Y1746090

A Dissertation Submitted to Guangdong University of Technology for the Degree of Master of Engineering Science

Design of Smart Compartment system based on ZigBee and WiFi

Master Candidate: Tan Jianbin

Supervisor: Prof. Zheng Shenglin

May 2010

Faculty of Information Engineering

Guangdong University of Technology

Guangzhou, Guangdong, P. R. China, 510090

摘 要

随着国民经济的高速发展，生活质量的提高，人们去KTV娱乐的时间逐步延长，如何营造一个智能化、人性化的KTV包房，以及提高服务质量已经成为衡量一个酒店档次高低的重要标志。

针对当前KTV点歌终端位置固定及传统KTV房里只可以K歌的单一经营模式，结合无线通信ZigBee和WiFi技术的优缺点，设计了一套智能包房系统：客户通过手持机能够实现无线点歌、点酒水、包房环境控制、看电影、玩游戏、上网等。

课题以嵌入式系统的设计为主线，在讨论了系统的选型与构成之后，详细描述了系统的硬件设计和软件设计。嵌入式微处理器是嵌入式系统的核心，而嵌入式操作系统是嵌入式系统灵魂。论文首先分析了ARM 9处理器性能优势，描述了主控模块、人机接口模块、通信电路模块（主要分析了ZigBee模块和WiFi模块与主控模块的通信）、音频电路模块以及SD卡存储模块等主要部分的硬件电路设计，并一一阐述了各主控制芯片的特性以及电路设计。

在软件设计和开发方案上，采用了高度模块化和易于向其它平台移植的嵌入式Linux操作系统，详细描述了构建嵌入式Linux系统软件平台的各个步骤，包括：针对硬件平台移植了Uboot作为bootloader，起到引导装载操作系统的作用；移植了Linux2.6.24内核，作为手持机的操作系统；针对该开发平台修改、裁剪相应的驱动程序，并把其编译为内核模块文件，通过命令动态加载；最后用BusyBox完成了根文件系统的制作。在应用程序方面，我们选择了QT/Embedded+Qtopia的方案来构建系统的图形界面系统，并移植了Konqueror浏览器和MPlayer播放器，最后编写了无线点歌和视频播放的应用程序。

在服务器端，基于PC机XP操作系统，在其上安装了HTTP服务器，并用VC编写了目录服务器程序，响应客户端的点播请求，完成流媒体服务器的功能。整个系统采用C/S的网络通信模式。

最后对系统功能进行了测试，并对整个系统进一步分析和总结，肯定了嵌入式系统和无线局域网技术的应用前景，同时也看到了很多不足之处，提出了改进的方向。

关键词: ZigBee；WiFi；ARM9；嵌入式 Linux；Qtopia

ABSTRACT

With the high-speed development of national economy and the quality of life improved, people take more time to go to KTV entertainment . How to build an intelligent and humanized KTV and to improve the service quality has become an important measure symbol for the hotels.

In view of the current KTV, the position of order song is fixed terminal and a single operating mode in traditional KTV room. Combinated with the advantage and disadvantage of ZigBee and WiFi, designed a set of intelligent compartment system: through using the handset customers can enjoy services such as wireless order song,wireless order drink,environmental control,seeing the film,play games and so on.

This article takes the design of embedded systems as the main line.After discussing the system's selection and composition, it describes how to build the system's hardware design and software design in detail. Embedded microprocessors are the core of embedded systems, embedded operating systems are the soul of embedded systems. The advantage of ARM 9 processor is introduced in this paper at first, and then the hardware circuits are described such as the main control module,human-machine interface,communication interface(mainly analysed ZigBee module and WiFi module communication with the main control module), SD card module and so on. The main control chips'characteristics and the circuit design are depicted one by one.

In terms of software design and development program, we choose the embedded Linux operating system which is highly modular and easy to be transplanted to other platforms. Then we make a detailed description of building embedded Linux system software platform step by step, including transplanting Uboot and using it as bootloader which bootloaded operating system; we transplant Linux 2.6.24.7 kernel as the operator system;According to the development of the hardware made corresponding modification and cutting platform for its driver, and compiled it for the kernel module files and loading by the command dynamicly ;Finally we take BusyBox as its root filesystem. In the application,we select the QT/Embedded+Qtopia platform to build the graphical interface

system, transplant konqueror and MPlayer,and compose the wireless order song and Video-On-Demand(VOD) applications.

In the server we installed HTTP server on the XP operator system,and compose the directory server application in use of VC, respond to the client demands, accomplished streaming media server. The entire system designed in C/S network communication mode.

In the end, we tested the whole system and made further analysis and summary. It ensures the prospects of embedded systems and wireless LAN,and also points out the deficieneies and the direetion of improvement.

Keywords: ZigBee; WiFi; ARM9; Embedded Linux; Qtopia

目 录

摘 要 I
ABSTRACT III
目 录 V
第一章 绪论 1
1.1 课题研究的背景 1
1.2 国内外研究现状 2
1.3 系统研究的意义及发展趋势 3
1.4 论文的主要工作 4
第二章 系统的总体方案设计 5
2.1 系统总体架构设计 5
2.2 系统硬件规划 6
2.3 系统软件规划 7
2.3.1 操作系统的选择 7
2.3.2 嵌入式 GUI 的选型 8
第三章 系统硬件设计 10
3.1 主控模块的设计 11
3.1.1 ARM9 处理器的选择及功能 11
3.1.2 存储器资源分配 12
3.2 人机接口电路设计 14
3.2.1 LCD&触摸屏电路设计 14
3.2.2 键盘电路设计 16
3.3 通信模块设计 16
3.3.1 串口通信设计 16
3.3.2 USB 口通信设计 17
3.3.3 ZigBee 通信模块设计 18
3.3.4 WiFi 通信模块设计 19
3.4 音频模块设计 20

3.5 SD 卡存储模块设计 22
第四章 系统软件设计 23
4.1 Bootloader 的实现 23
4.2 嵌入式 Linux2.6 内核移植 25
4.3 Linux 下的设备驱动程序 26
4.4 根文件系统的制作 28
4.5 视频服务器的架设 28
4.5.1 HTTP 服务器的设置 29
4.5.2 目录服务器的编写 30
第五章 应用程序的移植及交互式图形界面的设计 33
5.1 Qt/Embedded 和 Qtopia 开发环境的搭建 33
5.1.1 Qt/Embedded 和 Qtopia 简介 33
5.1.2 Qtopia 2.2.0 的移植 33
5.2 MPlayer 播放器的移植 35
5.3 Konqueror/Embedded 浏览器的移植 36
5.4 交互式图形界面设计 37
5.5 无线通信模块应用程序设计 39
5.5.1 ZigBee 无线通信系统节点程序设计 40
5.5.2 WiFi 模块应用程序设计 41
第六章 系统测试 43
结 论 45
参考文献 46
攻读学位期间发表论文 46
独创性声明 50
致 谢 51

CONTENTS

CHINESE ABSTRACT I

ENGLISH ABSTRACT III

Chapter 1: Introduction 1

1.1 Preface 1

1.2 The Present Status of Research at Home and Abroad 2

1.3 System Research and Development Significance and Trend 3

1.4 The Main Work of the Paper 4

Chapter 2 The Overall Design of System 5

2.1 The Overall Design of System 5

2.2 The Plan of System Hardware 6

2.3 The Plan of System Software 7

2.3.1 The Selection of Operating System 7

2.3.2 The Selection of Embedded GUI 8

Chapter 3 System Hardware Design 10

3. 1 Main Control Module 11

3.1.1 The Selection and Functions of ARM9 Processor 11

3.1.2 The Allocation of Memory Resources 12

3. 2 Human Interface Circuit Design 14

3.2.1 LCD & Touch Screen Circuit Design 14

3.2.2 Keyboard Circuit 16

3. 3 Communication Module 16

3.3.1 Serial Communication 16

3.3.2 USB Port Communication Design 17

3.3.3 ZigBee Communication Module Design 18

3.3.4 WiFi Communication Module Design 19

3. 4 Audio Module Design 20

3. 5 SD Card Storage Module 22

Chapter 4 System Software Design 23
4.1 Bootloader Implementation 23
4.2 Transplant Embedded Kernel Porting Linux 2.6 25
4.3 Linux Device Driver 26
4.4 Make the Root File System 28
4.5 Build the Video Server 28
4.5.1 HTTP Server Settings 29
4.5.2 Compose the Directory Server Application 30
Chapter 5 The Transplantation of Application and the Design of Interactive Graphical Interface 33
5.1 Qt / Embedded and Qtopia Development Environment Set up 33
5.1.1 Qt / Embedded and Qtopia Introduction 33
5.1.2 Qtopia 2.2.0 Transplant 33
5.2 MPlayer Transplant 35
5.3 Konqueror / Embedded Transplant 36
5.4 Interactive Graphical Interface Design 37
5.5 Wireless Communication Module Application Design 39
5.5.1 ZigBee Module Application Design 40
5.5.2 WiFi Module Application Design 41
Chapter 6 System Test 43
Summary 45
References 46
Paper published during the graduate's life 49
Announcement of Original Creation 50
Acknowledgement 51

第一章 绪论

1.1 前言

全球经济一体化的今天，随着国民经济的高速发展，生活质量的提高，人们去KTV娱乐的时间正逐步延长，如何打造一个智能化、人性化的KTV包房，以及提高服务质量已经成为衡量一个酒店档次高低的重要标志。

为了让高级娱乐场所提供更舒适、更具有特色的娱乐享受，在包房中利用无线通信技术、计算机技术和自动控制技术设计了一套智能包房系统，使得我们可以通过空中无线接口来实现系统与传感器的交互，这极大地方便了人们的生活，使得我们的日常生活能够脱离各种缆线的羁绊，能够为人们提供更加轻松、有序、高效的现代生活环境。

一般 KTV 包房点歌终端位置固定，包房服务人员在茶几前为客人服务时，当客人想要唱歌、点酒水或倒酒、调灯光等服务要求时服务人员须随时起身去电脑前点击，当客人又要倒酒同时上果盘如此造成服务人员前前后后的忙碌不堪，手持机在包房的运用正好可以满足上述情况，当客人有点歌、点酒水、调灯光等各种服务需求，服务人员无须起身只需在茶几前轻轻点击手持机的触控屏幕即可完成客人的服务需求，随时满足客人的需要，无需起身背对客人离开茶几去操控电脑，操作完成再回到茶几前，服务人员始终面对客人关注客人。

除此外手持机的另一大特点是无线操控，当客人想自己点歌，服务人员可将手持机递给客人，客人可将手持机放在自己手上来操作各种点歌功能，也可用手上的手持机浏览各种消费酒水、小吃、饮料的照片及价格，完全取代传统的酒水单，且全部附有照片或图片让客人明明白白的消费，同时可利用手持机的无线功能对包房的灯光进行各种的灯光场景的变换控制，也可利用电脑屏幕上的各种电视台的彩色台标图案点击操作选换电视频道，如此可方便客人的点歌及了解消费内容消除客人消费的疑虑。

此外，你还可利用手持机上网，玩游戏，看电影，发邮件等，在你尽情娱乐的同时还能处理工作上的突发事情。特别是在洽谈生意，不需要服务员打扰的场合，该手持机显示了它的特殊作用。

1.2 国内外研究现状

目前，国内点歌技术的研究主要还是侧重在KTV包房方面，涉及这方面研究开发的公司有金立，天慧和星语等一些国内点歌系统开发公司。主要开发的产品有DVD网络版本点歌系统，MPEG4网络/单机VOD点歌系统以及采用Linux内核的一些新版本。

VOD点歌系统实质上是一个远程接入的数字化家庭影院，人们可以坐在家中的电视机前，使用遥控器点播存储在远程视频服务器数据库中的视频节目，被点播的节目通过视频传输网络送到本地解码器在显示终端播放出来，实现足不出户观看环球影视的目的。这需要大量的网络带宽、在线存储和资源处理，才能满足用户的需要,这在当前还是一个比较难解决的难题。

国内智能包房的研究的重点还是侧重在 KTV 包房点歌技术方面，主要是机顶盒点歌和电脑点歌两个方向。

机顶盒由机顶盒和遥控器组成，机顶盒是各用户与主控部分之间的联系枢纽，它将各用户的点播信息送给主控部分，主控部分按用户需求将相应的声音、图像信号通过网线接入机顶盒，机顶盒将多路 MPEG 信号解码后通过 AV 线接入电视机及音响。机顶盒还配合遥控器（利用红外线技术）实现 OSD 显示功能，即把用户的点播信息回显示于用户的电视机屏幕上，对于数字音视频信号的传输，机顶盒集成了 MPEG 解码系统。

目前主流的还是电脑点歌，电脑点歌主要是采用性能稳定的 PC 机利用无盘技术通过键盘和触摸屏点歌台进行点歌。而无线点歌技术一直停滞不前，主要原因在于没有解决好红外线传输距离、数据传输率和抗干扰等问题。而 ZigBee 技术作为一种近距离、低功耗、低成本的无线网络技术，正好可以满足需求，论文利用此技术设计了一款手持机实现无线点歌及包房环境的控制。

无线网开拓新型服务：无线网络的引入，使酒店开拓各种新的服务成为可能。譬如，在登记入住后，商务客人只需简单地在其笔记本上开启无线网卡，在几分钟之内就可以比电话线连接速度快 100 倍的速率访问 Internet。无线局域网系统的安装使客人可以非常方便和灵活地在酒店内移动办公，无论是在饭店客房、会议室、餐厅、花园还是游泳池边。这样的无线高速访问能力，必将使安装了无线局域网络的酒店成为商务会议和展览的宠儿。

Wi-Fi 技术正以其独特优点占据高端、大型酒店业，满足其提供大规模服务的要求，显然，这对于小型酒店、小规模餐饮业而言，成本较高，不利于推广，但是在高档酒店里面却迅速发展开来。

伴随着无线技术的迅猛发展，国内也出现了很多从事这方面研究工作的企业单位：北京大柏科贸有限责任公司，广东省东莞市汉科技术发展有限公司开发的酒店管理系统等等。毫无疑问，中国将在无线短距离通信领域正兴起一场技术革命。

在国外，KTV 越来越如同一个综合式的体验馆：KTV 店有专人现场教唱，在综合房里，朋友聚会既可以唱歌、学唱、玩游戏、看电影、购物休闲。有如此人性化的服务，能不延长消费时间都难。

1.3 系统研究的意义及发展趋势

虽然科技飞速发展，信息技术日新月异，连CPU运算速度的提升都已经突破了摩尔定律，如何打造出真正实用的智能包房产品，有关人士提出，如今智能包房产业所体现的两大技术趋势是领先的无线移动和不依靠PC的独立形态。

智能包房产品要与应用接轨，很多问题并不在于技术水平的高低，而在于怎样去做到实用、易用、人性化。只有更加贴近实用、易用和人性化的智能包房产品，才能真正提高人们的生活品质，才能真正体现智能包房的价值，这也是现代科技价值的核心所在。智能包房怎样做到实用、易用、人性化，真正提高人们的生活品质，才是今后智能包房的发展方向。

目前，各大酒店、高档娱乐场所电器信息化有了一定的提高，但是总体情况还是“各自为政”即：每个红外线遥控器控制一个电器，十分麻烦，而且包房里面各种电缆线也很多。如今 ZigBee 遥控技术标准[1]（ZigBee Remote Control，能让消费者无需再将遥控装置指向设备即能进行操作）已经出炉，使各种电器控制集于一个遥控器成为可能，加上目前成熟的无线 WiFi 技术，不仅为包房智能化提供灵活简便的网络结构，省去了浪费在布线上的人力和物力，并且更提高了酒店的档次及服务水平。因此集各种无线通信技术和嵌入式技术的智能系统应用到包房中必将有很大的市场。

按照建设部的要求，到 2010 年，大中城市中 60%的家庭要实现智能化。为了更好完成建设部的要求，利用目前应用火热的无线通信与嵌入式技术设计的一套应用在中高档酒店包房、会所里面智能化控制系统，能使顾客亲身体会到高科技带来的方便、

高效、节能等好处，成为家居智能化的数字体验馆。

在未来，没有智能信息系统的大酒店将像今天不能上网的住宅那样不合潮流。因此，今后几年KTV包房市场会进入一个行业整合阶段，最终可能会出现几家规模比较大，品牌影响力好的厂家。从产品角度来讲，以后的智能包房产品会朝着实用化、傻瓜化(操作简单)、模块化的方向发展，所谓模块化就是产品开发商把智能包房产品做成模块化的，可以根据用户的实际需求任意搭配。这样不仅可满足不同层次用户的需要，而且可以节约成本。

1.4 论文的主要工作

课题是基于广嵌中心提供的 GEC2440（ARM9 芯片）开发板作为硬件开发平台，ZigBee 模块选用飞思卡尔的 MC13192 发射模块，WiFi 模块选用威瀚科技 VT6656，本课题的主要内容包括：

第一章是绪论，简要介绍课题的研究相关背景知识和研究意义，以及目前的研究现状。最后对课题所做的工作以及论文的组织结构作描述。

第二章是智能包房系统的总体方案设计，对各部分功能模块进行了分析和介绍。

第三章给出了系统的硬件总体设计方案。分析了以 S3C2440A 处理器为核心的手持机的硬件电路，包括 Nand Flash、SDRAM、人机交互接口模块、通信模块、音频模块、SD 卡存储模块。

第四章重点实现了手持机系统软件设计。移植了 Uboot 作为系统的 bootloader；移植了嵌入式 Linux 2.6.24.7 内核；底层驱动程序模块的动态加载；用 BusyBox 制作了根文件系统；最后为了实现手持机视频点播功能在视频服务器上安装设置 HTTP 服务器，并用 VC 编写了目录服务器程序。

第五章主要建立了 Qtopia 开发环境，完成了应用程序（Konqueror 浏览器和 MPlayer 播放器）的移植，并设计了系统的图形界面应用程序。

第六章，系统测试，实现了手持机视频点播的功能。

最后一部分是结束语。总结目前论文的成果，指出本设计中的一些不足之处，并提出若干解决方案，展望下阶段的工作。

第二章 系统的总体方案设计

如图 2-1 所示，包房服务员或顾客可以在包房中任意位置使用手持机进行无线点歌，使我们不必在 KTV 狭小的包房内走来走去排队去固定点歌台上点歌；也可用手持机浏览各种消费酒水、小吃的照片及价格，让顾客轻松、明白消费；同时可以利用手持机的无线 ZigBee 模块的功能对包房的灯光场景等设备进行遥控；另外，在没有登场唱歌的时候，可以通过手持机里设计的小游戏和电影来打发时间,或者利用其开发的网络功能浏览网页、处理邮件；特别是在洽谈生意，不需要服务员打扰的场合，该手持机显示了它的特殊作用。

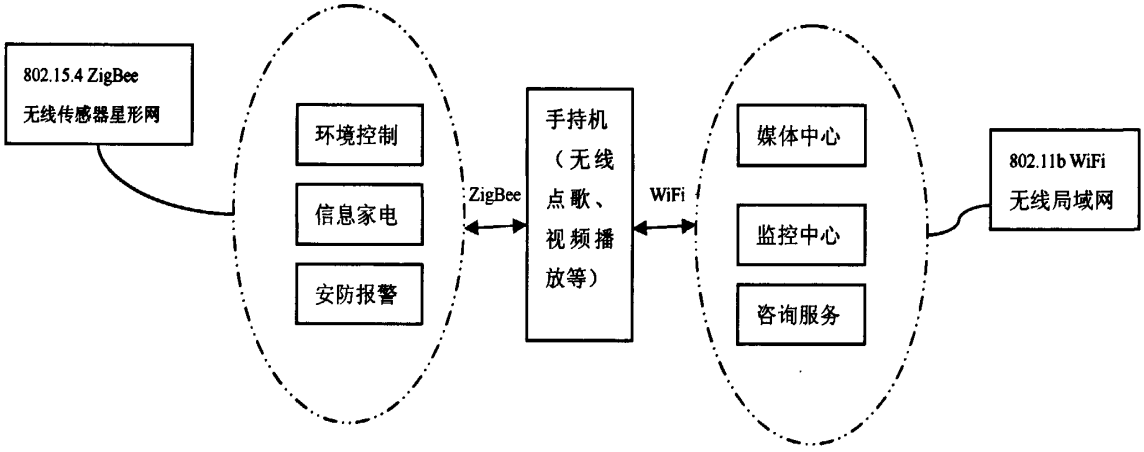


图 2-1 智能包房系统结构图

Fig 2-1 System Structure of Smart Compartment

2.1 系统总体架构设计

本控制系统采用模块化设计，分布式控制方式对酒店包房的各部分进行统一的控制，主要包括：手持机（控制器）部分，ZigBee 无线传感器网络部分和 WiFi 无线局域网网络部分。各部分又包含多个节点，每个节点即为通讯的一个终端，各节点之间相互独立，某一个节点出现故障时不影响到其他节点的运行。

从图 2－1 中可以看到，手持机是整个包房控制一命令中心，它通过 ZigBee 无线传感器网络控制包房环境、信息家电、安防报警组成的无线传感器星形网络。手持机通过发送控制命令给 ZigBee 模块节点，各节点收到命令后进行相应分析并做出相应动

作，然后返回最终的状态给手持机，手持机再直接通过自带的显示屏查看和控制。

由于在信息家电、环境控制、安防报警这三部分各个节点都内嵌了 ZigBee 模块及相应的传感器，故接入的主要是传感器和开关，网络中数据量不大，没有必要采用复杂的网络拓扑来保证数据通信。因此，星形拓扑结构完全能满足要求，并且实现简单，不涉及路由寻址等功能。而且网络中任一节点上的家电出现故障不影响其他家电正常工作。

手持机与媒体中心、监控中心、咨询服务台（均是 PC 机）通过目前成熟 WiFi 组网技术构成一个无线局域网，并连接到 Internet 中。手持机通过无线（WiFi）将各节点的信息传输到连接 Internet 的监控中心的 PC 机中，从而实现了对包房中各 ZigBee 模块节点的远程控制，当然也可以由手持机来直接控制各节点的运行，这样更快捷（本系统就是采用这种方式）。

手持机还可以通过网络接口接收来自视频服务器的音视频信息。手持机运行 QT 图形界面程序获取音视频信息，并在此基础上生成音视频节目清单，通过手持机自带的显示屏呈现给用户。用户利用显示系统提供的图形界面使用键盘或者触摸屏进行选取节目，并通过 WiFi 的无线传输功能，使视频服务器上的音视频信息实时传输到手持机上，客户就可以实时观看节目了。

系统中各部分都预留有扩展的节点，以备将来设备的增加。

2.2 系统硬件规划

由上图 2－1 可知，智能包房系统中硬件主要包括 PC 机、手持机、ZigBee 与 WiFi 模块。PC 机主要用来做视频服务器和一般办公、查询用，用户可以酌情购买，只是对服务器要求稍高，其他的 PC 机（如监控中心，咨询服务等）市面上的一般 PC 机都能满足要求，这里不再做阐述，下面重点对手持机硬件系统进行规划。

作为一个手持设备，至少包含以下部分：基本处理器部分，外围扩展，人机接口以及存储部分而这些部分我们都可以立足于具体的处理器来做扩展开发（详见第三章）。

作为目前嵌入式系统中应用最广泛的 32 位嵌入式处理器之一，ARM 处理器以低成本、低功耗和高性能等优点成为了嵌入式系统的嵌入式解决方案的 RISC 标准。而 S3C2440 微处理器是一款由 Samsung 公司为手持终端设计的低价格、低功耗、高性能，

基于 ARM920T 内核，0.13um 工艺的 CMOS 标准宏单元和存储单元的微处理器。ARM920T 实现了 MMU,AMBA BUS 和哈佛高速缓冲系统结构，这一结构具有独立的 16KB 指令缓冲器和 16KB 数据缓冲器，每个都是由具有 8 字节的行组成，通过提高一整套完整的通用系统外设，S3C2440A 减少整体系统成本和无需配置额外的组件。主频可达 400MHz，而且 MMU 的存在保证了嵌入式操作系统的良好运行，故选择它持机的核心处理器[2-3]。

2.3 系统软件规划

由上图 2－1 可知，手持机是本系统设计的核心，它主要完成两大块网络部分的通信与控制功能。系统软件部分的主要工作也在于手持机软件部分的设计，手持机其实是一个嵌入式多媒体开发平台，故该系统的软件开发实际上就是嵌入式软件的应用开发。

2.3.1 操作系统的选择

嵌入式操作系统是一种支持嵌入式系统应用的操作系统软件，它是嵌入式系统的重要组成部分。嵌入式操作系统具有通用操作系统的基本特点，能够有效管理复杂的系统资源，并且把硬件虚拟化。常见的通用型嵌入式操作系统有Linux、Vxworks、WinCE等。

(1)Vxworks

Vxworks操作系统是美国WindRiver公司于1983年设计开发的一种嵌入式实时操作系统(RTOS)。良好的持续发展能力、高性能的内核以及友好的用户开发环境，使之在嵌入式实时操作系统领域逐渐占据一席之地。它以其高效的实时任务调度、中断管理等优点已成为航空、航天、医疗、通信等领域首选的操作系统[4]。

Vxworks具有可裁剪微内核结构；高效的任务管理；灵活的任务间通讯；微秒级的中断处理：支持多种物理介质及标准的、完整的TCP/IP网络协议等。然而其价格昂贵，通常需花费10万元人民币以上才能建起一个可用的开发环境，对每一个应用一般还要另外收取版税。一般不通供源代码，只提供二进制代码。

由于是专用操作系统，需要专门的技术人员掌握开发技术和维护，所以软件的开发和维护成本都非常高，支持的硬件数量有限。

(2)WinCE

WinCE与Windows系列有较好的兼容性，是一种针对小容量、移动式、智能化、32位模块化实时嵌入式操作系统，拥有良好的通信能力、出色的图形界面、灵活的电源管理，并内置多媒体功能、支持多种CPU，所以被广泛应用于移动应用产品、消费类电子产品和嵌入式智能设备的开发[5]。

从技术角度上讲，WinCE作为嵌入式操作系统有很多的缺陷：没有开放源代码，使应用开发人员很难实现产品的定制；在效率、功耗方面的表现并不出色,而且和Windows一样占用过多的系统内存，运用程序庞大；版权许可费也是开发时不得不考虑的因素。

(3)嵌入式Linux

Linux是遵循GPL协议的开放源码的操作系统，使用时无需交纳许可费用。内核可任意裁剪，几乎支持所有的32位、64位CPU；内核中支持的硬件种类繁多，几乎可以从网上找到所有硬件驱动程序；支持几乎所有网络协议；有大量的应用程序可用，从编译工具、调试工具到GUI程序，几乎都有遵循GPL协议的相关版本；有庞大的开发人员群体，有数量众多的技术论坛，大多问题都可以得到快速而免费的解答。

由于Linux开放源代码、易于移植、资源丰富、免费等优点，使得它在嵌入式领域越来越流行。更重要一点，由于嵌入式Linux与PC Linux源于同一套内核代码，只是裁剪的程度不一样，这使得很多为PC开发的软件再次编译之后，可以直接在嵌入式设备上运行，这使得软件资源“极大”丰富，比如各类实用的函数库、小游戏等[6]。所以，系统选择Linux作为手持机的操作系统。

2.3.2 嵌入式 GUI 的选型

目前嵌入式Linux的主流GUI系统有Microwindows、MiniGUI、Qt/Embedded等。这些GUI在接口定义、体系结构、功能特性等方面存在很大的差别。

（1）Microwindows

Microwindows的主要特色在于提供了C/S体系结构，同时也提供了相对完善的图形功能，但却无任何硬件加速能力，图形引擎中也存在着许多未经优化低效算法。

（2）MiniGUI

MiniGUI是由北京飞漫软件技术有限公司主持的一个遵循GPL条款的自由软件项

目。其主要性能特点有可跨多种操作系统移植，支持三种运行模式，完备的多窗口机制和消息传递机制，支持对话框和消息框，提供常用的控件类，如静态框，按纽，编辑框等，支持Windows的资源文件，如位图、图标、光标等[5]。目标是为基于Linux的实时嵌入式系统提供一个轻量级的图形用户界面支持系统。MiniGUI分为最底层的GAL层和L扎层，向上为基于标准POSXI接口中Pthread库的Mini．thread架构和基于Server/Client的Mini－Lite架构[7]。

（3）Qt/Embedded

Qt/Embedded(简称Qt)是著名的Qt库开发商Trolltech公司开发的面向嵌入式系统的Qt版本。因为Qt是KDE等项目使用的GUI支持库，许多基于Qt的X Window程序因此可以非常方便地移植到Qt/Embedded上。Qt/Embedded同样是Sverer/Clinet结构。

Qt/Embedded延续了Qt在X上的强大功能，采用Framebuffer作为底层图形接口。Qt/Embedded类库完全采用C++封装，丰富的控件资源和较好的可移植性是Qt/Embedded最为优秀的一方面。它的类库接口完全兼容于同版本的Qt．XII，使用X下的开发工具可以直接开发基于Qt/Embedded的应用程序QUI界面[8-10]。

基于良好界面和支持丰富方面的要求，在权衡这几种嵌入式GUI的优缺点后，最终为手持机平台选择了Qt/Embedded嵌入式GUI。

第三章 系统硬件设计

智能包房手持机是系统中的核心部分，是完成人与智能包房系统对话的工具。它具有双向功能，不仅可以控制各种家电设备，还可以查看各种家电设备的状态。控制器通过显示屏和按键与客户完成信息交换，通过无线通讯接口 ZigBee 与家电设备交换信息以及通过 WiFi 与远程控制系统联系，并传输实时影音数据。

根据实际使用需要，手持机硬件系统主要由以下功能模块组成：主控模块、人机交互接口模块、通信模块、音频模块、SD 卡存储模块等。其硬件组成框图见图 3-1 所示。

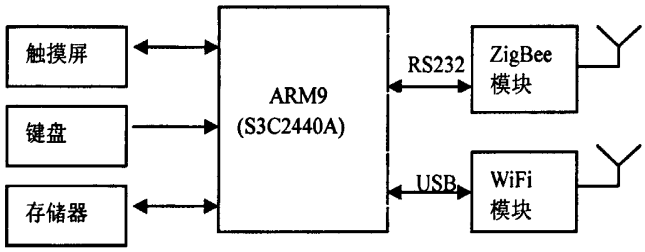


图 3-1 手持机硬件结构图

Fig. 3-1 Hardware structure of handset

主控模块是整个系统的核心部分，配置了必要的 Flash 和 SDRAM。该模块用以处理采集的数据以及用户的操作等。

人机交互接口模块主要是LCD&触摸屏和键盘。其中LCD能够实时显示用户采集的数据信息，触摸屏和键盘则负责对系统的各种任务进行人机操作。

无线通信ZigBee模块选用收发一体的CEL/LSR Freestar模块，该模块基于Freescale的MC13192收发器IC和MC9S08GT60，是一个完全集成的嵌入式RF收发器，这款收发器非常适合包括HVAC、照明控制和安全系统在内的办公室和楼宇自动化应用。与手持机通过串口相连[11]。

无线通信 WiFi 模块选用威瀚科技针对 Wireless LAN 环境所推出的无线控制芯片组 VT6656，不但符合 IEEE 802.11a/b/g 的规范，其结合 MAC 与基带(BaseBand)的设计，为一整合型控制芯片，最高无线传输速率可达 54Mbps，从而实现高速 E-MAIL、媒体视频、web 访问和 LAN 访问。与手持机的 USB 口相连实现通信。

音频模块部分，音频解码芯片选用的是PHILIP公司的UDAl341TS，功放是启攀电

子的CP2290。

SD卡存储模块负责对通过CPU处理后的数据进行保存，以便数据采集完成后与上位机实现数据通信。

3.1 主控模块的设计

3.1.1 ARM9 处理器的选择及功能

CPU是系统的处理核心和控制中枢，CPU的选择直接影响到系统功能能否实现，实现效果等。以设计CPU内核著称的ARM公司以70%的份额占据嵌入式CPU内核应用的霸主地位，为各个半导体厂商提供优秀的ARM7,ARM9, ARMS, ARMIO等CPU内核[2]。本课题开发板的CPU为S3C440A。

S3C2440A可稳定运行在405MHz，主频最高可达530MHz，是三星公司专门为PDA、Internet设备和手持设备等专门开发的微处理器。

S3C2440A中集成了以下片上功能：

1. 1.2V 内核供电, 1.8V/2.5V/3.3V存储器供电，3.3V外部I/O供电,具备16KB的I-Cache和16KB DCache/MMU微处理器

外部存储控制器(SDRAM 控制和片选逻辑)

2. LCD 控制器（最大支持4K色STN和256K色TFT）提供1通道LCD专用DMA。
3. 4通道DMA并有外部请求引脚。
4. 3通道UART(IrDA1.0, 64字节Tx FIFO,和64字节Rx FIFO)
5. 2通道SPI
6. 1通道IIC-BUS接口（多主支持）
7. 1通道IIS-BUS音频编解码器接口
8. AC'97 解码器接口
9. 兼容SD主接口协议1.0 版和MMC卡协议2.11 兼容版。
10. 2端口USB主机/1 端口USB 设备（1.1 版）
11. 4通道PWM 定时器和 1 通道内部定时器/看门狗定时器
12. 8通道10比特ADC和触摸屏接口
13. 具有日历功能的RTC。

15. 摄像头接口（最大4096×4096像素的投入支持，2048 ×2048像素的投入,支持缩放）

16. 130 个通用I/O 口和24 通道外部中断源。

17. 具有普通、慢速、空闲和掉电模式。

18. 具有PLL片上时钟发生器[2]。

3.1.2 存储器资源分配

为了满足运行Linux操作系统以及QT图形界面上的应用软件的需求，系统需要用掉电后信息不丢失的Flash来存储操作系统和相关数据。S3C2440支持从Nand Flash启动，且Nand Flash具有容量大，比NOR Flash价格低等特点。而与Flash存储器相比较，SDRAM虽不具掉电保持数据的特性，但起存取速度大大高于存储器，能够保证系统足够大的运行速度[12]。

(1) Nand Flash接口电路

Nand Flash在嵌入式系统的地位与PC上的硬盘类似，用于保存系统运行所必需的操作系统、应用程序、用户数据、运行过程中产生的各类数据。在本系统中，采用了三星公司的K9F1208芯片，该芯片的存储容量为528Mbit，分为131072行（页）、528列；每一页大小为512字节，外加16字节的额外空间，这16字节额外空间的列地址为512～527。

S3C2440内部集成了Nand Flash控制器，启动代码能从外部Nand Flash存储器执行，为了支持Nand Flash作为引导区，我们把芯片上用于选择启动模式的OM[1:0]两脚直接接地设置为00，此时系统中的存储空间Bank0地址映射为Ox0000_0000[6]。

命令、地址、数据都通过8个I/O输入/输出，这种形式减小了芯片的引脚个数，并使得系统很容易升级到更大的容量。写入命令、地址或者数据时，都有将WE#、CE#信号调试拉低。数据在WE#信号的上升沿被Nand Flash锁存；命令锁存信号CE#、地址锁存信号ALE用来分辨、锁存命令或者地址。

本系统中Nand Flash与S3C2440的硬件连接如图3-2所示。Nand Flash是地址线、数据线、控制线共用端口的器件，所以只有8位的I/O线[DATA7..DATA0]；VDD33 V是3.3V的电源线，RnB为准备好/忙信号线；nFRE为读信号线；nFCE为片选信号；CLE为控制信号；ALE为地址线；WE为写信号线；WP为写保护线。

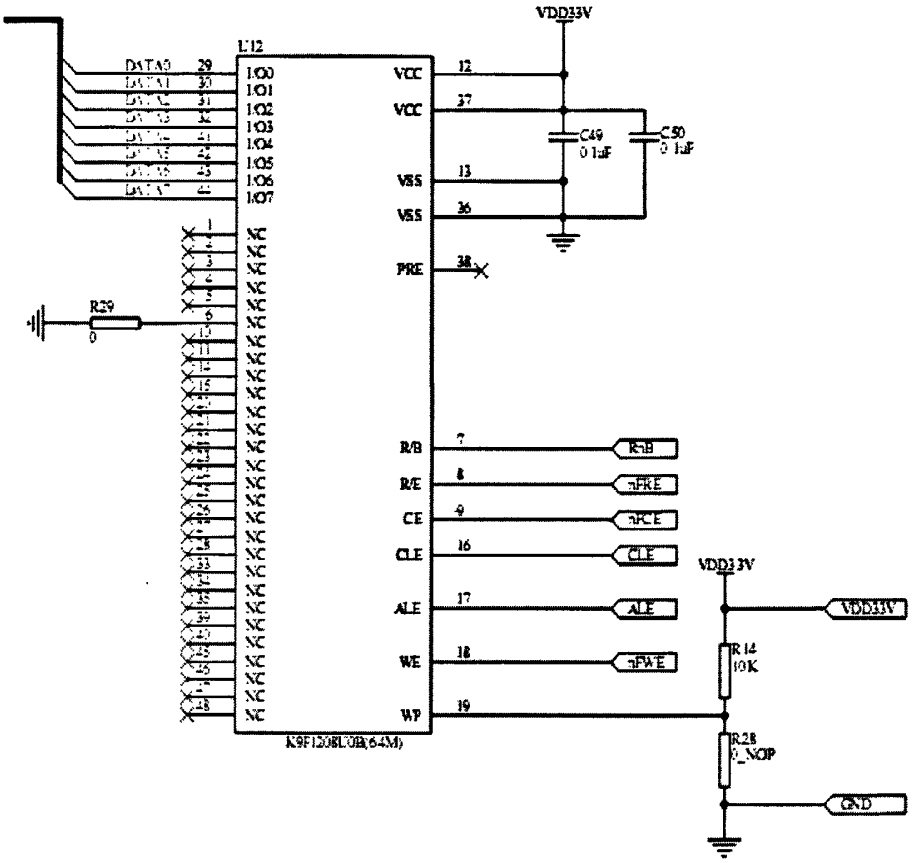


图3-2 Nand Flash接口电路图

Fig. 3-2 Interface Circuit of Nand Flash

（2）SDRAM接口电路

SDRAM具有单位空间存储容量大和价格便宜的优点，已广泛应用在各种嵌入式系统中。其在系统中主要用作程序的运行空间、数据及堆栈区，程序代码一般调入SDRAM中运行用以提高系统的运行速度。SDRAM的存储单元可以理解为一个电容，总是倾向于放电，为避免数据丢失，必须定时刷新[13]。

课题采用三星公司的K4S561632C的同步存储器SDRAM，该存储器采用了4×4M×16位的结构方式，其中地址线A0～A12具有复用功能，行地址线为A0～A12,列地址线为A0～A8,共22根地址线。DQ0～DQ15共16根，用于数据的输入输出线，RAS#行地址锁存信号，CAS＃列地址锁存信号上。BA0～BA1用于存储块的选择。标准的供电压为3.3V，具备自动刷新功能。如图3－3为两片SDRAM K4S561632C连接电路图。

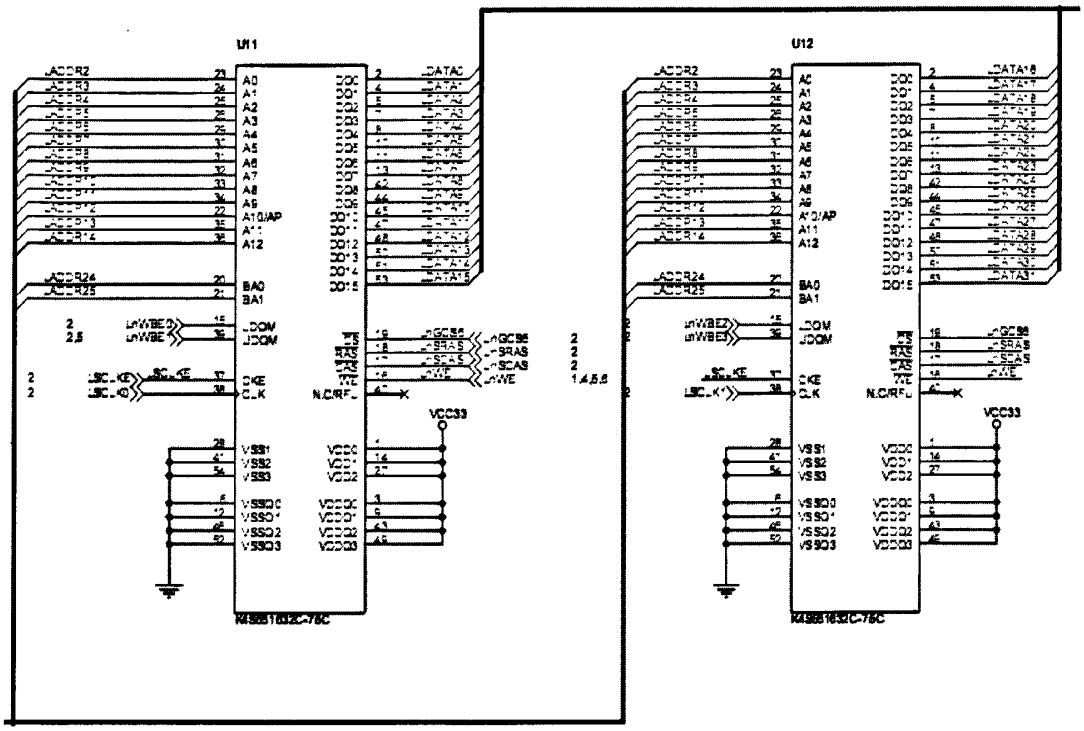


图3-3 K4S561632C接口电路图

Fig. 3-3 Interface Circuit of K4S561632C

3. 2 人机接口电路设计

人机接口是指人与计算机之间建立联系、交换信息的输入/输出设备的接口，这些设备包括键盘、显示器、打印机、鼠标器等。而触摸屏和键盘是嵌入式系统中比较方便灵活的输入设备。

3.2.1 LCD&触摸屏电路设计

由于本手持机具有具有媒体播放、图像处理等功能，对屏幕的色彩、对比度要求比较高。S3C2440 LCD控制器能支持高达4K色STN屏和256K色TFT屏，支持1024x768分辨率下的各种液晶屏，具有LCD专用DMA[14]。故在课题中选取夏普公司的一款3.5英寸带有触摸屏的240x320的26万色的TFT型LCD。该LCD型号为LQ035Q7DH01。

S3C2410A 的内置LCD控制器支持单色、每象素2位（4级灰度）、每象素4 位（16

级灰度）的黑白屏，也支持每象素8位（256色）和每象素12为（4096色）的彩色LCD，并且也支持每象素16位和每象素24位的真彩显示。LCD 控制器可以通过编程选择支持不同的LCD屏的要求，例如行和列象素，数据总线宽度，就口时序和刷新频率。LCD 控制器的主要作用是将定位于系统存储器的显示缓冲区的LCD 图像数据传送到外部LCD驱动器。

如图3-4所示为S3C2440A内部的LCD控制器的逻辑示意图。

由于3.5英寸真彩色触摸屏功耗较大，为给液晶屏提供足够的驱动，给S3C2440A控制器的数据总线、控制总线加驱动器。驱动器采用2片74LVCH162245,每片提供16的驱动能力。NXPON、nYPON、AINA7、AINA5是触摸屏的控制信号。LCD_CON50为液晶屏提供了一个50引脚的接口，用于外接液晶屏[2]。

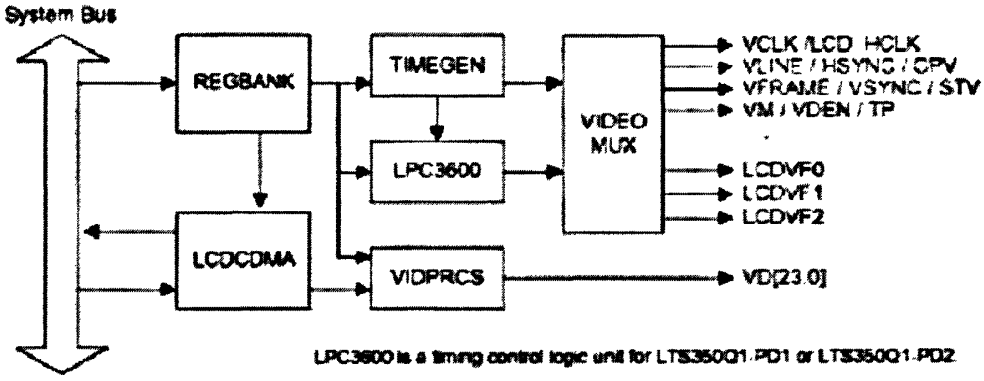


图3-4 S3C2440A内部LCD控制器的逻辑示意图

Fig.3-4 The logic diagram of S3C2440A internal LCD controller

触摸屏附着在显示器的表面，与显示器相配合使用，如果能测量出触摸点在屏幕上的坐标位置，则可根据显示屏上对应坐标点的显示内容或图符获知触摸者的意图。在触摸屏部分，S3C2440芯片带有支持8路10位的ADC/触摸屏控制器，提供了手持机需要的触摸屏控制信号。LQ035Q7DH01中自带的触摸屏采用的是四线电阻式触摸屏，触摸检测部分安装在LCD屏的表面，当接受到用户触摸产生的XP、XM、YP、YM信号时，处理器的触摸屏控制器转换为X、Y坐标，再送回到CPU执行[15]。

3.2.2 键盘电路设计

系统设置了16个按键，组成4×4矩阵键盘，四个输入引脚：EINT0(GPF0)、EINT2(GPF2)、EINT11(GPG3)、EINT19(GPG11),四个输出引脚：KEYSCAN0(GPE11)、KEYSCAN1(GPG6)、KEYSCAN2(GPE13)、KEYSCAN3(GPG2)，按下键盘中的任何一个按键，都将使GPIO口中的两根线构成连接关系。如下图3-5所示，为键盘电路设计图。

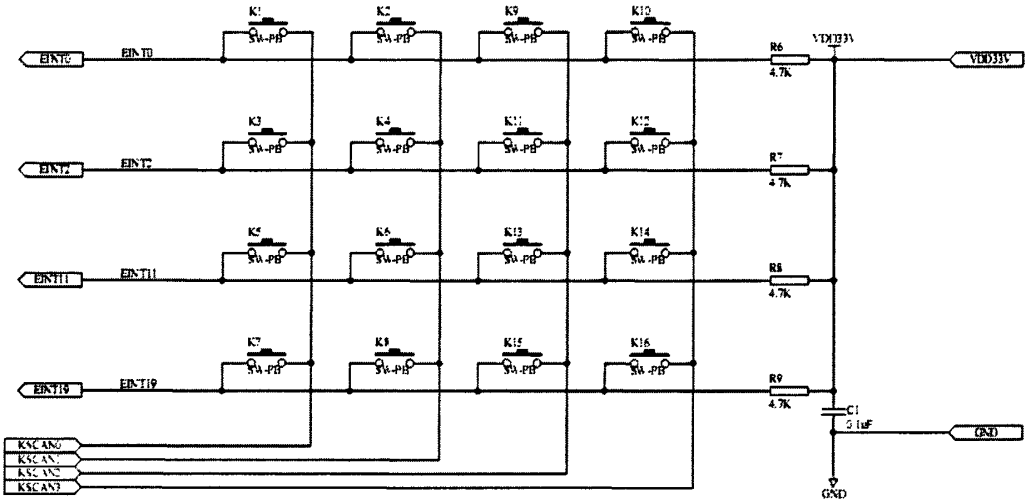


图3-5 键盘接口电路图

Fig. 3-5 Interface circuit of keyboard

3. 3 通信模块设计

3.3.1 串口通信设计

通用异步收发器简称UART，即“Universal Asynchronous Receiver Transmitter”，UART以其简单可靠，抗干扰强，传输距离远，组网方便，被认为是嵌入式系统中进行串行数据传输的最佳方式。

S3C2440A有三个UART，其中一个用于红外线的接收，每个UART都可以工作于中断模式或者DMA模式，即UART可以发出中断或DMA请求以便在UART、CPU间传输数据。UART由波特率发生器、发送器、接收器、和控制逻辑组成。

系统中采用2片MAX3232作为电平转换器件，TXD0、RXD0是串行口0的发送和接

收引脚，TXD1、RXD1是串行口1的数据发送与接收引脚，nRTS0 是请求发送信号，nCTS0 是允许发送信号。引脚详细连接如图3-7。

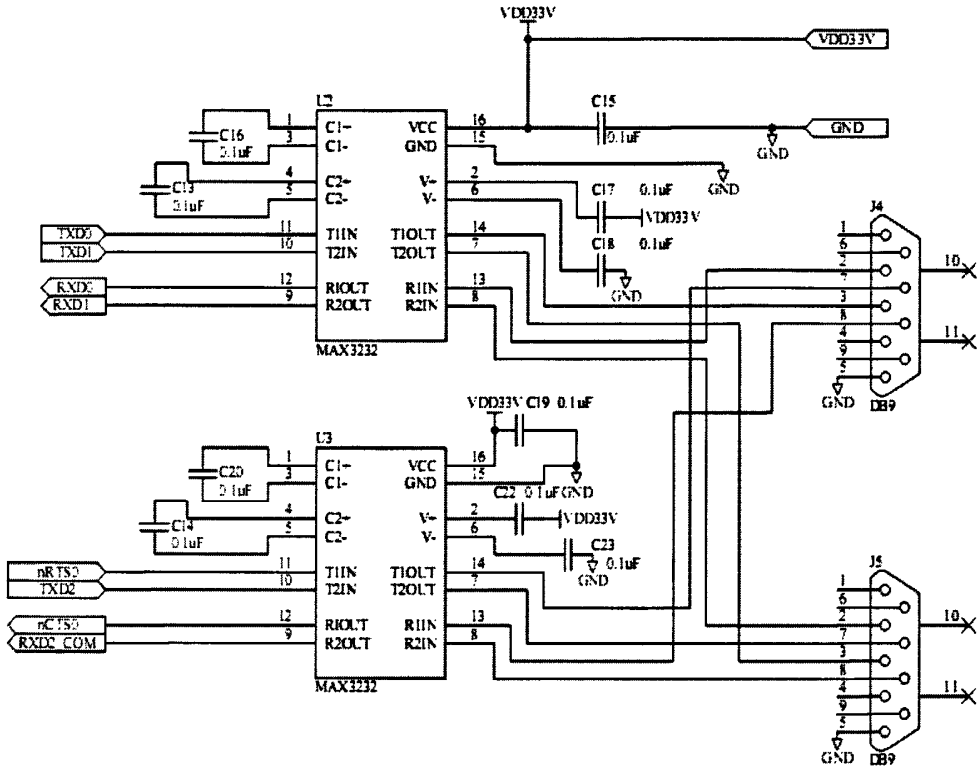


图3-7 串行通讯接口电路

Fig. 3-7 Serial communication interface circuit

3.3.2 USB 口通信设计

通用串行总线（Universal Serial Bus）是用于将适用USB的外围设备连接到主机的外部总线结构,其主要是用在中速和低速的外设。USB是通过PCI总线和PC的内部系统数据线连接，实现数据的传送。USB同时又是一种通信协议，它支持主系统(host)和USB的外围设备(device)之间的数据传送，在USB的网络协议中，每个USB的系统有且只有一个host，因此，将两台PC的USB口通过A-A头连接起来，是不能实现通信的，因为对于电脑主板上的USB来说都是host，如果连起来就是两个host的通信，这样一来的一个USB的系统有了两个的host，与它的网络协议冲突。

USB 设备控制器采用DMA 接口方案，提供全速高性能的控制器，允许控制传输、中断传输和通过DMA 接口的批量传输。S3C2440A处理器内部集成的USB HOST控制

器支持两个USB host 通讯端口，USB1.1 协议允许1.5Mbps 和12Mbps；两种数据传送速度规格，这大概是标准串口的100 倍以及标准并口的10倍，而USB2.0协议可以提供速率为480Mbps 的高速传输[16]。

图3-8是该控制器的内部方框图。

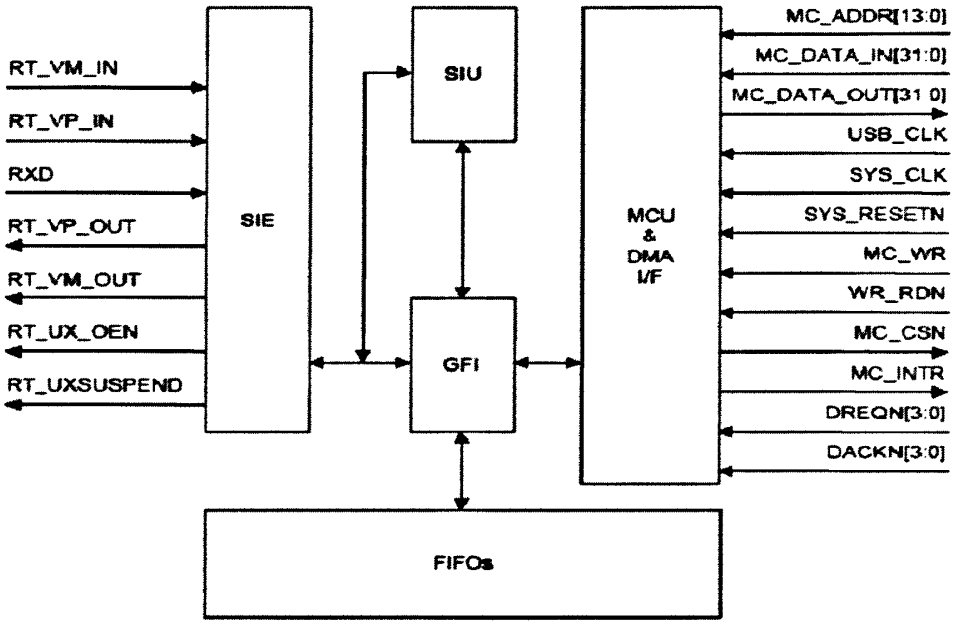


图3-8 USB控制器内部方框图

Fig.3-8 The diagram of USB internal controller

3.3.3 ZigBee 通信模块设计

ZigBee技术[17-19]是一种低速率无线传输技术，它基于IEEE802.15.4标准，工作频率为868MHz、915MHz或2.4GHz，其中2.4GHz是一个开放的频率。该技术的突出特点是应用简单、电池寿命长、组网能力强、可靠性高以及成本低。与已经在市场上推广了很多年的蓝牙技术相比，ZigBee技术的传输速率要低一些(ZigBee的峰值速率为250kbps，蓝牙的峰值速率为750kbps)，但ZigBee的待机功耗比蓝牙要低1到2个数量级(ZigBee为3～40μA，蓝牙为200μA)。由于以上的优点，ZigBee技术在低成本、低速率、低功耗的无线传输方面有很大的发展前景。

无线通信ZigBee模块选用收发一体的CEL/LSR Freestar模块，该模块基于Freescale的 MC13192 收发器 IC 和微控制器 MC9S08GT60，是一个完全集成的嵌入式 RF 收发

器，这款收发器非常适合包括 HVAC、照明控制和安全系统在内的办公室和楼宇自动化应用。

MC13192 是飞思卡尔公司提供的符合 IEEE802.15.4 标准的带数据调制解调器的射频收发芯片。该芯片性能稳定，功耗很低，采用经济高效的 CMOS 设计，具有可编程的时钟输出，可为 MCU 使用，其输出功率也可由编程设定。支持星型和网型网络，仅需要 2.0 V～3.4 V 的电压，16 个通信通道，最大输出功率为 3.6dBm，内置接收、发送 RAM，每个 5 MHz 通带内都采用 OQPSK 传输 250 kb/s 数据。支持 3 种工作模式，省电，最低能接收电平-92dBm，可为 MCU 提供时钟。

MC9S08GT60是HCS08系列8位单片机中的一款，功耗很低，片内集成4KB RAM和60KB的FLASH，另外还集成了8个通道10位A/D转换器，2个SCI，1个SPI，1个I^2C等，还有相应的BDM接口。该单片机的最突出特点是具有多电源管理模式，在超低功率的STOPl模式下，内部电流为25nA；在局部低功率的STOP2模式下，内部电流为550nA；在正常功率的STOP3模式下，内部电流为675nA[20]。

MC13192 可通过 SPI 接口与 MC9S08GT60 连接（如图 3－9），从而组成一个低成本、高效能的监控传输平台。

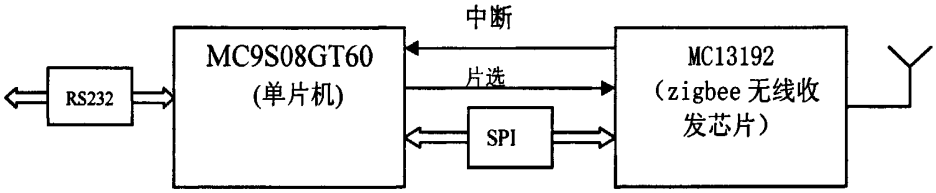


图 3-9　ZigBee 模块硬件图

Fig.3-9 Hardware structure of ZigBee module

3.3.4 WiFi 通信模块设计

WiFi[21-22]全称Wireless Fidelity，无线保真技术，专指802.11b标准，是一种远距离、复杂度较高、高功耗、高数据速率的无线网络技术.

IEEE 802．1 1b无线网络规范是IEEE802.11网络规范的变种，最高带宽为11 Mbps，在信号较弱或有干扰的情况下，带宽可调整为5.5Mbps、2Mbps和1Mbps，带宽的自动调

整，有效地保障了网络的稳定性和可靠性。在开放性区域，通讯距离可达305米；在封闭性区域，通讯距离为76米到122米，方便与现有的有线以太网络整合，组网的成本更低。目前在无线局域网中得到了较为广泛的应用，十分便于接入Internet。

WiFi 模块选用威瀚科技(VIA Networking)旗下生产的无线控制芯片组 VT6656，可有效监控传输电压，且耗电量低，如图 3－10 所示，为 WiFi 模块硬件电路简图。

VT6656 与 VT6655 皆为威瀚科技针对 Wireless LAN 环境所推出的控制芯片解决方案，不但符合 IEEE 802.11a/b/g 的规范，其结合 MAC 与基带(BaseBand)的设计，为一整合型控制芯片，最高无线传输速率可达 54Mbps，从而实现高速 E-MAIL、媒体视频、web 访问和 LAN 访问。

VT6655 支持 CardBus/miniPCI 接口， USB 接口，产品应用面极为广泛，再加上通过 WPA(Wi-Fi Protected Access)与 WPA 2.0 无线访问机制标准，可提供用户安全的无线网络传输环境。

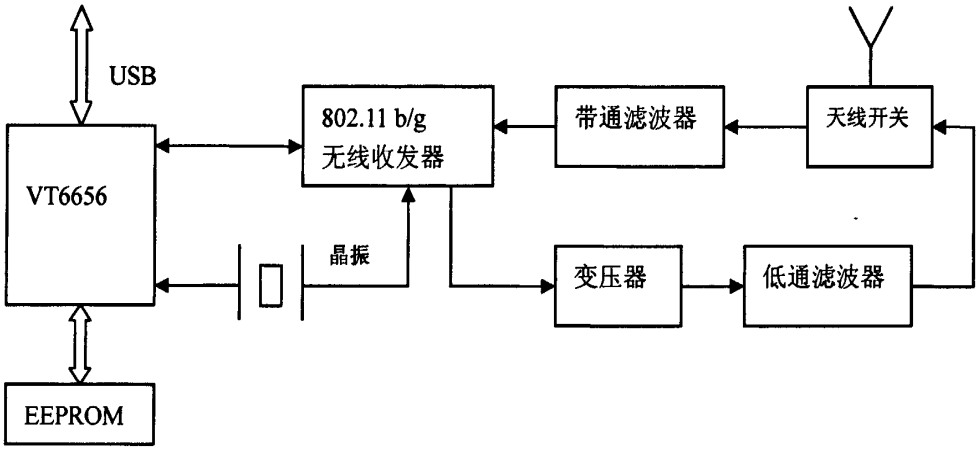


图 3-10 WiFi 模块硬件图

Fig. 3-10 Hardware structure of WiFi module

3. 4 音频模块设计

很多的数字音频系统进入了音频消费市场，包括音频压缩唱片、数字音频磁带、数字声音处理器和数字声音TV。S3C2440A 的IIS（内部声音集成电路Inter-IC Sound）总线接口可以用来实现对外部8/16 位立体声音频数字信号编解码器电路的接口功能，从而实现迷你型放音机和其它便携式的应用。它支持IIS 总线数据格式和MSB-justified

数据格式。IIS 总线接口为FIFO操作提供DMA 传输模式，代替中断模式，它可以同时传送或接收数据。

本系统选用的音频芯片是PHILIPS 公司的UDA1341TS 音频数字信号编译码器。UDA1341TS 可将立体声模拟信号转化为数字信号，同样也能把数字信号转化成模拟信号，并可用PGA(可编程增益控制)和AGC(自动增益控制)对模拟信号进行处理。UDA1341 是飞利浦公司的一款经济型音频CODEC，用于实现模拟音频信号的采集(音频AD)和数字音频信号的模拟输出(DA)，并通过IIS 数字音频接口，实现音频信号的数字化处理。 UDA1341 的IIS 引脚分别连接到S3C2410A 对应的IIS 引脚上，音频输入输出（VIN，VOUT）分别和麦克风扬声器连接：UDA1341 的L3 接口相当于一个Mixer控制器接口，可以用来控制输入/输出音频信号的音量大小，低音等[23]。L3 接口的引脚L3MODE，L3DATA 和L3CLOCK 分别连接到S3C2410A 的IICSCL，IICSDA 和GPF6引脚上。IIS 接口电路图如下图3-11所示：

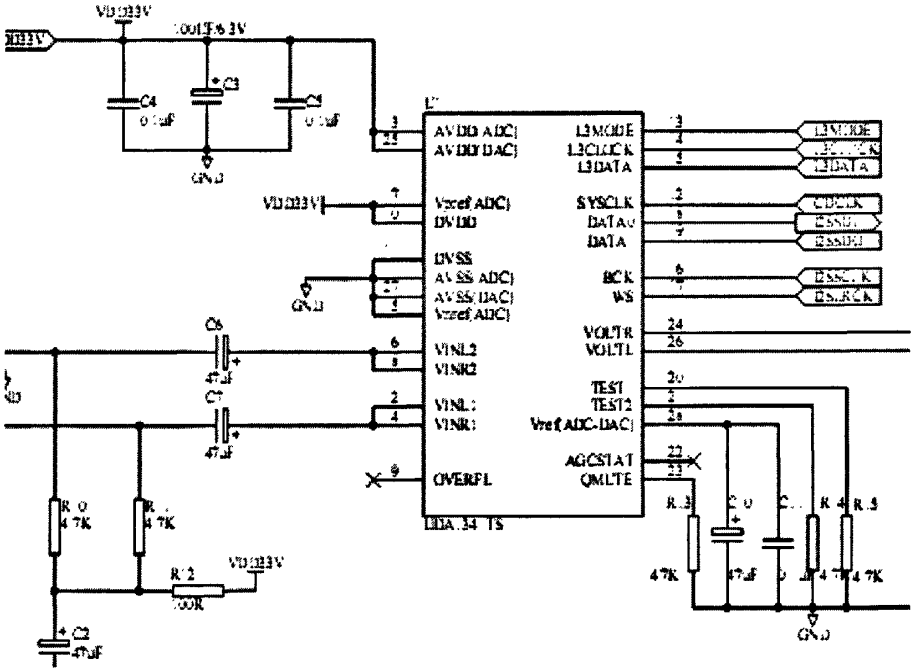


图3-11 音频接口电路图

Fig.3-11 Interface Circuit of Audio

如图3-11所示，S3C2410A 的IIS 总线时钟信号SCK 与UDA1341 的BCK 连接，字段选择连接于WS 引脚。UDA1341 提供两个音频通道，分别用于输入和输出，对应

的引脚连接：IIS 总线的音频输出IISSDO 对应于UDA1341 的音频输入；IIS 总线的音频输入IISSDI 对应于UDA1341 的音频输出。

UDA1341 的L3 接口相当于一个混音器控制接口，可以用来控制输入 / 输出音频信号的音量大小、低音等。L3 接口的引脚L3MODE、L3DATA、L3CLOCK 分别连接到S3C2410A的GPB2、GPB3、GPB4 等三个通用数据输出引脚。

3.5 SD 卡存储模块设计

SD 卡（Secure Digital Memory Card，安全数码存储卡）是一种基于半导体快闪记忆器的新一代记忆设备。SD 卡由日本松下、东芝及美国SanDisk 公司于1999 年8 月共同开发研制。大小犹如一张邮票的SD 记忆卡，重量只有2 克，但却拥有高记忆容量、快速数据传输率、极大的移动灵活性以及很好的安全性。

由于S3C2440A提供了SD/MMC卡专用接口，可以很方便的实现SD卡与处理器的通信，通信引脚与GPE口线复用，将S3C2440A处理器的SD卡接口和SD卡对应的引脚连上即可，电路如图3-11所示。SD卡中一共有9个脚，其中3个为电源脚，其他的6个控制脚(时钟脚SDCLK、命令脚SDCMD、数据脚SDD[0：3])分别连接到S3C2440通用I/O口的GPE[5：10]，在GPECON配置寄存器中配置GPE[5：10]为对应SD模式下的控制、数据引脚[24]。

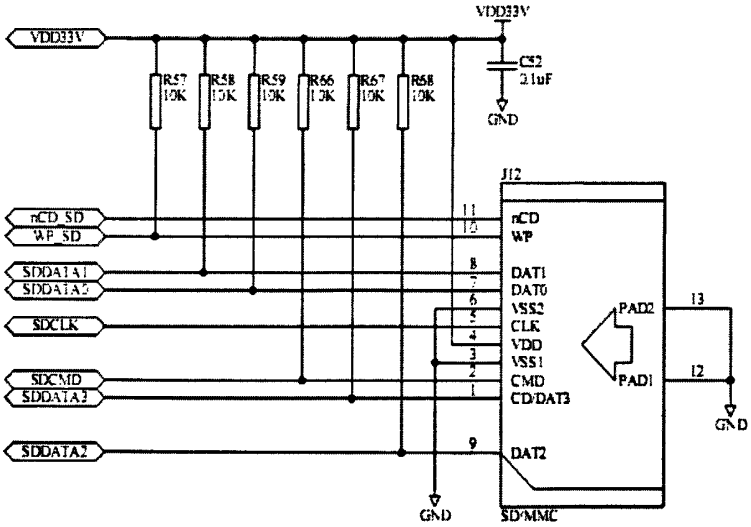


图3-11 SD接口电路图

Fig.3-11 Interface Circuit of SD card

第四章 系统软件设计

手持终端机软件设计的核心是嵌入式Linux操作系统，一切功能的实现都基于Linux操作系统完成，在此基础上完成对整个系统的控制和系统功能的实现。

在Linux内核运行之前，必须首先执行Bootloader，它负责初始化硬件设备、准备好软件环境、调用操作系统内核。有了Bootloader和Linux内核，整个系统可以基本上运行起来，但是为了给手持机的终端用户提供一个简易的操作环境，图形用户接口的选择是必不可少的，为此选择了界面美观、功能强大的Qtopia作为本手持机的GUI接口，并在其上移植、开发相应的应用程序。应用程序构建思路是：Qt主程序＋应用程序（MPlayer＋Konqueror/E）。图4-1是本手持机的软件系统总体设计框图。

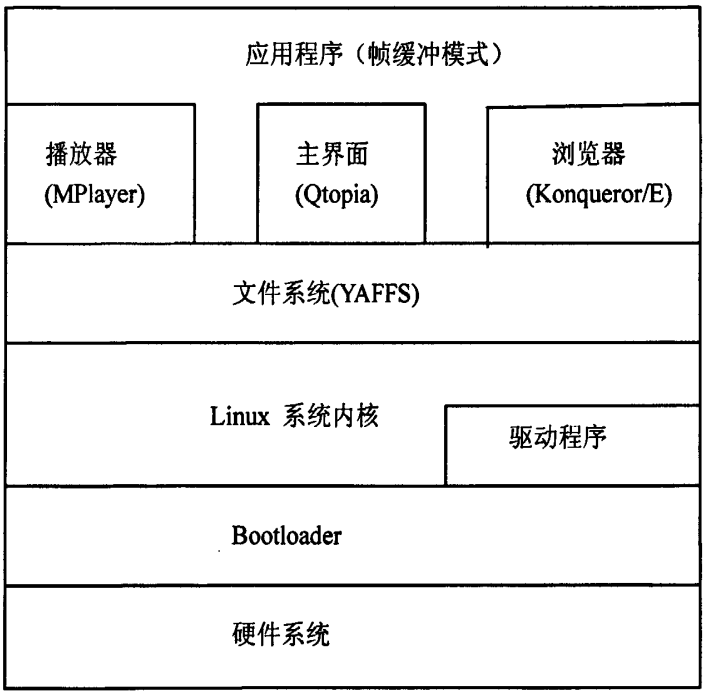


图4-1 手持机软件系统总体结构图

Fig.4-1 Software system structure of handset

4.1 Bootloader 的实现

系统上电之后，需要一段程序来进行初始化：关闭WATCHDOG、改变系统时钟、初始化存储控制器、将更多的代码复制到内存中等。如果它能将操作系统内核复制到内存中运行，无论从本地（比如Flash）还是从远端（比如通过网络），就称这段程序

为Bootloader。

简单地说，Bootloader 就是这么一小段程序，它在系统上电时开始执行，初始化硬件设备、准备好软件环境，最后调用操作系统内核。作用相当于PC机中的BIOS程序。

Bootloader的主要工作分为两个阶段，其工作流程如图4－2所示.

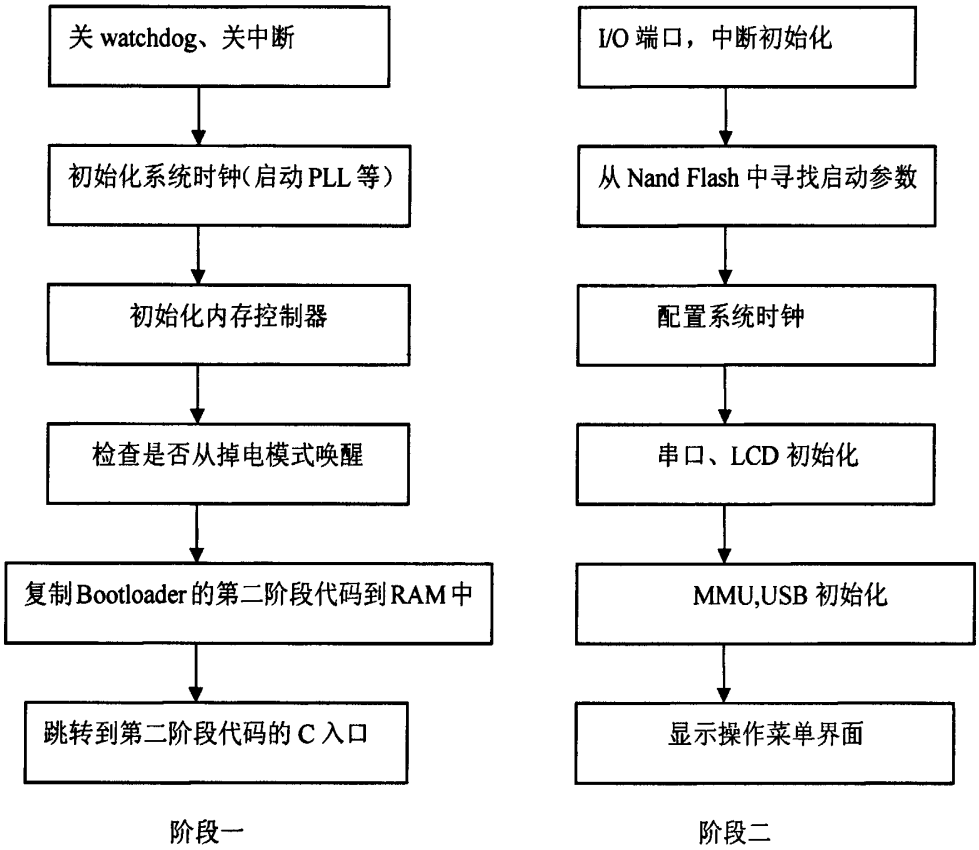


图4-2 Bootloader工作流程图

Fig.4-2 Bootloader run flow-process diagram

本手持机用的Bootloader是Uboot，全称为Universal Boot Loader，即通用Bootloader，是遵循GPL 条款的开放源代码项目。它的名字“通用”有两层含义：可以引导多种操作系统、支持多种架构的CPU。它支持如下操作系统：Linux、NetBSD、VxWorks、QNX、RTEMS、ARTOS、LynxOS 等，支持如下架构的CPU：PowerPC、MIPS、x86、ARM、NIOS、XScale 等[6]。

由于Nand Flash在使用过程中、运输过程中有可能出现坏块，“位反转”现象也比较常见，故本手持机选择在Nor Flash中保存Uboot，在Nand Flash中保存内核和文件系统，并在使用Uboot烧写内核、文件系统时进行坏块检查、ECC校验。

Uboot的下载和编译的操作见相关参考文献，在此不再赘述，我们的工作是在此基础之上根据具体硬件环境做了修改。

4.2 嵌入式Linux2.6内核移植

Linux 是一个类似Unix 的操作系统[26-28]，其代码是完全重新开放的，内核功能强大，实现简洁。它提供了类似UNIX 的编程接口和系统调用，可以方便的将Unix系统上的应用程序，移植到Linux上运行。Linux具有一下特点：

1. 可移植性。Linux内核源代码是用C语言编写的，可以运行到各种平台。
2. 支持多种处理器体系结构。
3. 开放源代码的优势。

在Linux 2.6中，引入了很多非常有利于嵌入式应用的功能。这些新功能包括实时性能的增强、更方便的移植性、对大容量内存的支持、支持微控制器和I/O系统的改进等。

下面简单介绍下本手持机选用的Linux 2.6.24.7内核的移植过程。

1.准备工作。

建立工作目录，下载源码linux-2.6.24.tar.bz2，安装交叉工具链。

2.修改顶层Makefile

修改内核目录树根下的的Makefile，指明体系结构是arm，交叉编译工具是arm-linux-；

修改Makefile文件：

找到ARCH 和CROSS_COMPILE，修改

ARCH := arm

CROSS_COMPILE := /usr/local/arm/3.4.1/bin/arm-linux

3. 修改内核源码

这里注意，因为我们用Uboot 来引导linux 内核，则需要修改内核源码。

（1）修改include/asm-arm/arch-s3c2440/uncompress.h 文件，指定输入为串口0；

vi include/asm-arm/arch-s3c2440/uncompress.h

将第30行的：“#define uart_base (S3C2440_PA_UART + 0x4000)”

改成 “#define uart_base (S3C2440_PA_UART)”

4.配置内核

Linux内核配置选项多达上千个，一个个地进行选择即耗费时间，对开发人员的要求也比较高（需要了解每个配置选项的作用）。一般的做法是在某个默认的配置文件的基础上进行修改，gec2440.cfg 文件是开发板提供的默认内核配置文件，我们这里首先把内核配置成默认配置,在此基础上用make menuconfig 进一步配置。

输入命令：make menuconfig

出现如下配置菜单，如图4-3

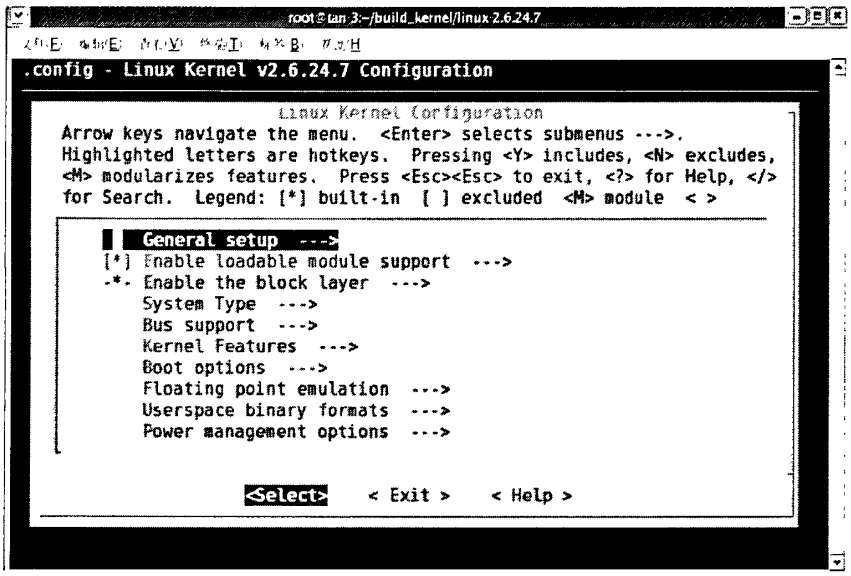


图4-3 内核配置菜单图

Fig.4-3 The kernel configuration menu

在默认配置的基础上，根据手持机的实际需要选择所需的功能，添加上述如LCD等设备的支持，去掉不需要的设备的支持等，使编译生成的最终的内核的映像文件代码量尽可能小。

5.编译内核

make

编译结束后，生成arch/arm/boot/zImage 映象文件，这就是内核的映象文件。

4.3 Linux 下的设备驱动程序

设备驱动程序是系统内核与硬件设备之间的接口，主要作用是初始化和释放硬件设备，检测和处理硬件设备出现的问题，在应用程序、内核和底层硬件之间传输数据

[29-30]。

编写驱动程序的难点并不是硬件的具体操作，而是弄清楚现有驱动程序的框架，在这个框架中加入这个硬件。一般来说编写一个Linux设备驱动程序的大致流程如下：

1. 查看原理图、数据手册，理解设备的工作原理。

2. 在内核中知道相近的驱动程序，以它为模板进行开发。

3. 实现驱动程序的初始化：比如向内核注册这个驱动程序，主要应用程序传入文件名时，内核才能找到相应的驱动程序。

4. 设计所要实现的文件操作，定义file operations结构。

5. 实现中断服务(中断并不是每个设备驱动所必须的)。

6. 编译该驱动程序到内核中，或用insmod命令加载。

7. 测试该设备。

手持机很多外围设备的驱动Linux内核都没有，需要另外加载，GEC开发板已经为Linux2.6内核带了外围设备的驱动程序，所以不需要自己再编译，通过命令动态加载就可以了。

在Linux操作系统下，一般可以直接使用模块生产厂家提供的驱动，这些驱动程序都是经过厂家严格的测试和无数用户实际验证过了的，这样不但能保证驱动的质量，还有助于提高项目的开发速度。但是，这些完善的驱动往往对系统的硬件条件(例如CPU的速率、存储器的容量等)要求比较高，而对嵌入式系统而言，受硬件资源的制约，必须对这些驱动程序作适当的裁减。

ZigBee模块使用的是飞思卡尔收发一体的CEL/LSR Freestar模块，WiFi模块为威盛公司的VT6656，其生产厂家已经提供了完整驱动程序，我们只需要在其源驱动程序基础上稍做修改，然后在内核根目录下重新编译，就可以生成内核模块文件，最后通过命令动态加载就可。

例如：

加载输入设备的驱动:

```
insmod /lib/modules/input/input.ko
insmod /lib/modules/input/ousedev.ko
insmod /lib/modules/input/keybdev.ko
insmod /lib/modules/input/evdev.ko
```

加载无线网卡WiFi与ZigBee的驱动:

insmod /lib/modules/wrieless/wifi.ko

insmod /lib/modules/wrieless/zigbee.ko

insmod /lib/modules/wireless/usb.ko

4.4 根文件系统的制作

所谓制作根文件系统，就是创建各种目录，并且在里面创建各种文件。比如在/bin、/sbin目录下存放各种可执行程序，在/etc目录下存放配置文件，在/lib目录下存放库文件。

BusyBox被人们形象的称为嵌入式Linux中的“瑞士军刀”，它将许多常用的Linux命令和工具集中到一个可执行文件中，通过不同的符号连接来确定到底要执行哪个操作。采用单一执行文件的方式最大限度地共享了程序代码，减少了占用空间，这个特点使其非常合适嵌入式系统[31]。故本手持机用BusyBox1.10来制作根文件系统， 其制作过程如下：

1. 下载BusyBoxl.10.3压缩包，然后解压、裁减并安装，安装结束后会发现文件系统的目录下存在usr、bin、sbin目录，此时可以看到bin目录下定制的各种工具例如ls、cp等，这些工具都共享了可执行文件busybox；
2. 建立一些必要的目录dev、etc、lib、proc等，并改变其操作权限；
3. 将我们系统中所需要的动态库文件如libc库拷贝到lib目录下；
4. 在dev目录下建立一些设备接点；
5. 创建系统配置文件。

4.5 视频服务器的架设

为了实现手持机能够点播服务器上的视频功能，还需在视频服务器上安装相应的HTTP服务器和目录服务器。系统采用C/S(客户机/服务器)模式，服务器端为视频流发布源；客户端为移动终端即手持机，完成网络数据接收、反向流量控制、上层用户界面及应用程序开发、视频解码与再现等功能。

服务器和客户端之间采用SOCKET进程间通信的方法来传输控制信息，而通过WEB服务器用HTTP来传输实时声音数据。如图4-5所示。

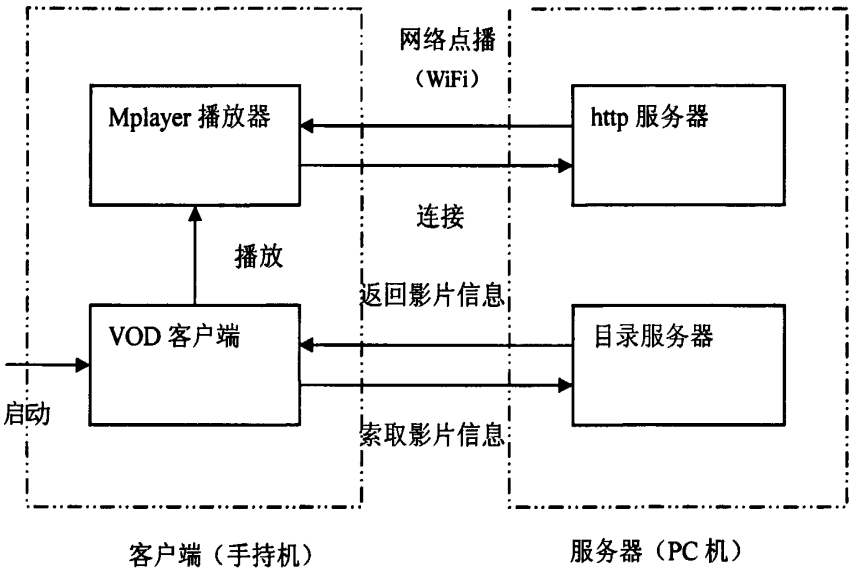


图 4-5 视频点播系统软件结构图

Fig.4-5 The software structure of Video-On-Demand

4.5.1 HTTP 服务器的设置

HTTP 服务器主要提供片源服务，流媒体服务，由于 IIS 可以通过 Windows 的安装盘重新安装这个软件，方便易用，而大部分的人习惯使用 XP 系统，故本系统采用 windows XP 的 IIS 服务器。

IIS 是一种 Web（网页）服务组件，其中包括 Web 服务器、FTP 服务器、NNTP 服务器和 SMTP 服务器，分别用于网页浏览、文件传输、新闻服务和邮件发送等方面，它使得在网络（包括互联网和局域网）上发布信息成了一件很容易的事。

IIS 服务器的安装和配置

第一次安装时需要 windows 安装盘，由控制面板/添加程序/添加 windows 组件/IIS 信息服务/万维网服务。安装完成后进行配置，右键我的电脑/管理/internet 信息服务/右键默认网站/属性。如下图 4-6 所示，主要配置网站 IP 地址和端口，和主目录选项卡。

配置好了目录路径，访问权限后。可以用浏览器进行测试。输入地址：http://192.168.1.105 测试是否能够浏览里面的内容，如图 4-7 所示。

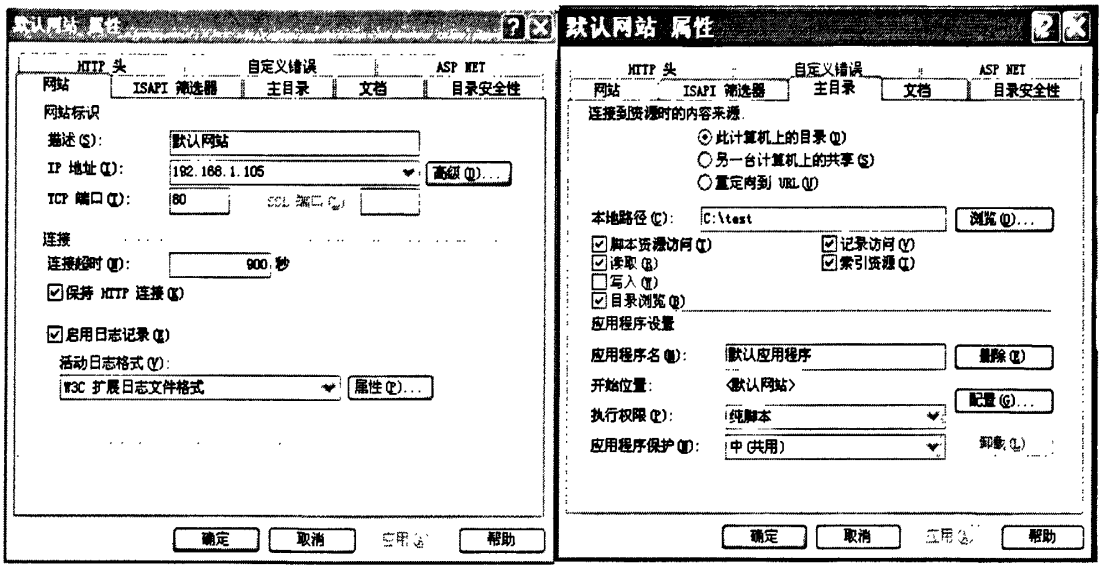


图 4-6 IIS 的配置

Fig 4-6 The configuration of IIS

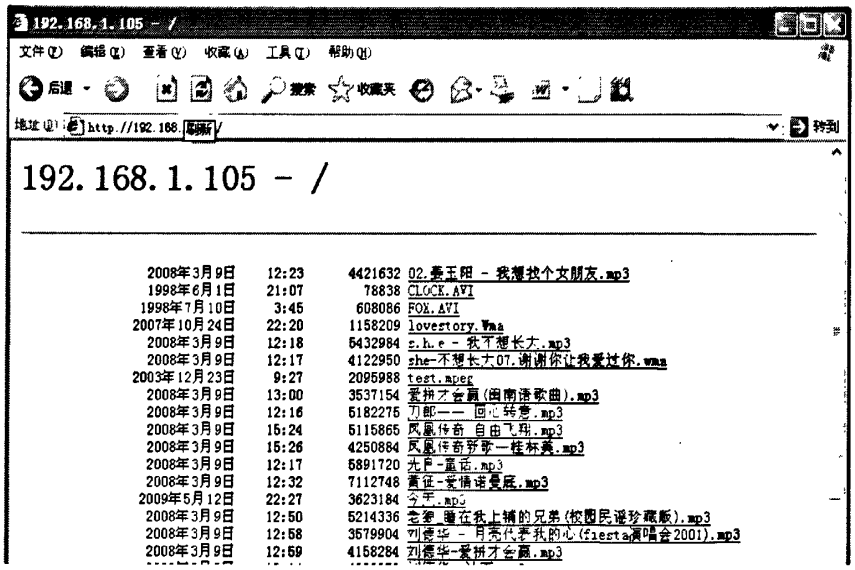


图 4-7 HTTP 服务器测试结果

Fig.4-7 The result of HTTP server test

4.5.2 目录服务器的编写

目录服务器记录着内容服务器媒体文件索引、地址等信息，并跟踪内容服务器的负载情况。当客户节点可以向目录服务器下载内容服务器上媒体文件索引。

目录服务器也为内容服务器上的每一个媒体文件维护着与其连接节点的状态信息表。每张状态表中都记录着节点的ID号，下载时间，IP地址和对应区域编号，节点优先级，节点最大连接数和已连接数、节点缓存大小，节点设定的上传带宽和正在提供上传带宽[32]。

目录服务器是用 VC 编写的一个服务器程序，其服务器编写流程图，如图 4-8 所示。

将编译出来的 server.exe 放在配置好 IIS 的 windows 机器上,在命令行执行 c:\>server.exe <片源目录>，如我的程序放在 c 盘根目录下，片源目录为 C:\ smart home1，则应执行 c:\>server.exe C:\ smart home1，出现如下图 4-9 所示的结果，表明服务器程序配置好了。

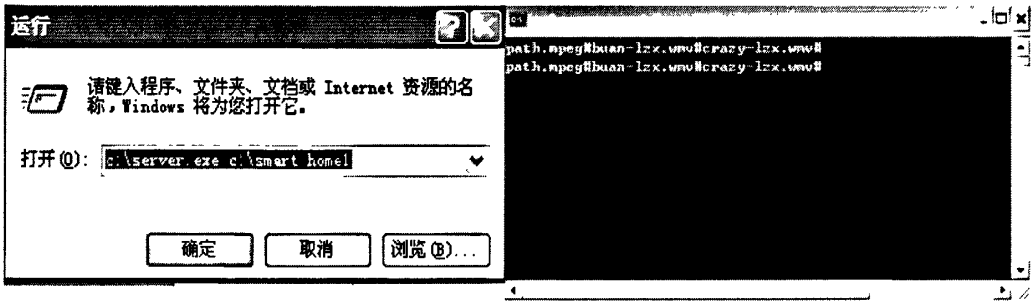


图 4-9 服务器程序运行结果示意图

Fig 4-9 The result of Server program operation

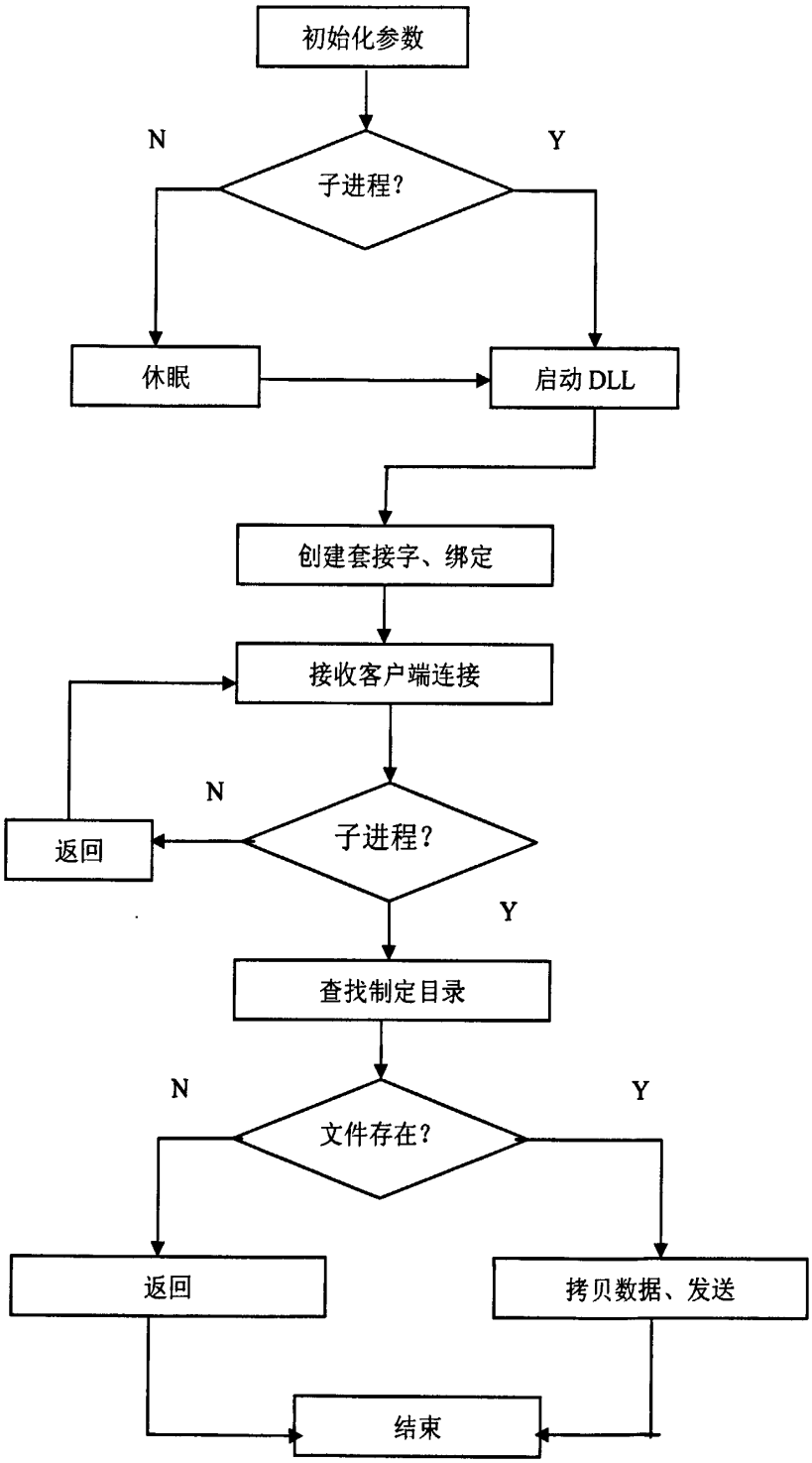


图 4-8 服务器流程图

Fig.4-8 Server flow diagram

第五章 应用程序的移植及交互式图形界面的设计

手持设备的关键在于人机交互技术的体现，所以一个友好的图形用户界面(GUI)是必不可少的。嵌入式系统对图形界面的基本要求包括轻型、占用资源少、高性能、高可靠性、可配置等。Qt/Embedded是一个专门为嵌入式系统设计图形用户界面的工具包，其丰富的API接口和基于组件的编程模型使得它在嵌入式Linux系统中的应用十分广泛[12]。

5.1 Qt/Embedded 和 Qtopia 开发环境的搭建

5.1.1 Qt/Embedded 和 Qtopia 简介

Qt/Embedded(简称QtE)是一个专门为嵌入式系统设计图形用户界面的工具包。Qt是挪威Trolltech软件公司的产品，它为各种系统提供图形用户界面的工具包，QtE就是Qt的嵌入式版本。

QtE是模块化和可裁剪的，开发者可以选取他所需要的一些特性，而裁剪掉所不需要的。这样，通过选择所需要的特性，QtE的映像变得很小，最小只有600K左右。同Qt一样，QtE也是用C++写的，虽然这样会增加系统资源消耗，但是却为开发者提供了清晰的程序框架，使开发者能够迅速上手，并且能够方便地编写自定义的用户界面程序。QtE虽然公开代码和技术文档，但是它不是免费的，当开发者的商业化产品需要用到他的运行库时，必须向Trolltech公司支持license费用(每套3美金)，如果开发的东西不用于商业用途则不需要付费。QtE由于平台无关性和提供了很好的GUI编程接口，在许多嵌入式系统中得到了广泛的应用，是一个成功的嵌入式GUI产品[33-34]。

Trolltech公司在QtE的基础上开发了一个应用的环境—Qtopia，这个应用环境为移动和手持设备开发。其特点就是拥有完全的、美观的GUI，同时它也提供可上百个应用程序用于管理用户信息、办公、娱乐、Internet交流等。已经有很多公司采用了Qtopia来开发他们主流的PDA。

5.1.2 Qtopia 2.2.0 的移植

在以前移植Qtopia是一件非常繁琐的事情，需要先编译Qt/Embedded，它是底层基

础；然后还要编译Qt/X11（它是桌面PC使用的Qt库），这步仅仅是因为要用到其中生成的一些工具（比如uic）；最后才编译Qtopia，它就是QPE（Qt Plamtop Environment），里面包含了众多的应用程序。从Qtopia 2.2.0开始，Qtopia的代码里就包含了Qtopia、Qt、Qt/Embedded和tmake（一个用来生成Makefile的工具）。Qtopia 2.2.0之后的版本是4.2.0，从它开始，开源版本不再支持PDA，所以我们使用2.2.0的版本[6]。

编译Qtopia 2.2.0 前，首先要编译、安装它所依赖的库，根据开发板的硬件特性修改配置文件，还要针对编译器的版本修改源代码，针对开发板的所用的C库（如果是uClibc的话）修改源代码。

下面简单介绍Qtopia 2.2.0的移植过程：

1. **解压源码.**

2. **修改源码.**

vi qtopia/mkspecs/qws/linux-arm-g++/qmake.conf

将此行　　QMAKE_LIBS_QT = -lqte P

修改为　　QMAKE_LIBS_QT = -lqte -lpng -lz -luuid -ljpeg

vi qtopia/src/qt/qconfig-qpe.h

加上：

```
#define QT_QWS_IPAQ
#define QT_QWS_IPAQ_RAW
```

```
cp qtopia/src/qt/qconfig-qpe.h qt2/src/tools/qconfig-local.h
cd qtopia/src/libraries/qtopia
cp custom-linux-ipaq-g++.cpp custom-linux-arm-g++.cpp
cp custom-linux-ipaq-g++.h custom-linux-arm-g++.h
```

3. **配置.**

```
./configure -qte "-embedded \
    -no-xft \
    -qconfig local \
    -depths 4,8,16,32 \
    -no-qvfb \
    -system-jpeg \
```

```
-gif -release \
-platform 'linux-g++' \
-xplatform 'linux-arm-g++'" \
-qpe " -edition pda \
-displaysize 240x320 \
-no-qtopiadesktop -release -platform 'linux-g++' \
-xplatform 'linux-arm-g++'"
export PATH=/usr/local/arm/3.4.4/bin:$PATH
```

4. 编译.

5. 运行Qtopia.

Qtopia的运行需要设置一些必要的环境变量，例如，QWS_MOUSE_PROTO环境变量指定了触摸屏和鼠标的驱动程序及设备节点所在的位置；QWS_SIZE环境变量指定了显示器的分辨率；POINTERCAL_FILE环境变量指定了触摸屏校准文件所在的路径；QWS_DISPLAY环境变量指定了显示器的的驱动及物理显示的宽度和高度[35]。

5.2 MPlayer 播放器的移植

MPlayer是Linux上的最强大的电影播放器。如今它也有了在微软视窗操作系统和苹果Mac OS中的版本。它能使用众多的本地的，XAnim，RealPlayer，和Win32 DLL编解码器，播放大多数MPEG，VOB，AVI，OGG，VIVO，ASF/WMV，QT/MOV，FLI，RM，NuppelVideo，yuv4mpeg，FILM，RoQ文件。你还能观看VideoCD，SVCD，DVD，3ivx，RealMedia，和DivX格式的电影(你根本不需要avifile库)。相对其它播放器来说，资源占用非常少，不需要任何系统解码器就可以播放各种媒体格式，在低配置的机器上使用更是能凸显优势，对于运算速度相对较弱的嵌入式系统来说，MPlayer是一个很好的选择[36]。

MPlayer另一个重要特点在于其开源性。Realplayer，Windows Media Player，Quick Time等许多播放软件都是性能优秀的播放软件，但由于它们都不开放源代码，给移植带来了麻烦。同时MPlayer还具有良好的可移植性，可以移植到许多非X86平台上，MPlayer软件包中含有针对ARM架构的优化代码，这些代码利用ARM的特性加速对流媒体的处理速度。基于以上多个原因本文选择了MPlayer作为终端的播放软件。

MPlayer的移植过程如下:

1.源代码包选用目前最新的 MPlayer-1.0pre7.tar.bz2

2.工具链 2.95.3 的在编译 MPlayer-1.0pre7try2 这个版本时会有问题，选择 3.3.2

3.将 arm-linux-gcc 安装到/usr/local/arm/3.3.2/下,并设置环境变量

PATH=/usr/local/arm/3.3.2/bin:$PATH

4.交叉编译 mplayer

```
./configure --host-cc=gcc \
--cc=arm-linux-gcc \
--target=arm-armv4l-linux --enable-static \
--prefix=/tmp/mplayer --disable-win32 \
--disable-dvdread --enable-fbdev --disable-mencoder \
--disable-live
make
```

5. 运行 mplayer

```
./mplayer   kongzi.avi
```

即可播放 kongzi.avi 视频文件。

6.拷贝 mplayer 程序到要构建的根文件系统中。

5.3 Konqueror/Embedded 浏览器的移植

Konqueror/Embedded[37]是针对嵌人式Linux，由著名的桌面操作环境KDE下的浏览器Konqueror派生出来的。Konqueror/Embedded将Konqueror中关于KHTML、SSL、Javascript等内容继承了下来，同时简化了Konqueror中很多类的定义，剔除了依赖于KDE lib部分，以适应在不同的嵌入式平台上移植和运行。两者都是基于Qt的，因此Konqueror/Embedded也可以运行在Qt/X11环境下。

Konqueror/Embedded完整地支持HTML4和css（部分支持css2）、JavaScript(ECMAScript－262)、cookies、SSL、IPv6；支持和管理兼容XBEL的书签，并且能够很好地支持中文网页浏览。

Konqueror/Embedded浏览器的移植过程如下：

1．解压源码包：konqueror-embedded-snapshot-20030705.tar.gz

2. 设置一些必要的环境变量

3. 配置Konqueror/Embedded

./configure - host-arm-Linux-- target=arm-Linux-- enable-embedded\

-enable -qt-embedded -enable-qpe -with-gui=qpe--disable-debug\

-enable -ftp- enable-sattic- -disable-shared --disable-mt\

-with –extra-libs=/usr/Ioca/larm/2.95.3/lib:$QPEDIR/lib \

-with -extra-includes=/usrAocal/arm/2.95.3/include:$QPEDIR/include \

-without -ssl-- with-qt-dir-$QTDIR --with-qt-includes=$QTDIR/include\

--with -q t-libraries=$QTDIR/lib- -with-qtopia-dir=$QPEDIR

4. 编译make

若没有出现错误，则生成了可执行程序。

5. 运行

./konqueror qws

就可以看到目标上的konqueror浏览器了。

6. 中文显示问题

在konqueror/Embedded浏览器中选择file—>preference选项，然后在appearance中选择字体为simsun或者uniform就可以在浏览器中正常显示中文了。

5.4 交互式图形界面设计

界面程序的设计主要采用Qt4语言进行编写，应用程序根据需要节点不同，可以增加设计各种不同的类，各类的设计流程大体相同，只是根据应用的不同，更改部分的代码函数，这样的模块式设计，增加课题的开发进度。

根据课题实际要求，应用程序根据一个节点对应一个类的原则，为了说明应用模块的设计过程，主要设计了一个电影类（movie）、点歌类（song）、环境控制类（env），当然根据节点的多少，可以增加或者减少类的个数。各个对象之间的通信是通过信号与槽的方式进行的，主要的信号为按钮的clicked信号。图5-1为应用程序各模块。

其QT主界面效果图，如下图5-2所示。

点击“点歌”按钮，进入点歌界面，如图5-3所示：通过该交互式图形界面用户可以通过编号、歌手姓名、热门歌曲等方式对歌曲进行选择。

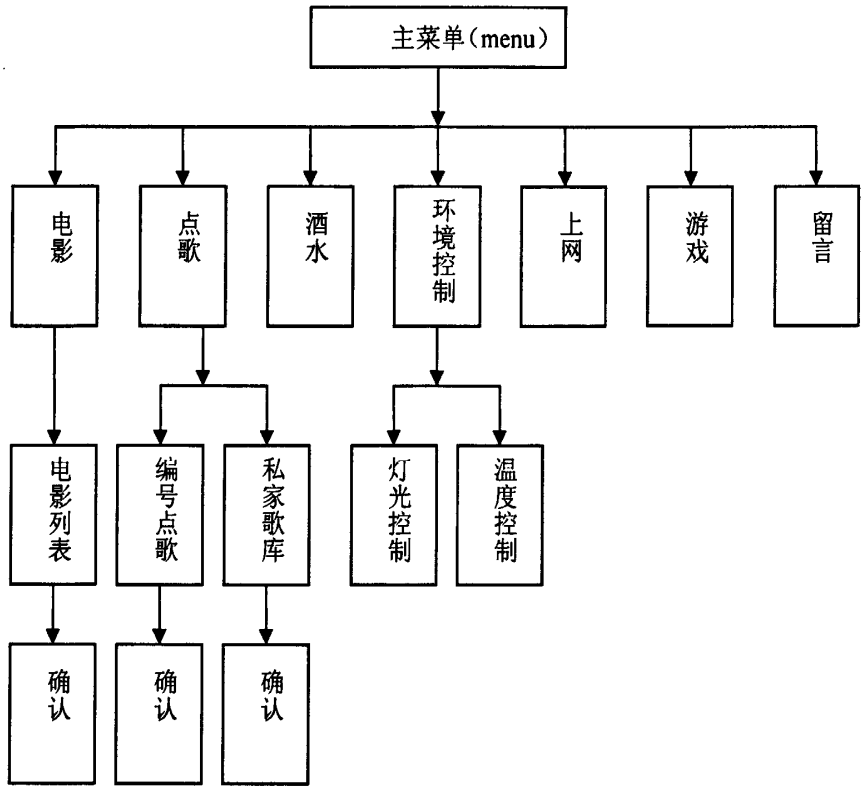
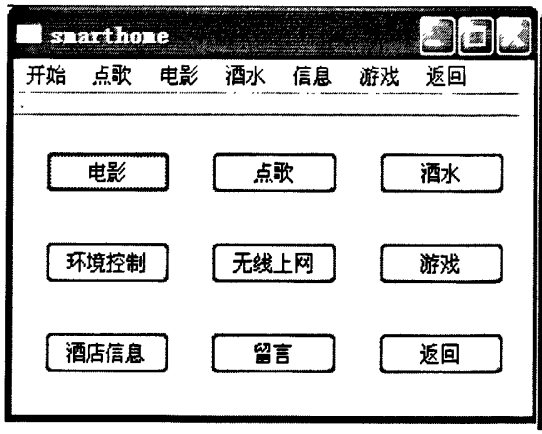


图5-1 应用程序基本功能模块图

Fig.5-1 Basic function module to application



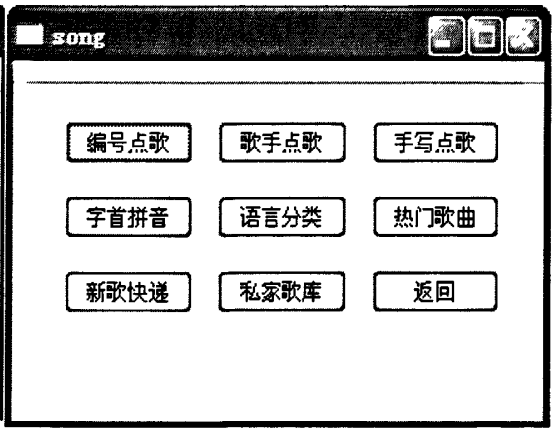


图 5-2 手持机应用程序主界面

Fig 5-2 The main application interface of handset

图 5-3 点歌界面

Fig 5-3 The interface of order song

点击“电影”按钮，进入电影点播界面，客户端程序主要利用Qsocketdevice从服务器端取得影片名称和影片地址。

点击播放按钮调用 mplayer,播放关键代码如下：

```
int pid = fork();
if(pid==0)
{
char name[100];
name[0]='\0';
strcat(name,"http://");
strcat(name,lineEdit1->text());
strcat(name,":");
strcat(name,PORT);
strcat(name,"/");
strcat(name,listBox1->currentText());
cout<<name<<endl;
//execl("/bin/mplayer","mplayer",name,NULL);
}
else wait();
```

主要是通过 fork 出一个子进程用 execl 调用 Mplayer 播放。Mplayer 在帧缓冲(Framebuffer)模式下的播放请用 mplayer –help 查看相关参数。

由于 QT 界面程序友好，其它功能界面就不一一进行介绍。

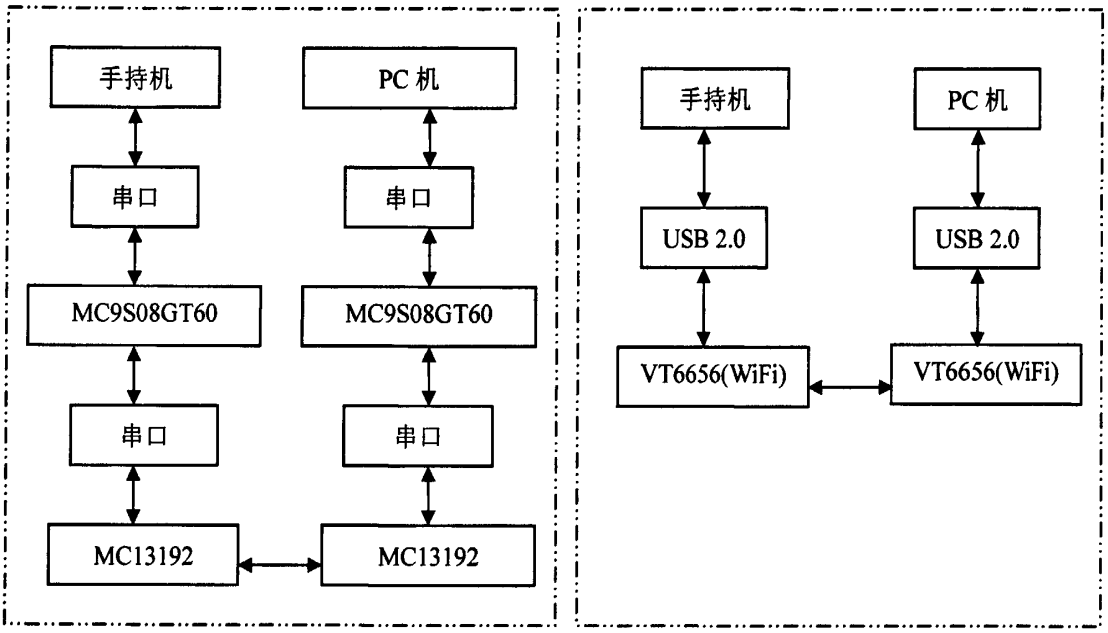
5.5 无线通信模块应用程序设计

系统开机后，手持机与无线通信模块完成相关软硬件初始化。当不使用时，手持机系统进入节电模式。需要时，通过点击按键，系统重新进入用户模式。

点击“点歌”按钮，进入点歌界面，选择“编号点歌”的点歌方式，选取你选择的歌曲名字后，点击“确认”，数据以字符数组格式通过 RS232 传输到 ZigBee 发射模块。发射模块由 MCU MC9S08GT60 控制，接收到的数据通过压缩编码，加密处理，通过 MC13192 射频芯片以电磁波形式在空气中传输。PC 端口的 MC13192 芯片检查到数据包并接收，进行解密、解压缩、解码操作，通过 RS232 串口传输给 PC 机点播界面软件，整个过程由 MCU MC9S08GT60 控制完成[38]。PC 机点播界面软件将收到的字符数组再次解码，得到要真正传输的指令和内容，对指令进行相应处理，对内容进行归类，

修改、更新数据库，并调用 PC 机上的播放器软件进行播放歌曲。由于时间关系，PC 机上面的播放界面程序没有编写，因为目前市面上成熟的 VOD 点播软件非常多而且价格便宜。

当点击“电影”按钮，点播控制信息由 ZigBee 发射模块实现，在实时的影音传输时，则由 WiFi 模块实现。如图 5-4 所示，为无线通信 ZigBee 与 WiFi 的数据传输流程图。



ZigBee 数据传输流程　　WiFi 数据传输流程

图 5-4　ZigBee 与 WiFi 的数据传输流程图

Fig.5-4 Data Transfer Process of ZigBee and WiFi

5.5.1 ZigBee 无线通信系统节点程序设计

ZigBee 无线通信节点在系统中只是负责信号的采集与发送，它的开发过程相当于一般的单片机开发，单片机上电时，它能自动运行，程序流程如图 5-5 所示。

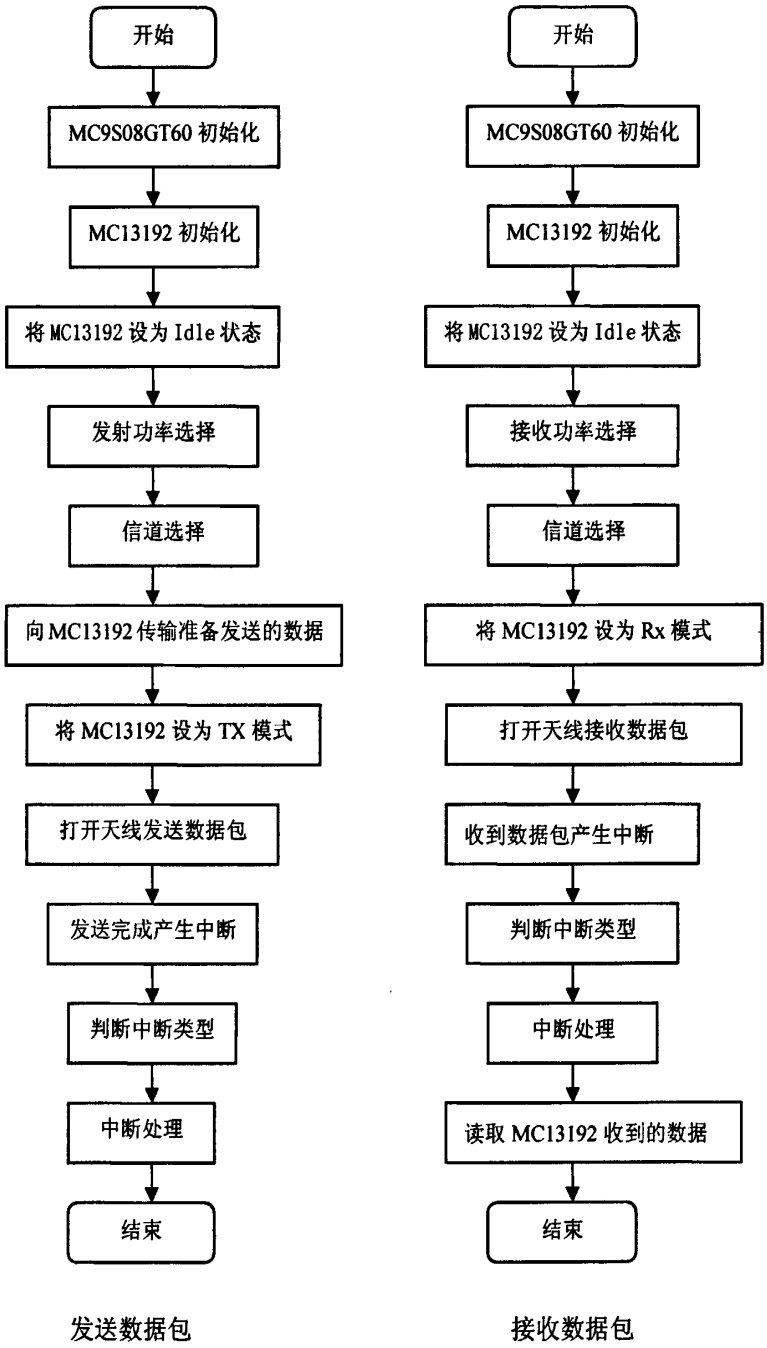


图 5-5 ZigBee 数据收发流程

Fig. 5-5 Data to Send and Receive Process of ZigBee

5.5.2 WiFi 模块应用程序设计

在使用 WiFi 模块进行无线数据通信之前必须对其进行三个方面的必要初始化操

作， 即中断的初始化、USB 接口发送初始化和 USB 接口接收初始化。当有数据到达 WiFi 模块时，它就会产生一个中断信号，表明有数据到达，然后调用相应的中断处理函数通过 USB 接口读出所收到的数据[39]。由于 VT6656 WiFi 芯片是收发一体的，图 5-6 为 WiFi 模块数据发送流程图。

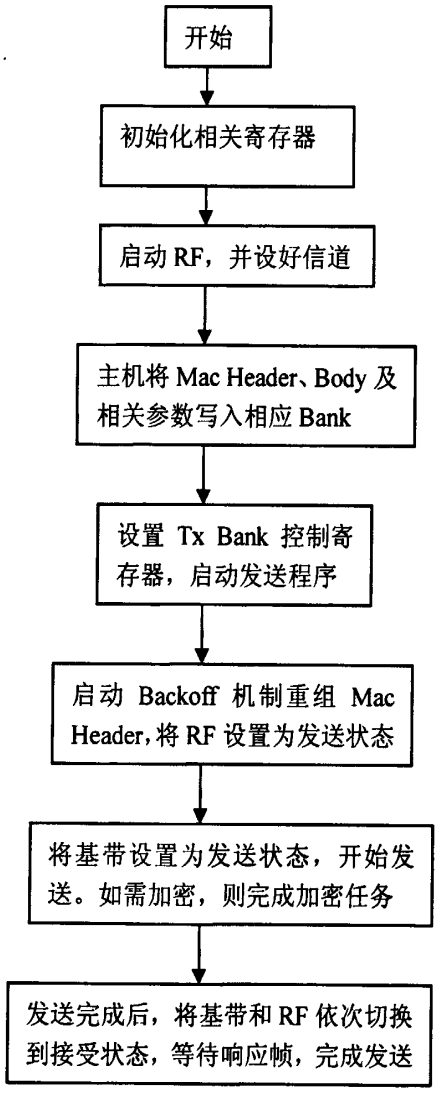


图 5-6 WiFi 模块数据发送流程图

Fig. 5-6 The process of sending data for WiFi module

第六章 系统测试

为了加快开发速度，系统手持机硬件部分采用了GEC 2440开发板，与ZigBee模块通过串口（UART），与WiFi模块（VT6656）通过USB口相连实现通信。同样PC机也是与ZigBee模块通过串口（UART），与WiFi模块通过USB口相连实现通信，最后，再通过这些相应的无线收发器模块实现无线通信。而目前ZigBee模块（飞思卡尔公司）和WiFi模块（威瀚科技）是已经成熟、稳定的产品，故我们使用了GEC 2440的开发板和PC机之间通过串口（UART）相连实现通信，测试手持机的功能。

串口通信软件采用超级终端，通信设置如图6-1所示。

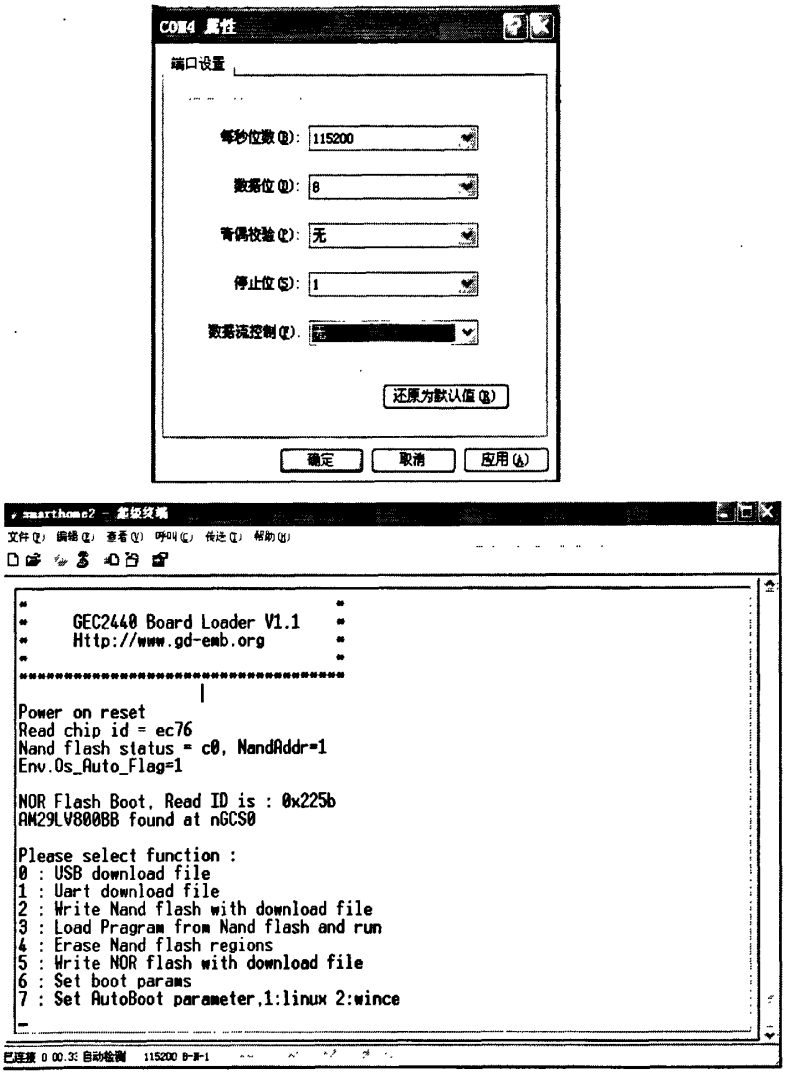


图 6-1 串口相关信息

Fig 6-1 The Information of Serial

手持机启动后进入主界面后，点击“电影”按钮，进入电影点播界面，选择你所喜欢的电影如“孔子”(kongzi.avi)，点击“播放”按钮，系统就会自动调用 MPlayer 播放器播放视频。效果如图 6-2 所示。

图 6-2 MPlayer 播放“孔子”电影截图

Fig 6-2 The screenshots of playing“kongzi” by MPlayer

结 论

笔者在阅读大量文献的基础上，针对目前酒店 KTV 包房点歌终端位置固定和经营模式单一的现象，结合无线通信 ZigBee 和 WiFi 技术的优缺点，设计了一套包房智能信息系统，其中重点设计了基于 ARM+Linux 开发平台的手持机。

课题主要研究了嵌入式系统的设计，阐述了手持机的功能及硬、软件的实现过程。通过分析国内外KTV酒店包房之现状，以及对现有包房系统的比较，设计了一种适合在中国中高档酒店推广应用的智能包房系统方案。由于对无线通信技术的广泛应用使得包房摆脱了各种缆线的羁绊，提高了酒店的服务档次。

利用ARM9 S3C2440作为系统的核心处理器，性价比高，系统运行速度快。在硬件平台上移植了嵌入式Linux操作系统及其应用软件，并在其上设计了界面友好操作的图形界面应用程序，客户能够进行移动点歌、点酒水、掌上看电影、上网等功能，令来消费的客人提供耳目一新高科技的智能化享受，同时也让包房的服务人员作出更细腻、温馨的服务。

论文完成的主要工作有：

1. 完成了智能包房系统整体结构设计。

2. 完成了对手持机硬件系统的搭建、软件系统的设计，使其具备基本的点歌、播放视频的功能。

3. 在视频服务器上面，安装了HTTP服务器，并用VC编写了目录服务器程序，响应客户端（手持机）的点播请求，完成流媒体服务器的功能。

系统界面简单，操作方便，但如果直接运用到实际产品中还需要一些深入研究和改进的地方：首先是系统的功能还不够完善，由于时间的关系，手持机只实现了点歌、掌上看电影和上网的功能；其次和市面上基于PC机上成熟的VOD点播系统还没有实现对接。

现代人的生活方式越来越趋向于便利化，而对生活中的设备越来越要求人性化，本手持机针对高档酒店信息包房而设计，具有操作简单、便捷等特点，必将拥有广泛的应用空间。

参考文献

[1] 集微网IC资讯.ZigBee遥控技术标准出炉，试图取代红外线.
http://www.laoyaoba.com/ss6/?action-viewnews-itemid-37389.

[2] 侯冬晴，李建锋，朱长城.ARM 技术原理与应用[M].北京：清华大学出版社，2009.

[3] 杜春雷.ARM 体系结构与编程[M].北京：清华大学出版社，2003.

[4] 皇甫祯，陈怀民，段晓军等. VxWorks 嵌入式图形界面设计[J]. 测控技术，2008.8:77.

[5] 周毓林．Windows CE.net 内核定植及应用开发[M]．北京：电子工业出版社，2005：25－30.

[6] 韦东山．嵌入式 Linux 应用开发完全手册[M]．北京：人民邮电出版社，2008.

[7] 北京飞漫软件技术有限公司．MiniGUI 用户手册[R]．北京：飞漫软件技术有限公司.

[8] Jasmin Blanchette．C++ GUI Qt4 编程[M]．北京：电子工业出版社.2009.

[9] Alan Ezust，Paul Ezust．C++设计模式—基于Qt4开源跨平台开发框架[M]．北京：清华大学出版社，2007.

[10] 蔡志明．精通Qt4编程[M]．北京：电子工业出版社，2008.

[11] 通信与网络. CEL发布ZigBee收发器模块,适合楼宇自动化应用.
http://www.mmic.net.cn/data/2/34037.html.

[12] 李伟.基于ARM9的嵌入式Linux手持平台设计与实现[D].湖北：武汉理工大学硕士论文.2009.

[13] Samsung Electronics Co.Ltd.K4S561632C SDRAM Datasheet.
http://www.samsung.com．2001.

[14] Ahmed A．Jerraya,Wayne Wolf．Hardware/Software Interface Codesign for Embedded Systems[J]．IEEE computer Society,2005，38(2)：63-69.

[15] 王小林，胡晓婷．触摸屏在嵌入式系统中的应用[J]．计算机与数字工程．2006(11).

[16] 饶永华.基于 PDA 系统的 USB 接口的研究与开发[D].四川：电子科技大学硕士学位论文[D].2002.

[17] 802.15 working group, Document 03285r0: Suggestions for the Improvement of the IEEE 802.15.4 Standard．2003.

[18] 蒋挺、赵成林．紫蜂技术及其应用[M]．北京：北京邮电大学出版社．2006.

[19] Ran Peng. ZigBee Routing Selection Strategy Based on Data Services and Energy-Balanced ZigBee Routing. 2006 Asia-Pacific Services Computing Conference. 2006.

[20] 韩金鲁.基于ZigBee技术的智能仓储系统的研究[D].山东：山东大学硕士论文.2008.

[21] 饶益奎. IEEE 802.16及WiMAX技术和应用介绍[J]. 电脑知识与技术 .2007. 4(24).

[22] 徐亚卿,金德鹏.嵌入式移动终端内置 WIFI 的低功耗设计[J],嵌入式系统应用,2008 年第 24 卷第 8-2 期.

[23] Philips Electronics．UDA1341TS Data Sheet．2002.

[24] SD Group．SD Memory Card Specification Part1. http://www.sdgroup.com.2000.3.

[25] Daniel P.Bovet,Marco Cesati.Understanding the Linux Kernel.O'Reilly.2006.3.

[26] Karim Yaghmour.构建嵌入式Linux系统[M].北京:中国电力出版社.2006.

[27] 袁俊杰,曹作良.基于Linux嵌入式系统开发平台的建立.天津理工大学学报[J].2006，22.

[28] MISHRA,R.Debugging&Embedded Linux Runtime Environments.Dr.Dobb's[J].Journal,2006,(7)：31-42.

[29] 孙天泽,袁文菊等.嵌入式设计及Linux驱动开发指南[M].电子工业出版社.2005.

[30] Alessandro Rubini,Jonathan carbet.Linux Device Drivers.O'Reilly.2002.11.

[31] Alessandro Rubini.Linux Device Drivers 3rd Edition.Publisher:O'Reilly,2005.6-21.

[32] 林智华.陈珊。基于P2P流媒体点播系统的研究.福建金融管理干部学院学报[J]．2009.2.

[33] 徐广毅,张晓林等. Qt/Embedded在嵌入式Linux系统中的应用[J].单片机与嵌入式系统.2004,(12):14.17.

[34] 张方辉,王建群.Qt/Embedded 在嵌入式 Linux 上的移植[J].计算机技术与发展．2006.1 6(7)：65-66.

[35] Dalheimer,Matthias Kalle,and Steffen Hansen.Embedded development with Qt/Embedded．Dr.Dobb'S Journal.2002.

[36] 李梦亮,翁正新.MPlayer 和 Qtopia 在嵌入式无线卡拉 OK 点播终端中的应用[J].微计算机应用.2009 年第 30 卷第七期.

[37] 邓罡等.Konqueror 嵌入式浏览器的分析及移植详解[J].嵌入式软件应用.2007 年第 23 卷第 8－2 期.

[38] 卢小勇.基于 ARM7 和 ZigBee 的无线点菜系统设计[D].广东：广东工业大学硕士论文.2009.

[39] 徐良平.基于 Linux 和 Qtopia 的智能手机设计与实现[D].武汉：武汉理工大学硕士学位论文,2009.

攻读学位期间发表论文

[1] 谭建斌、郑胜林等.基于 ZigBee 与 WiFi 相结合的智能包房系统设计.现代计算机,2009.12.

独创性声明

秉承学校严谨的学风与优良的科学道德，本人声明所呈交的论文是我个人在导师的指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，不包含本人或其他用途使用过的成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明，并表示了谢意。

本学位论文成果是本人在广东工业大学读书期间在导师的指导下取得的，论文成果归广东工业大学所有。

申请学位论文与资料若有不实之处，本人承担一切相关责任，特此声明。

论文作者签字：谭建武

指导老师签字：

2010 年 6 月 3 日

致 谢

在三年的硕士研究生阶段学习中，在导师郑胜林教授及潘宝昌教授的精心指导下，作者一直从事嵌入式应用开发相关领域研究。在最后完成论文之际，回忆往昔，展望未来，感恩之情溢满胸怀，感谢老师的谆谆教诲，家人的殷切期望，朋友的热情关心，感谢所有诚挚助人之心。

在此要感谢郑老师和潘老师孜孜不倦的教诲以及生活上的悉心关怀；特别在论文撰写阶段，两位老师花费了大量的时间和精力详细审阅全文，并提出了宝贵的意见；两位老师导师高尚的品质、严谨的学风、宽广的胸怀和敏锐的分析能力令我受益匪浅。

还要感谢审阅论文的教授、专家和学者，感谢你们对论文的审阅和悉心指导。

特别感谢我的亲人，他们殷切的期望、无尽的关怀、无私的奉献、长期的激励是我克服困难、不断进取的动力源泉。远在他乡的我无以为报，谨以此文表达对他们深深的爱。

感谢嵌入式应用开发所的谢文辉、程子洪、刘永福和各位师兄师姐，舍友王振、张伟彬，同届好友周燕灿、阳仲伯等同学和朋友，他们给了我很多有益的帮助。与他们一起学习和工作，让我受益匪浅。

感谢广东工业大学信息工程学院的各位教师和同学对我的关心、支持和帮助。衷心感谢所有关心、支持和帮助过我的老师、同学和亲朋好友们！