

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: X2011230476

UDC_____

厦门大学

工 程 硕 士 学 位 论 文

基于 ALSA 的 Android 音频系统设计与实现

Design and Implementation of Android Audio System Based
on ALSA

林东海

指导教师: 廖明宏教授

专业名称: 软件工程

论文提交日期: 2013 年 4 月

论文答辩日期: 2013 年 5 月

学位授予日期: 2013 年 月

指导教师: _____

答辩委员会主席: _____

2013 年 4 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人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其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

Android 凭借其开源，良好的用户体验，高性价比，庞大的应用程序等优势迅速发展起来并保持强劲的发展势头。如今 Android 智能手机、Android 平板电脑等移动产品已走入人们的日常生活，成为人们通讯、娱乐的重要工具。本设计以 malata 采用 RK2918 方案的 Android 平板电脑项目为背景，主要任务是设计和实现 Android 平板电脑的音频系统，为广大平板用户提供良好的音频体验。

ALSA (Advanced Linux Sound Architecture, 高级 Linux 声音架构) 在 Linux 操作系统上提供了音频和 MIDI (Musical Instrument Digital Interface, 音乐设备数字化接口) 的支持。它的主要特性包括: 高效地支持从消费类入门级声卡到专业级音频设备所有类型的音频接口, 完全模块化的设计, 支持对称多处理和线程安全, 对 OSS (Open Sound System, 开放声音系统) 的向后兼容, 以及提供了用户空间的 alsa-lib 库来简化应用程序的开发^[1]。基于 ALSA 的音频系统能够很好的适应硬件的多样性, 因此 Android 设备厂商能够更灵活地根据不同需求选择不同的音频编解码芯片。ALC5625 是一款高度集成低功耗高保真的带 I2S/PCM 接口并具有多路输入输出的音频编解码器, 可满足本次设计的各项需求。

基于 ALSA 的 Android 音频系统拥有一个标准和健全的架构, 自上而下由 Audio 应用程序、Audio Java 框架层、Audio 本地框架层、AudioFlinger、Audio 硬件抽象层、alsa-lib 和底层 Audio 驱动几个部分组成。本文分析音频系统架构的各个层次, 并着重阐述 ALSA 在 Android 音频系统中的应用以及 Audio 驱动的详细实现。

关键词: Android; ALSA; 音频

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

With the advantages of open source, good user experience, excellent price-performance ratio, a mass of applications, Android develops rapidly and maintains a strong momentum of development. Android smart phones, Android tablets and other mobile products have become a part of People's daily life for communication and entertainment. The design comes from malata's Android tablet project using RK2918 solution. Its main task is to design and implement the audio system of Android tablet in order to provide good audio experience for the vast users.

ALSA provides audio and MIDI functionality to the Linux operating system. It has the following significant features:

1. Efficient support for all types of audio interfaces, from consumer sound cards to professional multichannel audio interfaces.
2. Fully modularized sound drivers.
3. SMP and thread-safe design.
4. User space library (alsa-lib) to simplify application programming and provide higher level functionality.
5. Support for the older Open Sound System (OSS) API, providing binary compatibility for most OSS programs.

Audio system based on ALSA adapts to the diversity of hardware well, so the Android device makers can be more flexible to choose different audio codec according to different requirements. The ALC5625 is a acoustic echo cancellation embedded highly-integrated dual I2S/PCM interface audio codec with multiple input/output ports. It meets the requirements of this design.

Audio system based on ALSA has a standard and sound architecture. From the top down, it is made up of audio applications, audio Java framework layer, local framework layer, AudioFlinger, audio hardware abstraction layer, alsa-lib and the underlying audio driver. This paper analyzes each layer of the audio system architecture, focuses on discussing ALSA used in Android audio system and the detailed implementation of

audio driver.

Keywords:Android;ALSA;Audio

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目录

第一章 绪论	1
1.1 系统开发背景与意义	1
1.2 主要研究内容	2
1.3 论文章节安排	3
第二章 相关技术介绍	5
2.1 Android 系统架构	5
2.2 ALSA 与 ASoC	7
2.2.1 ALSA	7
2.2.2 ASoC	9
2.3 ALC5625	10
2.4 I2S	12
2.5 本章小结	13
第三章 音频系统需求分析	14
3.1 系统功能性需求	14
3.2 系统非功能性需求	15
3.3 本章小结	15
第四章 音频系统总体设计	16
4.1 系统架构设计	16
4.2 系统硬件设计	19
4.3 基于 ALSA 实现音频系统	20
4.4 本章小结	21
第五章 音频系统详细设计与实现	22
5.1 Audio 关键类	22
5.1.1 AudioManager	22
5.1.2 AudioTrack	23
5.1.3 AudioRecord	26
5.1.4 AudioFlinger	27
5.1.5 AudioPolicyService 与 AudioPolicyManager	30

5.2 基于 ALSA 的 Audio 硬件抽象层	32
5.3 Audio 驱动	34
5.4 ASoC codec 驱动	36
5.4.1 DAPM kcontrols	36
5.4.2 DAPM widgets.....	38
5.4.3 DAPM routes	40
5.4.4 ALC5625 驱动.....	41
5.5 ASoC platform 驱动.....	43
5.5.1 I2S 驱动	44
5.5.2 DMA 传输	44
5.6 ASoC machine 驱动	46
5.7 ALSA 配置文件 asound.conf	48
5.8 扬声器与耳机输出切换	53
5.9 系统开发小结	54
5.9.1 获取 codec 寄存器值	54
5.9.2 调试 hook 参数.....	55
5.9.3 Alsa_amixer 的使用	56
5.10 本章小结	58
第六章 音频系统测试	59
6.1 回放测试	59
6.1.1 测试项目.....	59
6.1.2 测试结果.....	60
6.2 录音测试	60
6.3 本章小结	61
第七章 总结与展望	62
7.1 总结.....	62
7.2 展望.....	63
参考文献.....	65
致谢.....	67

Contents

Chapter 1 Preface.....	1
1.1 Background and significance	1
1.2 Main research contents.....	2
1.3 Structure of the dissertation.....	3
Chapter 2 Related technologies introduction.....	5
2.1 Android architecture.....	5
2.2 ALSA and ASoC	7
2.2.1 AISA.....	7
2.2.2 ASoC	9
2.3 ALC5625	10
2.4 I2S.....	12
2.5 Section conclusion	13
Chapter 3 Anaysis of audio system requirements.....	14
3.1 Functional requirements	14
3.2 Non-functional requirements	15
3.3 Section conclusion	15
Chapter 4 Design of audio system	16
4.1 Design of system architecture	16
4.2 Design of system hardware.....	19
4.3 Implement audio system based on ALSA	20
4.4 Section conclusion	21
Chapter 5 Detailed design and implementation of audio system	22
5.1 Key audio classes.....	22
5.1.1 AudioManager.....	22
5.1.2 AudioTrack.....	23
5.1.3 AudioRecord	26
5.1.4 AudioFlinger	27
5.1.5 AudioPolicyService and AudioPolicyManager.....	30

5.2 AudioHAL based on ALSA	32
5.3 Audio driver.....	34
5.4 ASoC codec driver.....	36
5.4.1 DAPM kcontrols	36
5.4.2 DAPM widgets.....	38
5.4.3 DAPM routes	40
5.4.4 ALC5625 driver	41
5.5 ASoC platform driver	43
5.5.1 I2S driver	44
5.5.2 DMA translation.....	44
5.6 ASoC machine driver.....	46
5.7 Asound.conf	48
5.8 Speaker and headphone output switch	53
5.9 Summary of system development	54
5.9.1 Get codec register values	54
5.9.2 Debug hook parameters	55
5.9.3 Alsamixer	56
5.10 Section conclusion	58
Chapter 6 Audio system test	59
6.1 Playback test.....	59
6.1.1 Test items	59
6.1.2 Test results.....	60
6.2 Recording test.....	60
6.3 Section conclusion	61
Chapter 7 Summary and future work	62
7.1 Summary.....	62
7.2 Future work	63
References	65
Acknowledgements	67

第一章 绪论

1.1 系统开发背景与意义

Android 是一种基于 Linux 的自由及开放源代码的操作系统，主要应用于移动设备，如智能手机和平板电脑。凭借开源、良好的用户体验、高性价比、庞大的应用程序等优势，Android 迅速发展起来并成为目前全球三大智能手机操作系统之一。2008 年 9 月 22 日美国运营商 T-Mobile 正式发布第一款 Android 智能手机。2011 年第一季度，Android 在全球的市场份额首次超过塞班系统，跃居全球第一。2012 年 11 月数据显示，Android 占据全球智能手机操作系统市场 76% 的份额，中国市场占有率为 90%^[2]。越来越多的芯片厂商、移动互联网设备厂商、应用程序开发商等看到了 Android 的光明前景和广阔市场纷纷加入其中，如今 Android 遍地开花，依然保持着强劲的发展势头。

Android 平板电脑搭载 Google Android 操作系统，是可以进行商务定制的一款定位于笔记本电脑与智能手机之间的移动商务终端，同时也是一款小型的、携带方便而且通信功能完善而强大的移动数据终端^[3]。它以触摸屏作为基本的输入设备。目前最流行的电容式触摸屏允许用户直接用手指或使用电容笔进行操作，而且更好地支持多点触控，使用起来更加方便和人性化，大幅度提升了用户体验。Android 平板电脑功能十分强大，不仅可搭载丰富的消费类娱乐应用，还可实现移动商务办公，随时随地可以使用无线上网，机身细薄，小巧玲珑，便于随身携带，比手提电脑更轻巧，比手机屏幕更宽广。随着 Android 的迅猛发展，Android 平板电脑成为了深受广大消费者亲睐的电子产品，市场空间巨大。

2010 年 malata 抓住商机率先涉足 Android 平板电脑行业，先后推出一系列不同解决方案、不同配置、不同用户定位的 Android 平板电脑。本设计来源于 malata 采用 RK2918 方案面向低端市场的 Android 平板电脑项目。目前，随着国内消费电子制造业的蓬勃发展，面向低端市场的 Android 平板电脑大量涌现，导致竞争非常激烈，产品存在更新换代快、价格便宜等特点。同时，Android 版本、Android 处理器也在一直更新升级。这些因素决定了本项目平板电脑需要抓住时机快速投入市场，否则产品势必跟不上 Android 的快速发展而被淘汰，所以本项目开发周

期较短。

Android 平板电脑作为人们多媒体体验、游戏娱乐的重要工具，音频系统是不可或缺非常重要的部分。只有提供良好的音频用户体验，平板电脑才有可能在竞争激烈的大环境中迎合市场，受到广大消费者的亲睐。本设计主要任务是在 Android 开放平台的基础上研究其音频系统的设计并实现音频系统的各项功能，为广大平板电脑用户提供良好的音频体验。

本设计的开发环境如表 1-1 所示：

表 1-1 开发环境

主处理器	Rockchip RK2918（单核处理器，采用 ARM Cortex-A8 架构，主频达到 1.2GHz）
音频编解码器	Realtek ALC5625
Android 版本	Android 4.0.3（命名为 Ice Cream Sandwich（简称 ICS，冰淇淋三明治））
内核版本	Linux Kernel 3.0.8
内存	1GB

1.2 主要研究内容

1、基于 ALSA 的 Android 音频系统拥有一个比较标准和健全的架构，自上而下由 Audio 应用程序、Audio Java 框架层、Audio 本地框架层、AudioFlinger、Audio 硬件抽象层、alsa-lib 和底层 Audio 驱动几个部分组成。本文研究基于 ALSA 的 Android 音频系统的总体设计，分析其架构各个层次的功能。

2、Audio 硬件抽象层是 AudioFlinger 和底层 Audio 驱动的接口，需要根据具体平台进行移植，可以有多种实现方式。本文介绍基于 ALSA 的 Audio 硬件抽象层的具体实现。

3、采用 ASoC (ALSA System on Chip) 架构实现 Audio 驱动。ASoC 中，Audio 驱动包括 codec 驱动，platform 驱动和 machine 驱动三部分。本文研究 ALC5625 驱动和 I2S 驱动的具体实现，以及 machine 驱动如何将两者整合起来。

4、研究采用 DMA 方式高效地处理大量音频数据，有效地降低了音频系统的声音延迟。

5、扬声器输出和耳机输出是音频系统最基本的音频输出通路，用户可根据自己需要随意切换，具体表现是通过插入耳机选择耳机输出，拔出耳机还原默认的扬声器输出。本文介绍通过检测耳机插拔实现扬声器输出和耳机输出之间的切换。

6、在开发音频系统各项功能的过程中，难免会碰到各种各样的问题。本文以更高效地分析并解决问题为出发点，结合实际开发经验，介绍分析问题和加快开发进度的方法和实用工具的使用。

1.3 论文章节安排

本文共分为七章。

第一章是绪论。介绍了 Andorid 音频系统的开发背景与意义，以及本文主要研究内容。

第二章是需求分析。分析了本设计音频系统的功能性需求和非功能性需求。

第三章是关键技术介绍。介绍了 Android 系统架构，ALSA 与 ASoC，音频编解码器 ALC5625，数字音频接口 I2S。

第四章是音频系统总体设计。主要介绍了基于 ALSA 的 Android 音频系统的总体设计以及其架构的各个层次的功能。同时，介绍了音频系统的硬件设计以及采用基于 ALSA 的实现方式软件方面需要完成的主要工作。

第五章是音频系统详细设计与实现。首先介绍了 Audio 关键类的设计，包括 AudioManager、AudioTrack、AudioRecord、AudioFlinger、AudioPolicyService、AudioPolicyManager 等；然后详细介绍了基于 ALSA 的 Audio 硬件抽象层，Audio 驱动，ALSA 配置文件 asound.conf，扬声器和耳机输出切换的实现；最后结合实际开发经验，介绍分析问题和加快开发进度的方法和实用工具 alsamixer 的使用等。

第六章是音频系统测试。围绕测试项目和测试结果两方面介绍了音频系统回放测试和录音测试。

第七章是总结与展望。对音频系统的开发进行了总结，介绍了 ALC5625 在

智能手机和带通话功能的平板电脑上的应用,指出了音频系统存在的不足和改进的方向。

厦门大学博硕士论文摘要库

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 for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库