

基于 ARM 和 DSP 的无线视频监控系统^①

王磊, 黎福海, 梁来朋

(湖南大学 电气与信息工程学院, 长沙 410082)

摘要: 针对视频监控设备的应用需求, 设计了一种基于 ARM 和 DSP 双核结构的无线视频监控系统。该系统采用 CMOS 摄像头完成现场图像的采集, 在 DM642 内经 JPEG2000 压缩后, 由 S3C2410 通过 DSP 的 HPI 口读取, 并通过 3G 网络把视频数据传输到后台服务器。详细论述了系统的软、硬件的结构及其设计思想。

关键词: 无线视频监控系统; ARM; DSP; HPI; 3G

Wireless Video Monitoring System Based on ARM and DSP

WANG Lei, LI Fu-Hai, LIANG Lai-Peng

(College of Electrical and Information Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract: This paper designed a wireless video monitoring system based on ARM and DSP dual-core structure according to the application requirements of video monitoring equipment. The system adopted CMOS camera to acquire image, which was compressed in DM642 with JPEG2000, read by S3C2410 through the HPI port of DSP, and then transmitted to the server through 3G network. The hardware and software structure and design thought were both illustrated in detail.

Key words: wireless video monitoring system; ARM; DSP; HPI; 3G

1 引言

从模拟监控系统、数字化监控系统到网络监控系统, 视频监控系统近几年取得了很大的发展^[1]。随着嵌入式技术、无线传输技术和视频编解码技术的迅速发展, 出现了基于嵌入式系统的无线网络视频监控系统^[2,3]。与传统的监控系统相比, 这种新兴的无线网络视频监控系统具有成本低、体积小、布线方便、实时性好等优点。本文给出的基于 ARM 和 DSP 的无线视频监控系统, 不仅具有嵌入式监控系统的优点, 而且利于设备对现场进行实时综合监控。

2 系统的设计方案

本设计采用专门用于视频图像处理的 DSP 与在通讯和实时控制方面具有独特优势的 ARM 处理器的双核结构, 通过对这两个处理器的硬件通信接口的设计和软件通信的设计, 将 DSP 与 32 位嵌入式微处理器 ARM 紧密的结合起来。在双核结构中, ARM 作为主

处理器, 采用经过裁剪的 Linux 嵌入式实时操作系统, 实现整个系统的控制和网络功能; DSP 则作为从处理器, 通过检测移植的算法, 实现视频数据的采集和处理, 并把处理后的数据发送给 ARM 处理器。ARM 处理器通过 3G 无线模块把视频数据发送给视频监控中心或各种移动终端, 如手机、PDA 等。

3 系统的硬件设计

系统硬件结构框图如图 1 所示。主处理器采用 Samsung 公司的 ARM9 芯片 S3C2410, 从处理器采用 TI 公司的 TMS320DM642 DSP 芯片。从处理器 DM642 通过主机接口 HPI 与 S3C2410 进行通信, 实现数据传输和信息交换。在系统运行的过程中, DM642 通过中断的方式定时向 S3C2410 提出数据传输的申请, 经响应后将数据传输给 S3C2410, S3C2410 接收到数据后, 做出相应处理, 通过中兴通讯公司的 3G 上网卡 MU350 把数据传输到服务器。

① 基金项目:国家自然科学基金(60775047)

收稿时间:2011-01-27;收到修改稿时间:2011-02-27

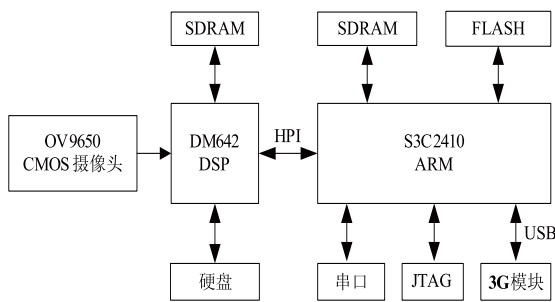


图 1 系统硬件框图

2.1 主处理器单元的设计

主处理器单元主要负责系统的数据传输和控制管理等任务。S3C2410 是一款基于 ARM920T 内核的 16/32 位 RSIC 结构的嵌入式微处理器，主频 203MHz，具有 MMU，支持 Linux、WinCE 等操作系统，可通过 GPIO 连接多种外设。在本系统的设计中，S3C2410 通过 JTAG 接口与上位机实现系统的移植和功能调试，通过串口与外设、上位机实现数据的交换，利用 USB 接口连接 3G 上网卡 MU350 实现数据的传输。系统存储扩展了 64M 的 SDRAM、64M 的 NAND FLASH，另外系统还扩展了 2M 的 NOR FLASH，用于存放系统引导加载程序。

2.2 从处理器单元的设计

根据从处理器实现的功能，该单元也可以叫做视频采集压缩模块。该模块采用基于 OV9650 CMOS 感光芯片的摄像头，采用红外触发技术和人形识别技术相结合的方式，当感应到有动静时，红外探头触发，给 DM642 一个高电平，DM642 根据红外探头的高电平开启摄像头进行人形识别^[4]，若侦测到不是人形，则关闭摄像头，保持原有状态，反之，则自动拍摄视频并将视频传送给 DM642 进行压缩和处理。

从处理器单元采用的 DM642 是 TI 公司生产的一款 C64x 系列的数字信号处理器，其最高的时钟频率可以达到 600MHz，最大处理能力可以达到 4800MIPS，具有极强的单核处理能力以及高度的灵活性和可编程性。此外，该芯片还具有两级高速缓存 L1 Cache 和 L2 Cache；64 位的 EDMA 控制器；3 个视频专用接口与 2 个音频串口复用；支持 PCI、HPI、I2C 总线等功能^[5]。DM642 外围存储部分扩展了 64M 的 SDRAM，并通过 EMIF 接口外接一个 250G 的硬盘以实现本地数据存储。

2.3 主从处理器单元的接口设计

在系统中，S3C2410 工作在主机模式下，DM642 工作在从机模式下。S3C2410 通过 HPI 接口访问 DM642 的整个存储空间，并利用 I/O 口对数据进行传输操作。S3C2410 给 DM642 发送控制信息时，通过 HPI 接口直接把控制数据写入 DM642 的某个存储区域内，DM642 经过查询控制信息，到指定的存储区域内获取数据并作出相应的处理。DM642 的 HPI 接口可以分为 HPI32 和 HPI16 两种，为提高数据传输速率和充分利用系统资源，系统采用 HPI32 模式。S3C2410 与 DM642 的具体连接如图 2 所示。

S3C2410 的 32 根数据线 DATA[31:0]和 DM642 的 HPI 的 32 条数据线 HD[31:0]连接用来传输数据；S3C2410 的地址线 ADDR4 与 HPI 的 HR/W 连接，用于控制 HPI 接口的读写操作；S3C2410 的另外两根地址线 ADDR3、ADDR2 则分别与 HPI 的 HCNTL1、HCNTL0 相连，以实现 HPI 接口不同寄存器的控制。S3C2410 的读/写信号 nRE 和 nWE 分别与 HPI 口的 HDS1 和 HDS2 相连，HDS1 和 HDS2 为数据选通信号，当它们为下降沿时，所有的控制线和地址线才能进行采样。S3C2410 的片选信号 nGCS1 与 HPI 接口的 HCS 相连接，将 DM642 作为外设映射到 S3C2410 的存储空间组 BANK1，只要对 BANK1 进行操作，就能产生 DM642 的片选信号。

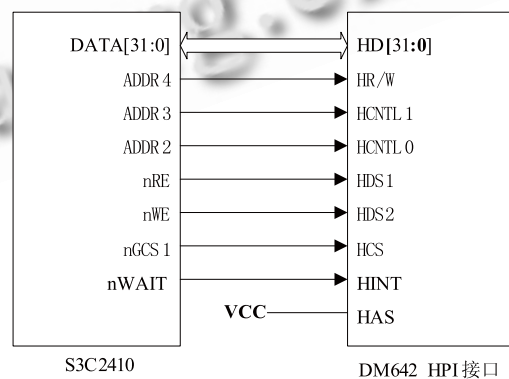


图 2 主从处理器单元硬件接口连接示意图

4 系统的软件设计

4.1 主处理器单元控制流程

S3C2410 作为系统的主处理器，系统上电后，对系统频率、相关 IO 口、引脚配置、看门狗电路、时钟以及相关中断进行初始化，然后开启数据传输进程与

DM642 单元建立通信连接，并周期地查询 DM642 是否有视频数据发送过来。在响应到 DM642 发送的中断请求后，接收 DM642 发送过来的数据，依据程序对数据进行分析处理，并做出相应的操作或将数据上传至网络。控制流程如图 3 所示。

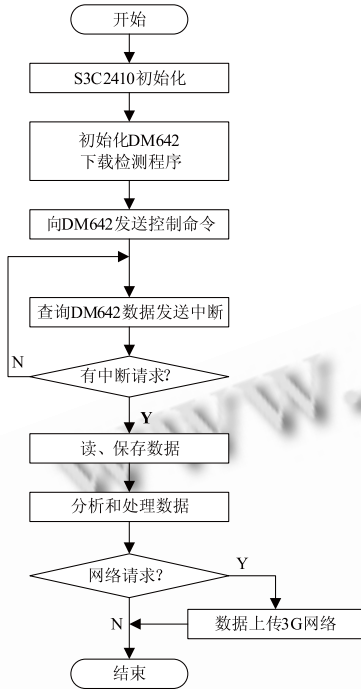


图 3 ARM 控制流程

4.2 视频采集和压缩模块

视频数据的采集选用基于 OV9650 CMOS 感光芯片的摄像头。程序启动后，加载关于视频设备的内核驱动 V4L，给视频采集设备提供编程接口；然后采用 insmod 命令加载摄像头驱动程序模块，设置图像传感器芯片 OV9650 的输出图像分辨率为 640×480，输出图像数据格式 YUV 4: 2: 2。程序在执行的每个周期会进行一次红外检测，当检测到有动静时，红外探头触发摄像头拍摄图片与系统存储的背景图片进行人形识别，当确认是人形后，摄像头会自动触发进行连续图像帧的图像采集，并将采集到的图像数据写入 DM642 片外 SDRAM 中进行暂存。视频采集和压缩的软件流程图如图 4 所示。

DM642 的核心任务是视频压缩编码，本系统中，采用 JPEG2000 作为视频压缩编码方式，在监控终端将视频图像当作单帧的静态图像压缩处理，在监控中心则利用解码器将压缩码流单帧地解压播放，实现动

态视频效果。在 JPEG2000 编码的过程中，DM642 内核对 SDRAM 中的图像数据进行频繁的操作，其编码算法的流程如图 5 所示。

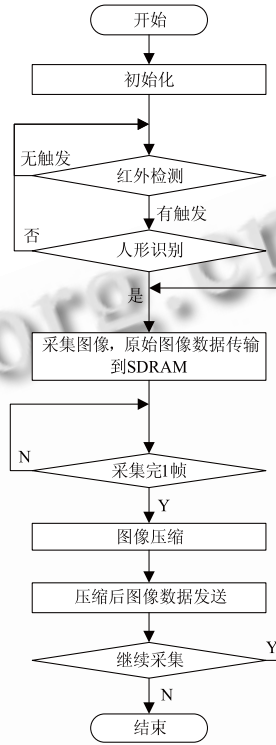


图 4 图像采集和压缩软件流程

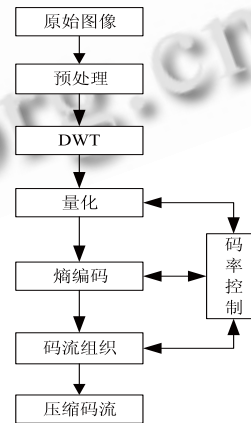


图 5 JPEG2000 编码流程

由图 5 可以看出，JPEG2000 编码首先对原始图像进行预处理，包括矩形片 (tile) 划分、直流电平 (DC) 的平移和分量变换三部分；然后采用 Le Gall (5, 3) 小波对各个矩形片进行离散小波变换 (DWT)，并对子带小波系数进行量化；熵编码则把量化后的系数组织成二进制位平面，从最高有效位平面开始，依次对每个位平面上的小波系数位进行自适应算术编码，输

出各个编码段比特流；最后，对得到的比特流进行分层和打包，并采用累进顺序进行码流组织^[6,7]。

4.3 3G 通信流程

系统采用 3G 网络来传输实时数据，在使用 3G 模块传输数据之前，需要在主程序中对模块进行初始化的一些设置，包括：设置服务器端口；设置接入网关；设置分配的 IP 地址；设置短信接收的手机号码；检测 SIM 卡；设置 3G 网络注册提示；检测网络并连接网络。系统连接网络后，采用 TCP/IP 传输协议来实现数据的接收与发送。3G 模块初始化流程如图 6 所示。

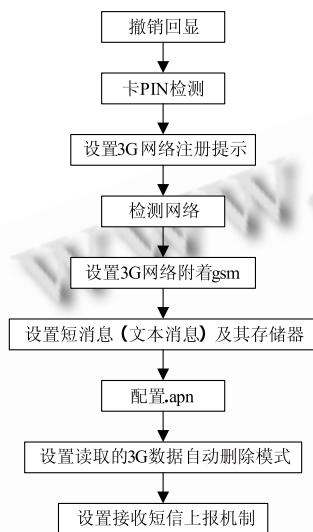


图 6 3G 模块初始化流程

3G 模块采用短连接机制。在 3G 网络正常连接的情况下，若处理器没有数据发送给 3G 模块达到 60 秒，则自动断开 3G 网络，断开网络达到 30 秒或在断开网络的过程中又接收到处理器发送过来的数据，则重新进行 3G 网络的连接。服务器接收到 3G 模块发送的数据，会给 3G 模块一个接收到数据的命令，若超过 30 秒，3G 模块都没接收到服务器的命令，则处理器发起的通讯由 3G 方式转变为 SMS 方式，将数据发送到指定的手机上，并将数据发送给 DM642 外围的硬盘进行缓存，同时启动 3G 网络重连机制，每隔 30 秒钟就进行一次 3G 网络发送尝试，直到 3G 网络恢复连接，再将缓冲区的所有数据一次性发送给服务器。若连接 20 次，一直无法连接到 3G 网络，则处理器会给模块一个使能信号，使模块掉电，实现 3G 模块的自动复位。3G 网络掉线的情况下，模块每 10 分钟自动复位一次，直到连接到服务器为止。通过给 3G 模块掉电这一方式可解决 3G 模块软复位仍然连接不上网络的情况，

从而杜绝 3G 网络长时间掉线的问题。

3G 模块也可以通过 SMS 方式与初始化设置的手机号码进行通讯。在红外探头触发的同时，3G 模块会以短信的方式把告警信息发送到指定的手机号码；在 3G 网络掉线的情况下，3G 模块会把采集到的数据以图片的方式发送到指定的手机上；在任何情况下，指定的手机可以通过短信的方式下发命令给 3G 模块，远程启动摄像头，索取实时的图片。这种采用 3G 网络和 SMS 业务相结合的无线传输方式，极大的提高了图像的传输效率，实现了对现场进行实时监控。

5 结语

本系统已经在湖南省××市移动公司的基站安装调试运行，通过一段时间的使用，系统运行正常，采集速率为每秒 15 帧，分辨率达到 640×480，在 3G 网络正常的情况下，能够在监控中心看到流畅的视频，满足了用户的需求。本文创新点如下：

1 采用人体红外检测与人形识别算法相结合的技术，能有效的解决嵌入式安防系统中单独使用红外探头进行检测时红外误报的问题，大大的节省后台服务器的存储空间。

2 系统采用 3G 无线传输方式，特别适合于布线困难地带及远程无人值守区域，实现对无人值守区域进出人员的科学管理。同时，采用 3G 网络和 SMS 业务相结合的无线传输方式，一方面能大大提高了图像的传输速率，另一方面也能避免因 3G 网络不通时无法查看现场情况这一状况的出现。

参考文献

- 1 闻恩友,赵正德,杨立朝,张伟.3G 网络的移动视频监控系统的中国图象图形学报(第五届数字电视与无线多媒体通信国际论坛论文集),2008,13(10):1987-1990.
- 2 谢红华,陆以勤,吕锦.基于 3G 无线网络的高质量实时视频监控系统的的设计.计算机应用研究,2007,24(10):313-317.
- 3 黄伟,王晓莉,王典洪.ARM 和 GPRS 的图像采集系统设计.机械与电子,2009,(5):53-56.
- 4 毛志智,曹丽武,吴杰.基于视觉特性的人形定位算法的提出及实现.计算机与数字工程,2010,38(10):109-112.
- 5 刘源,朱善安,叶旭东.基于 DM642 的嵌入式视频监控系统的硬件设计.电子器件,2006,29(3):905-908.
- 6 李程.基于 JPEG2000 的嵌入式图像采集终端的设计与实现.长沙:湖南大学,2009.
- 7 李波,赵光.基于 DSP 的视频图像处理系统的研究.沈阳工程学报(自然科学版),2009,5(3):272-274.