

车载蓝牙多媒体网关的设计与实现

马建辉¹, 马共立², 庄汝科¹, 李小伟¹

(1. 山东省科学院 自动化研究所, 山东 济南 250014;
2. 哈尔滨威克科技股份有限公司, 黑龙江 哈尔滨 150090)

摘要: 以 Freescale 的 32 bit 嵌入式处理器 MCF5251+CSR 的蓝牙单芯片 Bluecore5 的双芯片结构, 设计实现了一款集蓝牙免提通话、电话簿自动同步和流媒体音乐播放功能于一体的车载蓝牙多媒体网关, 详细介绍了该网关的硬件设计及其应用软件开发中的关键技术。

关键词: 蓝牙; 流媒体; 多媒体网关

中图分类号: TN919.72

文献标识码: A

Design and implementation of bluetooth car multimedia gateway

MA Jian Hui¹; MA Gong Li², ZHUANG Ru Ke¹, LI Xiao Wei¹

(1. Automatic Institute, Shandong Academy of Sciences, Jinan 250014, China; 2. Harbin Weike Technology Co.Ltd, Harbin 150090, China)

Abstract: The automotive application of bluetooth technology becomes more extensive. By using Freescale's 32 bit embedded processor and CSR's Bluecore5, this paper developed a multimedia gateway, realized hands free, phonebook download and stereo music streaming. It also detailed the device's hardware design, and key technologies in its application software.

Key words: bluetooth; streaming media; multimedia gateway

蓝牙技术应用 10 年有余, 其车载应用愈加广泛, 主要包括免提通话、电话簿自动下载和流媒体音乐播放 3 个方面。不仅方便了用户接打电话, 保证行车安全, 而且丰富了用户的娱乐体验。采用 Freescale 的 32 bit 嵌入式处理器 MCF5251 和 CSR 公司的蓝牙单芯片 BC5 (BlueCore5-MultiMedia), 设计了一款整合车载免提和流媒体音乐播放的蓝牙多媒体网关, 并从硬件和软件两个方面详细介绍了开发中的关键技术。

1 硬件开发

多媒体网关采用双处理器结构, 包括音频子系统、RF 子系统、人机接口和 CAN 通信 4 个部分, 硬件结构框图如图 1 所示。BC5 内部集成了 RF 接口和音频输入输出接口, 实现蓝牙 RF 通信和音频输入输出系统, MCF5251 实现按键矩阵的检测和对 OLED 液晶屏的控制以及 CAN 通信, BC5 和 MCF5251 之间通过 UART 进行通信。

1.1 芯片特性

BC5 是一款蓝牙单芯片, 在 8 mm × 8 mm × 1.2 mm、

0.5 mm 间距的 169 pin BGA 封装内集成了蓝牙系统的射频和基带控制、16 bit RISC 结构的 MCU 和性能高达 64 MIPS 的 Kalimba DSP^[1]。其特点如下:

(1) 无线发射功率达 +8 dBm, 接收灵敏度为 -90 dBm, 无需外部放大器, 只需印刷电路板天线便可满足蓝牙射频规范 Class 2 的要求, 通信距离可达 10 m;

(2) DSP 性能高达 64 MIPS, 用于实现语音处理及音乐文件的编解码。该 DSP 是唯一能够支持第三方音频增强软件的内部 DSP, 可以提供同类最佳的回声消除和噪声抑制功能, 并可实现对 MP3、AAC 音乐文件的编解码而不增加任何 BOM 成本;

(3) 具有独立的音频系统, 包括音频输入输出和可配置的 I²S 及 PCM 接口, 可以直接通过音频输入接口采集麦克风输入信号, 其音频输出信号可直接连接到有源音箱;

(4) 具有 USB、I²C、SPI、UART 等多种接口, 可以外接外部主处理器以实现复杂应用。

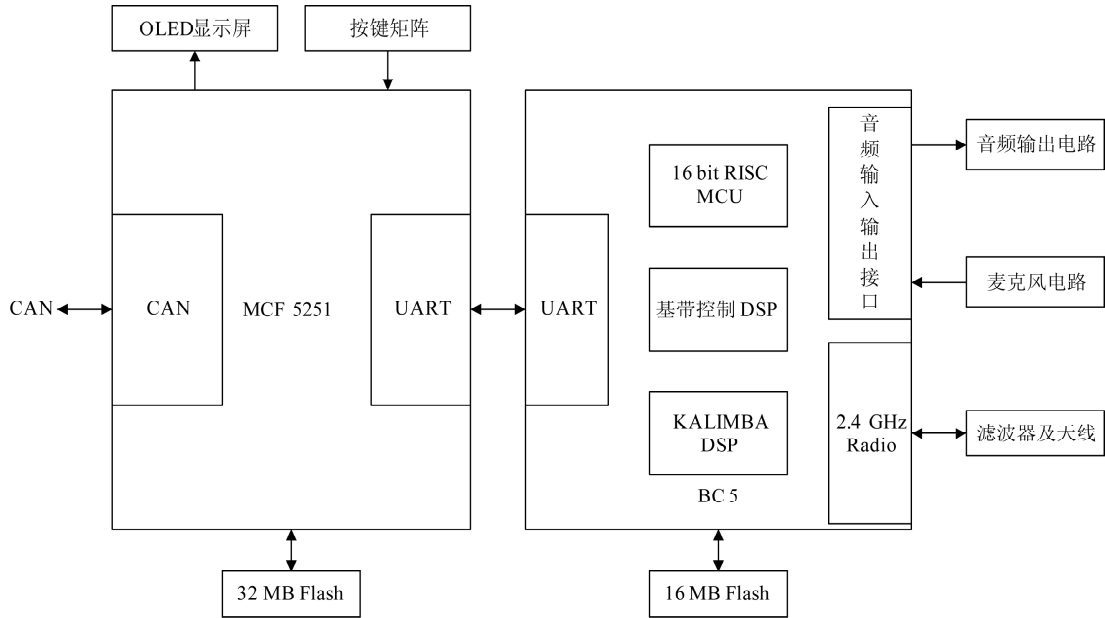


图1 硬件结构图

1.2 电路设计

下面介绍多媒体网关的音频输入输出电路的设计，并根据实际开发经验指出需要留意的关键点。图2为音频输出电路，图3为麦克风输入电路。

BC5的音频输出是峰峰值可达2V的差分信号，采用TLV2372完成差分转单的转换，而且在输入端提供一个偏置电压，使之不会出现信号在负半周期的截止失真，选择合适的放大倍数，使之也不会出现信号在正半

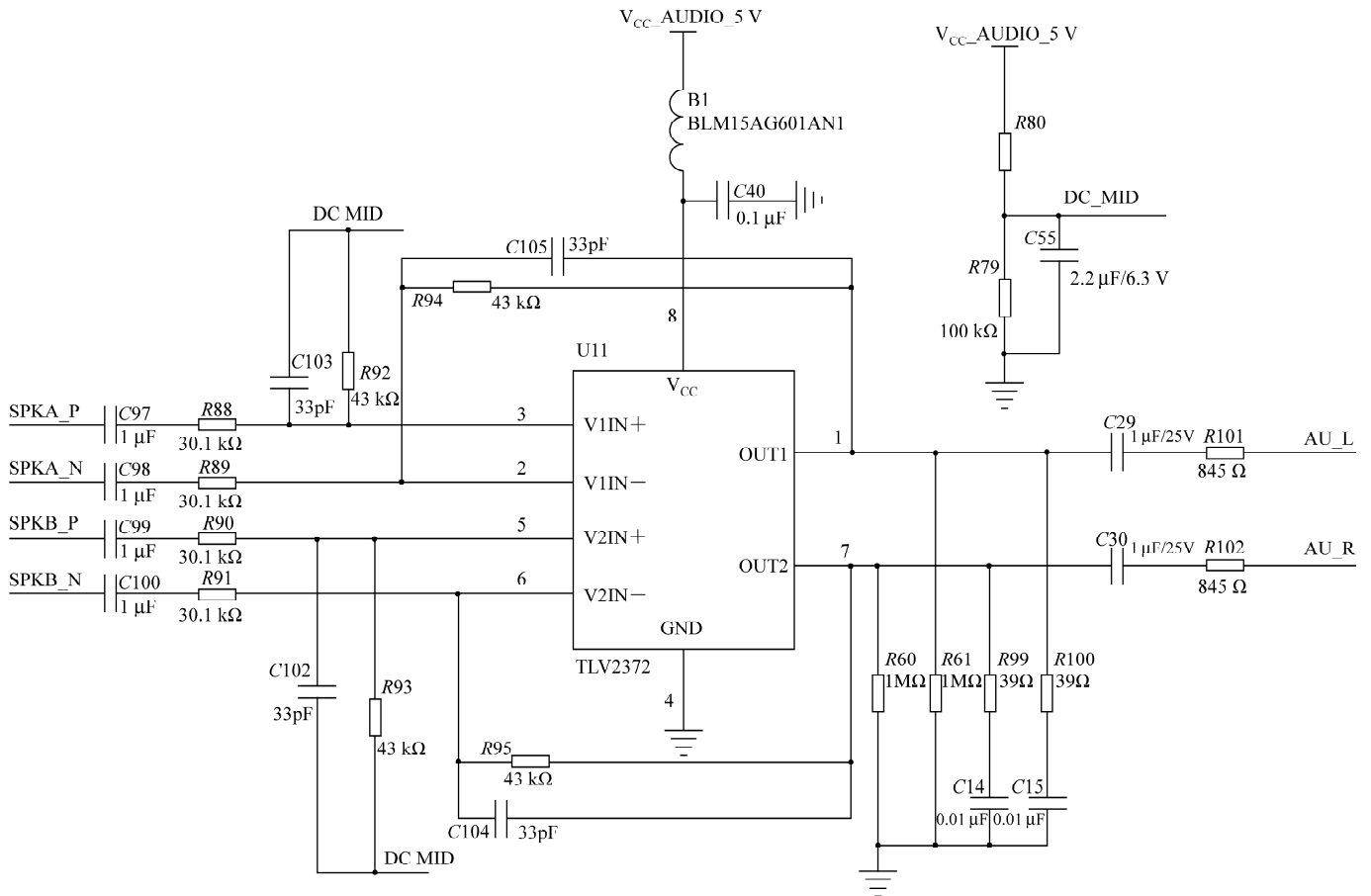


图2 音频输出电路

周期的顶部削波失真。

TLV2372 是采用单电源供电的轨对轨运放，电路简单，可以提供最大的输出电压摆幅，提升音频性能，输出可接近 0 和 V_{cc} 。选择偏置电压为 2.5 V，放大倍数为 43/30.1，可得：

$$V_{out} = 2.5 + 43/30.1(SPK_P - SPK_N)$$

音频输出具有一定的驱动能力，可以直接接耳机，也可以接到车载收音机的音频输入端通过车载功放播放声音。

需要注意的是，BC5 音频输出的驱动能力有限，不能直接接到大功率的无源音响上，否则会对免提通话时的回声消除造成不好的影响。由图 3 分析，当外接大功率的无源音响时，会造成 $V_{cc_AUDIO_5V}$ 的电压随音频输出而线性变化， $V_{cc_AUDIO_5V}$ 同时是麦克风输入的偏置电压，这样便会造成麦克风输入信号的波动，当免提通话时，麦克风的输入通过蓝牙 AUDIO 连接传送到手机然后传送到远端通话方，会造成远端通话方可以很清晰地听到自己的声音，而无法通过软件回声消除算法处理掉的。

BC5 的麦克风要求输入的是差分信号，外接麦克风为单端信号，以下的电路可以完成对单端麦克风信号的差分转换，而且运放 TLV2372 的输入亦是轨对轨的，可以满足麦克风输入信号的电平范围。

需要注意的是，BC5 麦克风输入信号最大为 800 mV_{rms}。如果选用的麦克风电平范围超过了这个限制，

麦克风输入信号会混到音频输出端，即在免提通话时本地音频输出端会听到本地麦克风输入的声音，所以必须在 TLV2372 运放电路上将麦克风信号电平适当衰减以满足大多数麦克风的要求。

2 软件开发

对于蓝牙应用而言，其软件包括协议栈和应用程序 2 个部分，CSR 开发了专用蓝牙协议栈，并提供了一个小型操作系统 VM(Virtual Machine)完成内存管理、任务调度和消息管理等功能。BC5 端的应用程序便是在 VM 上进行开发，MCF5251 的应用程序在 Freescale 提供的操作系统 Flex OS 上进行开发，软件结构如图 4 所示。

2.1 开发方式

对于各种蓝牙应用，蓝牙 SIG 组织以 Profile 的形式定义了各种功能的实现方式，本网关使用到的剖面包括 HFP(实现免提通话)、PBAP(实现电话簿自动下载)、OBEX(实现 SyncML 绑定协议)、A2DP、AVRCP(实现流媒体音乐播放和远程控制)。

CSR 为 BC5 的车载应用专门提供了 RoadTunes 系列的开发环境，开发环境提供了协议栈和 Profile 库源代码^[2]，便于用户根据需要进行修改和重新编译，而且可以根据选项设置选择编译哪些剖面库，自动管理 MakeFile 文件。应用程序在 Profile 库上进行开发，应用程序和 profile 之间通过 4 种类型的消息进行交互，按照消息的流向和作用划分如下：

- (1) 应用程序发给 Profile 的请求 MSG_REQ;

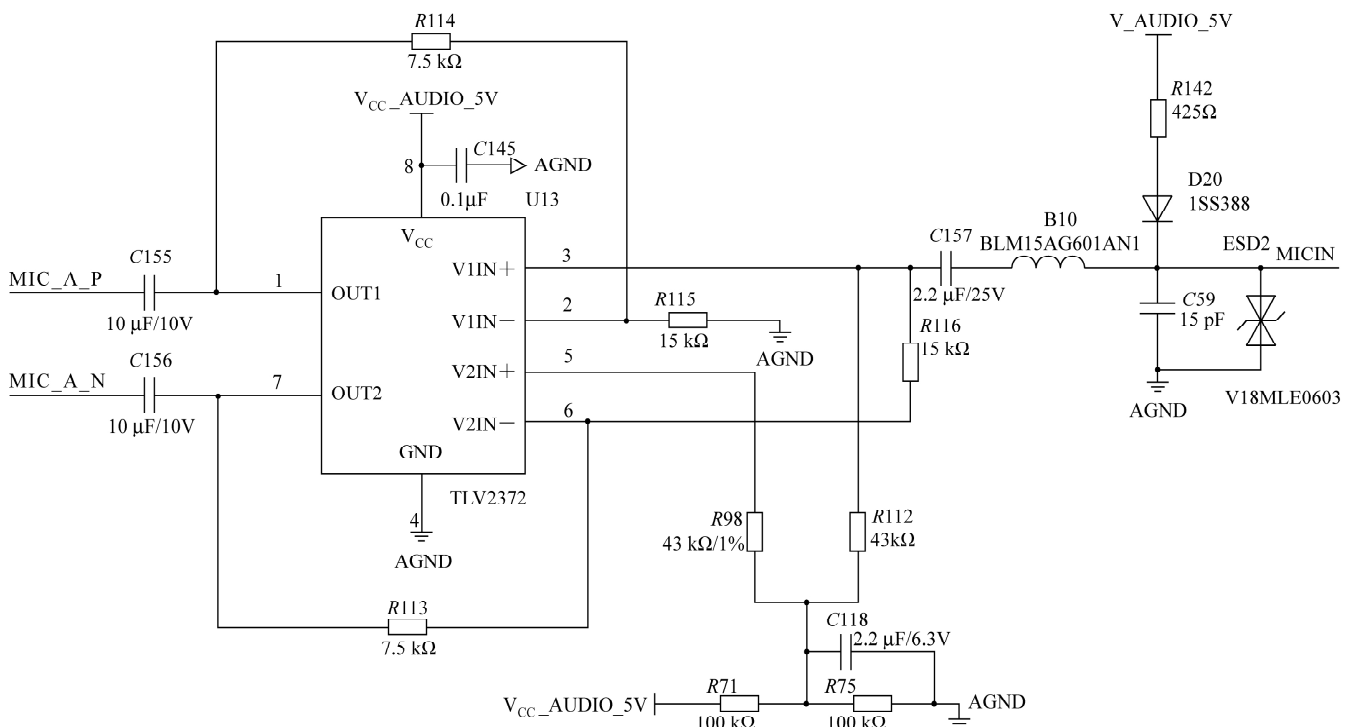


图 3 麦克风输入电路

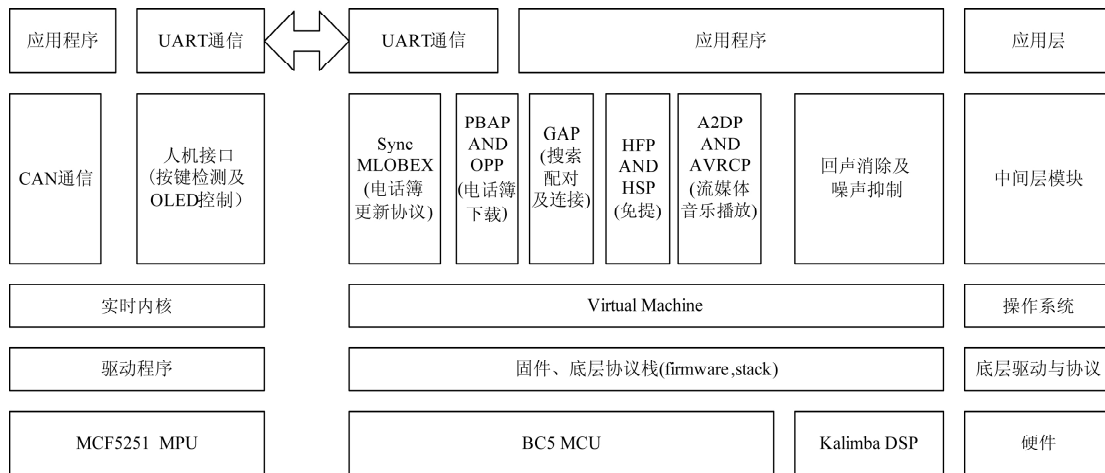


图4 软件结构图

- (2)Profile 对该 REQ 的响应处理 MSG_CFM;
- (3)Profile 发给应用程序的提示 MSG_IND;
- (4)应用程序对该 IND 进行的响应 MSG_REP。

采取这种接口固定的消息交互方式，保证了应用的可扩展性，无论修改 Profile 还是修改应用程序都不会互相影响。

2.2 兼容性问题

兼容性问题一直是制约蓝牙应用的 1 个关键因素^[1]，同时也是决定一款优秀的车载蓝牙设备的功能完善性的关键因素。兼容性问题来源于手机厂商实现某应用的灵活性，是由其应用差异性带来的，因为虽然蓝牙 SIG 组织以 Profile 的形式定义了某功能的实现方式，但是它没有定义包含多个功能的某项应用的严格的流程或者上下文。例如配对后是不是自动连接，是马上连接还是先做服务查询再连接，判断设备功能是靠服务发现协议(SDP)还是靠读取设备类型，这些都是没有定义而在实现上比较灵活的。如果车载设备的应用程序没有考虑到这种差异性，便会造成跟某些手机互操作性上的兼容性问题。

兼容性是个综合性的问题，需要蓝牙芯片厂商和应用软件开发人员共同解决。首先 CSR 作为蓝牙业界的领导者，在兼容性方面做了非常充分的测试，其固件和蓝牙协议栈凝结了 CSR 在蓝牙领域的多年开发经验，在底层上保证了最大程度的蓝牙兼容性，一部分兼容性问题可以通过固件升级或者设置固件特性(通过修改 PSKEY 值)解决，LG KG 系列手机存在音频流播放不连续的情况便是通过修改 Local Support Feature(本地设备的支持特性)这个 PSKEY 值实现的。因为 CSR 的固件和协议栈中没有综合考虑手机端的支持特性(Remote Support Feature)和蓝牙协议栈的版本(LMP Version),所以选择了不合适的音频流包类型，造成了音频流播放的不连续。通

过禁止掉多媒体网关的 Local Support Feature 中的 EDR 3 slot packet 和 EDR 5 slot packet 解决了该问题。

大部分兼容性问题来源于应用程序上的缺陷，需要对多部手机进行充分测试，完善应用程序。若干三星手机和多普达手机在配对后首先进行服务查询再发起连接，会出现手机端无法完成服务查询的情况。多媒体网关在配对完成后加入 4 s 等待，然后再去读取手机的服务确定手机是否支持音频流功能，使得手机端可以顺利完成服务查询；针对若干手机经常出现链路丢失的情况，首先修改默认的链路监控超时 5 s 为 10 s，同时将读取手机服务和发起免提连接的并行操作改为串行处理，这样就大大减少了链路丢失的几率。诺基亚新手机在进行第一次 SyncML 同步时，会发送查询 SyncML 服务器属性的命令，在应用程序中加入对该命令的处理，否则无法与该手机进行 SyncML 同步。

在车载蓝牙多媒体网关的开发过程中，对多部手机进行测试，最大程度地保证与手机的兼容性。该网关实现了车载免提和流媒体音乐播放，丰富了用户的娱乐体验，给用户带来了极大的方便，有很好的应用前景。

参考文献

- [1] 陆成梁.CSR推出低成本的全功能蓝牙车载设计.轻型汽车技术,2008(7):47.
- [2] 钱志鸿,杨帆,周求湛.蓝牙技术原理、开发与利用.北京:北京航空航天大学出版社,2006:193.
- [3] 于进才,马岚,任晓明.蓝牙技术的现状与发展.电子技术应用,2004,30(6).

(收稿日期: 2009-03-31)