

# 基于 TCP/IP 协议的网络图象监控系统

李昆华

(深圳大学信息工程学院 EDA 技术中心, 深圳, 518060)

**摘要** 本文介绍最新研制的一种基于 TCP/IP 协议的网络图象监控系统。该系统以 Motorola 的 DSP56F805 DSP 为核心, 用 DSP 来控制 CMOS 图象 Sensor 进行图象采集, 并且把数据存储于片外 RAM 中, 然后通过嵌入 TCP/IP 协议的 i2Chip 芯片, 数据流变成可以在 Internet 通信的 TCP/IP 的协议格式, 通过网卡芯片 RTL8201 与 Internet/Intranet 进行连接, 形成一个图象网络终端。用户可在户外, 使用 IE 或 Netscape 等现有的 Web 浏览器, 可对监控现场的图象进行观察。

**关键词** TCP/IP 网络终端 图象采集 Internet/Intranet

## 一. 引言

21 世纪是一个充满挑战性的时代, 科学技术日新月异, 特别是计算机网络已经成为人们广泛使用的工具。通过计算机网络, 人们可以进行网络控制、信息交换等。图象网络监控是网络控制的一种, 人们可以通过图象网络监控了解到某一区域发生什么样的事情, 进而对其进行访问或者控制。在互联网快速发展和逐渐普及的过程中, 传统的模拟闭路电视监控系统也逐渐显现出其不可避免的局限性, 如传输距离不可能很远、无法远程监视、布线工程量大等, 特别是和现在全社会的数字化趋势形成矛盾。而图象网络监控系统的优点恰好克服了模拟闭路电视的局限性, 如网络传输视频流、传输距离远、布线不重复、抗干扰能力强、查询方便等。

基于 Internet/Intranet 图象网络控制终端可以在任何地方, 只要有上网的计算机就可以实现访问和监控, 而且也可以随时在计算机上保存将采集到的图像。Internet/Intranet 图象网络控制终端不但可以应用在银行、饭店、交通管理以及智能大厦、办公室等场所领域, 而且, 图象网络控制终端可以进入家庭, 在人们不在家里的时候, 仍可以通过计算机连接网络查看到家里的情况, 而无需专门的中心控制室。

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 的简写, 中文译名为传输控制协议/互联网络协议)是 Internet 最基本的协议, 简单地说, 就是由底层的 IP 协议和 TCP 协议组成的。TCP/IP 协议广泛应用于现在互连网上, 具有通用性。图象网络控制终端是要使图像和控制信号在互连网进行传输, 因此在传输过程中必须以 TCP/IP 协议进行传输, 这样才具有实用性。

基于以上的考虑, 研制开发了 DSP 图象网络控制终端系统。本系统采用网卡芯片 RTL8201 作为通信接口, 用硬件芯片 i2Chip W3100 完成 TCP/IP 协议处理, 用专用芯片进行视频信号的采集和处理。试图以新的技术为基础, 用最简化的硬件结构, 实现图象网络监控终端。从而为今后开发相对完善的产品积累经验, 力求最高的性能价格比, 获得较好的社会效益。

## 二. 系统结构

本设计的“基于 TCP/IP 协议的网络图象监控系统”, 其框图如图 1, 图中各个模块的功能分别为:

- 1、SENSOR: 图象传感器, 负责数字图象的采集, 图象为 BMP 格式。
- 2、BUFFER: 缓冲存储空间。高速存储 SENSOR 采集到的图象数据, 便于系统 (DSP) 读取并进行处理; 同时系统对图象进行处理后 (如, MPEG 压缩), 处理结果将暂存于此缓冲区, 以备通信功能模块取出和传送。
- 3、DSP: Motorola 的 DSP56F805, 该系统的控制和数据处理核心。各个模块的控制信息都从

它这里发出。另外就是图象处理的软件实现，还有和客户端（REMOTE CLIENT）的相互“对话交流”——分析客户端数据并进行相应决策。

- 4、TCP/IP stack: 实现 TCP/IP 协议栈。对发送数据（如 BUFFER 中的图象数据）进行打包和对接收数据进行解包、检验等。另外，面向连接的可靠传送控制由协议栈的 TCP 层实现；帧的分片与重组则在协议栈的 IP 层实现。
- 5、PHY Chip: 以太网帧处理。实现物理帧的发送接收。发送时负责生成以太网帧包括加上帧前导同步码，物理地址和校验等；接收时该功能块实现判别是否接收物理帧（识别帧中物理目的地址）并交给 IP 层处理和检查帧错误等。
- 6、RJ45: 物理接口。现成局域网为双绞线以太网，双绞线与网络接口板（PHY Chip）之间采用 RJ45 标准接口。

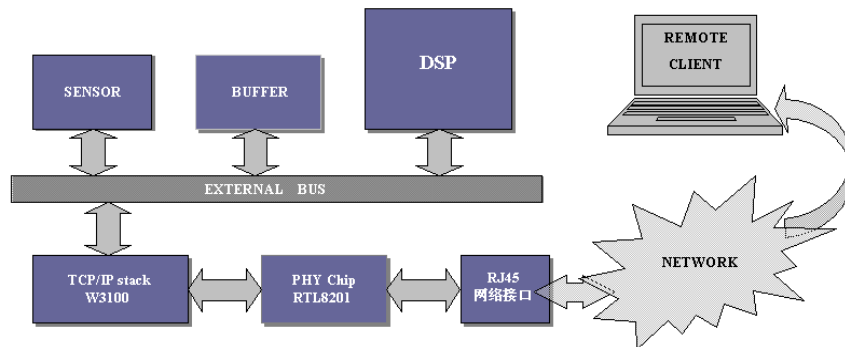


图 1 系统结构框图

<http://www.BDTIC.com/Tech>

### 三. 设计原理

采用 Motorola 应用亚微米 ImageMOS 技术的 CMOS 图像传感器。帧频可以在每秒 0 至 30 帧内自由调节，无需改变系统时钟。传感器上的每一个像素都为可寻址，用户可通过一个 I2C 接口控制“取景窗口”（WOI）、副采样、分辨率、曝光、增益和其它图像处理。数据通道上的可编程数字信号处理基础元件提供不良像素置换、静噪以及图像增强功能。传感器通过提供单一时钟脉冲进行运作。传感器输出根据所选输出模式为 8 或 10 数字位。

向传感器的“SYNC”发送一个高脉冲后，经过一段时间传感器根据 WOI 的设置串行输出图象数据，“SOF”为帧同步信号，“VCLK”为行同步信号。HCLK 象素同步信号，对应每个 HCLK 时钟 ADC[9:0]输出每个象素数据。如下图 2 所示

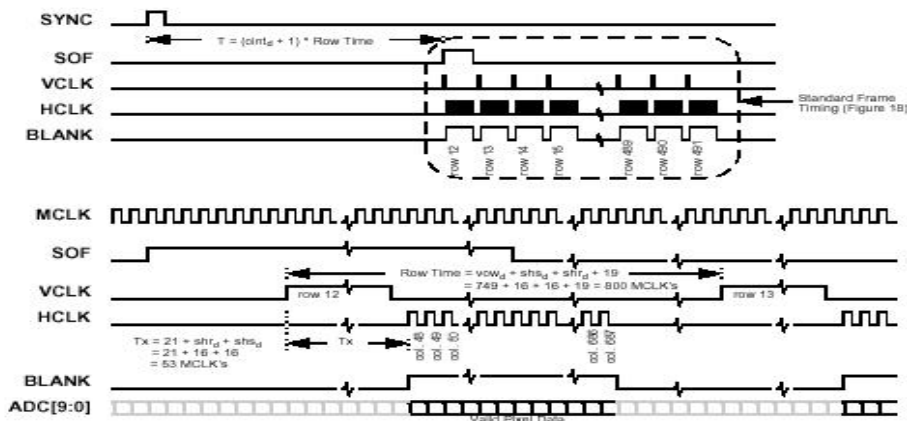


图 2 CMOS 图像传感器输出时序图

采集数据是端口是用 DSP 外部数据线 D0~D15 跟图像传感器数据线 D0~D9 连接， DSP 外部数据线是 16 位，而输出数据为 10 位，这样要将采集回来的数据去掉高 6 位，再进行查表压缩为 8 位数据并存储与外部 RAM。采集的图像大小是 292×220。外接数据存储是 256K，用 DSP 的 I/O 端口对它进行分页，每页大小是 32K。采集灰度图象，以 BMP 格式存储于 RAM 中。

通过 TCP/IP 协议模块逐层添加控制信息、逐层封装传输给底层，底层模块把数据转换成适合在以太网中传输的数据帧，最终通过以太网发送到目的机器。由于图象采集、处理部分最终图象以二进制数据形式存在，在通信部分的设计中，皆假设图象数据已经存在，把它当成一般缓冲区里的数据而不理会数据本身具有的图象属性，对于 TCP/IP 协议实现的通信来说，该假设是成立的，因为通信本身就是要求能够把数据成功送达信宿端，并保证数据的正确性。

对 TCP/IP 协议栈的实现是本次设计的核心，一般都是采用软件的形式实现该协议栈，对于需要提供大量连接的应用如服务终端等，由于处理器可以选取很高速度得处理器，软件编程是一个非常可行得方法，但软件编程需要对整个 TCP/IP 协议的机制和细节十分熟悉。由于本次设计时间比较短，实现存在一定困难。又由于本次设计的“以太网图象 终端”只需提供有限的少数的连接，所以硬件实现是值得考虑的一个方案。现时可以提供 TCP/IP 协议栈的硬件实现。芯片 W3100 能够实现包括 TCP、UDP、IP Ver.4、DHCP、ARP 和 ICMP 等协议，同时，网络接口层包括 MAC (Media Access Control, 介质访问控制) 子层和 LLC (Logical Link Control, 逻辑链路控制) 子层，也在该芯片中实现。它能同时提供四路网络连接，对实现小型嵌入式终端已经能满足要求了。

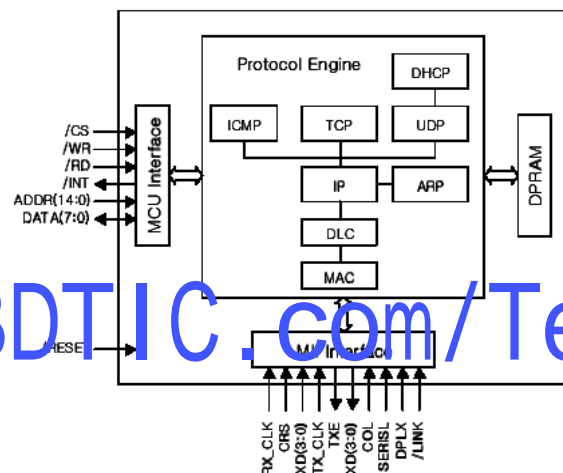


图 3 W3100 的功能框图

用符合 IEEE802.3 协议的

10Base-T 通用接口芯片 RTL8201 通过 MII 标准接口与 W3100 交换数据。RTL8201 从 W3100 处接收以太帧，然后进行曼彻斯特编码，发送以太网帧时，先在帧前端加上帧起始标志。当监听到网络中有以太网帧存在时，RTL8201 接收模块首先用锁相环电路实现与物理信号同步，然后对物理信号采样接收并送给曼彻斯特解码功能块，最后得到 W3100 能识别的归“0”码（已把帧前导码分离）通过 MII 接口送入网络接口层模块。

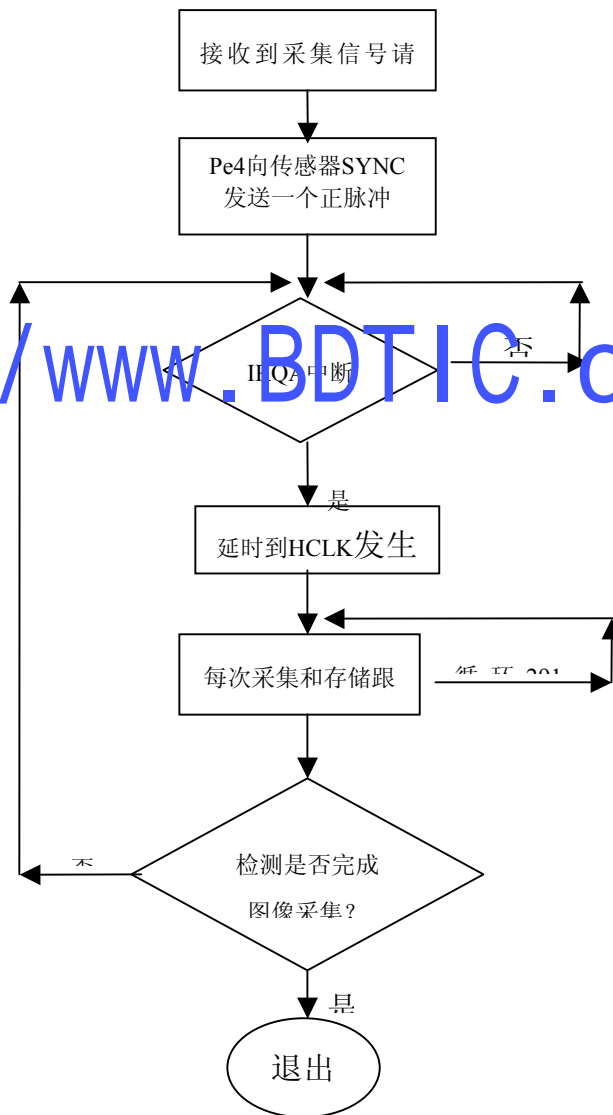
发送数据时，数据由 DSP 外部数据接口写入 W3100 的发送缓冲区，通过控制各个协议层的相关控制寄存器，数据在 TCP 层中添加上各个控制标志等，封装成为 TCP 段，实现面向连接的可靠传输；TCP 段接着交给 IP 层进行打包，IP 层的一个重要功能是实现 TCP 段的分片，以达到 IP 数据报能够最大效率利用以太网帧的数据区的目的。完整的 IP 数据报继续传给网络接口层，LLC 子层使用物理层提供的不可靠的比特链路，实现可靠的分组传输服务，MAC 子层为数据分组添加目的节点的物理地址，MAC 实现不可靠的分组传输。经过网络接口层后，最终封装成帧格式，然后再经过 MII 接口送入 RTL8201，在 RTL8201 里进行曼彻斯特编码并添加前导信号等。当 RTL8201 监听到物理链路空闲时，立即通过 RJ45 接口把数据帧发送到以太网上。接收数据时则进行相反的操作，收发器接收以太网上的物理信号把前导码分离出来并进行曼彻斯特解码，把结果传送给网

络接口层，网络接口层 MAC 子层检查帧的物理目的地址是否与自己的相同以决定是否交给 LLC 子层，LLC 用差错检测位判断分组是否正确。正确的分组被送入 IP 层，在 IP 层中检测错误、拆封并进行分片重组后送给 TCP 层，TCP 层实现面向连接的可靠传输，所以 TCP 层将进行严格的差错控制，再从 TCP 段中取出数据，然后通过外部数据接口传送回 DSP。具体工作流程将在下一节进行描述。

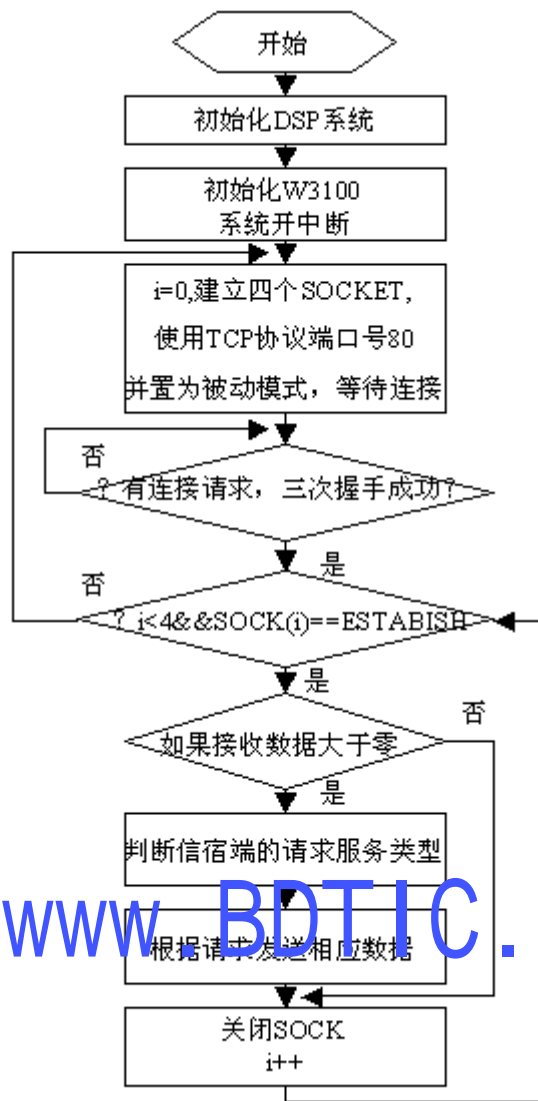
物理帧经过各个协议层进行解包，最终把数据传回 MCU；但在各层解包时如果 IP 地址或数据出错等，数据包将被丢弃，并要求重传。

而如果处理的报文是 ICMP、UDP 或 ARP 等时，其大致流程是一样的，不同报文的区别会在相应的包头指示出来，供协议识别。

#### 四. 设计流程图



<http://www.BDTIC.com/Tech>



### 五. 结束语

远端 PC 可以通过分配给“嵌入式网络系统”的 IP 地址访问该系统，如 ping 命令、IE 浏览等。系统工作时电路的主要参数包括：

- ◎ 电源：Vcc 接 5V 电源，整个系统各芯片工作电压为 3.3V，5V 的电源通过电压转换芯片提供 3.3V 电压。整个嵌入式系统共用一个电源。
- ◎ 接地：系统地与电源地共地。
- ◎ DSP 工作频率：DSP 工作频率可以通过设置时钟模块的相应参数指定工作在某一频率，最高可工作在 80Mhz 的频率。PLL 控制寄存器如图 4.02 所示，工作频率的计算为：



$$Fos = (8Mhz * (PLLDB[6:0] + 1) ) / PLLCOD[1:0]$$

图 4 PLL 模块控制寄存器

◎ RTL8201 工作频率：通过外部 25.00Mhz 的晶振提供，网络工作在 100Mhz 状态，也可以接 2.5Mhz 晶振，网络速度为 10Mhz。

◎ W3100 工作时钟：没有专用时钟，当 DSP 访 W3100 时，W3100 相当于一个可读写的 RAM，时钟由 DSP 的外部数据地址线决定；当 W3100 处理网络数据发送接收等时，时钟由 RTL8201 相关信号提供。

◎ “嵌入式网络系统”的网络参数：

IP 地址：168.168.168.5

子网掩码：255.255.255.0

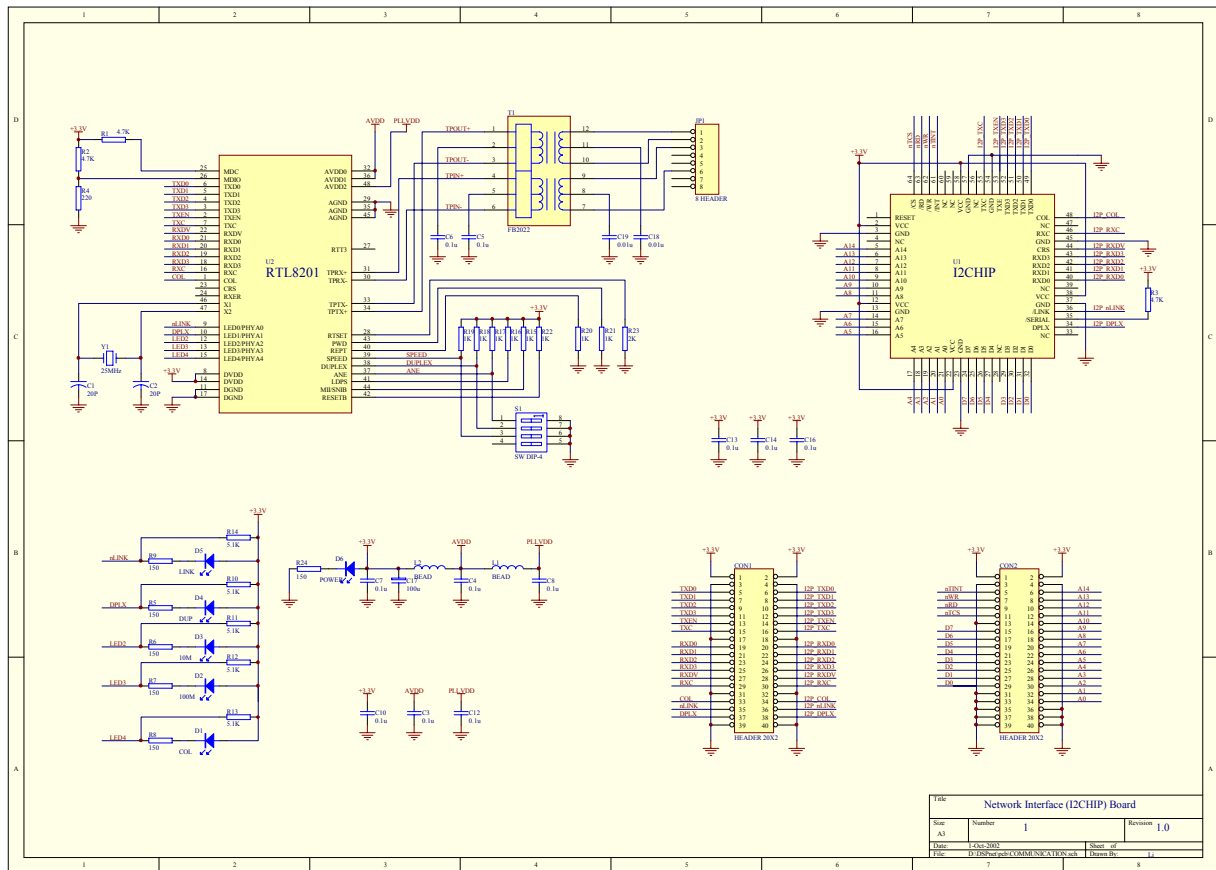
网关 IP：168.168.168.33

本系统图像网络监控终端是网络控制的一种，人们可以通过图像网络监控了解到某一区域发生什么样的事情，进而对其进行访问或者控制。在互连网广泛应用的今天，人们只要有一部电脑，并且与国际互连网互连，就可以对它进行访问。所以在当前开发出来的图像网络终端具有很好的市场前景。

#### 参考文献

1. 《TCP/IP 网络原理与技术》 周明天、汪文勇 清华大学出版社
2. 《TCP/IP 实用技术指南》 [美] M.F.Arnet 等 清华大学出版社
3. 《Semiconductor technical DATA for DSP56F805》 Motorola Semiconductor Ltd. 2000
4. 《DSP 原理及应用》 黄凤英 东南大学出版社

<http://www.BDTIC.com/Tech>



<http://www.BDTIC.com/Tech>

