

基于 WLAN 的家用安全监控系统的硬件设计

阮越广, 赵伟胜

(浙江机电职业技术学院电子信息工程系, 杭州 310053)

摘要: 针对目前视频监控系统以基于有线网络、非民用场合应用为主的现状, 提出一种基于无线局域网(WLAN)的家用安全视频监控系统的硬件设计方案。其中嵌入式网络视频服务器采用具有双核处理器结构的 OMAP5910 作为主控芯片, 视频信号的采集采用 CMOS 摄像头 OV9650, WLAN 传输功能由无线网卡模块 TNET1100B 来实现。方案不仅可以面向家庭安全监控, 对其他领域的安全视频监控同样具有参考和借鉴意义。

关键词: 视频监控; 双核处理器 OMAP5910; 嵌入式系统; 无线局域网(WLAN)

Hardware Design of Monitoring System Based on WLAN for Domestic Security

RUAN Yue-guang, ZHAO Wei-sheng

(Dept. of Electronic Information Engineering, Zhejiang Institute of Mechanical & Electrical Engineering, Hangzhou 310053)

【Abstract】 This paper presents a hardware design of a kind of video monitoring system based on Wireless Local-Area Network(WLAN) for domestic security. A dual-core processor OMAP5910 is selected as a control chip in embedded video network server, with video signal captured by CMOS image sensor OV9650 and message transmitted by wireless network module TNET1100B. This scheme can also be referenced by security video monitoring systems in other fields.

【Key words】 video monitoring; dual-core processor OMAP5910; embedded system; Wireless Local-Area Network(WLAN)

目前视频监控系统已广泛应用于生产管理、安全保护等场合, 成为生产、生活各领域安全防范的重要手段, 在保护安全、预防犯罪方面起到了不可低估的作用。然而, 随着生活条件的改善和提高, 对适合家庭个体使用的安全监控系统的需求也变得十分强烈。这样的监控画面既可提供给专业的安全保障单位, 也可由业主本人通过网络随时调阅。只要有网络, 不论身在何处, 业主和相关单位都能及时、准确掌握家庭的安全状况。考虑到家用视频监控系统在已装修家庭安装的便利性, 本文讨论了一种基于 WLAN 的家用安全视频监控系统的硬件设计。

1 系统组成原理

视频监控系统的发展共经历 3 个阶段: 本地模拟信号监控系统, 基于 PC 插卡的数字监控系统, 基于嵌入式网络视频服务器的监控系统^[1]。处于前 2 个阶段的视频监控系统较多, 但存在一些缺点: 有线联网, 布线工程量大; 会耗费大量的存储介质(如录像带), 查询繁琐; 设备安放的空间要求大; 性能的稳定性受通用计算机系统中软、硬件的影响。这些缺点都不适用于家用安全视频监控系统的的设计。因此本设计方案采用一种属于基于嵌入式网络视频服务器的监控系统的方案。

系统构成方案主要包括以下几个部分: 视频信号的采集, 视频数据的压缩编码和视频数据的 WLAN 传输等。系统结构图如图 1 所示。摄像头输出的视频信号通过内置的嵌入式视频编码器转换成压缩后的视频数据流, 再通过 WLAN 传输出。登录网络的远程用户可以通过浏览器直接观看内嵌 Web 服务器上的视频图像, 通过安全验证的授权用户还可以控制

摄像头的动作或对系统配置进行操作。系统后端可以采用已有的设备和连接方式, 本文主要讨论系统前端-视频信号采集、嵌入式 WLAN 视频服务器的硬件设计方案。

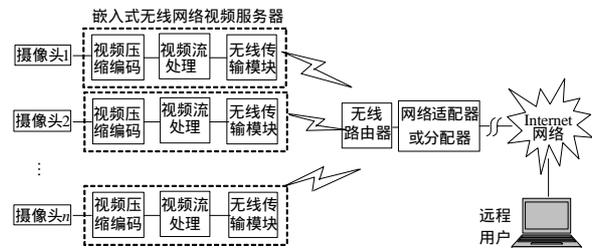


图 1 基于 WLAN 的家用安全视频监控系统的结构

2 系统硬件设计

整个系统前端的硬件设计原理框图如图 2 所示。

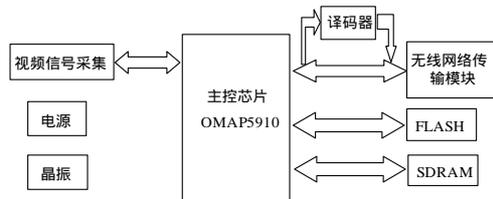


图 2 嵌入式 WLAN 视频服务器的硬件原理图

2.1 嵌入式网络视频服务器的主控芯片 OMAP5910

Open Multimedia Applications Platform(OMAP)是美国德

作者简介: 阮越广(1972 -), 男, 讲师、硕士, 主研方向: 应用电子技术; 赵伟胜, 讲师、硕士

收稿日期: 2007-12-03 **E-mail:** yguan@163.com

州仪器公司(TI)专门为支持第三代无线终端应用而设计的应用处理器体系结构,OMAP5910 是其中一个较新的产品。它采用独特的双核处理器结构,把高性能低功耗的DSP核与控制性能强的ARM微处理器结合起来,内部包括一个TI925T (ARM9TDMI)内核和一个TMS320C55x(C55x)内核。其中,ARM内核是一个RISC通用处理器,负责支持应用操作系统并完成以控制为核心的应用处理;而DSP内核负责完成音频、视频、图像等多媒体信号的处理,具有专门用于视频、图像处理的硬件加速器,处理能力强、功耗低。两者的结合,成功地实现性能与功耗的最佳组合^[2]。

OMAP5910 硬件功能模块包括MPU子系统、DSP子系统、存储器管理单元(TC)、直接存储器访问单元(DMA)、两级中断管理器及丰富的外围接口等,这些片内集成的外围接口包括:LCD 控制器,存储器接口,摄像头接口,I²C主机接口,串行接口,红外接口,键盘接口等。OMAP5910 可以应用在移动通信(如 802.11、蓝牙、GSM、CDMA等WLAN)、视频和图像处理(如MPEG、JPG等格式)、音频处理、图形和视频加速、通用网络通道(generalized Web access)等^[3]。

正是基于 OMAP5910 独特的 MCU + DSP 双核结构及丰富的外围接口如摄像头接口等,再加上它在视频和图像处理、移动通信、网络通道等方面强大的应用能力,因此选用该芯片作为本方案中嵌入式 WLAN 视频服务器的主控芯片。

2.2 视频信号的采集

摄像头分为 CCD 和 CMOS 两类。CCD 摄像头图像质量更高,但制造工艺复杂、成本高、功耗大,不利于系统集成,适于对图像质量有特殊要求的应用场合。而 CMOS 摄像头成本低,功耗低,适于系统集成,考虑到本方案的实际应用(家用、以静止图像为主),因此笔者选用 CMOS 摄像头。

OV9650 是OmniVision公司生产的一系列CMOS 摄像头中的一种,在接口上能够保持与OMAP5910 的一致性。输出图像最大为 130 万像素,输出图像格式包括SXGA, VGA, QVGA, CIF, QCIF等,并提供加窗功能以输出不同尺寸的图像。对于不同的输出图像格式,输出最高帧率可不同,最高可达 120 f/s。输出的 8 位数据格式包括YUV/YCbCr (4:2:2)、GRB(4:2:2)、原始RGB数据 3种^[4]。

OV9650 带标准的Serial Camera Control Bus(SCCB)接口,通过该接口可实现各种图像增强和控制功能,如自动曝光、自动增益、自动白平衡控制等,以及控制图像色彩、饱和度、伽马校正、锐化、镜头校准、噪声和白像素删除等。这些功能的实现都是由主控芯片通过SCCB接口对相关寄存器的设置来完成的。SCCB总线是OmniVision公司定义的一种串行总线,包括SIO_C 和SIO_D 2条信号线,分别表示时钟信号和串行数据,该总线可以与OMAP5910 自带的I²C总线接口相连^[5]。

在图3中,OV9650 的视频数据输出线共 8 根,其中D₀、D₁仅在供输出 10 位原始RGB数据时使用。摄像头同时通过接口向OMAP5910 提供行同步信号、场同步信号及时钟 信号。OMAP5910 的摄像头接口中包含一个 128×32 位的FIFO缓存器,该缓存器存储从摄像头传来的数据,并通过DMA方式或CPU方式将数据传递给MPU外围设备桥。OMAP5910 也可以通过I²C总线对OV9650 内部的相关寄存器进行设置,使得摄像头既能正常工作,输出满足一定格式、大小和帧率等要求的视频图像,同时又保证输出图像具有较高质量,如:选择合适的自动增益控制(AGC)参数,充分利用摄像头提供的自

动控制和校正功能如饱和度、色度和噪点控制等。

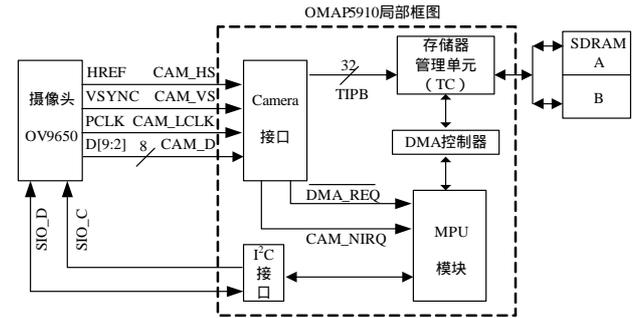


图3 摄像头与 OMAP5910 的接口原理图

2.3 无线传输网络 802.11b 的实现

WLAN功能的实现由无线网卡模块TNET1100B来完成。TNET1100B是TI公司推出的遵循WLAN标准IEEE802.11b的无线信号收发芯片,其功能框图如图4所示^[6]。

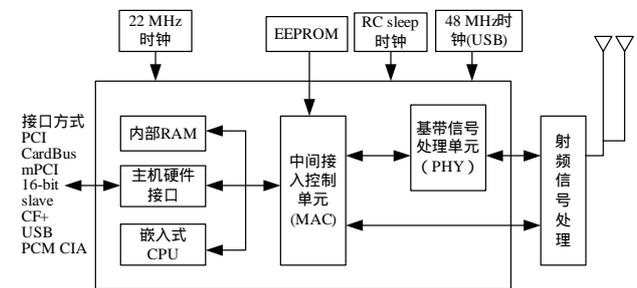


图4 TNET1100B 功能框图

该模块主要由射频信号处理单元、基带信号处理单元、中间接入控制单元以及嵌入式 CPU、内部 RAM、主机硬件接口、时钟管理模块等多个部分组成。

射频信号处理单元实现无线信号的接收和发送。集成有 8 位 22 MHz 的模数转换器用于接收输入和 10 位 44 MHz 的数模转换器用于发射输出。模拟和数字的接收带自动增益控制输出,模拟发送端具有功率控制功能。射频单元接口还提供可编程选择的发射参考时钟;可处理增益高达 15 dB 等。

基带信号处理单元实现基带信号的调制解调,支持 IEEE 标准的 802.11b 协议。基带单元的数据速率可以和射频单元的时钟一致,也可以设置成较低的 1 Mb/s 或 2 Mb/s。

中间接入控制单元完成对射频单元和基带单元的逻辑控制,以及完成与处理器、内部 RAM 和外设接口的控制。它的性能如下:处理器为 44 MHz 主频的 ARM 7TDMI 嵌入式 CPU;内部 RAM 为 64 KB,可以动态分配发送和接收的数据块;可以探测并响应由硬件产生的应答信号 ACK、请求发送信号 RTS、清除发送信号 CTS 等;具有对接收数据进行硬件解析的功能;具有使用 64、128 或 256 位密钥进行硬件加密/解密功能。

时钟管理模块包括仅用于 USB 接口的 48 MHz 时钟、睡眠时钟、以及用于射频单元的 22 MHz 时钟。

主机硬件接口支持多种接口协议,能提供 16 位的增强型通用从模式工作方式,与 OMAP 系列处理器实现无缝链接。

TNET1100B 与 OMAP5910 的连接是通过 OMAP5910 的 EMIFS(慢速外部存储器接口)接口实现的,数据的传送可以通过 DMA 和总线控制的方式,具体连接如图 5 所示。TNET1100B 是作为 OMAP5910 的外部 16 位从异步设备。由于 OMAP5910 的内部数据总线宽度为 32 位,而 TNET1100B

的数据总线宽度只有 16 位,因此每 32 位数据只能分成 2 个 16 位数据进行传输。在传输时使用 BE0 和 BE1 信号通过选择译码区分当前传输的是高 16 位还是低 16 位,同时参与译码的还有第 20 位地址线 ADD20 和片选信号 CS1。另外,当 TNET1100B 有数据上传时,使用 CINT 引脚发送中断信号,OMAP5910 根据当前自身工作情况进行响应。OMAP5910 也可以使用通用 I/O 口来控制 TNET1100B 的复位信号,当连续多次未收到 TNET1100B 的响应信号时,OMAP5910 可以通过软件复位 TNET1100B。

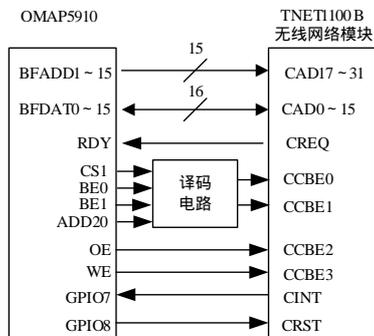


图 5 TNET1100B 和 OMAP5910 的连接

使用 OMAP5910 的 EMIFS 接口连接 WLAN 模块 TNET1100B,可以实现 802.11b 协议的无线数据收发。TNET1100B 模块内的射频信号处理、基带信号处理以及中间接入控制,可以使整个无线传输网络模块的结构简单、实现方便。OMAP5910 中的 ARM 处理器可以完成 802.11 的升级协议;而其中的 DSP 处理器可以较方便地实现数据加密、信号压缩等较复杂的数字信号处理算法。

3 视频数据的 DMA 传输与处理

OMAP5910 的存储器结构包括:以 ARM9TDMI 为核心的 MPU 子系统中集成了 192 KB 的 SRAM,DSP 子系统中包含 96 KB 的 SARAM、64 KB 的 DARAM、32 KB 的程序存储器 PDRAM 和六通道的 DMA 控制器,整个系统又包含一个九通道的系统级 DMA 控制器。

本设计讨论的视频监控系统是一种实时图像处理系统,所需处理的实时图像数据很大,同时在处理过程中也会产生大量的中间数据。为了保证系统处理的实时性,必须灵活应用 DMA 传输方式,使得 OMAP5910 的 DMA 控制器可以在没有 CPU 参与的情况下直接完成各存储空间之间的数据搬运,极大地提高数据的传输速率与内部存储空间的利用效率。

同时由于 OMAP5910 的片内资源有限,因此视频采集的图像数据及编码重建的图像数据都必须存放在外部的 SDRAM 中。为了解决内外存储器在访问速度上存在的巨大差异,在视频采集和视频编码 2 个部分都采用了双缓冲机制。

4 视频压缩标准

由于本方案是一种基于 WLAN 的传输方案,加上不同家庭所采用的网络连接方式各不相同,存在着视频传输信道速率高低不等、易受干扰的情况。因此所采用的压缩算法应该在图像编码效率、质量、网络适应性和抗误码性方面有较大优势,同时考虑到 H.264 标准的逐渐普及以及本传输方案今后在传输内容、质量及交互性等方面的可扩展性,故在设计本方案的视频压缩算法时采用了 H.264 的视频压缩标准。

与其他编码压缩标准相比,它引入了许多全新的编码技术:帧内预测,可变大小的图像分块,多预测参考帧,1/4

和 1/8 像素精度的运动估计,残差图像的整数变换编码等,因此提高了编码效率,并在低码流下可达到优质的图像质量。

5 内嵌 Web 服务器

由摄像头采集来的视频信号经压缩后形成的视频数据流,通过内部总线传送到内置的 Web 服务器,登录网络的用户可以直接用浏览器观看 Web 服务器上的视频图像,了解监控对象的最新情况,授权用户还可以修改系统配置或控制摄像头的动作。在本方案中,选择嵌入式操作系统 μ Linux 下,支持通用网关接口(CGI)的、非常适合于嵌入式系统的 BOA Web Server^[7]。BOA 是一个单任务的 Web 服务器,源代码开放、性能可靠、稳定性好。目前, μ Linux 的代码中已经包含 BOA 的源代码。软件主要分为两部分:首先是运行于 Web Server 上的 CGI 程序,其次是 μ Linux 下的应用程序。

6 系统软件平台

本系统中 OMAP 的软件平台包括 2 个操作系统:一个是基于 ARM 的操作系统,即 μ Linux 嵌入式操作系统;另一个是基于 DSP 的 DSP/BIOS。连接这 2 个系统的核心技术是 TI 公司推出的 DSP/BIOS Bridge。DSP/BIOS Bridge 为 ARM 应用和 DSP 应用提供无缝连接,它允许使用者在 ARM 核上使用标准的应用程序接口(API)访问 DSP 环境并控制 DSP 的运行。对开发者来说,利用 TI 公司的 Code Composer Studio(CCS)集成开发环境,OMAP 仅用通用处理器(GPP)就完成了所有的开发功能,不再需要独立地为 2 个处理器分别编程。DSP 的应用仅相当于一个任务,通过调用 DSP/BIOS Bridge 的 API 函数即可完成 DSP 的功能开发。

7 结束语

本文设计了一种基于 WLAN 的家用安全视频监控系统,把 DSP 核的高性能低功耗与 ARM 微处理器的强控制性能相结合,较好地解决了 DSP 不能有效支持各种网络协议及 ARM 微处理器在处理图像压缩算法时运算能力较弱的矛盾。同时,在网络连接上采用 WLAN 的方式,可以使整个视频监控系统安装方便,调整自如。远在外地的用户只要利用一台上网的计算机通过浏览器就可以观看 Web 服务器上的视频图像,及时了解家庭内被监控部位的最新情况。本文仅讨论了系统的主要硬件部分设计,该方案对生产、生活等其他领域的安全监控和安全预防同样具有参考和借鉴的意义。

参考文献

- [1] 鹿宝生,陈启美.基于嵌入式网络视频服务器的远程监控系统[J].武汉理工大学学报,2006,28(5):9-11.
- [2] 杜显丰,苏宛新.双内核嵌入式处理器 OMP5910 及其在第三代无线终端领域的多媒体应用[J].国外电子元器件,2004,(12):52-55.
- [3] TI 公司.OMAP5910 Dual-core Processor Data Manual[EB/OL].(2004-08-09).http://www.ti.com.
- [4] OmniVision 公司.OV9650 Color CMOS SXGA(1.3MegaPixel) OmniPixel™ CAMERACHIPTM. Version1.91[EB/OL].(2005-01-02).http://www.ovt.com.
- [5] OmniVision 公司.OmniVision Serial Camera Control Bus(SCCB). Version2.1[EB/OL].(2003-02-12).http://www.ovt.com.
- [6] TI 公司.Connecting an 802.11b WLAN Card to the OMAP 5910[EB/OL].(2003-11-28).http://www.ti.com.
- [7] 王国伟,宋铁成.基于嵌入式 Web Server 的视频监控服务器[J].计算机工程,2005,31(22):202-204.