

基于 DM642 DSP 技术视频图像采集与传输系统设计

王东霞, 程亚维

(济源职业技术学院 信息工程系, 河南 济源 454650)

摘要: 视频图像的采集与传输技术一直是信号处理领域研究的热点与难点问题, 文章主要以系统的硬件设计和软件设计来对系统进行详细论述, 在硬件设计中, 通过分析视频图像采集所需要的主要性能指标, 确定了系统采用 TMS320DM642 DSP 芯片, 并确定系统的总体设计方法, 同时完成了 DSP 最小系统设计, 电源设计以及图像传输模块设计等; 在软件设计中, 通过对 DSP 实际控制, 从而实现了系统的视频编码余打包等功能, 并完成了视频传输的驱动程序设计, 最后通过对 TMS320DM642 DSP 的实时控制, 实现视频图像传输与采集功能。

关键词: 视频图像; 图像采集; DSP 技术; 传输系统

Video Image Acquisition and Transmission System Based on DM642 DSP

Wang Dongxia, Cheng Yawei

(Department of Information Engineering, Jiyuan vocational and Technical College, Jiyuan 454650, China)

Abstract: the acquisition and transmission technology of video image is always a hot and difficult issue in the field of signal processing, in this thesis, the hardware design and software design of system are discussed in detail, in the hardware design, through the analysis of the main performance index of video image acquisition needs, the system uses TMS320DM642 DSP chip, and the method of determining the overall design of the system, also completed the DSP minimum system design, power design and image transmission module design; in software design, through the actual control of the DSP, thus realizing the video image acquisition and transmission.

Key words: video image; image acquisition; DSP technology; transmission system

0 引言

随着计算机软硬件技术以及图像处理, 视频压缩技术的深入发展, 图像采集与传输系统由于视觉直观和信息丰富被广泛应用于各个领域, 视频图像的采集主要是将图像信息光电转换成可以用 PC 机传输的数字信号的过程^[1]。一般来说, 视频摄像机是通过摄像头采集到的视频信号传输到与摄像机连接的计算机中^[2-3], 然后通过相应的视频转换软件进行编码压缩传输等相关操作, 这样势必造成的资源的浪费, 成本比较高, 而且整个系统的运行效率大大的降低了^[4]。

本文首先分析了视频图像的特征, 然后主要以系统的硬件设计和软件设计来对系统进行详细论述, 在硬件设计中, 由于 DM642 芯片技术具有完全的可编程性, 可以兼容各种各样的视频媒体标准, 并设计出将视频采集、视频编码处理和网络传输等功能集成于一体的网络摄像机通过分析视频图像采集所需要的主要性能指标, 确定了系统采用 TMS320DM642 DSP 芯片, 并确定系统的总体设计方法, 同时完成了 DSP 最小系统设计, 电源设计以及图像传输模块设计等; 在软件设计中, 通过对 DSP 实际控制, 从而实现了系统的视频编码余打包等功能, 并完成了视频传输的驱动程序设计。

1 系统原理

图像通过镜头 (LENS) 生成的光学图像投射到图像传感器表面上, 然后转为电信号, 经过 A/D (模数转换) 转换后变为数字图像信号, 再送到数字信号处理芯片 (DSP) 中加工处理, 再通过 USB 接口传输到电脑中处理, 通过显示器就可以看到图像了。在进行这种图片的传输时, 必须将图片进行压缩, 一般压缩方式有如 H. 261、JPEG、MPEG 等^[5], 否则传输所需的带宽会变得很大。而摄像头进行视频传输也是这个原理, 如果将摄像头的分辨率调到 640×480 , 捕捉到的图片每张大小约为 50 kB 左右, 每秒 30 帧, 那么摄像头传输视频所需的速度为 $50 \times 30 \text{ 帧/s} = 1\,500 \text{ kbps} = 1.5 \text{ Mbps}$ 。而在实际生活中, 一般用于网络视频聊天时的分辨率为 320×240 甚至更低^[6], 传输的帧数为每秒 24 帧。换言之, 此时视频传输速率将不到 300 kbps, 就可以进行较为流畅的视频传输聊天^[7]。如果采用更高的压缩视频方式, 如 MPEG-1 等等, 可以将传输速率降低到 200 kbps 不到。摄像头工作的原理图如图 1 所示: 图像传感器 (SENSOR) 是一种半导体芯片, 其表面包含有几十万到几百万的光电二极管。光电二极管受到光照射时, 就会产生电荷。数字信号处理芯片 DSP (DIGITAL SIGNAL PROCESSING) 功能^[8-9]: 主要是通过一系列复杂的数学算法运算, 对数字图像信号参数进行优化处理, 并把处理后的信号通过 USB 等接口传到 PC 等设备。

收稿日期: 2013-12-25; 修回日期: 2014-02-24。

基金项目: 河南省重点科技攻关项目 (132102210229)

作者简介: 王东霞 (1970-), 女, 河南济源人, 硕士, 副教授, 主要从事计算机应用, 知识工程方向的研究。

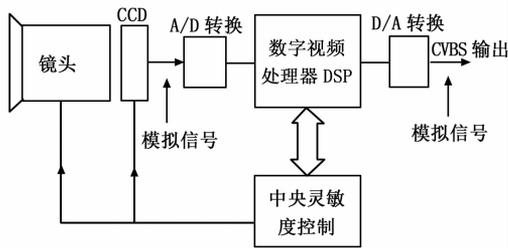


图 1 视频图像采集与传输原理图

2 系统硬件设计

2.1 系统总体设计

视频图像采集与传输系统在监控系统中是作为一种可以为客户端提供服务的服务器端设备, 其可以接受多个客户端的访问, 网络摄像机系统框架主要包括 4 个不同的模块, 系统结构如图 2 所示, 主要包括了视频图像的采集模块, 视频信号处理模块, 视频图像传输模块和控制模块。视频图像采集模块主要是图像样本的采集, 视频信号处理主要包括对图像进行数字化, 通常包括了采样, 滤波以及格式转换等步骤, 最关键的是对图像起到了压缩的效果。

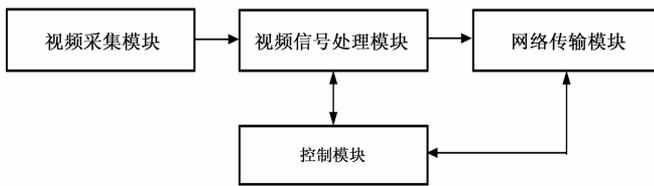


图 2 系统结构框图

2.2 TMS320DM642 DSP 最小系统设计

由于 DM642 芯片技术具有完全的可编程性, 可以兼容各种各样的视频媒体标准, 同时由于本系统要求图像传输的处理速度要达到 20 帧/s 以上, 而且要求系统在 100 ms 内必须完成一帧图像的处理, 所以本文选择了 TI 公司的一款 TMS320DM642 DSP 芯片技术, 该芯片主要是针对多媒体领域而研制开发的。DM642 芯片结构图如图 3 所示。其包括了 548 脚 BGA 封装, 有 500 M/600 M/720 M 三种时钟速率, 本文在设计中, 考虑到系统实时性需求, 本系统选用 600 m 时钟速度, 设 1.8 ns 作为指令周期, 电压设置为 1.5 V, 同时每个周期可以并行执行 32 条指令同时进行, 所有的这些都说明了采用 DM642 DSP 芯片是非常适合与视频图像的采集与通信的, 本文图像的采集模块输出图像的大小设置为 300 × 200 像素。

从图 3 中可以看出, DM642 采用的是二级缓存结构, 第一级主要包括了 L1P 和 L1D, 该级主要是作为高速缓存使用的, 第二级是一个数据、程序空间, 其主要是作为 Cache 缓存空间使用的。DM642 芯片有 3 个视频端口, 一个是多通道的音频串行端口, 还有两个是多通道的串口, 3.3 V 的 PCI 主/从接口以及通用的 I/O 输入输出端口。

基于 DM642 在处理能力和外设接口方面都比较适合网络摄像机的设计需求, 所以选用 TI 的 TMS320DM642 作为核心处理器。

DM642 DSP 的最小系统包括 SDRAM32M、FLASH8M

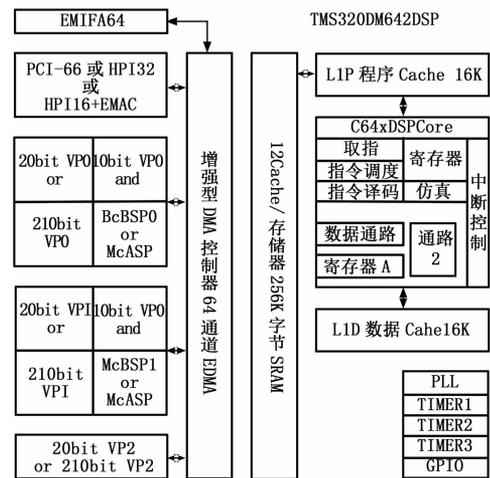


图 3 DM642 芯片结构

以及 DM642。其中 DM642 有一个内存扩展接口 EMIF, 数据宽度 64 位。有 4 个片使能。每个地址空间可支持扩展 256 Mbyte 的 SDRAM, 异步器件可扩展地址空间为 1 MB。根据应用需要, 扩展了 32 MB 的 SDRAM 和 8 MB 的 Flash。

板上在 CE0 地址空间扩展了 32 MB 的 SDRAM, 总线宽度 64 bit, 起始地址为 0x80000000。SDRAM 选用 2 块 4 M × 32 bit, 采用 133 MHz 工作频率。其中一块连接在 DM642 的数据线的 31-0 bit 管脚上, 另外一个 SDRAM 连接在 DM642 的数据的 63-32 bit 管脚上。VSYNC 垂直同步信号为表征一帧图像数据的到来, 且低电平有效, 可以直接与 DSP 的一个外部中断引脚相接 (LPC2400 的向量中断控制器 VIC 有 32 个中断源, 其中外部中断 EINT0~T3 占据 14~17 通道), 此处选择与 EINT0 的 p2.10 连接; HREF 水平参考同步信号用来表征一行有效图像数据的到来。

2.3 系统硬件电路设计

该系统电路设计主要包括时钟系统设计、视频输入解码模块设计、PCI 总线驱动控制模块设计以及电源设计。

TMS320DM642 有 3 个外设端口, 各种外设设备都可能需要不同的时钟要求, 因为系统时钟是由 CLKIN 和模式设置引脚决定的, 视频采集模块采用的是 TVP5150PBS 的高性能的视频解码器, 其可以将不同格式的视频信号转换成数字信号, 同时支持两个符合视频和 S 端子格式输入, 输出格式为 ITU-R BT. 656。PCI 总线驱动模块采用的型号是 SN74CBT16233, 并与其他外围设备以及桥接电路组成。芯片工作电压设置为 1.5 V, 输入输出电压设置为 3.2 V, 输入输出电压可以使得 DM642 与其他的芯片进行实时连接, 增加了系统电路的可兼容性能, 而且可以保证整个系统的供电。

2.4 数据传输系统设计

为了保证数字视频网络传输的实时性和图像的质量, 传输层协议的选择是整个设计和实现的关键。在 TMS320DM642 芯片内包含了一个网络功能模块, 其主要集成了以太网媒介介入层协议 (Ethernet MAC), 为 DM642 内核和以太网物理层收发器 (PHY) 之间提供了高效率接口。如图 4 所示的是 EMAC 模块框图, TMS320DM642 的网络功能模块主要包括了 EMAC 控制模块、MDIO 模块以及 EMAC 模块。

EMAC 控制模块中包含了 4K 的随机存储器, 其主要是用

来保存信息包缓存描述符的。EMAC 模块在网络与 DM642 内核之间提供了一种接口，该接口具备 16 条用来发送和接收信息包的传输队列，而且 EMAC 模块可以支持百兆的以太网传输模式。MDIO 模块的功能主要是依据 802.3 协议，通过双总线，对网络物理层进行控制和监控。

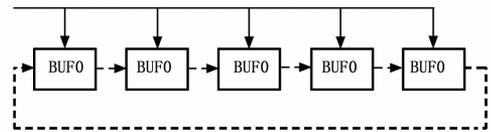


图 6 采集模块帧缓冲

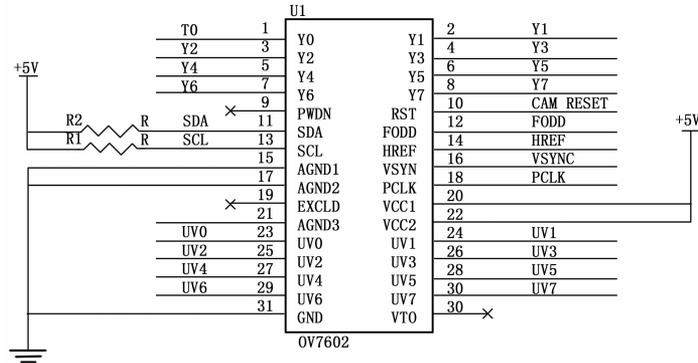


图 4 同步信号捕获原理图

3 系统软件设计

本文系统软件设计部分主要是对 DSP 的进行编程，通过对 TMS320DM642 DSP 的实时控制，实现视频多种功能等。其主程序流程如图 5 所示。

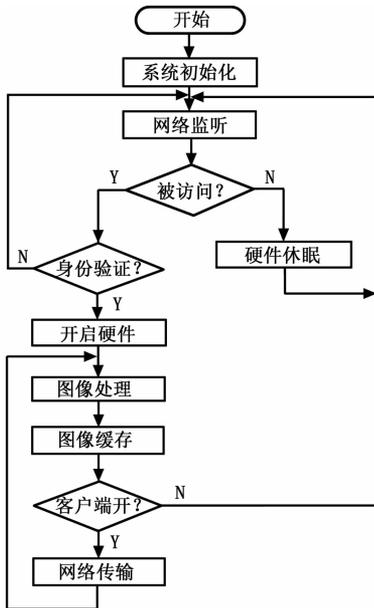


图 5 系统流程图

当系统开启硬件后，图像采集模块将摄像机采集到的 PAL 制式数据图像通过 A/D 数字化，将转变为标准的图像格式，通过 DM642 视频口将转换后图像 YUV420 传入到 SDRAM 缓存中，缓冲区设置多个，本系统设置 6 个缓冲区，这样可以确保转换后图像格式不会被新采集到的图像覆盖掉，而且可以循环有序的存放。采集模块帧缓冲原理图如图 6 所示。

本文在图像传输驱动程序设计中，我们采用了 NDK 网络

传输开发包附件，其利用较合理的设计方案，方案中，为了可以支持 TCP/IP 传输服务，我们设置 100 kB 的数据空间，设置 300 kB 程序空间，所有的这些包括应用层的 telnet 远程和 HTTP 传输协议等。NDK 为了减少资源消耗，设置了可以自动检查缓存存储器泄露，而且不对包进行复制，所提供的线程不必重新编写，都是由 NDK 直接提供这些线程。

以太网传输部分的设计重点在于对 EMAC 与 MDIO 的配置及使用，以及如何设置一个 PHY 设备。

4 仿真实例

本文设计的仿真平台是利用 MAX PLUS 的一个 EDA 工具，该工具不仅可以对 DSP 芯片进行编译综合，还可以进行波形仿真，方便系统的设计与调试工作，系统中的各个控制模块连接组成的数据采集与传输系统，都需要进行一定的波形仿真，这样才能够完整的确认能够有效的完成系统设计的功能，系统经过多次测试与仿真，最终使得仿真波形与系统设计的工作波形达到了一致，也就是最终确认系统能够达到了预定的功能。

5 结束语

本文主要设计了一种基于 DSP 技术的视频图像采集与传输系统，通过系统分析，最终采用了 DM632 DSP 芯片，然后通过对系统硬件和软件设计最终完成了整个视频图像采集传输系统的整体设计。

参考文献：

- [1] 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 [J]. 计算机应用研究, 2007, 24 (10): 313-317.
- [2] 张 静. 基于 DSP 和 FPGA 的数字图像采集与处理系统的实现 [D]. 西安: 西安电子科技大学, 2006.
- [3] 王德胜, 康令州. 基于 FPGA 的实时图像采集与预处理 [J]. 电视技术, 2011, 35 (3): 32-35.
- [4] 鹿宝生, 陈启美, 丁胜军. 基于 TMS320DM642 的嵌入式网络视频服务器的实现 [J]. 计算机工程与设计, 2006, 27 (13): 2362-2364.
- [5] 梁立伟, 蒋建国, 齐美彬. 一种基于 DSP 的嵌入式多媒体监控系统的设计与实现 [J]. 系统仿真学报, 2004, 12 (16): 2828-2830.
- [6] 徐向辉, 陶 然, 王 越. 视频图像采集系统的设计与实现 [J]. 系统工程与电子技术, 2001, 23 (10): 13-16.
- [7] 黄 洁. 基于 DSP 与 PCI 的视频采集卡设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18 (1): 226-229.
- [8] 史海波, 张定会. 基于 USB2.0 的图像采集系统的设计 [J]. 仪器仪表学报, 2004, 25 (4): 521-524.
- [9] 李 乐, 熊志辉, 王 斌, 等. DSP+ FPGA 折反射全景视频处理系统中双核高速数据通信 [J]. 电子与信息学报, 2010, 32 (3): 649-654.