

# 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  
Fall 2014

November 18, 2014

# Outline

## 1 典型嵌入式操作系统介绍

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 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

# Outline

## 1 典型嵌入式操作系统介绍

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 嵌入式Linux ★

## 2 嵌入式Linux简介

## 3 嵌入式操作系统选型

## 4 小结和作业

# 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
- ▶  $\mu$ 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

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 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

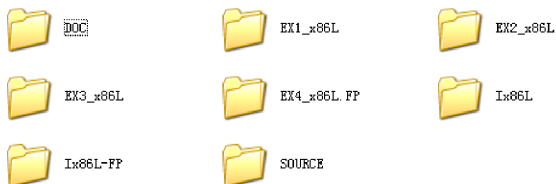
## 4 小结和作业



# 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、需要网络和图形界面支持的应用就比较差

# $\mu$ C/OS – 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	Lx86L	嵌入式 x86 开发板
7	Lx86L.FP	带浮点的嵌入式 x86 开发板
8	SOURCE	核心源代码

## Source DIR

- 在SOURCE目录下共有10个C文件和1个头文件

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

# Outline

## 1 典型嵌入式操作系统介绍

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 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

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 嵌入式Linux ★

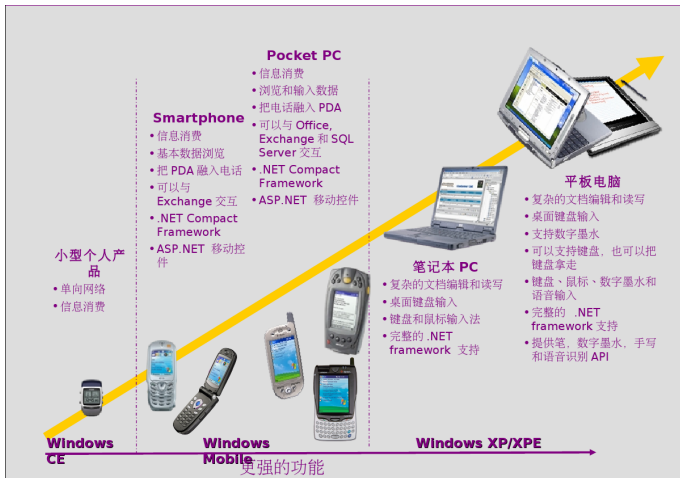
## 2 嵌入式Linux简介

- 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

- 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

## ● 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

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 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

- 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

- Vxworks的基本构成模块包括以下部分：

### ① 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

### ② 兼容POSIX实时系统标准

### ③ 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

- ④ 本机文件系统
- ⑤ 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
- ⑥ 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
- ⑦ 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

- Vxworks是一款非常出色的嵌入式实时操作系统，但它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，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

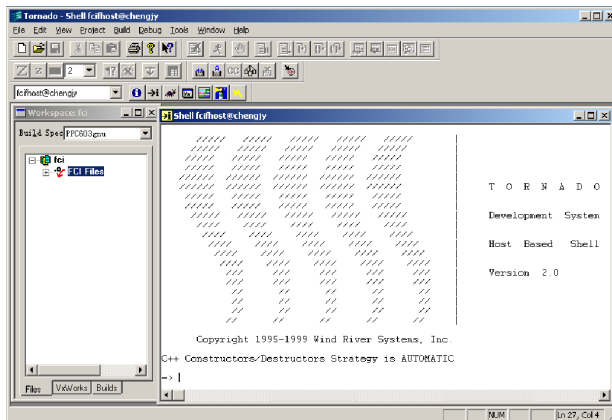
- 任务调度采用的是基于优先级的抢占式任务调度模式，优先级分256级(0-255)
  - ▶ 用户可以动态的改变优先级，但是这种做法不提倡
  - ▶ 用户可以锁定一个任务使它不被更高的任务或中断抢占
  - ▶ 允许使用固定优先级响应时间来检查任务调度的性能
- 资源共享和优先级继承机制
- 采用最优化的上下文切换和中断返回机制.
- 内核从不禁止非屏蔽中断 NMI (non-maskable interrupts)



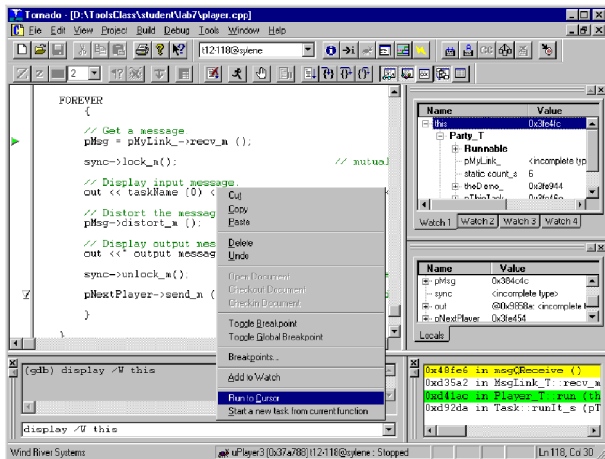
# VxWorks缺点

- 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，但由于内存的动态分配，仍存在内存段，这样仍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

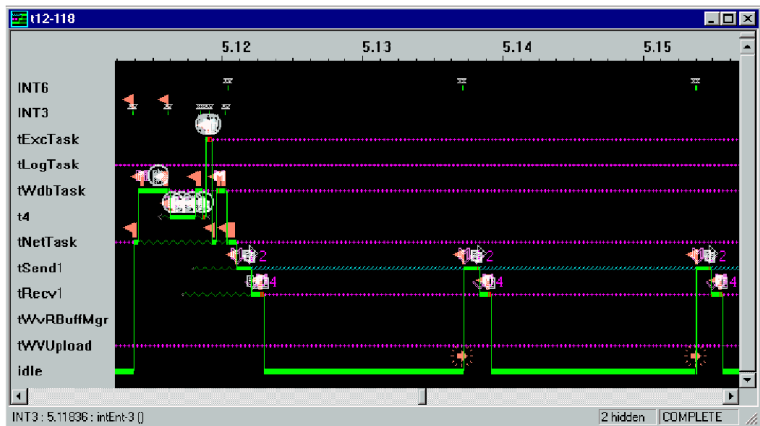
# Tornado —— 集成开发环境



# 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

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 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是一个开源的无版税实时嵌入操作系统。

最早用于美国国防系统，早期称为

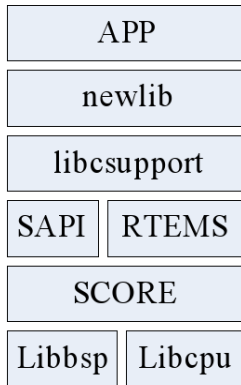
实时导弹系统（Real Time Executive for Missile Systems），  
后改名为

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。

# RTEMS体系结构

- APP静态联编，包括
  - ▶ 应用程序
  - ▶ C库
  - ▶ RTEMS



# Score的主要模块

AP扩展	M sgq	Sem phore	Mutex
User extension	Thread	Threadq	Object
Heap handler	Workspace	Watchdog	Tod
Chain handler	Interr handler	ISR handler	CPU



# Outline

## 1 典型嵌入式操作系统介绍

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 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 ★

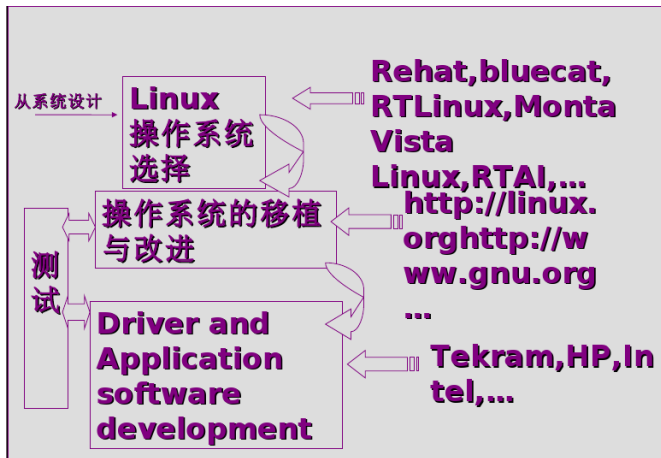
- Linux简介

- 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

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

# Outline

## 1 典型嵌入式操作系统介绍

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 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

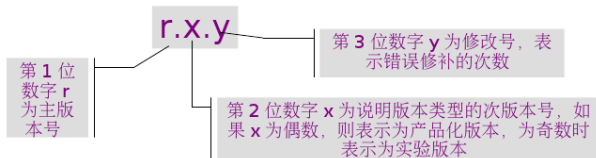
- Linux是免费的、源代码开放的、符合POSIX标准规范的操作系统
- 拥有现代操作系统具有的所有内容，例如
  - ▶ 抢占式多任务处理，支持多用户
  - ▶ 内存保护，
  - ▶ 支持SMP，支持TCP/IP，
  - ▶ 支持绝大多数32位和64位CPU 等
- 还有一些其他操作系统没有的特色，比如
  - ▶ NFS，VFS，高效的EXT系列文件系统等

# 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Linux 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



# 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
- 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，生物等各个学科领域

## Linux系统的好处 II

- 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

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 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的典型应用



# 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 系统规模

- 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 I

- 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

## ① 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，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

## ② 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 II

### ⑧ 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、 $\mu$ Clinux I

- The Embedded Linux/Microcontroller project is a port of Linux to systems without a Memory Management Unit (MMU).
- $\mu$ Clinux是应用于嵌入式设备的最著名、应用最广泛的一个Linux发行版本，也是一个开放源码的项目，其源代码和开发工具可以免费从以下网站获得：

<http://www.uclinux.org>

- $\mu$ Clinux的发音
- $\mu$ Clinux的含义：

” you – see – linux”

Micro-Control-Linux

是专门针对微控制器领域而设计的嵌入式Linux系统

- 关于 $\mu$ Clinux的最新版本，参见 $\mu$ Clinux官网。

# 1、 $\mu$ Clinux II

$\mu$ 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  $\mu$ 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）

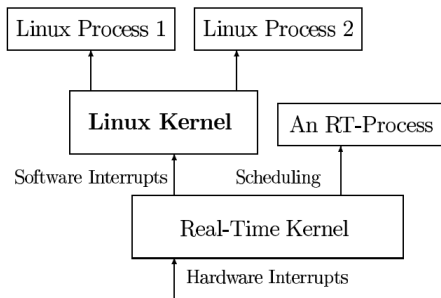
- 其**目标**是在Linux环境下提供确定的响应时间

- 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
- .....

# Outline

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
- 2 嵌入式Linux简介
- 3 嵌入式操作系统选型**
- 4 小结和作业

# 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，这种改动是否伴随着产品特色？
  - ▶ 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。

# 加法？减法？

- 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

- 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
- 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

# Outline

- 1 典型嵌入式操作系统介绍
- 2 嵌入式Linux简介
- 3 嵌入式操作系统选型
- 4 小结和作业

# 小结

## 1 典型嵌入式操作系统介绍

- $\mu$ C/OS-II
- ThreadX操作系统
- 微软的移动平台
- VxWorks嵌入式实时操作系统
- RTEMS
- 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：

- 1 选择嵌入式操作系统原则有哪些？
- 2 列举一些常见的嵌入式操作系统（非Linux系列）。
- 3  $\mu$ COS/II中最多可以建立多少个任务？每个优先级最多有多少个任务？
- 4 列举一些常见的嵌入式Linux操作系统。

## ● 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）
- ▶ 说明你调研的嵌入式操作系统最多可以创建多少个任务。
- ▶ 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.