www.linuxidc.com




# 嵌入式Linux驱动程序设计

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 今天的内容

- Linux驱动程序和应用程序的区别
- 嵌入式Linux驱动程序特点
- 高效的嵌入式Linux内核和驱动程序开发
- 嵌入式Linux内核开发工具

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 驱动程序对比应用程序

- 应用程序是一个进程
  - 编程从主函数main()开始
  - 主函数main()返回即是进程结束
- 驱动程序是一系列内核函数
  - 驱动程序向内核添加了一些函数，是内核的一部分
    - Open()
    - Release()
    - Read()
    - Write()
  - 这些函数由内核在适当的时候来调用
  - 这些函数可以用来完成硬件访问等操作

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动程序介绍

- 驱动程序的分类
- 设备驱动程序分
  - 字符设备
  - 块设备
  - 网络接口
  - 另外有一些设备驱动比较特殊，比如ip forwarding accelerator, cypher coprocessor, realtime extend hardware

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动程序介绍（2）

- 嵌入式Linux驱动已经支持的设备门类齐全，已成为linux相对其他嵌入式操作系统的一大优势
  - 工业控制常用的串口，并口
  - 人机输入设备鼠标、键盘，触摸屏
  - 彩色、黑白液晶显示输出

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动程序介绍（3）

- 嵌入式Linux驱动包含了完善的基础设施，这是Linux另一大优势
  - 网络的完善支持包括
    - TCP/UDP/IP
    - Firewall
    - WLAN
    - IP forwarding、IPSEC、VPN
  - USB主机和设备的全面支持，包括
    - USB Hard Disk、Flash Disk
    - USB Camera
    - USB 网卡
    - USB HID
  - 支持各种标准总线和I/O规范

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




## *Linux驱动程序介绍（4）*

- 嵌入式Linux支持非常多的文件系统
  - DOS/Windows兼容的vfat，NTFS
  - Linux自有的ext2，ext3文件系统
  - 强大的企业级文件系统XFS，ReiserFS
  - 针对嵌入式FLASH存储器设计的JFFS2/YAFFS2文件系统
  - 可堆叠统一化文件系统的UNIONFS
  - cryptfs gzipfs 实现 Compression/Cipher on the Fly

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




## Linux驱动程序介绍（5）

- 嵌入式Linux支持丰富的音频和视频硬件，以及各种流行的codec，包括mpeg4，wmv9，realvideo。
- 嵌入式Linux支持图形硬件加速，可以充分利用图形硬件的强大功能
- 嵌入式Linux的驱动/图形库有
  - DirectFB
  - OpenGL ES
  - Simple DirectMedia Layer
  - QT-embedded
  - GTK+ 2.0

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 驱动程序的作用

- 从传统嵌入式开发角度来看，Linux驱动程序是直接操控硬件的软件
  - 直接读写硬件寄存器，控制硬件
  - 操作设备缓冲区数据
  - 读写存储介质，比如flash或硬盘
  - 操作输出设备和执行机，例如打印，开关门襟等等

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 驱动程序的作用（2）

- 从应用软件编写人员来看，Linux驱动程序提供软件访问硬件的机制
  - 应用软件通过驱动程序安全高效的访问硬件
  - 驱动程序文件节点可以方便的提供访问权限控制
  - 驱动程序作为一个隔离的中间层软件，将底层细节隐藏起来，提高了软件的可移植性和可重用性
  - 接口鲜明的Linux驱动程序便于将软件划分开，并隔离有缺陷的代码，对于项目的管理有积极贡献

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 访问Linux设备驱动的方法

- 设备提供dev文件系统节点和proc文件系统节点
- 应用程序通过dev文件节点访问驱动程序
  - 字符型驱动一般通过标准的文件I/O访问
  - 块设备在上层加载文件系统，比如以FAT32的形式访问
  - 网络设备通过SOCKET来访问
- 应用程序通过proc文件节点可以查询设备驱动的信息

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




## 驱动程序在哪儿

- 驱动程序位于内核源代码的drivers目录下，按照层次结构分门别类放置
- 驱动程序占kernel源代码超过50%。
- 开发完毕的驱动程序，放置在/lib/modules/kernel-version里

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 嵌入式Linux驱动程序特点

- 嵌入式Linux驱动程序需求多样
  - 嵌入式设备硬件各异
  - 嵌入式处理器往往资源有限，比如处理速度、存储器容量、总线带宽、电池容量等
- 开发团队面临上市时间的压力
- 开发驱动程序需要专业知识，包括硬件和软件的

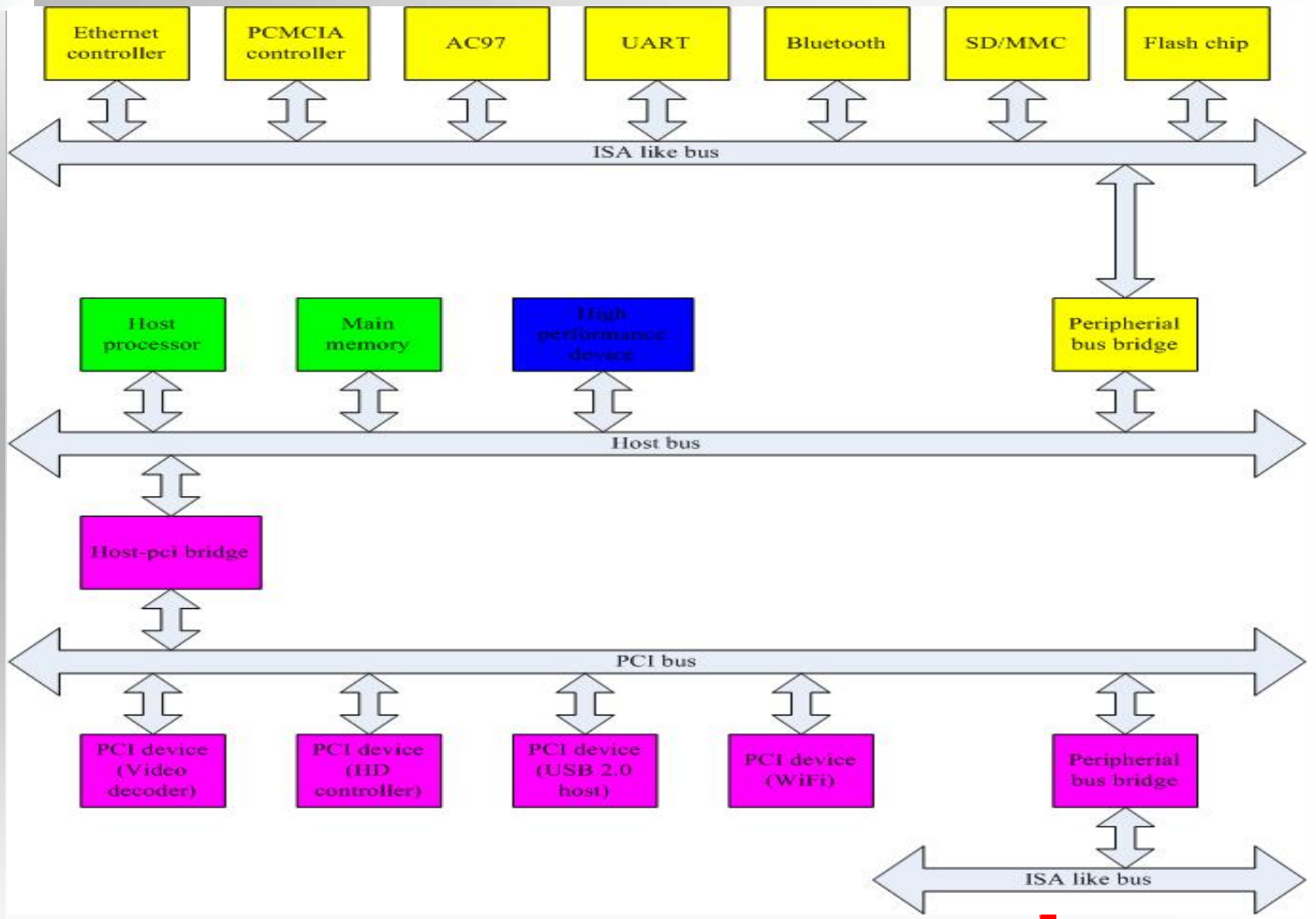
FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com

远见品质

# 典型的嵌入式设备框图




FARSIGHT

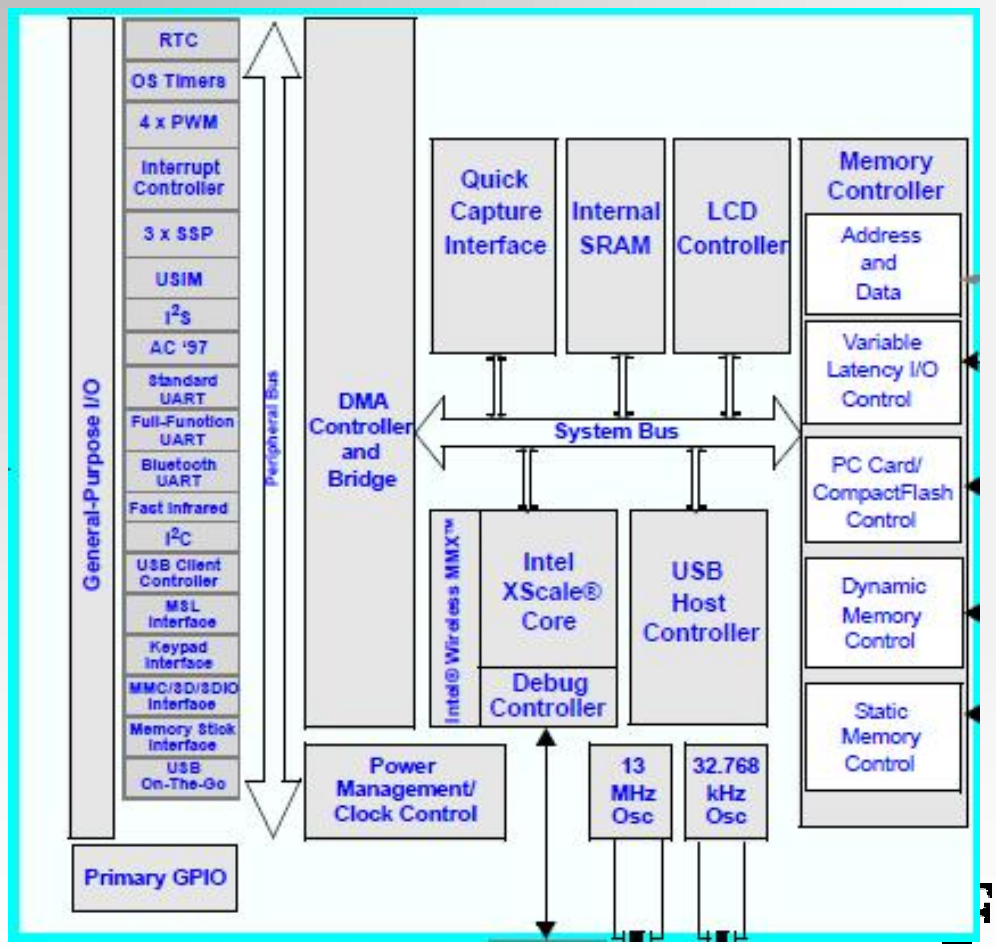
Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com

远见品质

# 典型的嵌入式设备框图

- Intel PXA




Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 嵌入式Linux驱动程序特点（2）

- 嵌入式系统硬件还在不停的更新进步
- 国际上嵌入式芯片提供商如intel, samsung, freescale, TI, ST每年都有新品推出
- Linux对于ARM, PPC/PPC64, MIPS/MIPS64, x86都有很好的支持
- 芯片花样繁多的功能总是需要相应的驱动程序

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动程序开发流程

- 熟悉设备的特性
- 确定设备驱动程序是哪一类
- 编写测试用例
- 搜集可重用的代码
- 编写自己的驱动程序代码
- 调试、编码、测试

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动程序的开发环境

- 本机编译调试
  - 开发环境配置简单
  - 无需网络环境
  - 适用于配置较高的x86机器
- 主机+目标机
  - 主机可以自由选择Linux或Windows+Cygwin
  - 主机和目标机通过网络共享文件系统
  - 内核崩溃不会影响主机

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动程序的开发环境

- 主机+目标机环境包括
  - 主机运行的工具链：cross gcc + glibc + gdb，如果是windows主机还要有cygwin仿真环境
  - 主机运行远程服务，常用的有tftp用来传送内核映像、initrd，nfs用来共享文件系统
  - 目标机运行ssh或telnet等远程登陆服务，用来调试驱动程序

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动程序加载方式

- 驱动程序直接编译入内核
  - 驱动程序在内核启动时就已经在内存中
  - 可以保留专用存储器空间
- 驱动程序以模块形式存储在文件系统里，需要时动态载入内核
  - 驱动程序按需加载，不用时节省内存
  - 驱动程序相对独立于内核，升级灵活
  - 授权方式灵活

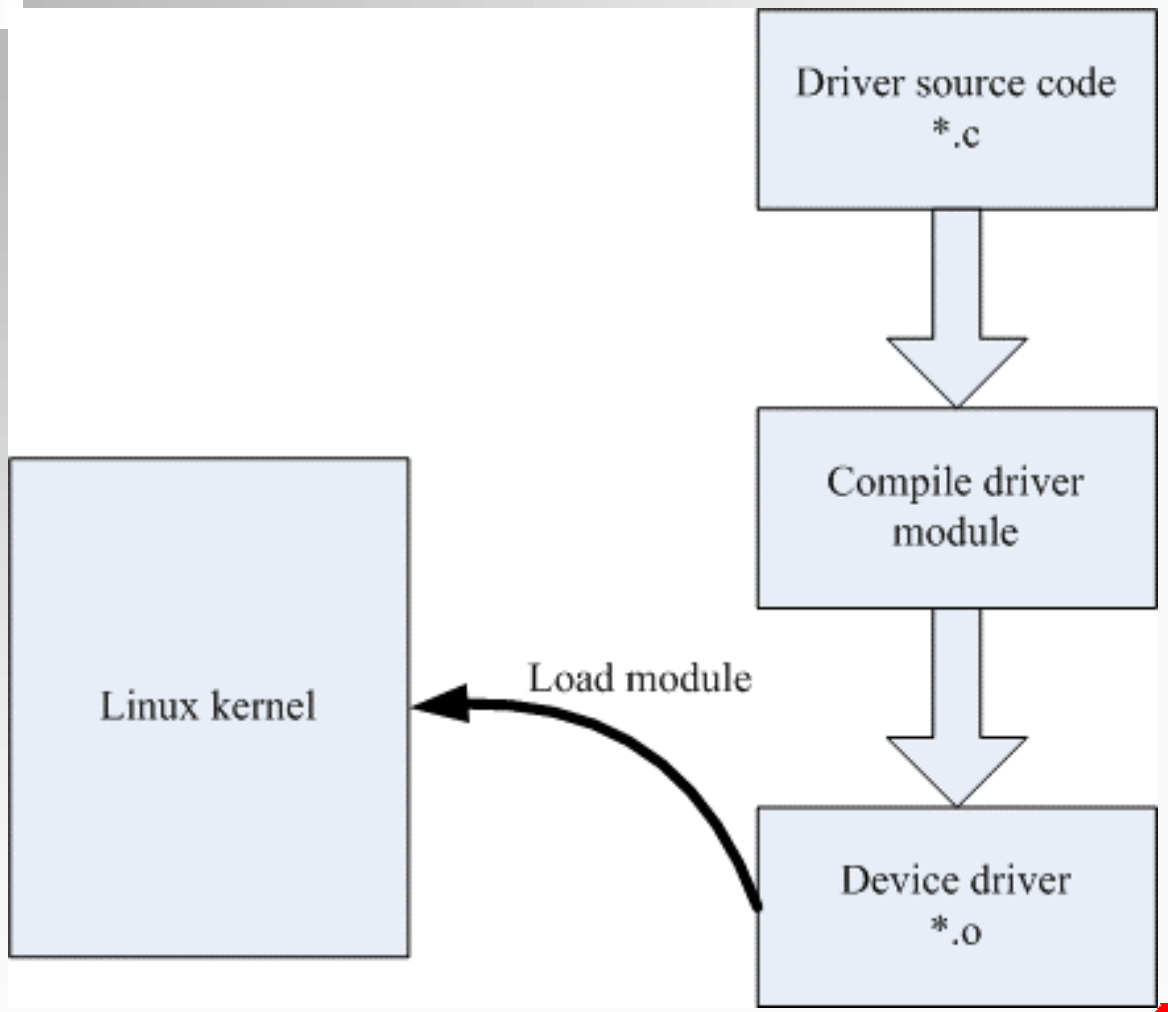
FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com

远见品质

# Linux驱动程序模块加载




FARSIGHT

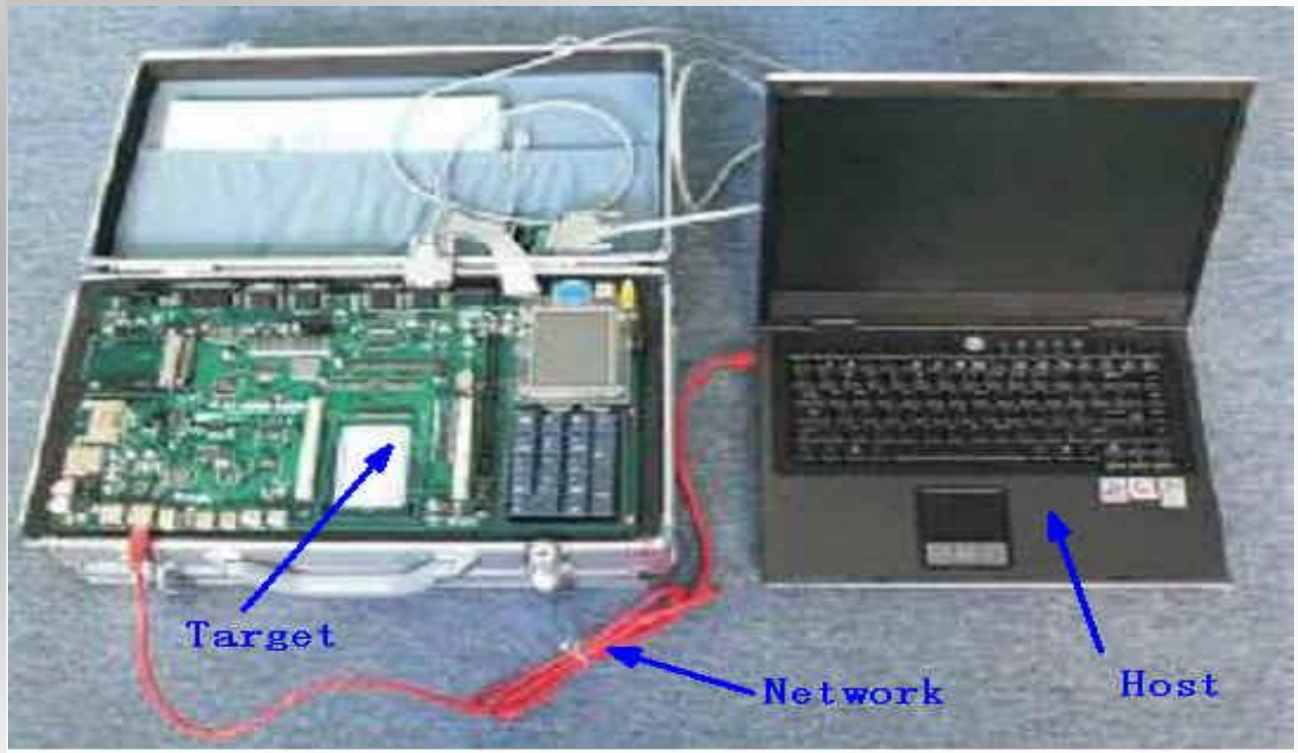
Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com

远见品质

# 高效的嵌入式驱动程序开发

- 嵌入式开发一般采用主机/目标机交叉开发环境




FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com

远见品质

# 交叉编译开发循环

1. 移植/编写驱动程序
2. 编译驱动程序
   - Ø C语言文法级调整
3. 加载驱动程序
4. 软硬件协同调试
5. 卸载驱动程序
6. 重新修改代码，重复2

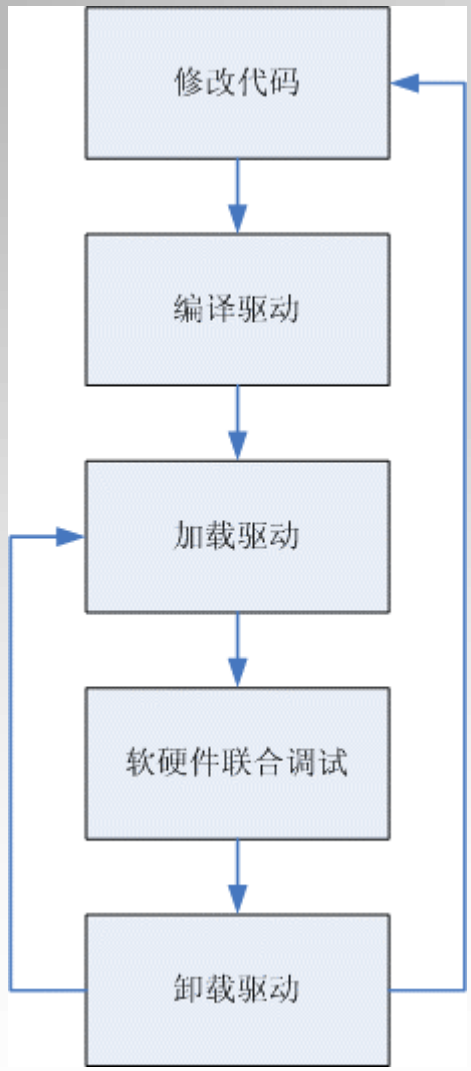
FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com

远见品质

# 交叉编译开发流程图




- 开发/调试反复消耗大量开发时间
- 驱动程序提供多种灵活方式来减少反复
  - 减少反复次数
  - 减少每次反复消耗的时间
- 驱动程序可以采用以下技巧
  - 用参数来改变配置
  - 用proc文件系统
  - 采用debug ioctl

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 源代码级调试工具

- Gdb调试kcore
- 可以用来查看内核变量，堆栈，调用
- 使用add-symbol-file命令可以加入驱动模块的符号
- 无法停止执行
- 无法断点
- 无法修改

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 交叉调试工具kgdb

- Kgdb分为两部分
  - 在开发主机上运行gdb
  - 在目标内核上加入kgdb支持
- Gdb处理内核与驱动程序源代码，并且将符号和源代码关联起来
- Kgdb stub负责断点处理等调试控制
- 除了kgdb自己，内核当中所有的部分都可以调试（包括模块式的驱动程序）

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 固件调试

- 调试固件redboot可以用来和gdb配合使用，调试gcc产生的任何程序（包括内核）
- Redboot类似于kgdb，提供gdb stub
- 适用于调试
  - 各种操作系统
  - 驱动
  - Bootloader
  - 不包含操作系统的简单应用程序

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# 调试内核oops信息

- 内核出现错误大多数情况下都会打印出oops信息
- 包含pc指针信息，寄存器，堆栈指针等
- 通过向回跟踪可以发现产生问题的调用

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动程序工程师的作用

- 建立嵌入式Linux平台，移植和编写驱动程序往往是最具挑战的工作
- 驱动程序的开发周期一般较长，对产品的面世时间有着重要影响
- 驱动程序质量的好坏，直接关系到系统工作效能和稳定性，对项目的成败起着关键作用

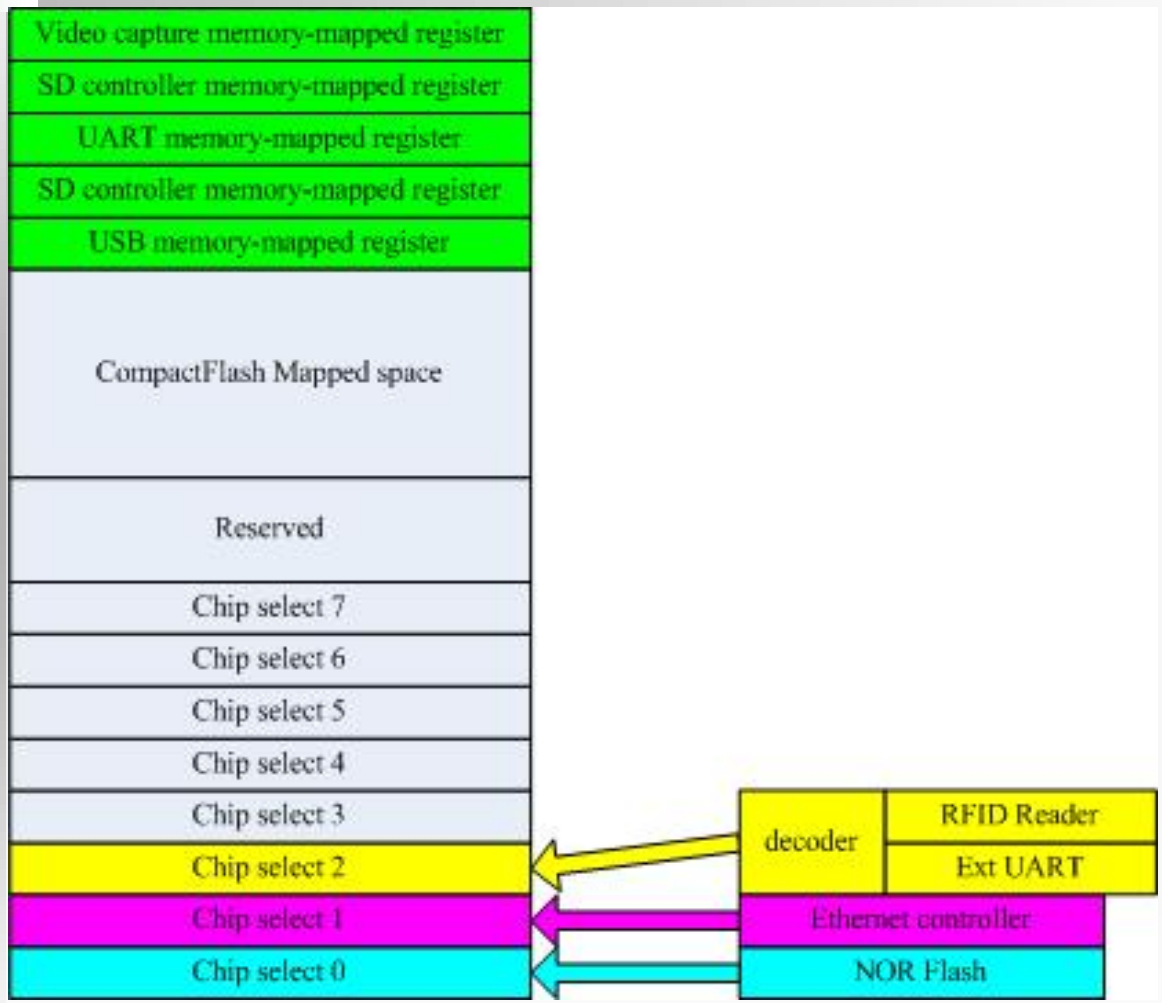
FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com

远见品质

# 典型的嵌入式设备存储器映射




FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动程序工程师的职责

- 分离硬件相关和硬件无关的代码
- 划分驱动程序的抽象层次
- 规定驱动程序行为
  - 设备驱动程序之间的交互操作
  - 设备驱动程序给用户提供的接口行为

FARSIGHT

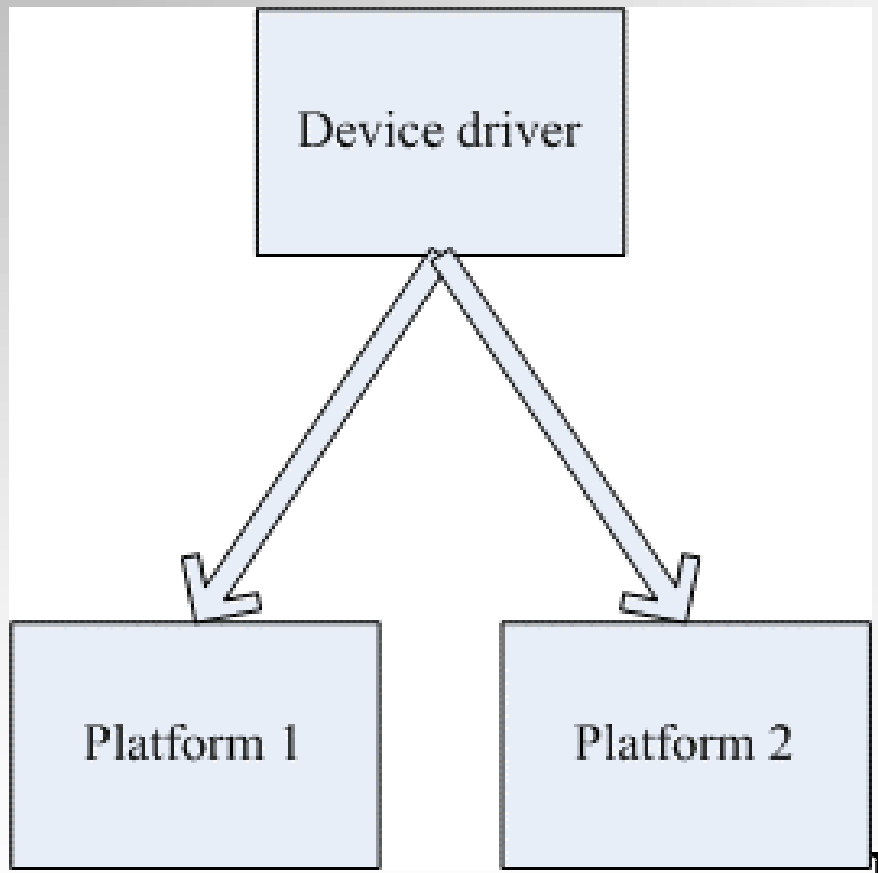
Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com

远见品质

# Linux驱动程序工程师的职责

- 移植驱动程序到新的平台




FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动程序可利用资源

- 互联网上很多驱动程序资源
- www.kernel.org
- www.linuxdevice.org
- sourceforge.net

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# GPL对驱动程序开发的影响

- 实现非GPL授权的方法——模块形式动态加载
- 驱动程序可以以私有产权形式进行商业授权

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动开发理论课程内容

- Linux设备驱动和内核概论
- 设备驱动程序工作流程
- 字符设备驱动程序
- 块设备驱动程序
- Proc文件系统
- 文件系统驱动程序
- Framebuffer驱动程序
- Usb设备驱动程序
- 网络设备驱动程序

FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




# Linux驱动开发实验课程内容

- 使用gnu开发编译环境
- 熟悉驱动程序加载到内核中的方式
- 数码管的字符驱动程序
- 键盘驱动程序
- A/D,D/A驱动
- Usb Mass Storage驱动
- Video4Linux驱动
- Framebuffer驱动
- 文件系统驱动
- 以太网卡驱动

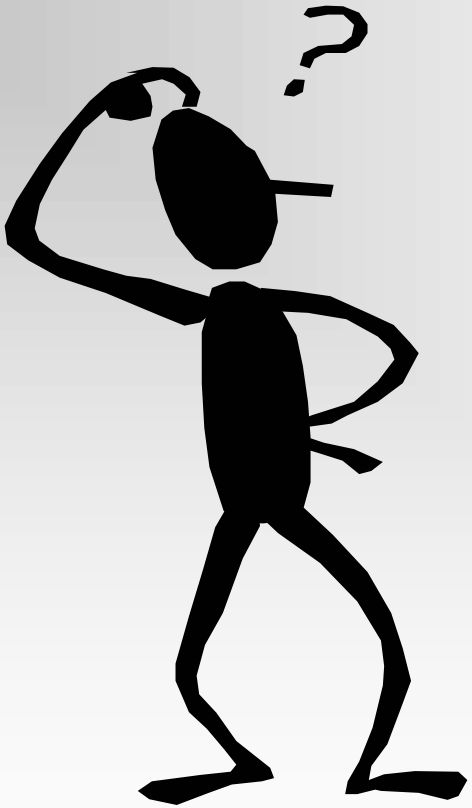
FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com

远见品质

# 让我们一起讨论！



FARSIGHT

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。

www.linuxidc.com




**www.linuxidc.com**

# 谢谢！

Linux公社(LinuxIDC.com) 是包括Ubuntu,Fedora,SUSE技术，最新IT资讯等Linux专业类网站。