- 制定产品时间表与选择操作系统有关系
 - 例如 Windows 系列嵌入式操作系统 WinCE，由于具有丰富的人力资源。使用 WinCE 能够很快进入市场。因为 WinCE+X86 做产品实际上是在做减法，去掉你不要的功能，能很快出产品。
缺点：成本偏高，核心竞争力差。
 - 但一些高效的操作系统可能由于编程人员缺乏，或由于这方面的技术积累不够，影响开发进度。

2、可移植性

- 主要指操作系统的相关性。

当进行嵌入式软件开发时，可移植性是要重点考虑的问题

- 较好的软件的移植性应该也比较好，可以在不同平台、不同系统上运行，跟操作系统无关。
- 但，软件的通用性和软件的性能通常是矛盾的。
 - 通用以损失某些特定情况下的优化性能为代价。
 - 很难设想开发一个嵌入式浏览器而仅能在某一特定环境下应用。反过来说，当产品与平台和操作系统紧密结合时，往往你的产品的特色就蕴含其中。

3、可利用资源

- 操作系统的可利用资源对于选型是一个重要参考条件
 - 产品开发不同于学术课题研究，其目的是快速、低成本、高质量的推出适合用户需求的产品。
 - 因此，要集中精力研发出产品的特色，其他功能尽量由操作系统附加或采用第三方产品。
 - Linux 和 WinCE 都有大量的资源可以利用。
其它有些实时操作系统由于比较封闭，开发时可以利用的资源比较少，因此多数功能需要自己独立开发。从而影响开发进度。
 - 近来的市场需求显示，越来越多的嵌入式系统，均要求提供全功能的 Web 浏览器。而这要求有一个高性能、高可靠的 GUI 的支持。

4、系统定制能力

- 信息产品不同于传统 PC 的 Wintel 结构的单纯性，用户的需求是千差万别的，硬件平台也都不一样，所以对系统的定制能力提出了要求。
- 要分析产品是否对系统底层有改动的需求，这种改动是否伴生着产品特色？
 - Linux 由于其源代码开放的天生魅力，在定制能力方面具有优势。
 - 随着 Wince 3.0 源码的开放，以及微软在嵌入式领域力度的加强，其定制能力会有所提升。

5、成本

- 操作系统的选择会对成本有什么影响呢？
 - 免费？
Linux 免费，WinCE 等商业系统需要支付许可证使用费，但这都不是问题的答案。
 - 成本是需要综合权衡以后进行考虑的：
选择某一系统可能会对其它一系列的因素产生影响，如对硬件设备的选型、人员投入、以及公司管理和与其它合作伙伴的共同开发之间的沟通等许多方面的影响

6、中文内核支持

- 国内产品需要对中文的支持。
由于操作系统多数采用西文方式，是否支持双字节编码方式，是否遵循 GBK，GB18030 等各种国家标准，是否支持中文输入与处理，是否提供第三方中文输入接口是针对国内用户的嵌入式产品的必需考虑的重要因素。

- 总的来说，选择嵌入式操作系统就是选择“做加法还是做减法”的问题。
 - 用 WinCE+x86 出产品是减法
这实际上就是所谓 PC 家电化
 - 另外一种做法是加法：
利用家电行业的硬件解决方案（绝大部分是非 x86 的）加以改进，加上嵌入式操作系统，再加上应用软件。
这是所谓家电 PC 化的做法
- “做加法”的优势是成本低，特色突出；缺点是产品研发周期长，难度大（需要深入了解硬件和操作系统）。
- 若选择做加法，Linux 是一个好选择，可以深入到系统底层。

选用 Linux 的理由

- 可获得源码
- 没有许可证问题
- 可靠
- 有开发源码社群的支持

选用 Linux 的其他理由 I

- 程序代码的质量与可靠度
- 模块化与结构化
- 容易修改
- 可扩充
- 可配置
- 可预测
- 错误恢复能力
- 长期运行能力

选用 Linux 的其他理由 II

- 程序代码的可用性
- 对硬件的支持
- 通信协议与软件标准
- 可用工具
- 不依赖特定的厂商
- 成本

小结

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
 - 1、 $\mu C/OS-II$
 - 2、ThreadX 操作系统
 - 3、微软的移动平台
 - 4、VxWorks 嵌入式实时操作系统
 - 5、RTEMS
 - 6、嵌入式 Linux ★
- 2 嵌入式 Linux 简介
 - Linux 简介
 - 嵌入式 Linux 介绍
- 3 嵌入式操作系统选型
- 4 小结和作业

作业：

- 3) 选择嵌入式操作系统原则有哪些？
- 4) 列举一些常见的嵌入式操作系统。

Project1

● 嵌入式操作系统调研

- 通过各种网络资源，了解目前在嵌入式各个领域占据主要市场的嵌入式操作系统有哪些（要给出出处，参考文献等）
- 选择你感兴趣的某个领域，举例说明这个领域（或某项产品）对嵌入式操作系统的需求有哪些？举例说明某个嵌入式操作系统是如何满足这些需求的。
- 了解目前，嵌入式专业相关的工作有哪些？需要哪些技术积累？

● 给出调研报告

Thanks !

The end.