

数字跳频通信设备关键技术的研究与实现

陈 诚¹, 曹秀英¹, 帅富强²

(1 东南大学 移动通信国家重点实验室, 江苏 南京 210096 2 国电南京自动化股份有限公司, 江苏 南京 210009)

[摘要] 使用 OMAP5912 实现 G723.1 语音编解码, 经过信道编解码, 以及 ARM 与 DSP 的相互通信, 实现了数字跳频手持设备. 描述了该实现过程, 以及所涉及的跳频通信理论、信道编码理论和语音编码技术、与设备所使用的 TIOMAP 嵌入式系统平台、射频模块、语音编解码芯片的软硬件环境.

[关键词] OMAP, G723.1, ARM _ DSP 相互通信, 跳频

[中图分类号] TN914.41 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292(2007)04-0080-04

Research and Realization of Digital Frequency-Hopping Communication Equipment

Chen Cheng¹, Cao Xuying¹, Shuai Fuqiang²

(1. National Mobile Communication Research Laboratory, Southeast University, Nanjing 210096 China

2. Guodian Nanjing Automation Co. Ltd., Nanjing 210009, China)

Abstract This paper introduces the realization of encoding and decoding of G723.1 by using OMAP5912, some processes and principles of realizing digital frequency-hopping communication equipment through the encoding and decoding of channels, as well as the interactive communication of ARM and DSP. This paper also introduces the theories of frequency-hopping, of channel encoding and the techniques of speech encoding, as well as the software and hardware environment of the TIOMAP embedded system platform, frequency-modulating module, and CMOS chip of speech encoding and decoding.

Key words OMAP, G723.1, ARM _ DSP interactive communication, frequency-hope

0 引言

为了满足移动通信和多媒体领域新应用的需要,德州仪器公司提出了 OMAP (Open Multimedia Applications Platform, 开放式多媒体应用平台) 体系结构. 这是一种由高性能的 DSP 核与 ARM 核结合而成的低功耗双核结构, 成为一颗高度整合性的 SOC. OMAP 芯片具有丰富的外围接口, 使其特别适用于新一代手持设备的开发. 本文讨论的是 OMAP5910 平台及通过 ARM 与 DSP 的相互通信实现数字跳频手持设备.

1 跳频扩频

跳频扩频通信是载波频率按照某种跳频序列 (跳频图案) 在很宽的频带范围内进行跳变的一种通信系统. 信息数据经调制后, 进入扩频调制, 载波频率受跳频序列控制, 跳频序列的序列值每改变一次, 载波频率就跳变一次. 跳频通信实际上是一种窄带通信, 但由于它的频点可在很宽的频带上跳变, 因而属于宽带通信技术. 其系统的功能

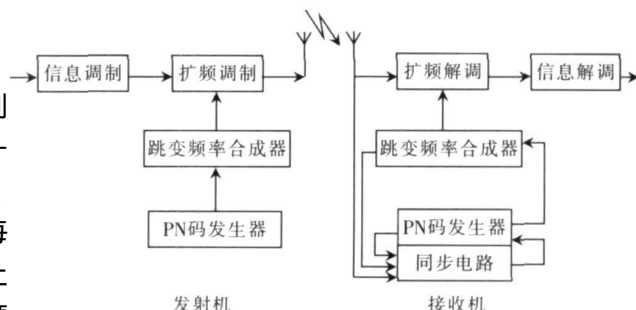


图 1 系统功能框图

Fig.1 Illustration of system function

收稿日期: 2007-09-04

作者简介: 陈 诚 (1982-), 硕士研究生, 主要从事计算机通信理论与技术的学习与研究. E-mail: ccx1999@163.com

通讯作者: 曹秀英 (1947-), 女, 教授, 博士生导师, 主要从事计算机通信理论与技术的教学与研究.

框图如图 1 所示.

该系统用高精度时钟实时控制收发双方的跳频图案, 即实时控制收发双方的频率合成器的频率跳变. 由于产生跳变频率的方法是相同的, 唯一不知道的是时间. 若收发双方都保持时间一致, 且通信距离已知, 则可保证跳频图案的同步. 使用精确时钟法, 跳频同步主要是受到时钟稳定性及移动距离变化引起的不确定性的影响. 这种方法使用精确的时钟减少了收发双方伪随机相位的不确定性, 同步速度快, 准确、保密性好, 是普通跳频通信中常用的一种同步方法.

2 语音处理

目前使用的语音编码可以分成波形编码、参数编码和混合编码 3 种. 波形编码是对语音信号的波形进行处理的编码. 编码器先对模拟语音信号进行采样, 然后对采样结果进行量化, 最后进行数字编码. 参数编码是以语音信号产生的声学模型为基础, 通过对语音信号进行处理, 得到模型参数, 然后按照这些参数还原数字模型, 重新合成语音. 混合编码则是综合了波形编码和参数编码的长处. 混合编码能在 4~16 kbps 的速率上进行高质量的语音合成. 例如多脉冲激励线性预测编码 (MP-PC)、码本激励线性预测编码 (CELP) 都是混合编码.

2.1 G723.1 编码器原理

G723.1 编码器的原理图如图 2 所示. 编码时, 输入的语音信号按帧处理, 每帧包含 30 ms 语音数据共 240 个采样值. 这种较长的帧尺寸, 有利于降低码率. 每帧数据分为 4 个子帧, 每个子帧包含 60 个采样信号, 为 7.5 ms. 为保证线性预测分析系数的连续性, 每个线性预测器采用了同时包含两个子帧的重叠窗口, 所以实际的编码总延时为 5 个子帧的时间, 共计 37.5 ms.

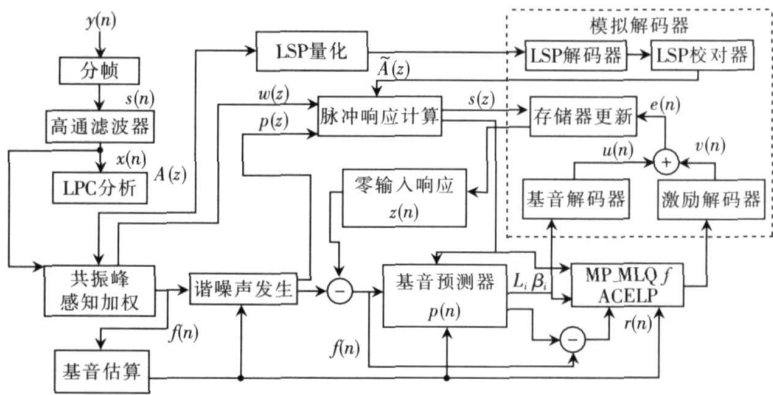


图 2 编码器原理
Fig.2 Principle of encoder

2.2 解码器原理

解码器同样也分帧处理. 首先将编码参数解码, 重构激励信号和各个滤波器, 然后将激励信号依次通过各个滤波器. 最后由增益控制单元将输出信号能量调整到共振峰后滤波器之前的水平上, 得到最终的输出信号, 其格式为 16 bit 线性 PCM 码.

2.3 多语音合成

由于所开发的数字跳频手持设备要满足电话会议功能, 会出现多方同时讲话的情况, 所以最后需要将多方语音进行合成. 本文采用时域叠加处理算法, 即将量化后的数字音频信号在时域上进行简单的叠加. 此种方法运算量小, 系统负担低, 结构简单, 较为常见. 但是, 由于数字音频信号存在量化上限和下限, 所以需要进行溢出检测. 当叠加的结果溢出时, 需要进行饱和处理, 即将超过上限的值替换为上限值, 超过下限的值替换为下限值. 这样会破坏语音信号的完整性, 使得播放语音信号的时候会产生爆破音以及语音的中断现象. 当通话人数增加时, 信号叠加造成的溢出概率增大, 这也是这种算法的主要缺陷.

3 系统的软硬件

3.1 系统的硬件

该系统的硬件结构框图如图 3 所示.

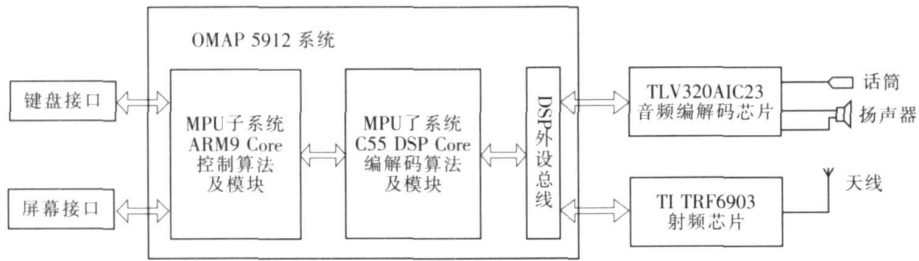


图 3 系统硬件结构框图
Fig.3 Framework of hardware

系统的主要硬件及功能表述如下:

- (1) OMAP5912 芯片: 系统主芯片, DSP 及 ARM 双核芯片;
- (2) Codec 芯片: 负责系统语音的 A /D 及 D /A 的转换;
- (3) TPS65010 芯片: 系统的电源驱动芯片;
- (4) Flash 及 SDRAM 芯片: 系统的存储空间;
- (5) 串口 232 芯片: 通过超级终端和主机相连, 以方便调试使用;
- (6) 网口 Lan91C96 芯片: 在调试时, 可以使用网络文件系统 (NFS), 使得不必每次修改程序后, 都重新烧一次文件系统.

3.2 系统的软件

系统的软件结构功能框图如图 4 所示.

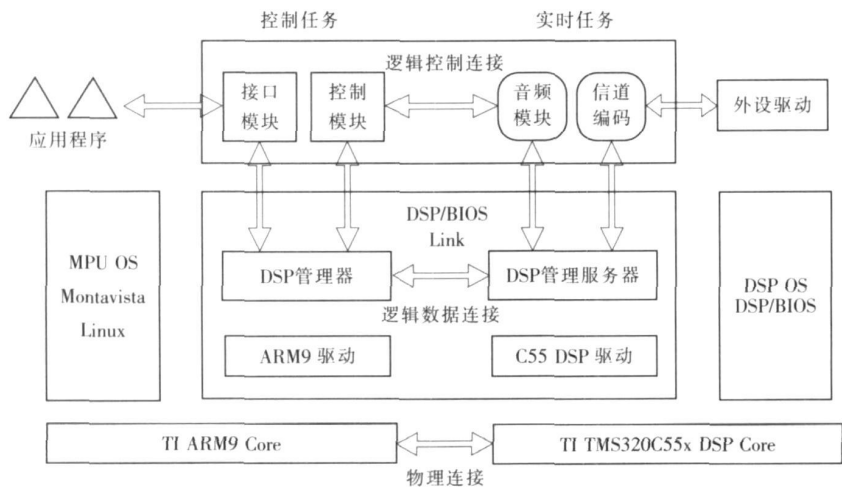


图 4 系统软件结构框图
Fig.4 Framework of software

3.2.1 OMAP 的 DSP 和 ARM 通信

由于 TI 的 OMAP 平台基于双核心的处理芯片, 在带来高性能与高实时性的软件同时, 也大大增加了软件开发的复杂性. TI 公司为了降低软件开发的难度, 节约开发时间, 提供了高性能的 DSP/BDS 系统与 DSP/BDS Link 库做为系统的软件平台. 在 ARM9 芯片上, 则使用了 Montavista 公司提供的嵌入式 Linux. 在这个版本的 Linux 中, 系统的实时性得到了极大的提高. 在 DSP 和 ARM 相互通信方面 TI 使用了 DSP/BDS 桥, 其控制功能及交互功能表述如下:

- (1) DSP/BDS 桥的控制功能.
- 在 GPP 端, DSP 资源管理器用于管理 DSP 结点, 通过一个网关组件实现结点管理功能. 相应地, 在

DSP 端, 存在一个 DSP 资源管理服务, 用于实现调用、激活、终结 DSP 程序结点等具体的执行功能. 两者配合使用, 可以为开发者提供一个高度抽象的 API 接口, 使得从开发者角度来看, DSP 的结点及功能只是 GPP 上面的若干个函数.

(2) DSP/BDS 桥的数据交互功能.

DSP/BIOS 桥提供两种类型的连接, 以实现 GPP 程序和 DSP 程序的数据交互, 分别是消息连接和数据流连接. 消息是固定长度的数据包, 可以用来实现控制指令与状态信息的传输等功能, 而流则更适用于传输数据 (尤其是在语音视频处理应用中, 流传输已得到大量应用). 在连接内部, 数据遵循先进先出 (FIFO) 的原则, 而连接之间则根据优先级来确定传输顺序.

3.2.2 系统的数据流向

在从 CODEC 中取数据时, 使用 DMA 中断, 联接 MCBSP1 使得语音编码及信道编码的进程不受到语音数据采集和发送的影响. 发送过程中, 语音数据经过 DSP 端采集后, 进行 G723.1 编码, 然后再经过帧合成及信道编码, 采用流技术传送到 ARM 端, 然后通过 MCBSP2 发送到射频端, 通过天线发出去. 在接收端, 当天线接收到数据后, 先通过 MCBSP2 发送到 ARM 端, 再用流技术传送到 DSP 端, 然后经过信道解码及帧分解, 经过 G723.1 解码送到 CODEC 芯片.

4 结语

本系统在时序上有点偏差, 如果能换成实时操作系统, 那么系统性能会有改善.

在方案上, 由于采用的射频模块的限制, 频点与时隙的切换时间相对较长. 为了解决这问题, 实际协议中, 预留了较长的保护间隔, 造成了实际码率的下降. 这可以通过使用性能更好的射频模块方案, 在低功耗的情况下仍然能够提供更高的性能.

目前的实现过程中, 物理层与数据链路层包括语音编码都是在 OMAP 平台的 DSP 侧完成的, 这就造成了 DSP 负载较高, 可能出现不能及时响应的情况. 如果需要继续添加新的功能时, 可以考虑将物理层独立出来, 添加一个专用的物理层基带处理芯片, 这样能够明显降低系统的负载.

[参考文献] (References)

- [1] OMAP5912 Applications Processor Data Manual (SPRS231B) [EB/OL]. <http://omap-spectrum.digital.com>
- [2] TM S320C55x DSP CPU Programmer's Reference (SPRU652D) [EB/OL]. <http://www.ti.com>
- [3] OMAP5912 Multimedia Processor General-Purpose Interface Reference (SPRU767A) [EB/OL]. <http://omap-spectrum.digital.com>
- [4] OMAP5912 Multimedia Processor Multichannel Buffered Serial Ports (MCBSPs) Reference (SPRU762A) [EB/OL]. <http://omap-spectrum.digital.com>
- [5] OMAP5912 Multimedia Processor Serial Interfaces Reference (SPRU760A) [EB/OL]. <http://omap-spectrum.digital.com>
- [6] OMAP5912 Multimedia Processor Timers Reference (SPRU759A) [EB/OL]. <http://omap-spectrum.digital.com>
- [7] OMAP5912 Multimedia Processor Interrupts Reference (SPRU757AA) [EB/OL]. <http://omap-spectrum.digital.com>
- [8] OMAP5912 Multimedia Processor Direct Memory Access (DMA) Support Reference (SPRU755A) [EB/OL]. <http://omap-spectrum.digital.com>
- [9] OMAP5912 Multimedia Processor DSP Subsystem Reference (SPRU750A) [EB/OL]. <http://omap-spectrum.digital.com>
- [10] OMAP5912 Multimedia Processor OMAP3.2 Subsystem Reference (SPRU749A) [EB/OL]. <http://omap-spectrum.digital.com>
- [11] OMAP5912 Multimedia Processor OMAP3.2 Subsystem Reference (SPRU749A) [EB/OL]. <http://omap-spectrum.digital.com>
- [12] Implementing a Bidirectional Wireless UART Application With TRF6903 and MSP430 (SWRA039) [EB/OL]. <http://www.ti.com>
- [13] Implementing a Bidirectional Frequency Hopping Application With TRF6903 and MSP430 (SWRA041) [EB/OL]. <http://www.ti.com>
- [14] 谢希仁. 计算机网络 [M]. 2版. 北京: 电子工业出版社, 2001
Xie Xiren. Computer Network [M]. 2nd ed. Beijing: Electronic Industry Press, 2001. (in Chinese)
- [15] 周霖. DSP 系统设计与实现 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2003
Zhou Lin. DSP System Design and Realization [M]. Beijing: National Defense Industry Press, 2003. (in Chinese)

[责任编辑: 严海琳]