

基于 ARM-Linux 的高清数字机顶盒软件 系统设计与实现*

龚士强,熊庆宇

(重庆大学 自动化学院,重庆 400044)

摘要: 介绍了一种在嵌入式 Linux 系统下数字高清晰度电视机顶盒系统软件的研究与开发。该软件配合机顶盒硬件平台构成一个整机系统,在完成整个软件系统构架的基础上探讨了其设计方法的合理性和可靠性等问题。该软件系统具有解调、解码外,还能向用户提供一系列选单式图形菜单界面的交互操作等功能。

关键词: 嵌入式;机顶盒系统软件;ARM-Linux;MiniGUI

中图分类号: TN949.197

文献标识码: A

Design and implementation of HDTV STB software based on ARM-Linux

GONG Shi Qiang, XIONG Qing Yu

(Department of Automation, Chongqing University, Chongqing 400044, China)

Abstract: The development and research on the systemic software of a kind of digital HDTV STB that based on Linux system is introduced in the paper. The combination of this software with the hardware platform constructs a complete STB system. It also discusses the rationality and the reliability of the project. Besides the demodulating and decoding, it provides consumers with a series of graphics interactive operating functions in menu as well.

Key words: embedded system; STB software; ARM-Linux; MiniGUI

数字电视特别是数字高清晰度电视的诞生应该说是电视界的一场深刻变革^[1]。电视系统已进入数字化的进程,数字机顶盒是该系统的关键部件,特别是其软件系统的设计和开发。但无论是模拟彩电还是数字处理电视,都不具备对全数字电视信号进行解码的功能,所以一种能够接收数字电视信号并能够解码输出用于显示的中间设备——机顶盒,就显得很有必要了^[2]。

目前国内机顶盒以有线标清为主,欧洲以卫星和地面的机顶盒为主,美国以高清地面机顶盒产品为主^[3]。随着技术的发展,机顶盒已不只单纯接收数字电视节目,还要接收大量的数据,而且用户和电视机之间还要实现互动^[4]。目前国内还没有一种成熟的交互式应用,所谓的交互式应用基本上都还停留在本地交互的基础上^[5]。本文研究的机顶盒可以支持诸如电子节目指南、按次付费观看、立即按次付费观看、准视频点播、数据广

* 基金项目:重庆市重大科技专项(CSTC,2008AB6115);重庆市建设委员会资助(200912)

播、Internet 接入、电子邮件、视频点播以及 IP 电话、可视电话等的应用^[6]。因此要求电视接收机具有很好的信息处理能力和网络通信能力。

1 机顶盒软件系统

数字机顶盒由硬件平台和软件系统构成,音视频解码主要由硬件实现,而操作界面的功能、电视图像的重现、数据广播业务的平台以及 Internet 的接入等都需要软件系统实现^[7]。

数字机顶盒的软件系统主要由嵌入式操作系统(EOS)、硬件抽象层(HAL)、软件抽象层(SAL)以及应用程序(ASL)组成。本文主要研究基于 ARM(HHARMS3C6410)平台、Linux(v2.6.21)操作系统、THOMSON 公司的数字高清解码芯片的 HDTV 机顶盒系统的软件设计,功能包括通过 Demux 模块接收流数据、解析 PSI 信息、对音视频流进行解码及播放、接收用户遥控器输入,并具有简单的用户界面。研究的目的是开发出适用于所选的硬件平

台特点、具有基本的机顶盒产品功能的软件系统。

开发内容有以下几个方面:

(1)机顶盒底层驱动程序。包括前端、USB、Ethernet、Flash 的驱动及遥控信号接收的软件等。

(2)机顶盒节目管理模块。包括整机状态信息和用户设置信息的存取和管理,业务数据的存取、更新和管理,节目数据的获取、分析。

(3)机顶盒应用程序。包括机顶盒用户界面、选单的设计与显示、图形用户界面/选单/用户交互操作的应用和管理等。

软件系统整体结构如图 1 所示。

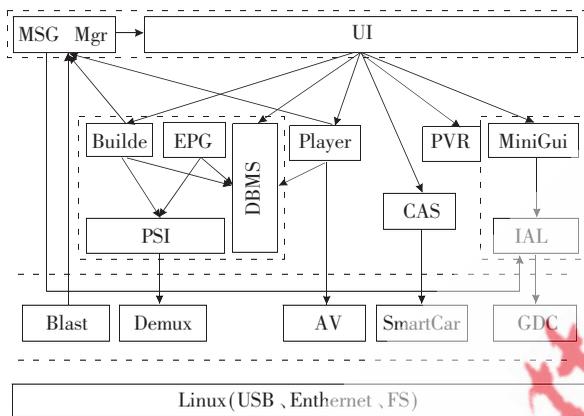


图 1 机顶盒软件系统分层结构示意图

2 节目管理模块的开发

节目操作管理模块是用户应用程序的重要组成部分,该软件模块主要实现确定节目操作管理模块与其他模块的关系(包括相互之间的通信协议)、建立节目数据库、本模块内部软件结构的设计。

有关节目的各种操作是数字电视机顶盒软件功能中非常重要的一部分,用户所有有关频道、节目的实质性操作功能都在这部份实现。在本文的总体设计方案中,节目的操作功能主要包括节目搜索(自动和手动)、节目选择、节目信息的提取和保存、节目数据库操作等。

在本机顶盒有关节目操作的各种功能中,绝大部分都与节目数据库有关。如自动节目搜索时,需要建立节目数据库,并为搜索到的节目建立相应的数据单元,用于存储节目的各种信息;在删除节目时,需要改变删除节目在节目数据库中的连接关系,并打上删除标志等。因此,节目数据库是节目操作软件的关键部分之一。

2.1 Builder 模块

该模块主要功能是在 USIF 的控制下建立节目数据库,该模块通过 MSG Mgr 向 USIF 反馈搜索状态以及内容,根据用户的需要建立频点、频道信息数据库。Builder 模块结构图如图 2 所示。

Builder 主要支持 3 种搜索方式:

(1)盲扫。根据预置频点搜索节目信息,建立完整节目数据库。

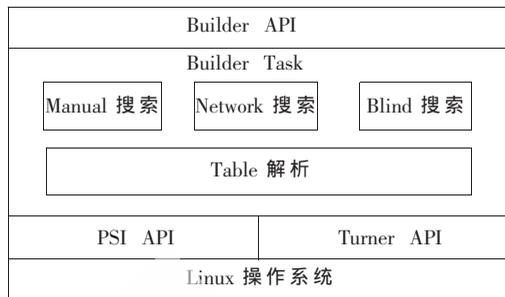


图 2 Builder 模块结构图

(2)网络搜索。根据输入频点搜索 NIT 表,根据网络信息搜索该网络的所有节目信息,建立完整的网络节目信息数据库。

(3)手动搜索。根据输入频点搜索该频点,建立该频点完整的节目信息数据库。

2.2 PSI 模块

PSI 模块需要 Demux 模块提供 Section 数据的搜索功能,其建立在 Demux 驱动之上,为 EPG、Builder 等模块提供完整表及条件捕获接口。PSI 模块结构图如图 3 所示。



图 3 PSI 模块结构图

PSI 模块提供 2 种得到表方式:

GetTable:通过该功能接口,直接得到表数据返回,如果超时没有得到表数据,返回超时。

Capture:通过该功能接口,先提出表申请,通过异步通信方式获得表结构并通知应用模块。

在捕获方式中都有 3 种模式:

(1)Update Mode:在得到版本更新时通知应用模块。

(2)Complete Mode:当得到完整表结构时通知应用模块。

(3)Section Mode:当接收到 Section 数据时候就立即通知应用模块。

2.3 DBaseMgr 模块

该模块是一个数据库管理系统,主要功能是实现对频道、频点、系统信息、EPG 等信息的存储与管理,以及对节目频点的添加、删除、排序、查找、编辑等。该模块主要与 Builder、EPG、USIF、Player 4 个模块交互,并通过与 Flash 交互进行物理操作。为了保证数据元素操作的效率,避免产生大量的内存碎片,也为了元素操作方便,该设计以动静结合的思路采用静态双向链表的数据结构。在多个进程或线程同时对同一个数据库进行操作

时,要考虑同步互斥机制了。在对数据库进行任何操作之前先对数据库加锁,当数据库操作完成之后,再解锁,这样就保证了数据库操作的一致性。数据库模块结构如图4所示。

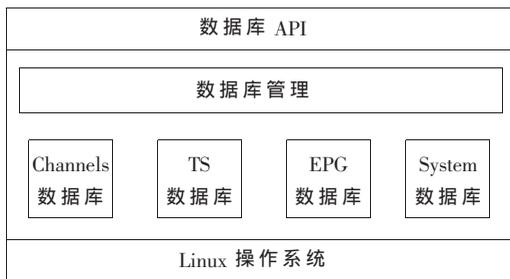


图4 数据库模块结构图

数据库管理系统功能特点主要有以下几点:

(1)功能完备。该模块需要提供完备的功能接口,包括数据库的创建、管理以及删除等基本操作。另还需要满足多视窗操作。

(2)多用户操作。本系统采用的是嵌入式Linux系统,它是一个多用户分时系统,所以该数据库需要保证同时满足多用户操作需要,保证系统的安全。

(3)数据完整。本系统属于嵌入式系统,该模块必须保证掉电后数据库数据的完整性。

从前几节的内容可以看出,有关节目的操作与PSI表的处理有着十分密切的关系。这是因为PSI表的分析管理直接影响到节目数据库的内容,而节目的各种操作又都是与数据库紧密相连的。节目操作管理部分的软件设计主要可分成3大部分:PSI表处理模块、节目数据库模块和节目操作模块。其中PSI处理模块主要完成PSI表的各种操作,如表的获取、分析及管理等;节目数据库模块主要完成关于数据库的操作,如数据库的初始化、建立、内容的读写及更新等;节目操作模块则实现有关节目的操作,如节目的搜索、删除、恢复、选择等。这3部分有机结合起来就形成了节目操作的整体软件模块。

3 机顶盒应用程序的开发

机顶盒应用程序主要实现用户交互选单的显示等功能,因此选择MiniGUI开源软件开发机顶盒应用程序。

MiniGUI作为嵌入式Linux系统下的一个轻量级图形用户界面支持系统已被应用到很多实际项目中。与其他嵌入式GUI相比,其具有系统资源消耗小、可配置和可定制性高、稳定性高、可移植性好等优势。

MiniGUI具有良好的软件架构,通过抽象层IAL、GAL将MiniGUI上层和底层操作系统隔离开来。基于MiniGUI的应用程序一般通过支持库、操作系统和驱动程序接口以及MiniGUI自身提供的API来实现自己的功能。

基于MiniGUI开发的UI模块如图5所示。UI模块主要满足用户通过遥控器进行节目搜索、播放、换台以及节目浏览等操作。

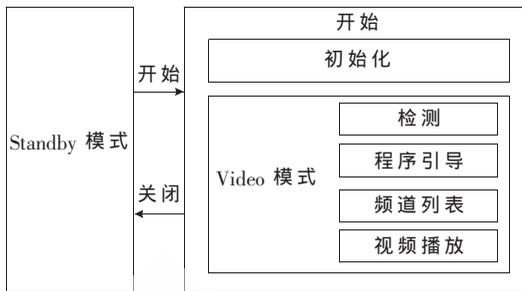


图5 UI模块

UI模块的体系结构如图6所示。



图6 UI模块体系结构

本研发项目,形成了一套包括Linux操作系统移植、驱动程序、MiniGUI库移植和上层应用程序在内的机顶盒软件系统。该软件配合机顶盒硬件平台构成了基本实用的整机系统,经测试该系统的设计方法具有很好的合理性和稳定性。本项目采用的传输标准是我国目前采用的DVB-C标准,因此,在系统整体功能的定位上,主要考虑了DVB-C标准的特点,在软件功能上也侧重了对DVB-C PSI的支持。该软件实现的功能主要有:一方面机顶盒利用该软件可以实现基本的解调、信道解码、音/视频解码输出等功能;另一方面还能向用户提供一系列选单式的交互操作功能,实现诸如节目搜索、系统设置的改变存储、节目信息的查看、定时操作、电子节目指南、本地存储节目的快进快退等附加功能。这些功能的实现基本满足了当前用户对高清数字机顶盒的要求。我国是彩电大国,但目前机顶盒还很不普及,因此该项目不仅具有很好的研究价值,而且具有广阔的市场前景。

参考文献

- [1] 张晟,郭小勤.数字机顶盒软件设计[J].中国有线电视,2007(14):1367-1369.
- [2] 郑端建,郭磊,魏世民.MiniGUI图形库在嵌入式Linux平台上的移植与实现[J].仪表技术,2008(10):10-14.
- [3] 林德才,李悦,魏芳.基于STB7100的高清IPTV机顶盒设计[J].电视技术,2008(1):47-49.
- [4] 黄欣,陈珊,俞斯乐.基于ST解决方案的HDTV机顶盒软件的设计实现[J].信息终端,2002(7):63-65.

- [5] 胡宏平.基于数字电视机顶盒的嵌入式 Linux 操作系统的设计[J].电视技术,2005(8):52-57.
- [6] YU Si Le, CHEN Shan. An improved structure of pre-determined parental viewing control data in software design for ATSC receiver[J]. IEEE Trans, on CE, 2002,48(1).
- [7] 陈珊,俞斯乐.数字电视接收机中电子节目指南功能的

软件实现研究[J].NSBT,北京:2000.

(收稿日期:2009-12-01)

作者简介:

龚士强,男,1984年生,硕士,主要研究方向:嵌入式系统软件开发。

熊庆宇,男,1964年生,教授,博导,主要研究方向:智能系统与智能计算。

