

蓝牙车载音频流播放器的设计与实现^{*}

马建辉¹, 马共立², 王 勇¹

(1. 山东省科学院自动化研究所 汽车电子实验室, 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 150001)

摘 要: 设计了一款在车载娱乐系统中使用的蓝牙音频流播放器, 采用 A2DP 实现音乐数字音频流的传输, 采用 AVRCP 实现对音乐的远程控制和信息读取, 介绍了该播放器的若干设计技术。

关键词: 蓝牙; 音频流; A2DP; AVRCP

中图分类号: TN912

文献标识码: B

Design and realization of in-car bluetooth streaming player

MA Jian Hui¹, MA Gong Li², WANG Yong¹

(1. Institute of Automation in Shandong Academy of Sciences, Jinan 250014, China;

2. Harbin Weike Technology Co., Ltd, Harbin 150001, China)

Abstract: This paper realized streaming digital audio transmission with A2DP, achieved remote control and reading music's information with AVRCP, designed a bluetooth audio streaming player used in vehicle entertainment systems. It also described a number of design techniques in the player.

Key words: bluetooth; streaming; A2DP; AVRCP

现在的车载信息娱乐系统中标准配置有带 CD 播放功能的收音机、液晶屏, 其他可选配置有 GPS 和蓝牙免提装置等设备。随着蓝牙技术在音视频传输中的应用, 一种可以增强用户娱乐体验的蓝牙音频流播放功能正逐步在车载信息娱乐系统中得到应用。蓝牙音频流播放功能是指将蓝牙 MP3 或蓝牙手机上的音乐通过蓝牙以流媒体的方式传输到远端设备上, 进行解码后通过远端设备的功放系统播放, 同时远端设备还带有远程控制功能, 使得用户可以在远端设备上操作音乐, 使其暂停、播放、快进快退或进行上下首切换。笔者设计实现了一款蓝牙车载音频流播放器, 该播放器和收音机及液晶屏之间通过 CAN 总线进行连接, 控制操作在收音机上实现, 液晶屏显示音乐的 tagID3、播放时间、音轨、总音轨等信息, 控制命令和播放信息都是通过 CAN 总线进行传输。从用户的使用角度来说, 该蓝牙音频流播放器是和收音机、液晶屏组成一套系统的。

1 系统结构

系统结构如图 1 所示。音频流播放器、液晶屏和收

音机组成一个车载娱乐系统的 CAN 网络, 控制命令及状态信息均通过 CAN 总线传输, 其中收音机带有功放, 直接驱动汽车喇叭, 并统一管理包括 FM、CD 和音频流播放器的音频输出在内的音源。音频流播放器和蓝牙手机通过蓝牙进行交互, 采用 A2DP (Advanced Audio Distribution Profile) 完成音乐音频流数据及相关格式信息的传输, 通过 AVRCP (Audio/Video Remote Control Profile) 完成对音乐的远程播放控制及播放信息及状态的读取。在

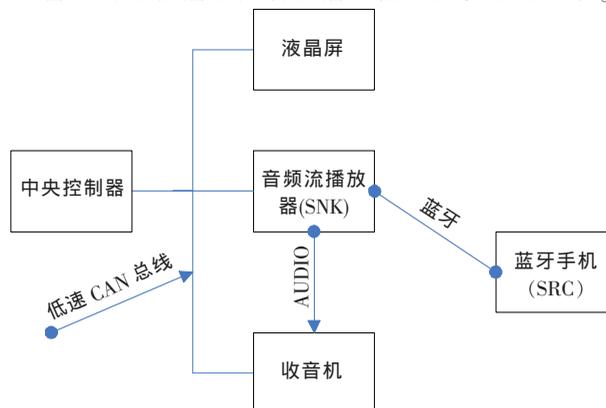


图 1 娱乐系统结构图

* 基金项目: 山东省重大科技专项 (2007ZHGX10503)

A2DP 中引入了 2 个终端名:SRC(Source)和 SNK(Sink)。在这里,数字音频流的数据发送端蓝牙手机称为 SRC,数字音频流的接收端蓝牙音频流播放器称为 SNK。

2 硬件设计

蓝牙音频流播放器的硬件设计中,包括 CAN 通讯、蓝牙子系统和音频系统 3 个部分,其中蓝牙子系统和音频系统部分采用 CSR 的蓝牙单芯片 Bluecore5-MutiMedia (以下简称 BC5)实现。该芯片集成了 MCU 实现蓝牙协议栈及应用,集成了性能高达 64MIPS 的 DSP 实现音乐文件的编解码,集成了 CODEC、音频 ADC 及 DAC,实现了音频输入输出功能,图 2 描述了基于该芯片的硬件设计。

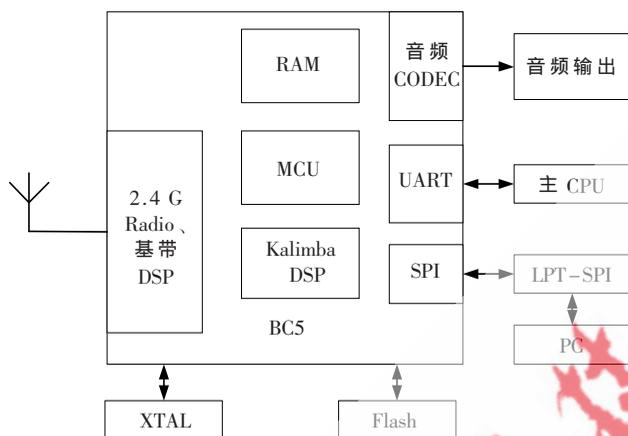


图 2 蓝牙子系统及音频系统结构图

由图 2 可见,BC5 内部集成了蓝牙射频及基带控制、MCU、DSP 和音频 CODEC,只需要很少的外围元件便能完成电路设计。

3 播放控制状态机的设计

蓝牙音频流的远程播放控制使得用户可以使用车载收音机上控制 CD 音乐的按键来控制蓝牙手机上的音乐,控制操作包括播放、暂停、上一首、下一首、快进和快退,通过 AVRCP(音视频远程控制剖面)命令实现。考虑到用户操作随机性很强及蓝牙手机的音频流支持特性不同的问题,需要设计一个完善的远程播放控制状态机来保证良好的操作体验。

远程播放控制状态机是个组合式状态机,包括 2 个小的状态机:(1)状态为蓝牙手机音乐状态,输入为人机接口操作,在人机接口操作的处理中判断当前音乐状态,决定输出的 AVRCP 命令;(2)状态为人机接口操作或者说“期望状态”,输入为蓝牙手机音乐当前状态的更新,在音乐状态更新的处理中根据期望状态决定输出的 AVRCP 命令。把人机接口操作称为“期望状态”,把当前音乐状态称为“实际状态”,这两个状态机的原理便是当期望状态和实际状态不一致时,发送可以达到期望状态的 AVRCP 命令。下面详细介绍下状态机的设计要点。

首先每个人机操作的控制命令在 AVRCP 上都对应 2 个命令,对于播放、暂停、上一首、下一首操作,命令是连续执行的,比如暂停操作便是在 AVRCP 上连续执行

PAUSE_PRESS 和 PAUSE_RELEASE 命令;而对于快进命令,则是先执行 FF_PRESS 命令,在快进按键松开时再执行 FF_RELEASE 命令。

音乐状态(包括期望状态和实际状态)包括 2 个稳定状态(播放状态 PLAY、暂停状态 PAUSE)和 2 个中间状态(快进状态 FF 和快退状态 FB)。对于 PLAY 和 PAUSE 状态,由于蓝牙手机的播放键和暂停键是一个乒乓按键,即暂停状态下按下会启动播放,播放状态下按下会引起暂停,所以如果实际状态和期望状态一致时便不发送 AVRCP 命令,而且对于用户在手机上进行操作引起的实际状态和期望状态的不一致,也不发送任何 AVRCP 命令,否则会造成本该暂停却播放或本该播放却暂停的错误。对于快进快退,首先在快进快退中不要判断当前音乐是暂停还是播放,其次因为部分手机在快进快退结束后会先把音乐暂停一下再播放,所以不要在快进快退刚结束时便调用播放控制状态机,需要延迟一段时间处理。

4 音频流状态处理及信息解析

流媒体信息包括编解码格式及采样率设置、音乐播放状态、当前播放时间、TagID3 信息等。首先蓝牙传输的数据为编码后的音乐文件, SRC 端实现编码, SINK 端实现解码,所以首先要按照编码格式选择相应的解码器,其次还需要在本地音频输出端设置同样的采样频率。

播放状态对应于播放模式,包括播放、暂停、快进、快退 4 种状态,其中播放和暂停是对播放控制状态机非常关键的状态。对无法把播放和暂停状态发送上来的蓝牙手机,需要设计一种方法来判断当前音乐处于哪种状态。音乐在播放状态时,流媒体音乐数据通过蓝牙从 SRC 端传输到 SNK 端, SNK 端将该蓝牙数据传输到 BC5 的 DSP 中进行解码,所以可以通过判断 DSP 的解码器缓存中是否有数据来判断当前音乐状态,如果没有数据则音乐处于暂停状态。

当前播放时间、TagID3 信息需要 AVRCP V1.3 的支持, AVRCP V1.3 定义了一种独特格式的 TagID3 信息,下面以迈克杰克逊的 Billie Jean 这首音乐为实例分析 AVRCP 中的 TagID3 格式,其 Tag ID3 数据为十六进制形式的“0 0 0 1 0 6a 0 b 42 69 6c 6c 69 65 20 4a 65 61 6e 0 0 0 2 0 6a 0 f 4d 69 63 68 61 65 6c 20 4a 61 63 6b 73 6f 6e 0 0 0 3 0 6a 0 0 0 0 0 4 0 6a 0 1 32”。TagID3 包括标题名、演唱者、专辑名称、音轨(第几首)、总音轨(音乐总数)5 个属性,每条属性采用“4 个字节的属性 ID+2 个字节的字符集信息+2 个字节的属性长度+属性数据”的格式,其中属性 ID“0 0 0 1”表示标题名,“0 0 0 2”表示演唱者,“0 0 0 3”表示专辑名称,“0 0 0 4”表示音轨,“0 0 0 5”表示总音轨,常用字符集为 avrcp_char_set_ascii=0 3, avrcp_char_set_utf_8=0 6a。按照上述格式,该音乐标题名为长度为 11(0 b)的“42 69 6c 6c 69 65 20 4a 65

61 6e”，即 Billie Jean，演唱者为长度为 15(0 f)的“4d 69 63 68 61 65 6c 20 4a 61 63 6b 73 6f 6e”，即 Michael Jackson，没有专辑名称和总音轨(长度为 0)，音轨为 0x32，即第 2 首歌。

根据该格式设计属性提取器如下：

```
While(m<TagID3_length)
{
    for (k=0; k<4; k++)
    {
        av_streaming[n].attri[k]=TagID3[m];
        m++;
    }
    if((av_streaming[n].attri[0]!=0) || (av_streaming[n].attri[1]!=0) || (av_streaming[n].attri[2]!=0) || (av_streaming[n].attri[3]>5))
    {
        errorflag=1;
    }
    if(errorflag==0)
    {
        for(k=0; k<2; k++)
        {
            av_streaming[n].charset[k]=TagID3[m];
            m++;
        }
        for (k=0; k<2; k++)
        {
            av_streaming[n].datalength[k]=TagID3[m];
            m++;
        }
        av_streaming[n].datalen=av_streaming[n].datalength[1];
        (av_streaming[n].datalength[0]<<8);
        for (k=0; k<av_streaming[n].datalen; k++)
```

```
{
    av_streaming[n].tagid3data[k]=TagID3[m];
    m++;
}
av_streaming[n].tagid3data[av_streaming[n].datalen]='\\0';
n++;
}
else
{
    errorflag=0;
}
}
```

经上述代码的解析，属性 ID 在 av_streaming[n].attri 中，属性数据在长度为 av_streaming[n].datalen 的数据 av_streaming[n].tagid3data 中。

本文设计了一款蓝牙车载音频流播放器。该播放器运行稳定可靠，兼容性好，大大方便了用户的使用，有很好的实用价值。

参考文献

- [1] 苏民生. 蓝牙 A2DP 技术与音频应用测试[J]. 电子设计应用, 2008(11):92-94.
- [2] 胡沛茹, 芮亚楠. 一种蓝牙音频流传输方案的设计与实现[J]. 现代电子技术, 2006(3):31-33.
- [3] BluetoothSIG. AUDIO/VIDEO REMOTE CONTROL PROFILE Revision 1.3. 2007-04-16.

(收稿日期: 2009-12-03)

作者简介:

马建辉, 男, 1983 年生, 硕士, 助理研究员, 主要研究方向: 汽车电子及蓝牙技术。