

# 基于 CC8531 的 USB 无线声卡设计

赵璐, 吴蒙

(南京邮电大学 通信与信息工程学院, 江苏 南京 210003)

**摘要:**在分析 Purepath 无线音频协议的基础上,设计了基于 CC8531 的高保真、低功耗的 USB 无线声卡。结合系统需求拟定了以 CC8531 无线音频流芯片为核心、TLV320AIC3254 为音频解码器、辅以按键控制和 LDO 电源降压电路等外围模块的硬件结构,并分析了各个模块的电路设计。在此基础上,通过使用 Purepath 无线配置平台对 CC8531 芯片进行参数配置和固件烧写,实现了完整的系统。经过测试,USB 无线声卡能稳定传输 CD 级高保真音质,距离最高达到 130 m,并实现了条件配对组网、自动功耗调节、远程音量控制等功能,可用于板载声卡的替代,也可用作无线耳机、无线音响,具有一定的市场价值。

**关键词:**CC8531; Purepath; USB 声卡; 高保真; 低功耗

**中图分类号:**TP39

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2016)10-0156-04

**doi:**10.3969/j.issn.1673-629X.2016.10.034

## Design of Wireless USB Soundcard Based on CC8531

ZHAO Lu, WU Meng

(College of Telecommunication & Information Engineering, Nanjing University of  
Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

**Abstract:**Based on the analysis of Purepath wireless audio protocol, a CD-class low-power USB wireless soundcard is designed. Combining the system requirements, a system structure is developed based on RF streaming chip CC8531, the codec TLV320AIC3254 and other peripheral function modules. Then a detailed description of the circuit design is given. After that, CC8531 chip is programmed through the Purepath wireless platform and a complete system is finally finished. As test shows the USB wireless soundcard can achieve a high-fidelity wireless transmission with distance up to 130 m. In addition, the system increases pairing networking, automatic power adjustment, volume control and other functions. It can not only used as an alternative to onboard soundcard but also as a wireless headset or a wireless audio speaker.

**Key words:**CC8531; Purepath; USB soundcard; HiFi; low power consumption

## 0 引言

声卡是实现数字/音频信号相互转换的一种硬件,其质量好坏决定着声音的表现力<sup>[1]</sup>。它经历了 ISA、PCI 等总线的演变,使用这些总线要求把声卡插在电脑机箱内部,这会带来两个问题:一是机箱内的电磁噪声对于声卡这样带有模拟电路的设备很容易产生干扰,使声音信噪比降低;二是板载声卡很难做到注重保真的同时兼顾娱乐性<sup>[2]</sup>,难以满足所有人对音频播放的要求,当前笔记本电脑已逐渐普及,而不能在笔记本电脑上通过加装板卡式独立声卡来改善音质<sup>[3]</sup>。

上述问题可以使用 USB 外置声卡的方式来解决,同时结合近年来无线音频产品逐渐渗透到人们日常生活的各个领域的情况<sup>[4-6]</sup>,文中设计了无线 USB 声卡。该系统不仅可以实现声卡的基本功能,也可用作无线扬声器等便携式无线音频传输器件。

## 1 系统架构

系统定位于电脑内板载声卡的替代产品,能提供 CD 级音质的传输,注重保真的同时兼顾音效,主要以无线传输方式实现声音的录音和回放功能,其整体组

收稿日期:2016-01-08

修回日期:2016-05-11

网络出版时间:2016-09-19

**基金项目:**国家“973”重点基础研究发展计划项目(2011CB302900);江苏省高校自然科学基金研究重点项目(10KJA510035);南京市科技发展计划重大项目(201103003)

**作者简介:**赵璐(1991-),女,硕士研究生,研究方向为无线通信与信号处理;吴蒙,教授,研究方向为无线通信与信号处理、无线网络安全与通信系统的信息安全。

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/61.1450.TP.20160919.0842.048.html>

成如图 1 所示。从结构角度看,系统采用星型拓扑结构,分为一个与电脑 USB 相连的固定中心节点,和若干个独立工作的移动节点,移动端有模拟音频 I/O 接口实现与耳机、扬声器、麦克风等相连。从功能角度看,系统分为无线射频通信模块、音频编解码模块和人机接口模块。无线射频通信模块作为系统的核心采用了 TI 公司无线音频流控制器 CC8531,它内嵌微处理器用于协调系统、控制外围模块以及处理无线音频流;音频编解码模块使用 TI 公司的 TLV320AIC3254 芯片,用于将音频信号编码为适合传输的数字信号或者把数字信号解码还原为模拟音频,人机接口包括按键、LED 灯等。

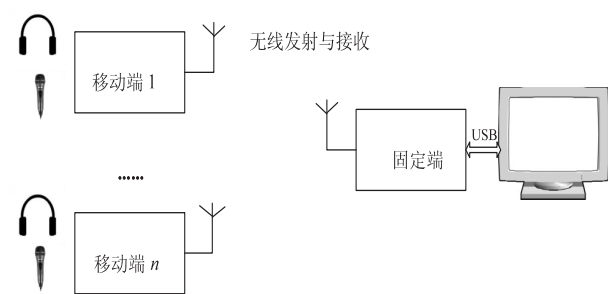


图 1 系统架构框图

- 该 USB 无线声卡主要功能包括:
- (1) 固定端/移动端有选择性的移动端/固定端配对组网,对不符合条件的配对请求自动过滤,配对成功后可进行通信。
  - (2) PC 播放音乐,固定端以广播的方式将信号传送给每个移动端,与移动端相连的耳机可以听到 PC 所播放的 CD 级高保真音乐,系统实现声卡中回放的功能;任意的移动节点以麦克风方式输入音频,固定端接收到该信号而其他移动端不受干扰,实现声卡录音功能。
  - (3) 固定端能远程调节移动端音量,移动端也能远程调节固定端音量。
  - (4) USB 无线声卡属于便携式、移动性较强的产品,有自动功耗调节、电源电压监控的功能,若节点在一段时间内没有通信则自动切换为待机模式,降低系统功耗;电源电量较低时,以 LED 闪烁方式提醒用户充电或者自动关机,以保证系统的通信质量。
  - (5) 所有数据包括音频、网络信息均通过无线传输。

## 2 系统设计

### 2.1 Purepath 无线音频协议

Purepath 是德州仪器推出的低成本、低功耗、高保真的无线音频协议,使用的是 2.4 GHz 技术,工作在免费授权使用频率为 2.485 GHz ISM 无线频段上<sup>[7]</sup>。它

是运用先进的误差校正及隐藏技术的音频网络协议,通过 RF 链路传输未压缩的 CD 级音频信号,能通过自适应跳频、可选的高质量音频压缩等核心技术提高系统的鲁棒性。Purepath 网络为星型拓扑结构,包括单个协议主机和多个协议从机,协议主机与协议从机间存在三类数据通信:音频流、数据旁路信道、网络信息。无线音频流控制芯片 CC8531 是支持 Purepath 协议的芯片之一。

### 2.2 系统硬件设计

系统共分为固定的中心节点和移动的终端节点两类,根据需求设计不同硬件电路。

固定端的硬件结构如图 2(a) 所示<sup>[8-9]</sup>。CC8531 用于处理音频信号的无线通信:根据射频收发的场景要求将音频流调制成适合无线发射的已调信号或者对已调信号进行解调,其无线数据传输速率高达 5 Mbps,音频延迟小于 16 ms,可支持 32 kHz、44.1 kHz 和 48 kHz 等的采样率,USB 接口符合 USB1.0 标准。为了确保通信的可靠性,增加射频前端芯片 CC2590<sup>[10]</sup>,CC2590 内部集成了放大输出功率的 PA (Power Amplifier,功率放大器) 以及可提高接收机敏感度的 LNA (Low Noise Amplifier,低噪声放大器)。CC8531 有 +3.5 dBm 的可编程功率输出,在与射频前端进行无缝连接后,系统可编程输出功率增加至 +11 dBm,较高的发射功率保证了优质的通信质量和较远的传输距离。固定端和移动端的无线数据传输使用 Purepath 音频传输协议,能得到 CD 级高保真音质、抗干扰音频流的传输实现。

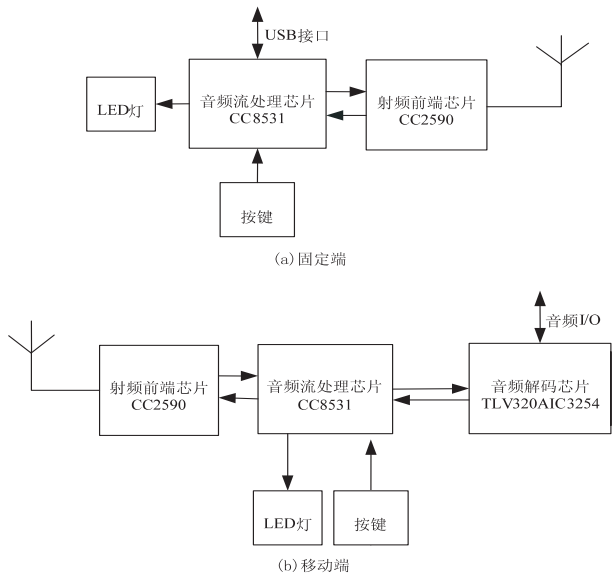


图 2 设备硬件结构

CC8531 内部大多已集成了必要的电路,因此只需采用较少的外围电路即可实现信号无线传输的功能,从而减小产品开发难度、缩短开发周期。其内置时钟生成器的工作需要配置 48 MHz 晶振作为系统时钟

源,CC8531 和 CC2590 芯片的工作电压范围为 2 ~ 3.6 V,以 USB 方式供电电压为 5 V,系统选择 TI 公司的 TPS73633DBVT 芯片作为稳压电源变换器,实现从 5 V 到 3.3 V 的转变。用户使用按键进行系统控制,如控制电源开关、音量控制、配对控制等,指示灯的输出反馈系统当前的状态。为了实现电源电压监控功能,将 CC8531 的 VBAT 管脚接入待检测的电源,该管脚每秒 4 次的频率对电源电压进行测量。

移动端的硬件结构如图 2(b) 所示。与固定端相比增加了一个编解码器模块,音频解码模块是整个系统的重要组成部分,编解码质量决定了声卡的性能优劣。TLV320AIC3254 是嵌入式迷你 DSP 的超低功耗立体声音频编解码器<sup>[11-12]</sup>,集成了滤波器、功率放大器、ADC、DAC 等。CC8531 使用 I<sup>2</sup>S 实现与音频编解码器的数据传输,包括 MCLK、BCLK、WCLK 三个时钟信号,时钟信号均由 CC8531 提供,接口连接如图 3 所示。声卡回放时,编解码器除了进行数模转换外还应实现信号增益放大以驱动耳机,作录音用时,传入的音频信号含有直流偏置,须先滤波、放大后再编码,这些都可通 I<sup>2</sup>C 接口对编解码器写初始化控制序列方式设置完成。

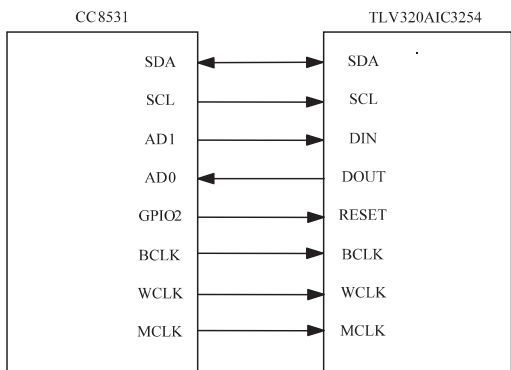


图 3 CC8531 与 TLV320AIC3254 间接口框图

### 2.3 Purepath 无线配置器参数设置

根据系统音频传输特点,使用 Purepath 无线配置软件(PurePath Wireless Configurator,PPWC)对 CC8531 进行固件开发<sup>[13]</sup>。PPWC 是为 Purepath 系列芯片提供参数配置、校验、编译、烧写的 PC 端图形化工具。

图 4 是参数配置流程。PPWC 中对编解码器设有默认的初始化控制序列,控制的内容包括:放大增益、过采样系数、滤波器抽头、管脚定义等。也可以通过重写初始化脚本的方式对 TLV320AIC3254 进行寄存器置位以实现自定义的音频编解码、滤波和特定的 DSP 算法处理等功能。此外,还须依次分别对音频流、音量控制、网络配对、电源管理、I/O 映射进行参数配置。

CC8531 与外部音频接口制定为 I<sup>2</sup>S 数据格式,44.1 kbps 采样速率和 16 位分辨率,帧时钟、主时钟分

别是采样时钟的 64、256 倍。音量控制的方式分为远程和本地控制,系统采用远程音量调节方式,这种做法的优势在于多接收节点情景下,能批量调节多个节点的音量。系统默认工作在 2 404 ~ 2 476 MHz 频带范围内,通过预先在 PPWC 除掉通信环境中已知固定干扰的频率段,提高通信效率。

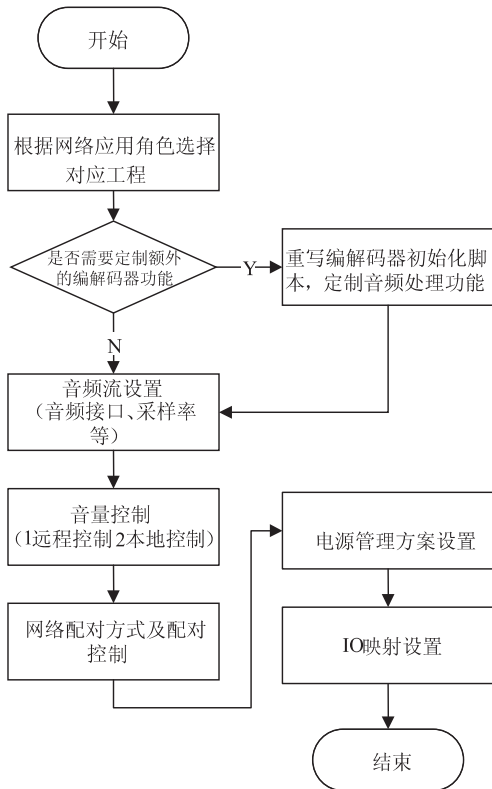


图 4 PPWC 参数配置流程图

低功耗是该系统最为显著的优势之一,在 PPWC 平台上制定自动功耗调节和电源管理方案,当系统持续 1 800 s 没有音频传输或者持续 30 s 某节点处于孤立未与其他节点组网的状态时,会自动关闭编解码芯片或切换芯片工作模式以节省功耗。为 VBAT 管脚配置电压阈值如 3.35 V,当低于该电压时 LED 闪烁提醒用户充电或更换电池。

Purepath 网络中的每个无线设备都有 3 个 32 bit 地址,用于标识身份或者在网络建立时进行条件配对: Device ID、Manufacturer ID、Product ID。Device ID 唯一标志着 CC8531 芯片,芯片出厂时已被唯一确定,其余两个地址通过 PPWC 配置确定。Manufacturer ID 标识芯片的制造商品牌,Product ID 标识芯片的产品类型。通过对固定端和接收端设定合适的 Product ID、Manufacturer ID 和 Product ID 掩膜,实现对部分节点过滤,防止不同设备的相互干扰。

### 3 系统测试

在不同环境中对系统进行测试,在开阔、无干扰的

较理想环境(操场)测得系统传输距离最远为 130 m,在多干扰、多障碍物的复杂应用环境(教学楼)下进行实验,射频链路在半径 25 m 范围内覆盖良好。在以上无线覆盖范围内,系统使用 MOS<sup>[14]</sup>(Mean Opinion Score)语音质量评价方法打分均有 4 分以上,固定端作为中心节点最多能支持对 4 个移动端的广播,证明无线 USB 声卡能满足设计需求且音质良好。

4 结束语

文中设计了基于 CC8531 的 USB 无线声卡,能实现 CD 级音质的无线音频稳定传输,同时通过实现条件配对组网、电压监控、自动功耗调节等功能保证了安全性、可靠性、节能性,该系统可用于替代电脑内板载声卡,也可以用作无线耳机、无线音响。系统设计具有相当的灵活度,无需更改硬件结构只须对 PPWC 上的配置参数稍作更改就可以实现更多个性化功能,具有一定的市场价值<sup>[15]</sup>,并为 USB 声卡设计提供了一个新思路。

参考文献:

[1] 钟文祥. USB 外置声卡特点及主流产品(一)[J]. 音响技术,2007(5):55-56.

[2] 钟文祥. USB 外置声卡特点及主流产品(二)[J]. 音响技术,2007(6):62-64.

[3] 管 康. 高保真 USB 外置声卡的设计[J]. 无线互联科技,2012(2):96-96.

(上接第 155 页)

顾客满意管理的基本需求,在酒店行业有很好的应用前景。

参考文献:

[1] 祝继武. 基于 UML 的酒店管理系统的分析和设计[D]. 长春:吉林大学,2004.

[2] 周 强. 中小型酒店管理信息系统的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2009.

[3] 童 心. 基于 UML 的五星级酒店管理信息系统的分析与设计[D]. 昆明:云南大学,2013.

[4] 童德利,田 娟,谢 琪,等. 基于 B/S 模式的构件式酒店管理信息系统的设计与实现[J]. 计算机应用研究,2003,20(4):126-129.

[5] 纪永亮,方旭昇. 基于 B/S 模式的管理信息系统模型研究[J]. 计算机应用与软件,2010,27(11):149-150.

[6] 成旭超. 基于 WEB 的酒店管理信息系统的设计与实现[D]. 成都:电子科技大学,2013.

[7] 杨伟文,吴庆田,李明清. 顾客满意度评价指标体系的建立与模糊综合评价[J]. 技术经济,2001(4):62-64.

万方数据

[4] 王志超,王德生,林成武. Zigbee 和 PurePath Wireless 技术在音响系统中的应用[J]. 科技传播,2013(12):137.

[5] 潘 峰,杨 顺,何 伟. 基于嵌入式 USB 主机和 ZigBee 技术的无线音响系统[J]. 计算机系统应用,2010,19(8):34-38.

[6] 汤 惠,陈飞洋,郑凌雯,等. 一种无线语音传输系统设计[J]. 电声技术,2016(6):53-57.

[7] Texas Instruments. CC8531 datasheet [DB/OL]. 2012-07-02. <http://www.ti.com/cn/lit/ds/symlink/cc8531.pdf>.

[8] 史一玮. 关于 USB 声卡的设计研究[J]. 科技创新导报,2010(31):30.

[9] 罗 钧,桂杰出. USB 协议及其接口实现[J]. 仪器仪表学报,2004,25(S2):616-620.

[10] Texas Instruments. CC2590 datasheet [DB/OL]. 2008-09-17. <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/cc2590.pdf>.

[11] Texas Instruments. TLV320AIC3254 datasheet [DB/OL]. 2014-11-06. <http://www.ti.com/lit/ds/slas549d/slas549d.pdf>.

[12] Texas Instruments. 成 TLV320AIC3254 application reference guide [DB/OL]. 2012-10-05. <http://www.ti.com/lit/an/slaa408a/slaa408a.pdf>.

[13] 郁伟勇,简献忠,严 军,等. 基于 CC8520 嵌入式无线音频传输系统[J]. 计算机系统应用,2012,21(8):225-228.

[14] 张 淘. 基于软交换语音测试系统后台语音质量评估功能的实现与研究[D]. 南京:南京邮电大学,2011.

[15] 张 鹏,王 颖,杨 军. 无线音频技术综述[J]. 电声技术,2011,35(3):54-56.

[8] 王 婧,余春霞. 酒店员工满意度实证研究—基于层级分析法的模糊综合评价[J]. 学术论坛,2013(5):168-170.

[9] 毛太田,蒋知义. 熵权法评价图书馆读者满意度的改进模型[J]. 情报杂志,2008,27(9):86-87.

[10] 丁于思,肖轶楠. 基于网络点评的五星级酒店顾客满意度测评研究[J]. 经济地理,2014,34(5):182-186.

[11] 周辉仁,郑丕谔,张 扬,等. 基于熵权法的群决策模糊综合评价[J]. 统计与决策,2008(8):34-36.

[12] 沈 涵. 基于 ACSI 的经济型酒店顾客满意度测评模型[J]. 旅游学刊,2011,26(1):58-62.

[13] 石启砾. 基于 CCSI 的经济型酒店顾客满意度影响因素实证研究[D]. 天津:天津商业大学,2013.

[14] 沈 涵,郭 畅. 经济型酒店顾客满意度指标体系研究[J]. 消费经济,2010,26(4):30-33.

[15] 陈 琦. 基于顾客关系营销的中小城市商务酒店顾客满意度与忠诚度的研究[D]. 湘潭:湘潭大学,2012.

[16] 粟 娟,麻学峰,李佩耕,等. 基于顾客价值的酒店顾客满意度测评[J]. 统计与决策,2008(5):73-76.

[17] 杜 栋. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京:清华大学出版社,2008:35-61.