

# 南京财经大学

## 本科毕业论文（设计）开题报告

题    目： Linux 内核：用户空间与内核空间的  
数据传递的研究与实现

学生姓名： 许孟 学    号： 4201100123

院（系）： 信息工程学院 专    业： 计算机 1001

指导教师： 代仕芳

2014 年 3 月 23 日

# 本科毕业论文（设计）开题报告

## 1. 选题的理由或意义：

Linux 是一种自由和开放源代码的类 UNIX 操作系统，该操作系统的内核最早在芬兰赫尔辛基大学计算机系的 Linus Torvalds 于 1991 年 10 月 5 日首次发布，目前 Linux 已经被移植到各种计算机硬件平台，其支持的种类远远超出其他任何操作系统。

由于该操作系统遵循 GNU 通用公共许可证，任何个人和机构都可以自由地使用 Linux 的所有底层源代码，也可以自由地修改和再发布，所以很多人用来编写自己的内核代码或者对标准内核的裁剪从而制作出适合自己的操作系统，其使用范围随处可见，比如世界上 500 个最快的超级计算机 90% 以上运行 Linux 发行版或变种，Linux 也广泛应用在嵌入式系统上，如手机，平板电脑，路由器，电视和电子游戏机等，在移动设备上广泛使用的 Android 操作系统就是创建在 Linux 内核之上。

Linux 内核是以 C 语言写成并符合 POSIX 标准的操作系统，是一个提供硬件抽象层、磁盘及文件系统控制、多任务等功能的系统软件，从技术上说一个内核并不是一个完整的操作系统，所以通常情况下 Linux 内核被打包成供个人计算机和服务器的 Linux 发行版，比如 Debian（及其派生版本 Ubuntu），Fedora（及其相关版本 Red Hat，CentOS）和 openSUSE 等，Linux 发行版包含 Linux 内核和支撑内核的实用程序和库，通常还带有大量可以满足各类需求的应用程序。

由于内核本身的局限性太大，比如不能在终端上打印，不能做大延时的处理等等，所以当我们需要做这些的时候，就需要将在内核态采集到的数据传送到用户态的一个或多个进程中进行处理，满足用户的需求，这样，内核态与用户空间进程通信的方式就显得尤为重要。所以本文将调查研究 Linux 内核态与用户态通信的实现方式，并实现之。

## 2. 研究内容和拟解决的关键问题：

Linux 的虚拟地址空间为 0~4G，Linux 内核将这 4G 字节的空间分为两部分，

将最高的 1G 字节（从虚地址 0xC0000000 到 0xFFFFFFFF），供内核使用，称为“内核空间”；而将较低的 3G 字节（从虚地址 0x00000000 到 0xBFFFFFFF），供各个进程使用，称为“用户空间”。Linux 内核由系统内的所有进程共享，而用户空间是由各个进程私有，这个空间对系统中的其他进程不可见。

在一台运行 Linux 的计算机中，CPU 在任何时候只会有如下四种状态：

- 1) 在处理一个硬中断
- 2) 在处理一个软中断
- 3) 运行于内核态，但有进程上下文，即与一个进程相关
- 4) 运行一个用户态进程

其中，1)、2)、3) 是运行于内核态空间的，而 4) 是在用户空间，Linux 内核模块是一段可以动态在内核装载和卸载的代码，装载进内核的代码便立即在内核中工作起来。Linux 内核代码的运行环境有三种：用户上下文环境、硬中断环境和软中断环境。但这三种环境的局限性分两种，如下表：

内核态环境	介绍	局限性
用户上下文	内核态代码的运行与一用户空间进程相关，如系统调用中代码的运行环境。	不可直接将本地变量传递给用户态的内存区，因为内核态和用户态的内存映射机制不同。
硬中断和软中断环境	硬中断或软中断过程中代码的运行环境，如 IP 数据报的接收代码的运行环境，网络设备的驱动程序等。	不可直接向用户态内存区传递数据； 代码在运行过程中不可阻塞。

Linux 传统的进程间通信方式有很多，如各类管道、消息队列、内存共享、信号量等等。但它们都无法介于内核态与用户态使用，原因如下表：

通信方法	无法介于内核态与用户态通信的原因
管道（不包括命名管道）	此通信方式仅用于父子进程间的通信

消息队列	在硬、软中断中无法无阻塞地接收数据
信号量	无法介于内核态和用户态使用
共享内存	需要信号量辅助，而信号量又无法使用
套接字	在硬、软中断中无法无阻塞地接收数据

而介于 Linux 内核与用户态空间通信的方式大概有九种，包括内核启动参数、模块参数与 sysfs、sysctl、系统调用、netlink、proc 文件系统、seq\_file、debugfs 和 relayfs，本文将选择其中几种方式分析研究，并给出具体的例子实现通信。

### 3. 国内外研究现状:

针对此项目，通过对在万方数据平台上查询相关资料的文献数量来看，其中外文文献约 162 篇，而中文文献约 89 篇，可以看出国内外的研究者甚多。另外通过对这些文献的年份来看，2006 年前后和 2010 年前后的文献数量就已经达到上百篇，而 2013 年出产的文献数量仅为 7 篇，由此，可以看出 Linux 内核通信技术已经逐渐成熟稳定。

由于 Linux 隶属于开源项目，在各大开源社区也有相当数量的开发者对此有过研究，且更注重通信的实现。

### 4. 论文（设计）的研究计划或撰写方案:

由于目前已在公司参加工作实习，平时花在论文上的时间主要集中在周末，所以工作进度可能需要花比较长的时间，现初步拟定工作进度安排：

2013-11-01 ~ 2014-01-25：阅读 Linux 内核通信原理等相关资料

2014-01-25 ~ 2014-02-09：针对若干种通信方式分析程序实现可行性

2014-02-09 ~ 2014-03-09：选择其中几种方式编写调试程序实现内核与用户空间的通信

2014-03-09 ~ 2014-04-09：撰写毕业论文草稿

2014-04-09 ~ 2014-06-01: 不断修改和完善毕业论文

2014-05-01 ~ 2014-06-01: 制作答辩 PPT, 准备答辩

## 5. 参考文献:

[1] [美]W.Richard Stevens, [美]Bill Fenner, [美]Andrew M. Rudoff. UNIX 网络编程[M]. 第三版. 人民邮电出版社, 2010.

[2] [美]W.Richard Stevens, [美]Stephen A. Rago. UNIX 环境高级编程[M]. 第 2 版. 人民邮电出版社, 2011.

[3] 董昱, 马鑫. 基于 netlink 机制内核空间与用户空间通信的分析[J]. 测控技术, 2007(09):57-58+60.

[4] 周莉, 柯健, 顾小晶. Netlink 套接字在 Linux 系统通信中的应用研究[J]. 计算机与现代化, 2007(03):109-111.

[5] 杜飞, 刘心松, 邱元杰, 等. netlink 套接字在系统通信中的应用研究[J]. 微计算机信息, 2006(09):95-97+233.

[6] [美]Danile P Bovet, Marco Cesati, 陈莉君. 深入理解 LINUX 内核[M]. 北京:中国电力出版社, 2004.

## 6. 指导教师意见:

(对本课题的深度、广度及工作量等方面的意见)

选题合理, 理由充分, 同意开题。但是希望在国内现状研究方面, 多加关注, 内容适当扩充, 增加目前国内外在内核态和用户态通信方面的新进展; 另外, 在实验方面, 希望能够采用简洁直观的方式展示对内核与用户态通信的实现以及收集实验数据比较几种方式的优劣。或者合理给出采用某种通信方式的理由。

指导教师: 代仕芳

2014 年 4 月 1 日