

全数字可视对讲终端的设计与实现

仲元昌¹, 李 飞¹, 李彩玲^{1,2}

(1 重庆大学 通信工程学院/通信与测控中心, 重庆 400044; 2 渝德科技(重庆)有限公司, 重庆 401332)

摘 要: 设计一种以多媒体 SOC 芯片 Z228 为核心的可视对讲终端, 该芯片集成了多媒体处理单元 MPEG-4 编解码器、ARM 核控制单元和许多常用的外部设备接口和控制器。实验结果表明: 该终端能在单芯片内实现视频数据的采集和 MPEG-4 编解码; 实现了以 VGA(640×480)分辨率、每秒 30 帧的视频数据进行可视对讲的效果。

关键词: 可视对讲; MPEG-4; 嵌入式系统; Z228

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)10-0132-04

Design and Implementation of Digital Video Intercom System

ZHONG Yuan-chang¹, LI Fei¹, LI Cai-ling^{1,2}

(1 College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China;

2 ProQ Technologies Inc, Chongqing 401332, China)

Abstract: A video intercom terminal which can reduce the cost as well as the complexity of such a system is introduced in this paper. By employing a multimedia SOC Z228 which contains a multi-media processing unit MPEG-4 codec and a control unit known as ARM core as its central unit, the terminal also has many peripheral interfaces and controllers often used, such as the LCD controller, the camera Sensor interface and the audio data bus interface. The experiment result shows that the terminal can acquire the video data and then code or decode it according to the MPEG-4 standard within a single chip and it can be used to communicate visually at a speed of 30 frames per second under the resolution of 640 times 480 via VGA.

Key words: video intercom; MPEG-4; embedded system; Z228

1 引言

全数字可视对讲系统逐渐取代模拟可视对讲系统成为住宅小区的标准要求, 其核心功能是语音和图像的采集和传输。目前技术上存在多种可视对讲解决方案具有较出众的视频处理能力, 但是该方案软硬件都复杂, 系统体积庞大, 有的方案成本过高。因此, 文中提出了一种低成本的基于多媒体处理芯片的可视对讲终端, 该终端采用一款多媒体 SOC 芯片 Z228, 它内部集成了 ARM926-EJ 内核、MPEG-4 硬件编解码器以及 LCD 控制器、摄像头接口、音频数据总线等多种控制器和接口资源, 无需外围芯片的支持即可实现系统所需的多种功能, 其中

MPEG-4 硬件编解码器的引入是该芯片的一大亮点。与其它传统的可视对讲系统方案相比该方案开发周期短、图像分辨率高、解码效率高、综合成本低, 具有较大的性价比优势。

2 系统设计

本可视对讲终端属于典型的嵌入式系统, 软硬件资源有限, 其功能是针对门口机而设计的, 经过简单修改后也可用于室内机、围墙机等类似的可视对讲终端。本系统能够支持以太网传输, 能够将摄像头输出的 YCrCb 格式的原始视频数据编码为 MPEG-4 视频码流, 能够对获取的 MPEG-4 数据进行解码后输出到 LCD 上显示, 能够支持 I²C 标准的音

收稿日期: 2009-08-03; 修回日期: 2009-10-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(50875272); 重庆市自然科学基金项目(2008BB2340)

频输入和输出.其主要功能模块如图 1 所示.

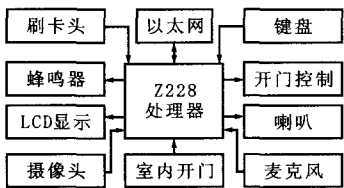


图 1 可视对讲终端(门口机)

2.1 硬件电路设计

2.1.1 视频信号采集模块

Z228 提供两种数字视频输入接口:Camera sensor 接口和 ITU656/601 接口.本设计采用输出 YCrCb4:2:2 的 COMS sensor OV9650 直接接到 Z228 的 Camera sensor 接口上,OV9650 的寄存器配置采用的是 SCCB(Serial Camera Control Bus)总线协议^[1].通过对比分析 SCCB 和 I²C 的时序发现 I²C 协议兼容 SCCB 协议.实验也证明 Z228 通过 I2C 总线配置 OV9650 的寄存器是可行的^[2].视频采集模块的电路如图 2 所示.

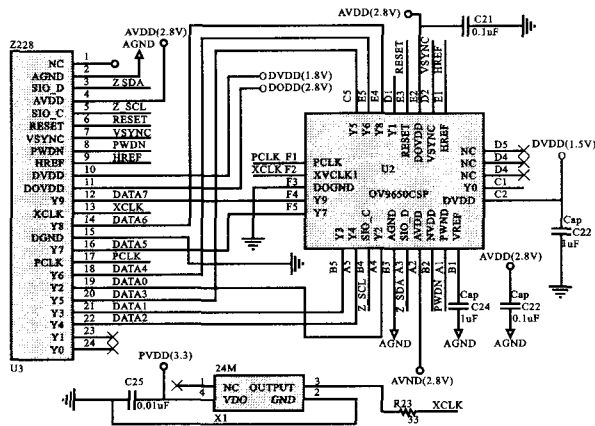


图 2 视频采集接口电路图

2.1.2 视频编解码模块

Z228 的硬件 MPEG-4 Codec 是一个支持 MPEG-4 格式视频编解码和后处理的硬件模块.编码器可以将一帧一帧的原始 YCrCb4:2:0 数据压缩成为标准的 MPEG-4 视频码流.解码器则能将 MPEG-4 视频码流还原成为原始图像.MPEG-4 编解码的过程包括两个部分即硬件部分和软件部分.硬件部分由 MPEG-4 Codec 完成,负责高速的数据计算和处理;软件部分由 ARM 处理器完成,负责复杂的数据调度和控制.MPEG-4 Codec 挂在 AMBA 总线上,带有 Master 和 Slave 两个接口.MPEG-4 Codec 控制寄存器通过 Slave 接口映射到内存空间,而输入输出的视频数据通过 Master 接口直接存储在内存中.MPEG-

4 编码模块^[3-4]如图 3 所示.

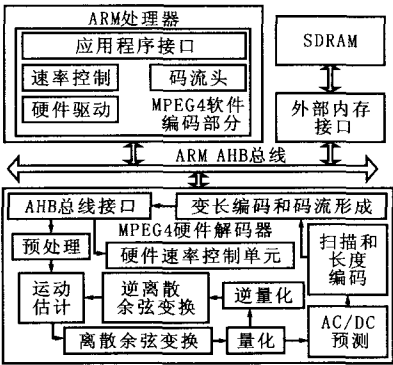


图 3 MPEG-4 编码系统框图

其基本工作过程为:ARM 处理器运行指令将等待编码 YCrCb 数据调入内存;然后通过 API 接口调用编码器的软件部分写入视频数据的头信息和 VOP 头信息;接着配置硬件编码器的相关寄存器使硬件编码器开始工作;最后硬件编码器从输入内存中读取待编码的 YCrCb 视频流进行编码并将编码得到的 MPEG-4 视频流写入输出缓存.视频编码的大部分工作由硬件编码器完成,因此这个过程只占用很小的一部分 ARM 处理器资源.

2.1.3 LCD 显示模块

Z228 内部集成的 LCD 控制器提供了丰富的 LCD 控制接口:电源开关 CLPPOER、水平同步脉冲信号 CLLP、垂直脉冲信号 CLFP、时钟信号 CLCP、TFT 数据输出使能信号 CLAC、LCD 数据信号 LCD [23:0](红绿蓝各占 8 比特).门口机的 LCD 显示屏上显示的是本地摄像头采集的视频,为了节约成本采用 18 位的数字 LCD 显示屏(RGB6:6:6),数字 LCD 显示屏与 Z228 的 LCD 接口连接时丢弃对应颜色的低位数据即可.

LCD 显示屏采用的是 RGB(Red, Green, Blue)色彩空间的图像,摄像头的 COMS Sensor OV9650 输出的是 YCrCb 色彩空间的图像,所以不能直接将摄像头采集的图像输出到 LCD 显示屏上显示.需要将 YCrCb 色彩空间变换为 RGB 色彩空间^[5],其变换原理如下:

YCrCb 色彩空间描述了亮度和色差的概念.Y 描述颜色的明度或亮度是不同权重的 R、G、B 的平均;Cr、Cb 共同描述色度即色彩和饱和度,Cr 表示的是 RGB 信号中红色分量和 RGB 信号亮度值的差值;Cb 表示的是 RGB 信号中蓝色分量和 RGB 信号亮度值的差.由 ITU-R 推荐的 BT.601 标准可得从 RGB 到 YCrCb 的变换等式如下:

$$\begin{cases} Y = k_r R + k_g G + k_b B \\ C_r = \frac{0.5}{1 - k_r} (R - Y) \\ C_b = \frac{0.5}{1 - k_b} (B - Y) \\ k_r + k_g + k_b = 1 \end{cases} \quad (1)$$

式中,系数 K_g 并不存在(因为 $k_r + k_g + k_b = 1$), C_g 可以由 Y 减去 C_b 、 C_r 得到. 由方程组(1)可推出从 YCrCb 到 RGB 色彩空间的对应关系如下:

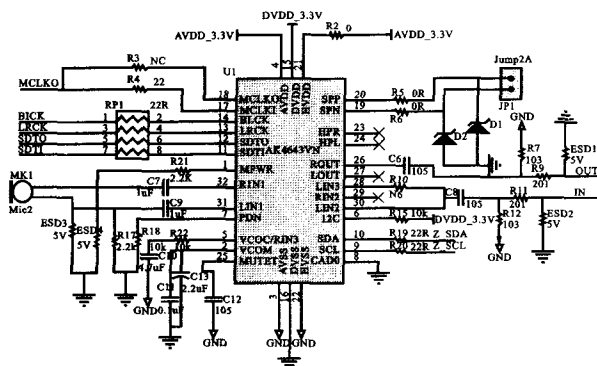
$$\begin{cases} R = Y + \frac{1 - k_r}{0.5} C_r \\ G = Y - \frac{2k_b(1 - k_b)}{1 - k_b - k_r} C_b - \frac{2k_r(1 - k_r)}{1 - k_b - k_r} C_r \\ B = Y + \frac{1 + k_b}{0.5} C_b \end{cases} \quad (2)$$

ITU-R 推荐的 BT.601 中定义 $k_b = 0.114$, $k_r = 0.299$. 代入方程组(2)得方程组(3). 方程组(3)是常见的从 YCrCb 到 RGB 的变换等式.

$$\begin{cases} R = Y + 1.402 C_r \\ G = Y - 0.344 C_b - 0.714 C_r \\ B = Y + 1.772 C_b \end{cases} \quad (3)$$

2.1.4 音频输入输出模块

Z228 片内集成了 I²C 总线控制器,所以本设计选用具有 I²C 接口音频编解码芯片 AK4643. AK4643 是单片 16 位立体声 A/D 或 D/A 转换器,具有麦克风均衡器及内置麦克风、耳机、扬声器放大器. 音频频率范围为 7.35 Hz 到 48 kHz,编解码器部分的工作电压为 2.6 到 3.6V. 本设计的语音输入输出的格式为 8k, 16 位单声道. Z228 通过 I²C 总线控制 AK4643 的工作状态,通过 I²C 总线传输音频数据,连接电路如图 4 所示.



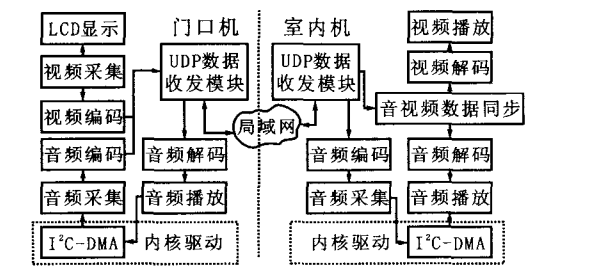


图5 系统框图

示本地摄像头拍摄到的图像并将图像压缩为MPEG-4格式通过以太网传输到室内机,室内机接收从网络上传过来的视频信号并解码显示在LCD显示屏上. Z228处理器的频率为266MHz,编码速率为30帧每秒,输入数据为YCrCb4:2:0,P帧,测得门口机进行MPEG-4编码时的内存使用情况如表1所示.

表1 MPEG-4编码占用内存情况

内存空间消耗	CIF(Kbyte)	QVGA(Kbyte)	VGA(Kbyte)
视频数据缓冲区	539	712	2166
程序代码和数据	62	62	62

解码速率为30帧每秒,输出数据为24-bit RGB,测得门口机进行MPEG-4解码时的内存使用情况如表2所示.

表2 MPEG-4解码占用内存情况

内存空间消耗	CIF(Kbyte)	QVGA(Kbyte)	VGA(Kbyte)
视频数据缓冲区	275	461	1326
程序代码和数据	43	43	43

通过串口线将优利德公司的UT2025C示波器与PC机相连,在PC机上打开“UT2000&3000系列中文版计算机远程测控软件”可以看到如图6所示界面,该界面上显示的内容和示波器显示屏上显示的内容完全一样.

播放声音时用示波器测得I²C总线的帧时钟LRCK和输入数据SDATA的波形如图7所示.由图7知音数据是右对齐的,采样率为7.81kHz.

4 结束语

可视对讲终端是全数字化可视对讲系统的重要组成部分,集成了视频采集、视频显示、视频压缩、音频输入输出和网络传输等功能.该系统实现了可视对讲终端的数字化,已于2009年4月正式投产,并在福建某小区安装使用.运行结果表明该系统各项性能完全满足该小区可视对讲的要求.该系统可广

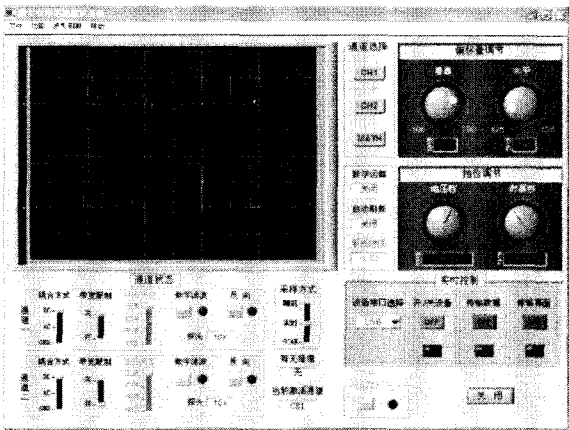


图6 I²C总线数据波形

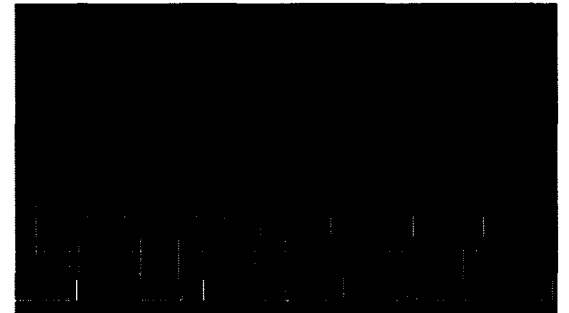


图7 音频数据波形

泛应用于住宅小区可视对讲领域,也适用于医院传染病病人探望、可视会议等可视对讲领域.

参考文献:

[1] 徐宝成,王磊. 基于ARM和Linux的嵌入式信息终端系统的设计与实现[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(6): 49-51.

[2] 方承志,李元,谈宜育. 采用周期精确的方法实现一个I2C接口[J]. 微电子学与计算机, 2002, 19(10):35-37.

[3] 胡波,王宏远. MPEG编码算法的优化[J]. 微电子学与计算机, 2008, 25(4):201-204.

[4] Kyung-Ae Cha. Content complexity adaptation for MPEG-4 Audio-visual scene[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2004, 50(2):760-765.

[5] Yang Yang, Peng Yuhua, Liu Zhaoguang. A fast algorithm for YCbCr to RGB conversion[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2007, 53(4): 1490-1493.

[6] Pastnak M, De With P H N, Van Meerbergen J. QoS concept for scalable MPEG-4 video object decoding on multimedia(NoC) chips[J]. IEEE Transactions on Consumer Electronics, 2006, 52(4):1418-1426.

512MB,显卡 NVIDIA GeForce FX 5200,显存 128 MB)上实现了文中提出的彩色图像和视频的文字检测算法,文献[5]中提出的基于灰度图像的文字区域的检测算法.文中将基于彩色图像和视频的文字区域检测算法与基于灰度图像的文字检测算法进行了对比,抽取了 135 张文字彩色图像和视频帧进行了实验,表 1 是两种算法的对比结果.

表 1 彩色图像算法和灰度图像算法的对比

算法	文字检测率 (%)	文字区域 检测率(%)	文字区域 误检率(%)
彩色图像算法	97.90	98.53	16.87
灰度图像算法	95.26	96.14	20.32

从表 1 可以看出,彩色图像算法在文字检测率和文字区域检测率方面都有提高,在文字区域误检率方面有明显的降低.

不管是自然场景中的图片或是视频帧的图像,其背景都有复杂背景和简单背景之分.因此,文中对彩色图像算法在两种背景下的文字图像进行了实验,表 2 为实验结果.

表 2 不同背景下的文字检测效果对比

图像类型	文字检测率 (%)	文字区域 检测率(%)	文字区域 误检率(%)
简单背景图像	97.97	99.12	8.87
复杂背景图像	97.79	96.70	25.21

简单背景图像在文字区域检测率和文字区域检测率方面比复杂背景要高些,而在文字区域误检率方面简单背景的误检率要比复杂背景的误检率低的多.

6 结束语

文中根据 Harris 角点检测和数学形态学原理,

提出了一种彩色图像和视频中的文字区域检测算法.通过实验证明,在彩色图像和视频中直接进行文字区域的检测要比将彩色图像转换为灰度图像后再进行文字检测更加的精确.另外,文字区域的误检率还有待降低,在以后的研究中可根据文字的自身特点来进一步去除非文字区域.

参考文献:

[1] 王勇,郑辉,胡德文. 图像和视频中的文字获取技术[J]. 中国图像图形学报, 2004,9(5):532-538.

[2] 冯宇平,戴明. 一种基于角点特征的图像拼接融合算法[J]. 微电子与计算机, 2009,26(7):21-28.

[3] Rolf P Wurtz, Tino Lourens. Corner detection in color images by multiscalecombination of end - stopped cortical cells [M]. Springer Verlag: Lecture Notes in Computer Science, 1997:901-906.

[4] Wang Yuzhu, Yang Dan, Zhang Xiaohong. Robust corner detection based on mult iscale curvature product in B - spline scale space[J]. Acta Automatica Sinica, 2007, 23 (4):414-417.

[5] 范立南,韩晓微,张广渊. 图像处理与模式识别[M]. 北京:科学出版社,2007.

[6] 赵永志. 彩色图像和视频中的文本提取算法研究[D]. 西安:西北工业大学,2007.

[7] 王占全,徐慧. 精通 Visual C++ 数字图像处理技术与工程案例[M]. 北京:人民邮电出版社,2009.

作者简介:

刘亚洲 男,(1983-),硕士研究生.研究方向为图形图像处理.

刘国荣 男,(1957-),副教授.研究方向为人工智能与数理逻辑.

王田甲 女,(1984-),硕士研究生.研究方向为数字图像处理.

(上接第 135 页)

作者简介:

仲元昌 男,(1968-),博士,副教授,研究生导师.研究方向为通信与测控系统、嵌入式智能仪器系统、无线传感器网络、

虚拟仪器.

李 飞 男,(1985-),硕士.研究方向为通信与测控系统.

李彩玲 女,(1983-),硕士,工程师.研究方向为通信与测控系统.