

文章编号:1001-5132 (2007) 03-0289-04

# 基于 USB 的 DVB-T 数字电视接收系统设计

俞尧亮<sup>1,2</sup>, 何加铭<sup>1,2</sup>

(1.宁波大学 通信技术研究所, 浙江 宁波 315211; 2.宁波市通信芯片与射频技术重点实验室, 浙江 宁波 315040)

摘要: 提出了一种基于 USB 2.0 接口的 DVB-T 地面数字电视接收系统方案, 采用 Microtune 公司的 MT2060 芯片作为前端的调谐器、意法半导体公司的 STV0360 芯片作为解调器、台湾升亮公司的 ASV5211 芯片作为 USB 控制器来设计整个系统. 整个系统符合 DVB-T/MPEG-2 标准, 可用于 PC 机或者手持终端设备接收和播放地面数字电视节目. 该系统具有使用方便、结构简单、便于实现和成本低等特点, 具有较好的市场前景.

关键词: 数字电视; 调谐器; 解调器; USB 控制器; DVB-T

中图分类号: TN941.4; TN943.6 文献标识码: A

广播技术正迅速走向数字时代, 这些都使原有的广播电视系统和技术发生了根本性的变化. 数字电视信号的传输和接收及视频解码技术是目前研究与产品化的热点. DVB-T 移动数字电视接收系统可以接收 DVB-T 数字电视节目, 实现在个人电脑上或嵌入式系统中解码并实时播放高清或标清电视画质的 MPEG-2 视频信号和音频信号, 适合运用微电脑收看电视节目, 并可以移动接收, 这对促进数字电视产业化具有重要意义. 本文介绍基于 USB 2.0 的 DVB-T 地面数字电视接收系统原理和设计, 该系统具有结构简单、实现方便、成本低等优点, 因此市场前景看好.

## 1 原理简介

DVB-T 的基本原理框图如图 1 所示, 整个 DVB-T 系统由 3 部分组成: 射频调谐器(Tuner)、基

带解调器(Demodulator)、USB 控制器(USB control).

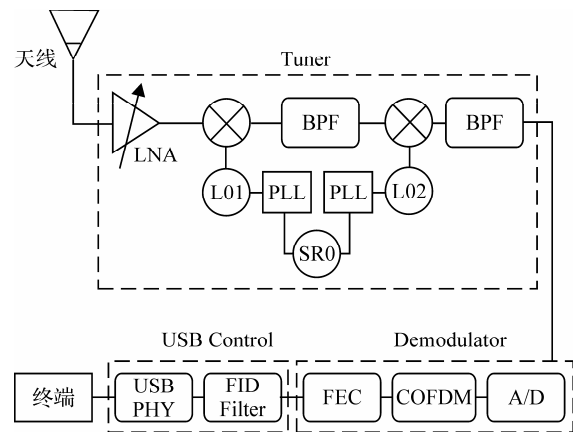


图 1 系统原理框图

射频调谐器的功能是将 48 MHz 到 861 MHz 的无线广播数字电视信号经过 2 级下变频转换成 30 MHz 到 50 MHz 的中频信号; 基带解调器的功能是首先将中频信号进行模拟到数字的转换, 然后用 COFDM 对信号进行编码, 以及对编码后的信号进行前向纠错; USB 控制器的功能是结合驱动程

收稿日期: 2006-12-18.

宁波大学学报(理工版)网址: <http://3xb.nbu.edu.cn>

基金项目: 浙江省科技计划重点科研项目(2006C21022).

作者简介: 俞尧亮(1984-), 男, 浙江东阳人, 在读硕士研究生, 主要研究方向: 无线通信. E-mail: yuyaoaliang@163.com

序完成 DVB-T 卡到 PC 机之间的通信. 该部分还有一个功能就是能够根据频道要求进行选频.

## 2 硬件系统设计

### 2.1 芯片选择

为了设计和搭建整个系统, 需要选择 Tuner 芯片、Demodulator 芯片及 USB 控制芯片.

#### 2.1.1 Tuner 芯片选择

Tuner 芯片的主要功能是将接收到的 48 ~ 860 MHz 的地面数字高频信号转换成为一个频率较低的中频信号, 考虑到整个系统体积较小, 所以要求所选的 Tuner 芯片的功耗以及发热量必须小.

Microtune 公司的 MT2060 芯片是一款低功耗单片线缆调制解调器和数字线缆机顶盒(STB)宽带调谐器, 能接收频率的范围为 48 ~ 860 MHz, 并能把它转换成 30 ~ 60 MHz 之间的标准中频(IF). 工作电压 3.3 V, 集成的 IF 可变增益放大器能直接和数字解调器连接, 能和所有的模拟和数字解调器无缝工作. 采用低功耗 1W 双转换架构, 集成了首个 IF 滤波器, 由于不需要平衡/不平衡转换, 单端 RF 输入降低了外围元器件的数量, 不需要人工调整元件, 完全和 NTSC、PAL、SECAM、DAVIC、DVB-C、DOCSIS 1.0、1.1 和 2.0 EuroDOCSIS 和其他标准兼容, 能驱动多个 IF 滤波器, 多种功率模式功耗到 800 mW, 可用在 VoIP 电话调制解调器(Modem), 线缆调制解调器, 数字机顶盒(STB), 家庭网关, PC TV 和平板 LCD TV 以及 PacketCable™ E-MTA.

#### 2.1.2 Demodulator 芯片选择

Demodulator 芯片的主要功能就是要将 Tuner 芯片所输出的中频信号通过 A/D 转换器将其转换为数字信号, 同时对信号进行编码以及纠错, 在选择芯片的同时, 必须考虑到芯片的功耗以及与前端 Tuner 芯片的兼容性问题.

意法半导体公司 STV0360 芯片是一款包含高性能集成化 A/D 转换器的单片 COFDM(正交编码

频分多路复用)解调器. 该器件完全符合 DVB-T 规范, 支持 2 K/8 K 载波模式, 支持 6 MHz、7 MHz 和 8 MHz 信道带宽, 在芯片内嵌入了一个双自动增益控制器(AGC), 从而简化了调谐器的设计. 同时, 它还集成了一个具有增强应用性能的 I2C 总线中继器. 由 1.8 V 电源供给, 功耗非常低, 具有从调谐器 IF 输出中提取 MPEG 传输流所需的全部解调功能, 在一个直接 IF 采样体系结构内, 集成的 A/D 转换器可处理 64 QAM(量化调幅)载波, 从而消除了对调谐器内的下转换器的需求. 在用于补偿 SAW 滤波器衰减的 ADC 前面, 该器件还有一个可编程增益放大器(PGA), 因此, 应用中不再需要外部 IF 放大器. 此外, STV0360 集成了自适应信道在时间和频率上的纠错特性, 还提供了优秀的多普勒性能.

#### 2.1.3 USB 控制芯片选择

USB 控制芯片的主要作用是要将 Demodulator 芯片所输出的 MPEG-TS 格式的视频流转变成为 USB 帧格式, 同时根据应用程序的要求控制对节目的过滤.

台湾升亮公司所产的 USB 控制芯片 ASV5211 能够同时接收来自 2 组调谐器及解调器的 TS 串流, 并分别通过内部 2 组独立的硬件 PID 过滤器, 将串流量大幅降低并予以整合后, 经 USB 接口送到计算机上进行 MPEG-2 解压缩. 由于可同时传送 2 个节目, 可轻易地实现画中画(PIP)或看 A 台录 B 台. 此外, PID 过滤器可使个别的 TS 串流量降低到原先的 1/3 至 1/6, 使 2 组 SDTV 电视节目能同时通过 USB 1.1 进行传送. ASV-5211 采用硬件 PID 过滤器, 比一般使用微控制器以软件方式完成 PID 过滤处理的作法更具效能并省电.

### 2.2 硬件框图

图 2 是整个系统的硬件框图, 根据前面的分析, 我们采用 Microtune 公司的 MT2060 芯片作为前端的调谐器, 意法半导体公司 STV0360 芯片作为解调器, 台湾升亮公司的 ASV5211 芯片作为

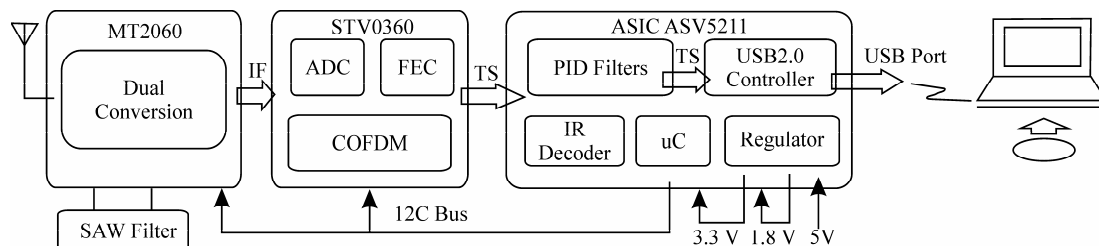


图 2 系统硬件框图

USB 控制器来设计整个系统, 整个系统具有结构简单、实现方便以及成本低等优点.

### 3 软件系统设计

DVB-T 数字接收系统软件总体模块如图 3 所示, DVB-T 数字电视接收机软件系统由若干个模块组成, 由主控模块调用各个功能模块. 考虑到软件流程逻辑, 将软件系统划分为 5 个大模块: (1) 系统应用程序模块; (2) 视频 MPEG-2 解码软件模块; (3) 图像显示程序模块; (4) MPEG Layer II 音频解压缩模块; (5) USB 设备驱动程序模块. 其中最为重要的是 USB 设备驱动程序模块和系统应用程序设计.

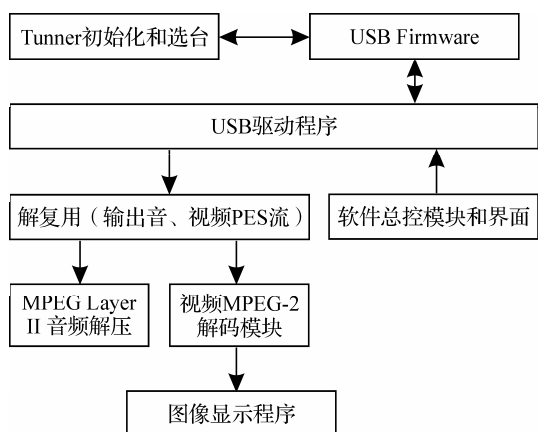


图 3 软件流程图

#### 3.1 USB 设备驱动程序开发

通用串行总线(Universal Serial Bus, 简称 USB) 是 1995 年康柏、微软、IBM、DEC 等公司为了解决传统总线的不足推广的一种新型串行通信标准. 该总线接口具有安装方便、高带宽、易扩展等优点, 已经逐渐成为现代数据传输的发展趋势. 基于

USB 的数据采集系统充分利用 USB 总线的上述优点, 有效解决了传统数据采集系统的缺陷.

目前 Windows 提供了多种 USB 设备驱动程序, 但并不针对实时数据采集设备, 因此需采用 DDK 开发工具设计专用的 USB 设备驱动程序. 可以由 4 个模块实现: 初始化模块、即插即用管理模块、电源管理模块以及 I/O 功能实现模块.

(1) 初始化模块提供一个 DriverEntry 入口点来执行大量的初始化函数.

(2) 即插即用管理模块实现 USB 设备的热插拔及动态配置.

(3) 电源管理模块负责设备的挂起与唤醒.

(4) I/O 功能实现模块完成 I/O 大部分的请求.

#### 3.2 系统应用程序设计

系统应用程序的功能主要是完成与驱动程序接口和用户接口, 核心任务是在用户控制下完成 DVB 码流的实时捕获和软件解复用, 其总体框架如图 4 所示.

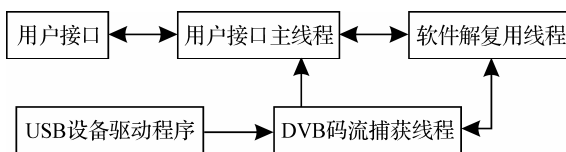


图 4 系统应用程序框图

工作流程为: 系统主程序首先通过驱动程序 IOCTL 入口点, 打开 USB 设备, 传入工作命令字和配置信息完成 PC - TV 接收卡的初始化工作. 本程序的用户接口主线程, 响应用户输入并分析用户命令, 启动相应操作. 如果是开始解复用操作, 则程序首先生成码流捕获线程, 通过对 USB 设备驱动程序写入命令字启动 USB 设备的 DMA 传输. 然后生成软件解复用线程, 开始对从 USB 读入的 TS

流进行系统层和节目层的解复用。当用户选择停止 TS 码流的捕获和解复用时,本程序将向驱动程序发出停止 USB 数据传输操作命令,这时驱动程序将终止 USB 设备的 DMA 操作,同时做必要的相关 IRP 清理工作,并返回 USB 设备相关工作状态。此时应用程序主线程将终止 DVB 码流捕获线程和软件解复用线程。在系统设计中为提高系统运行性能,使用了多线程技术,线程之间的同步使用了 EVENT 对象。

## 4 结论

在对本文所设计的基于 USB 的 DVB-T 数字电视接收系统进行实际应用环境测试后,发现该系统

在不同典型环境中的不同工作模式下都可以较为流畅地播放接收到的数字电视信号,同时该系统与其他已有的数字电视接收系统相比具有体积小、携带方便、功耗低、发热量小、结构简单及性价比高等优点。因此该系统具有较好的市场前景。

### 参考文献:

- [1] 吴雄文. DVB-T 系统接收机中数字下变频器的研究与设计[D]. 成都: 电子科技大学自动化系, 2005.
- [2] 何章清. DVB-T 发射系统的硬件平台实现[D]. 成都: 电子科技大学通信系, 2004.
- [3] 杨鸿珍. 用于 DVB-T 接收样机的传输测试平台的设计及实现[D]. 杭州: 浙江大学信息与通信工程系, 2005.
- [4] 张健. 数字电视 DVB 系统概述[J]. 实用影音技术, 2005, 12(8):47-79.

## The Design of DVB-T Digital TV Receiving System Based on USB

YU Yao-liang<sup>1,2</sup>, HE Jia-ming<sup>1,2</sup>

( 1.Institute of Communication Technology, Ningbo University, Ningbo 315211, China; 2.The Key Lab of Ningbo Communication Chips & RF Technology, Ningbo 315040, China )

**Abstract:** A scheme of the DVB-T digital TV receiving system is introduced based on USB2.0. Microtune Corporation's chip MT2060 for Tuner is adopted to design the system with the ST Corporation's chip STV0360 as the demodulator; Asicen Technology Corporation's chip ASV5211 as the USB Control. The system conforms to DVB-T/MPEG-2 standard, and PC or Hand-on terminal device can be used to receive the ground digital television programs. The presented system is featured in ease of operation, low complexity of structure, and low cost, etc. The system is deemed to have the good potential for commercial marketing.

**Key words:** digital TV; tuner; demodulator; USB control; DVB-T

**CLC number:** TN941.4; TN943.6 **Document code:** A

(责任编辑 史小丽)