

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级 \_\_\_\_\_

学号: 18220051301732

UDC \_\_\_\_\_

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 ARM 和嵌入式 Linux 的汽车仪表盘研制

Design of automobile panel based on ARM and Embedded

Linux

李 琳

指导教师姓名: 陈 文 芴 教授

专 业 名 称: 精密仪器及机械

论文提交日期: 2008 年 月

论文答辩时间: 2008 年 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2008 年 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。  
本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

# 厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

- 1、保密（ ），在            年解密后适用本授权书。
- 2、不保密（  ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名：

日期：     年   月   日

导师签名：

日期：     年   月   日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 摘要

汽车仪表是驾驶员获取汽车状态信息的关键设备,对汽车的安全行驶起着重要的作用。近年来,随着计算机、微电子和各种现场总线通信技术的广泛应用,汽车电子技术得到了迅猛的发展,汽车仪表盘上显示的信息不断增加,传统的机械式、电气式组合仪表越来越无法满足使用的需求。特别是随着汽车 GPS 导航、自动驾驶等新技术的日趋成熟,汽车仪表成为集显示、控制、通讯、娱乐为一体的汽车综合信息显示中心已经指日可待。

本文提出并设计了一种以 ARM 器件为 CPU,以嵌入式 Linux 为操作系统的车载仪表盘系统。该仪表盘以嵌入式微处理器为核心,对汽车的各种信息状态,如电池电压、车速等参数进行采集、处理、显示和报警提示,驾驶员根据报警提示的结果进行相应的处理,以使汽车安全正常行驶。仪表盘本身作为汽车 CAN 总线的一个节点,支持 CAN 通信,可以接收来自其它 CAN 节点的信息并显示,也可以发送控制信息至其它 CAN 节点。该仪表盘在外型上不同于传统的汽车仪表,其显示端使用一个 LCD 显示屏代替原有的显示设备,汽车运行的所有状态信息都在该屏上显示,但为延续传统的操作习惯,将原来的车速、发动机转速等用指针显示的信息在显示屏上以模拟表的形式显示。并对超限工况和各种违规操作,在显示屏上以图形指示灯的形式闪烁显示并同时以真人语音进行提醒。

本文在简要介绍了汽车仪表发展趋势的基础上,重点论述了嵌入式系统的开发流程和模式,包括开发平台的搭建、驱动程序的开发、图形显示界面的开发和应用程序的设计。在嵌入式系统设计中,硬件、软件的可裁剪是其最大的特点,因此,增加功能模块(比如本系统中用到的 CAN 通信模块、音频输出模块等)是嵌入式系统设计中的一个重点和难点,所以本文重点之一是放在驱动模块的设计上。同时,作为信息显示中心,信息显示要求及时、准确、有美感,因此,图形界面的开发也是重点之一。

本课题所设计的汽车仪表,作为综合信息显示中心的一个雏形,可以方便地扩展 GPS 导航系统、汽车后视摄像系统、网络系统等模块,相信进一步的研究和开发,汽车综合信息显示中心将成为未来汽车上重要的一部分。

**关键词:** Linux; Qt/Embedded; 汽车仪表

厦门大学博硕士学位论文摘要库



## Abstract

The panel of automobile is the main instrument of automobile, through which the driver can get the status of the automobile, and the safety of driving is greatly influenced by it. Recently, with the widely using of computer, micro-electronics and field bus communication technology, automobile electronical technology is developing fast, and the traditional mechanical and electrical combined instrument could not meet the need any more. Especially with the development of automatic drive and satellitic navigation technology, the panel of automobile is expected to become an integrated information system with multifunction of displaying, controlling, communication and entertainment.

The paper is to present and design an onboard panel system in which an ARM controller is used as CPU and Embedded Linux is used as the core of software. With the Embedded Microprocessor as its core, the panel could acquire various information of the vehicle, such as the cell voltage and the vehicle velocity. At the same time, the system can process, display and warn in the abnormal situation. Therefore, the driver could react correctly according to the alarm, which makes the car always run in a safe condition. As a node of CAN network, the panel can receive message from other CAN node and also send message to other node. The appearance of the system is different from the traditional panel of automobile. A LCD screen is used to replace all the traditional display equipment, and all information of the vehicle is displayed on the screen. In order to meet the driving custom of the driver, the speed of vehicle and it's engine are displayed on the screen by the form of simulated pointer. The caution lights with sound signals well display on the screen in the limited or abnormal condition.

After introducing the developmental trend of the panel of automobile, the paper emphatically show how to develop embedded system, including establishing embedded platform, designing device driver, displaying interface and application program. Hardware and software can be reducing or increase which is a strongpoint of

embedded system. So, one key point of the paper is to design device driver. As the display centre, information displaying must be in time and precise. So, designing display interface is another key point of the paper.

The designed panel of automobile is a rudiment of onboard integrated information system. It can expediently append the function of GPS navigation, backsight camera and network communication and so on. Through further study, onboard integrated information system will become an important equipment in future automobile.

**Key words:** Linux; Qt/Embedded; Vehicle Instrument

## 目录

<b>第一章 绪论</b> .....	<b>- 1 -</b>
1.1 课题研究的背景及意义 .....	- 1 -
1.2 嵌入式系统介绍 .....	- 5 -
1.2.1 嵌入式系统的概念 .....	- 5 -
1.2.2 嵌入式系统的分类 .....	- 6 -
1.2.3 嵌入式系统的组成 .....	- 6 -
1.3 课题研究的内容 .....	- 7 -
<b>第二章 仪表盘开发平台的构建</b> .....	<b>- 9 -</b>
2.1 嵌入式微处理器的选型 .....	- 11 -
2.2 嵌入式操作系统的选型 .....	- 12 -
2.3 嵌入式开发板的选型 .....	- 13 -
2.4 建立开发环境 .....	- 14 -
2.4.1 交叉编译环境的建立 .....	- 14 -
2.4.2 NFS 开发环境的建立 .....	- 15 -
<b>第三章 Linux 设备驱动程序的开发</b> .....	<b>- 17 -</b>
3.1 Linux 设备驱动的基本原理 .....	- 17 -
3.1.1 设备驱动程序的分类 .....	- 17 -
3.1.2 设备号 .....	- 18 -
3.2 设备驱动程序与内核的关系 .....	- 19 -
3.2.1 内核模块的概念 .....	- 19 -
3.2.2 内核模块的框架 .....	- 20 -
3.2.3 驱动程序的加载方式 .....	- 21 -
3.3 设备驱动程序的结构 .....	- 22 -
3.3.1 file_operations 数据结构 .....	- 22 -
3.3.2 file 数据结构 .....	- 24 -
3.3.3 inode 数据结构 .....	- 25 -
3.4 设备驱动程序中的基本函数 .....	- 25 -
3.4.1 注册和卸载函数 .....	- 25 -
3.4.2 内存操作函数 .....	- 26 -
3.4.3 I/O 操作函数 .....	- 26 -
3.5 设备驱动程序的中断处理 .....	- 27 -
3.5.1 中断处理程序的注册与释放 .....	- 28 -
3.5.2 中断处理程序的编写 .....	- 29 -
3.6 设备驱动程序的开发流程 .....	- 29 -
<b>第四章 CAN 节点电路设计与驱动开发</b> .....	<b>- 31 -</b>
4.1 CAN 控制器 MCP2510 简介 .....	- 31 -
4.1.1 MCP2510 概述 .....	- 31 -

4.1.2 MCP2510 的结构及工作原理.....	- 32 -
<b>4.2 MCP2510 与处理器的接口设计 .....</b>	<b>- 33 -</b>
4.2.1 电路接口设计.....	- 33 -
4.2.2 SPI 接口介绍.....	- 34 -
<b>4.3 CAN 设备的驱动程序设计 .....</b>	<b>- 35 -</b>
4.3.1 内核模块的注册和撤销.....	- 35 -
4.3.2 虚拟文件系统与硬件驱动的接口.....	- 37 -
4.3.3 设备打开和关闭操作接口函数.....	- 37 -
4.3.4 设备读取操作接口函数.....	- 38 -
4.3.5 设备写入操作接口函数.....	- 39 -
<b>第五章 音频模块的驱动与应用设计 .....</b>	<b>- 42 -</b>
<b>5.1 UDA1341TS 芯片介绍 .....</b>	<b>- 42 -</b>
<b>5.2 UDA1341TS 与处理器的接口设计 .....</b>	<b>- 43 -</b>
<b>5.3 音频设备的驱动程序设计 .....</b>	<b>- 44 -</b>
5.3.1 音频设备的注册和卸载.....	- 44 -
5.3.2 音频设备缓存区的设计.....	- 47 -
5.3.3 音频数据的录制和播放.....	- 51 -
5.3.4 音频设备的打开和关闭.....	- 52 -
<b>5.4 音频应用程序的设计 .....</b>	<b>- 52 -</b>
<b>第六章 仪表盘图形显示界面的设计 .....</b>	<b>- 55 -</b>
<b>6.1 图形用户界面 GUI 的分析 .....</b>	<b>- 56 -</b>
<b>6.2 Qt/Embedded 体系结构分析 .....</b>	<b>- 57 -</b>
6.2.1 Qt/Embedded 介绍.....	- 57 -
6.2.2 Qt/Embedded 的分层结构.....	- 58 -
6.2.3 Qt/Embedded 图形引擎的实现.....	- 59 -
6.2.4 Qt/Embedded 的窗口系统.....	- 61 -
6.2.5 Qt 系统的信号与槽机制.....	- 62 -
6.2.6 Qt/Embedded 应用程序的开发流程.....	- 66 -
<b>6.3 进程间通信 .....</b>	<b>- 67 -</b>
6.3.1 进程间通信简介.....	- 68 -
6.3.2 进程间通信程序的设计.....	- 70 -
<b>6.4 仪表盘显示界面设计 .....</b>	<b>- 74 -</b>
6.4.1 基于 Qt 画图类实现图形的绘制.....	- 75 -
6.4.2 基于 Qt 画图类对图形进行处理.....	- 81 -
6.4.3 整图设计概述.....	- 82 -
<b>第七章 总结与展望 .....</b>	<b>- 84 -</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>- 86 -</b>
<b>致谢.....</b>	<b>- 90 -</b>
<b>攻读硕士学位期间发表论文 .....</b>	<b>- 91 -</b>

## Table of Contents

<b>Chapter 1</b>	<b>Perface</b>	错误！未定义书签。
1.1	Background and significance of the research	错误！未定义书签。
1.2	Introduction of the embedded system	错误！未定义书签。
1.2.1	Concept of the embedded system	错误！未定义书签。
1.2.2	Type of the embedded system	错误！未定义书签。
1.2.3	Structure of the embedded system	错误！未定义书签。
1.3	Research content	错误！未定义书签。
<b>Chapter 2</b>	<b>Establishment of the development platform.</b>	错误！未定义书签。
2.1	Choice of the embedded microprocessor	错误！未定义书签。
2.2	Choice of the embedded operation system	错误！未定义书签。
2.3	Choice of the embedded development board	错误！未定义书签。
2.4	Establishment of development circumstance	错误！未定义书签。
2.4.1	Establishment of cross-compile circumstance	错误！未定义书签。
2.4.2	Establishment of NFS development circumstance	错误！未定义书签。
<b>Chapter 3</b>	<b>Development of device drivers under Linux.</b>	错误！未定义书签。
3.1	The basic principle of device drivers under Linux	错误！未定义书签。
3.1.1	Type of device drivers	错误！未定义书签。
3.1.2	Code of device drivers	错误！未定义书签。
3.2	The relation between device drivers and kernel	错误！未定义书签。
3.2.1	Concept of kernel module	错误！未定义书签。
3.2.2	Framework of kernel module	错误！未定义书签。
3.2.3	Load method of kernel module	错误！未定义书签。
3.3	Structure of device drivers	错误！未定义书签。
3.3.1	Data structure of file_operations	错误！未定义书签。
3.3.2	Data structure of file	错误！未定义书签。
3.3.3	Data structure of inode	错误！未定义书签。
3.4	The basic functions in device drivers	错误！未定义书签。
3.4.1	Register and unregister function	错误！未定义书签。
3.4.2	Memory operation function	错误！未定义书签。
3.4.3	I/O port operation function	错误！未定义书签。
3.5	The interrupt program of device drivers	错误！未定义书签。

3.5.1 Register and release of the interrupt program.....	错误! 未定义书签。
3.5.2 Design the interrupt program.....	错误! 未定义书签。
<b>3.6 Procedure of designing the device drivers....</b>	<b>错误! 未定义书签。</b>
<b>Chapter 4 Design of the CAN node circuit and driver.</b>	<b>错误!</b>
<b>未定义书签。</b>	
<b>4.1 Introduce to the CAN controller MCP2510.....</b>	<b>错误! 未定义书签。</b>
4.1.1 Summary of MCP2510 .....	错误! 未定义书签。
4.1.2 Structure and working principle of MCP2510.....	错误! 未定义书签。
<b>4.2 The interface design of the MCP2510 and microprocessor</b>	<b>错误! 未定义书签。</b>
4.2.1 The interface design of circuit .....	错误! 未定义书签。
4.2.2 Introduce to SPI interface .....	错误! 未定义书签。
<b>4.3 Design of CAN device driver .....</b>	<b>错误! 未定义书签。</b>
4.3.1 Register and unregister of kernel module .....	错误! 未定义书签。
4.3.2 The interface between virtual file system and hardware	错误! 未定义书签。
4.3.3 The interface function of opening and closing device	错误! 未定义书签。
4.3.4 The interface function of reading device .....	错误! 未定义书签。
4.3.5 The interface function of writing device.....	错误! 未定义书签。
<b>Chapter 5 Design of driver and application of audio device</b>	
.....	<b>- 42 -</b>
<b>5.1 Introduce to UDA1341TS .....</b>	<b>- 42 -</b>
<b>5.2 The interface design of the UDA1341TS and microprocessor.</b>	<b>- 43 -</b>
<b>5.3 Design of audio device driver .....</b>	<b>- 44 -</b>
5.3.1 Register and unregister of audio device.....	- 44 -
5.3.2 Design of the audio device buffer .....	- 47 -
5.3.3 Record and play of the audio data.....	- 51 -
5.3.4 Opening and closing the audio device .....	- 52 -
<b>5.4 Design of audio application.....</b>	<b>- 52 -</b>
<b>Chapter 6 Design of the panel display interface .....</b>	<b>- 55 -</b>
<b>6.1 Analysis of GUI .....</b>	<b>- 56 -</b>
<b>6.2 Structure annlysis of the Qt/Embedded.....</b>	<b>- 57 -</b>
6.2.1 Introduce to the Qt/Embedded .....	- 57 -
6.2.2 Framework of the Qt/Embedded.....	- 58 -
6.2.3 Realization of the graphics engine of the Qt/Embedded .....	- 59 -
6.2.4 Window system of the Qt/Embedded .....	- 61 -
6.2.5 The principle of the signal and slot of the Qt/Embedded .....	- 62 -
6.2.6 Design procedure of the Qt/Embedded application .....	- 66 -

---

<b>6.3 Inter-Process Communication</b> .....	<b>- 67 -</b>
6.3.1 Introduce to Inter-Process Communication .....	- 68 -
6.3.2 Design of the Inter-Process Communication .....	- 70 -
<b>6.4 Design of display interface</b> .....	<b>- 74 -</b>
6.4.1 Graphics painting based on Qt painting class .....	- 75 -
6.4.2 Graphics disposal based on Qt painting class .....	- 81 -
6.4.3 Summary of whole graphics design.....	- 82 -
<b>Chapter 7 Conclusion</b> .....	<b>- 84 -</b>
<b>References</b> .....	<b>- 86 -</b>
<b>Acknowledgement</b> .....	<b>- 90 -</b>
<b>Published paper introduction</b> .....	错误！未定义书签。

厦门大学博硕士学位论文摘要库



Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库