

# 嵌入式监控系统中断点续传的设计与实现

刘 明<sup>1</sup>, 方娇莉<sup>1</sup>, 尹业华<sup>2</sup>, 张龙灯<sup>2</sup>

(1. 昆明理工大学 计算中心, 云南 昆明 650500;

2. 昆明金安利信息技术有限公司, 云南 昆明 650033)

**摘 要:**智能监控设备(嵌入式系统)在远程控制领域已广泛应用,同时嵌入式 TCP/IP 协议已成为嵌入式网络中广泛应用的通信协议。为了提高嵌入式监控设备图像或视频传输的可靠性和稳定性,设计并实现了一种基于嵌入式 TCP/IP 协议的嵌入式监控设备的图像或视频断点续传的功能。文中详细论述了嵌入式设备断点续传的实现方法和关键技术,并给出了程序实现的流程图。实际应用表明,这种设计能够有效地满足嵌入式系统中图像或视频稳定、可靠的传输的需求。

**关键词:**断点续传;嵌入式系统;嵌入式 TCP/IP

**中图分类号:**TP39

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2012)02-0192-03

## Design and Implementation of Function of Broken-Point Continuingly-Transferring in Embedded System

LIU Ming<sup>1</sup>, FANG Jiao-li<sup>1</sup>, YIN Ye-hua<sup>2</sup>, ZHANG Long-deng<sup>2</sup>

(1. Computer Center, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China;

2. Kunming Jin'anli Information and Technology Corporation, Kunming 650033, China)

**Abstract:** Intelligent monitoring equipment (embedded systems) has been widely applied in remote monitoring, and embedded TCP/IP protocol has become widely used in embedded network communication. In order to improve images or video transmission reliability and stability in intelligent monitoring equipment, designed and implemented the function of broken-point continuingly-transferring in intelligent monitoring equipment for the image or video transmission based on embedded TCP/IP. It introduces in detail the methods and key technologies of the implementation in embedded system. The practical application shows that this design can effectively meet the image or video stable and reliable demand for transmission in embedded system.

**Key words:** broken-point continuingly-transferring; embedded system; embedded TCP/IP

## 0 引 言

目前电子监控设备应用越来越广泛,在电子门锁、动环系统等智能监控设备(嵌入式系统)中往往需要实时抓拍图片并上传,在网络拥塞的环境下,图像数据上传会带来较大的超时而往往会导致图像上传失败,这时整个图像需要重新上传,带来较大的网络流量和时间的浪费,乃至无法上传。所以需要设计一种支持断点续传的产品来实现抓拍图片的上传,它能够节省时间、提高速度,进而节省网络流量、高效快速地上传图像或视频。断点续传已成为网络文件传输的主要方式,嵌入式设备已逐步开始使用断点续传技术。

## 1 硬件环境

所设计的嵌入式监控系统的硬件基本结构如图1所示。其中,转码芯片采用中星微的JPG编码芯片,该芯片能够缓存当前抓拍图片的JPG格式数据并以UART方式与MCU交互数据。一般采用的这种监控摄像头像素在30万像素,所抓拍的图像数据在10k左右。在用户开门时对开门人的图像进行抓拍并上传至远程主机。MCU连接以太网芯片,将数据以ETH包传出。MCU可使用STM8微控制器,设计并实现了基于STM8的嵌入式TCP/IP协议,这种嵌入式TCP/IP协议是标准TCP/IP协议的精简<sup>[1-4]</sup>,这样嵌入式设备可以和远程主机进行TCP/IP协议通信,将抓拍的图像传输到远程主机上。在实际应用中,通信状况比较好的情况下直接使用TCP协议可以正常地向远程主机上传图像数据;而在通信状况差、网络比较拥塞的情况下,直接使用TCP/IP协议传输图像将带来较大的延时,以至于经常无法上传图像。因此,必须改进图像

收稿日期:2011-06-30;修回日期:2011-10-15

基金项目:国家科技型中小企业技术创新基金(06C26215301784);  
昆明市科技计划项目(08S040206);云南省教育科研计划项目  
(09Y0075)

作者简介:刘 明(1973-),男,工程师,研究方向为计算机控制、嵌入式开发。

上传方式,使设备能快速、可靠地上传数据。

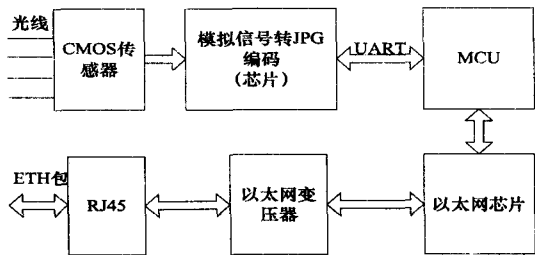


图1 硬件基本结构

2 通信协议设计

2.1 断点续传分析

断点续传,一般意义上说,就是指在网络文件下载或上传时,出现超时或故障,可以从已经上传或下载的数据部分开始继续上传下载后面部分的数据,而不必重新开始上传下载。断点续传是网络文件传输的重要方式<sup>[5]</sup>,目前多数下载软件都支持断点续传。用断点续传可以节省时间、提高速度,进而节省网络流量,保证文件稳定、可靠地在网络中传输。在文中设计的嵌入式监控系统中没有实现文件系统,没有文件的概念,仅是原始的图像数据,但其基本原理是一致的。

基于可靠性的考虑,断点续传的通信协议是建立在TCP协议的基础上。在嵌入式系统中,由于内存小的局限,往往在实现TCP协议时,所传输的数据包相对PC机传输的数据包小,一般在512个字节。考虑到嵌入式设备的性能的局限,基本思路是尽量减少嵌入式设备中程序的复杂度,所采用的实现断点续传的基本方法就是:发送方将待传输的数据以字节为基本单位进行分块并编号,发送方和接收方建立应答机制,在传输过程中从指定的块号开始传输直到所请求的块数传输完毕为止。由此可见,实现断点续传的关键就是建立一种断点续传的应答机制,并在此基础上建立一系列方法。

2.2 数据分块

在数据分块(见图2)上,为了便于嵌入式程序处理,系统中将块的大小设为512字节,刚好为一个TCP数据报,这里起始指定块号可以是0,也可以是任意一个有效范围内的块号。也就是说,发送方的图像数据被分为 $n$ 块,那么起始块号的取值范围为: $0 \sim n-1$ 。请求的块数的取值范围为: $0 \sim n - \text{起始块数}$ 。协议中规定,请求块数默认值为0,表示从起始块号开始到 $n-1$ 块传输完毕为止。

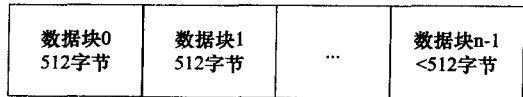


图2 数据分块

2.3 建立应答机制

在应答机制上,为了便于客户端程序和设备接口,在客户端只需实现GET方法。GET方法包括2个主要参数:起始块号和请求块数。在建立一个TCP连接后,在TCP协议第三次握手的同时发出GET请求及参数。当设备接收到请求后,首先是从转码芯片中获取并传送当前抓拍的图像的信息,紧接着立即从转码芯片获取并发送图像数据而不必等到接收方应答。这样做的目的是为了减少应答次数、节省往返时间,同时也就不需要设计一个协议方法专门获取图像的描述信息。所发送的图像描述信息包括:图像的字节数、块数和抓拍时间。协议的整个工作过程如图3所示。

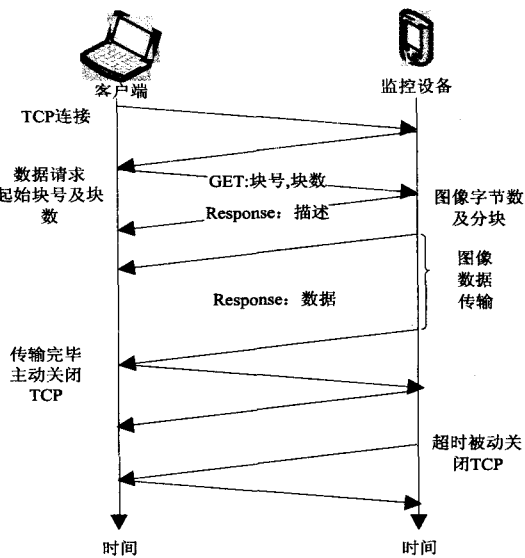


图3 通信协议应答及过程描述

接收方首先要接收并缓存图像数据,同时还要维护一个数据块计数器。数据传输因各种原因中断后,则发起新的TCP连接,GET的起始块号则为块计数器的位置,而不必从头再传输数据。对发送方来说,相对简单,必须具备的功能就是,能够识别接收方的请求报文,并按接收方请求的数据块号和块数传输数据。接收方需要缓存数据并维护数据块计数器。

2.4 报文格式

这种断点续传协议的报文格式主要有三种:请求(GET)报文、响应报文和数据报文(图像数据)。为了便于嵌入式设备处理,报文仍然采用面向字节的而不是像多数应用层协议采用面向文本的方式。报文格式如图4所示。需要指出的是响应报文中的时间即图像抓拍时间,采用BCD码表示年、月、日、时、分和秒。为了减少开销在基于这种TCP协议的数据报文中,不再增加其它附加信息,512字节全部用于传输图像数据。

2.5 多线程支持

图像接收方往往使用PC机,为提高网络利用率,一般都支持多线程通信。这种断点续传协议也支持多

线程的通信,协议中请求报文之所以要指定块数,就是为了支持接收方可以进行多线程协同的请求图像数据。否则,每次请求没有必要指定块数,而默认从起始块到结束即可。在嵌入式设备中,由于性能的局限,维护过多的 TCP 连接将带来较大的开销。产品开发中,设计为最大支持 10 个 TCP 连接。也就是说,每个定时中断,可以处理 10 个 TCP 请求,这样,能够满足一般多线程通信的需求。但由于内存小,缓存数据包有限,多线程通信对性能提升在嵌入式系统中是很有限的。

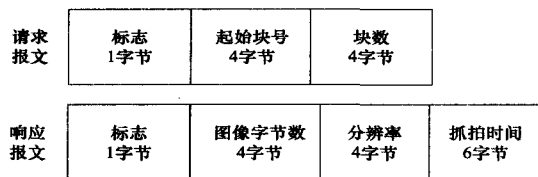


图 4 两种数据报文

## 2.6 多协议支持

基于图像传输的可靠性考虑使用了 TCP 协议,以确保图像数据的可靠传输。但在一些情况下,不需要图像数据的可靠传输,侧重于实时性方面的考虑,而对于 JPG 图像来说,很多时候即使丢掉一些包对图像的显示也无太大的影响<sup>[3]</sup>。这种情况下,该协议的底层传输协议可以使用 UDP 协议,或改进的可靠的 RUDP 协议。这样,能够较好地提高图像传输的实时性。在一些嵌入式 TCP/IP 协议中,由于内存太小而没有实现标准 TCP 协议的滑动窗口协议<sup>[3,6]</sup>,这种情况下也应该考虑 UDP 协议或 RUDP 协议<sup>[7~9]</sup>,否则传输效率会比较低。

## 3 程序实现

嵌入式设备中的发送程序流程如图 5 所示,每次接收到图像数据请求后,即对图像数据进行一些简单的有效性验证。正常情况下,图像的总块数=请求块数  $S$  + 起始块号  $K$ ,如果总块数不等于  $K+S$ ,说明请求错误。在有效性验证方面还包括了时效验证等。如果校验错误则退出发送程序,同时向请求方发送出错报文。验证通过后,则进入数据块的循环发送,直到发送完毕所请求的数据块为止。在一般情况下,图像数据的最后一块往往小于 512 字节,这也可以作为图像数据是否发送到最后一块的一种判断。

在实现上,由于嵌入式设备内存很小,图片数据只能存储在转码芯片中,每次根据请求的块号和块数计算并从转码芯片中读取数据到内存中,再将数据生成 TCP 包发送。这种缺陷就在于从转码芯片读取数据的 I/O 操作会带来较大的延时。一般块的请求是连续的,内存允许的情况下,可在发送完请求块后,立即读取下一块的预读取技术来解决。

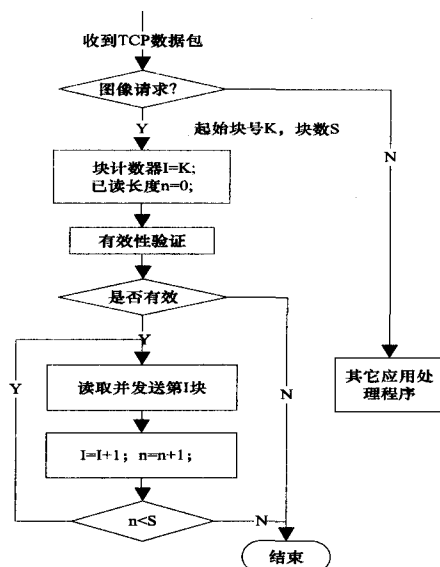


图 5 监控设备程序流程

接收端的程序可以在 PC 机上实现,也可以在嵌入式设备中实现,其要点在于循环调用这种协议中的 GET 方法,直到正确地获得图像数据,如图 6 所示。

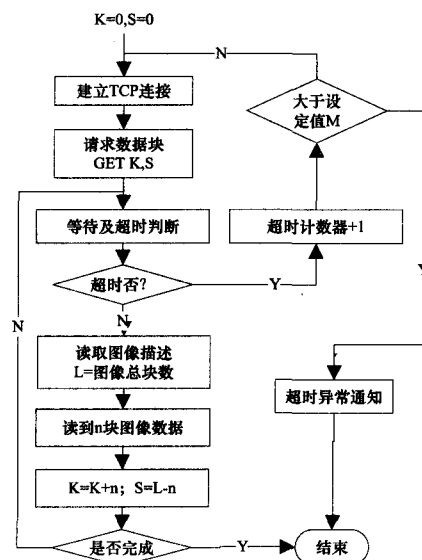


图 6 接收端程序流程

在循环的过程中,如果出现超时,必须对超时的次数进行计数,以避免因为网络物理断开等网络连接故障而使系统进入死循环。由协议的设计可知,每次 GET 方法执行后,发送方总是首先发出图像描述信息,这对超时后重新连接也很有用。尤其图像信息的字节数,续传的图像信息和之前图像字节数是否一致,可以用来检验两次传输的图像是否同一图像数据。超时次数最大设定值  $M$  的设置,对有效发挥断点续传的功能来说十分重要。在网络比较通畅的情况下,  $M$  的取值应该小一些,这样系统能够快速判断出网络连接故障;而在网络比较拥塞的情况下,  $M$  的值应该大一些,

(下转第 197 页)

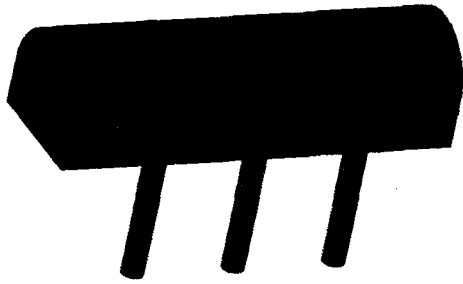


图2 主体硐室三维模型

### 3 结束语

利用高级编程语言设计程序来实现硐室的二维和三维模型,根据不同的参数,自动生成与之对应的模型,既节省了资源,也缩短了设计周期,大大提高了设计效率,有利于计算机辅助设计的进一步发展。当然,由于硐室的种类多,且所处的地质条件千差万别,因此,在约束参数的提取中还有待于进一步改进。

#### 参考文献:

- [1] 孟祥旭,徐延宇.参数化设计研究[J].计算机辅助设计与图形学学报,2002(11):1086-1090.
- [2] 编委会.最新立井、斜井建井工程与井下硐室及车场设计施工新技术新工艺指导手册[M].北京:煤矿工业出版社,2007.

(上接第194页)

这样可以尽量避免因超时过于频繁而导致图像数据不能完整地上传。 $M$ 值的设定可以采用动态设定的方式来实现。

PC机的接收端采用多线程通信模式需要线程之间的协同,从不同的线程获得不同的块,再组合成完整的图像数据,实现起来相对要复杂些<sup>[10,11]</sup>。

### 4 结束语

文中提出的这种断点续传机制在实际产品的应用中,在网络拥塞的情况下,也能够保证抓拍图片有效、稳定、可靠地传输。在新产品的应用中,这种断点续传机制结合RUDP协议,能够有效地连续远程抓拍图片而形成视频效果<sup>[12]</sup>。

#### 参考文献:

- [1] 赵国铎,邱作雨,张毅.基于单片机的嵌入式TCP/IP协议栈的设计与实现[J].计算机技术与发展,2009,19(3):137-140.
- [2] Dunkels A. Full tcp/ip for 8-bit architectures[C]//MobiSys'03:Proceedings of the 1st International Conference on Mobile Systems, Applications and Services. New York, NY, USA;

- [3] Scoble M, Daneshbmend L. Mine of the Year 2020: Technology and Human Resources[J]. The Australian Coal Review Paril, 1998, 91(1023):17-26.
- [4] Barton N, Lien R, Lunde J. Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support[J]. Rock Mechanics, 1974, 5(6):189-236.
- [5] 姚美琴. CAD中的参数化设计[J]. 山西科技, 2005(1):32-33.
- [6] 刘晓明, 仲元红, 欧静兰. 基于DSP的火灾图像识别系统设计及应用[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(6):95-97.
- [7] 张建德, 邵定宏, 陆金贵. 基于SolidWorks的齿轮参数化设计及实现[J]. 微计算机信息, 2007, 23(13):250-251.
- [8] Li Chun, Su Jin, Ni Jianhua, et al. A New Design Model of 3D Twisted Blade of Centrifugal Pump[C]//Proceedings of the Fourth International Conference on Pumps and Fans. Beijing, China: [s. n.], 2002:116-120.
- [9] 丁永祥, 夏巨谌, 王英, 等. 任意多边形的Delaunay三角剖分[J]. 计算机学报, 1994(4):270-275.
- [10] 陈锦昌, 赵明秀, 张国栋, 等. VB计算机绘图教程[M]. 广州:华南理工大学出版社, 2003.
- [11] 孟祥旭. 参数化设计模型的研究和实现[D]. 南京:中国科学院计算技术研究所, 1998.
- [12] 陈建宏. 可视化集成采矿CAD系统研究[D]. 长沙:中南大学, 2002.
- [13] 孙向东. 三维模型空间几何变换的计算[J]. 电脑开发与应用, 2002, 15(8):31-32.

ACM Press, 2003:85-98.

- [3] 王力生, 梅岩, 曹南洋. 轻量级嵌入式TCP/IP协议栈的设计[J]. 计算机工程, 2007, 33(2):246-248.
- [4] 胡友水, 李汉强. 基于ARM的嵌入式TCP/IP协议的实现[J]. 电子技术应用, 2003, 19(12):25-27.
- [5] 陈增强, 郭嘉琳, 刘忠信, 等. 具有断点续传功能的文件传输系统的设计与关键技术[J]. 计算机工程, 2002, 28(12):14-16.
- [6] 谢希仁. 计算机网络[M]. 北京:电子工业出版社, 2008.
- [7] Cupris G. Implementation of a UDP/IP (User Datagram Protocol/Internet Protocol) Stack on HCS12 Microcontrollers[S]. [s. l.]: Motorola, 2002.
- [8] Krivoruchka B T. Reliable UDP protocol[S]. [s. l.]: Cisco Systems, 1999.
- [9] 方娇莉, 刘明. 嵌入式系统中UDP协议可靠数据传输的实现[J]. 云南电大学报, 2011, 13(2):94-96.
- [10] 李培峰, 朱巧明. Linux下支持续传的多线程下载工具的设计与实现[J]. 计算机工程与应用, 2004(1):119-122.
- [11] 毛光喜. 多线程下载工具的开发与应用[J]. 计算机应用与软件, 2006, 23(7):136-138.
- [12] Tanenbaum A S. Computer Networks[M]. 影印版. 北京:清华大学出版社, 2008.