

# 基于 Web 的嵌入式远程监控系统

曹 原, 方建安\*

(东华大学 信息科学与技术学院, 上海 201620)

**摘要:**为解决传统监控模式受时间和地点限制的问题,提出了基于 Web 与嵌入式系统的远程监控模型及其解决方案。以步进电机为远程监控对象,利用 UART 总线技术与 Web 技术进行远程通信,通过片上系统(SoC)微处理器控制硬件接口,采用嵌入式系统主控片上系统的运行,将 Web 技术与嵌入式技术相结合,研制完成了完整的远程监控系统。实验结果表明,该系统可对无人值守的现场设备实现随时随地的远程监控。

**关键词:**远程监控;嵌入式系统;片上系统;Web 技术

**中图分类号:**TP278;TP368.1

**文献标志码:**A

**文章编号:**1001-4551(2011)07-0859-04

## Web-based embedded remote monitoring system

CAO Yuan, FANG Jian-an

(School of Information Science and Technology, Donghua University, Shanghai 201620, China)

**Abstract:** Traditional monitoring mode is restricted by time and region. In order to solve this problem, the model and solution of Web-based embedded remote monitoring system was proposed. The step motor was used as the monitor object, the way of UART bussing technique and Web technology were chosen to do the remote communication and the system on chip(SoC) MCU which is under the control of embedded system was used to control the hardware interface. Combined Web technology and embedded technology together, an integral remote control and monitoring system was developed. The experimental results show that, this system can remotely monitor the unattended field apparatus at all times and places.

**Key words:** remote monitoring; embedded system; system on chip(SoC); Web technology

## 0 引 言

远程监控是指本地计算机通过一定的网络系统对远端的计算机或设备进行监测与控制,远程监控系统是当前工业自动化应用领域研究的热点之一。随着网络信息技术和嵌入式技术的飞速发展,基于 Internet 的 Web 技术日益发展和成熟,Web 技术越来越多地应用在嵌入式系统的控制领域<sup>[1]</sup>;而嵌入式设备具有体积小、实时性好、可靠性高、功能完善等特点<sup>[2]</sup>。因此,Internet 与嵌入式系统结合是远程监控系统研究的必然趋势。目前国内外对远程监控技术的研究主要集中在远程实验的研究、机器人远程控制的研究以及远

程监控应用于工业领域的研究<sup>[3]</sup>。其中,在工业领域的研究,是远程监控技术最为活跃、最为接近人们的生产与生活的研究课题,本研究设计的系统就是对远程监控应用于工业领域的研究。

嵌入式互联网技术(EI)的发展解决了不同网络与 Internet 之间连通的问题,使得通过嵌入式互联网对网络中嵌入式设备的在线远程访问、控制与管理成为可能<sup>[4]</sup>。在此基础上,本研究提出了基于 Web 与嵌入式系统的远程监控模型及其解决方案,该方案是信息网络与控制网络结合的产物,它借助网络完成监视与控制任务,将监控范围扩展到更广的空间,进一步推进了控制技术向网络化、分散化和开放化发展,突破了

收稿日期:2011-02-24

作者简介:曹 原(1987-),男,山东泰安人,主要从事嵌入式系统开发与应用方面的研究. E-mail: caoyuan607@163.com

通信联系人:方建安,男,教授,博士生导师. E-mail: jafang@dhu.edu.cn

传统控制系统只能服务于应用现场的局限。

# 1 基于 Web 的嵌入式远程监控系统整体设计

## 1.1 远程监控系统功能要求

该远程监控系统由三大主体组成,即:PC 机、嵌入式控制器、片上系统控制器。该系统通过 Internet 通信与 UART 通信两种通信方式将三大主体连接起来,构成一个以 Internet 为传输媒介,以嵌入式系统与片上系统为现场控制器,以 PC 机为上位监控机,能够控制多种被控对象的远程监控系统。该系统中,是以步进电机为被控对象进行设计的。

该监控系统设计实现了如下六大功能:

- (1) 通过上位机设置步进电机的运动程序;
- (2) 通过 Internet 通信与 UART 通信传输控制信号到下位机,以控制电机运行;
- (3) 步进电机的软启动与软停止;
- (4) 上位机实时监控并显示电机的运动状态;
- (5) 监测分析步进电机的运行异常,并排除故障;
- (6) 上位机可以保存电机运动的历史数据,并根据历史数据绘制运动折线图。

## 1.2 系统中有关概念的定义

为了便于设计与应用,本研究先对系统的有关组成部分作如下定义:

(1) 监控端:在远程监控系统中起最终监测与控制功能的部分,也就是上位 PC 机。

(2) 现场主控端:工业现场总线的主机,能够统筹控制多个从机,该系统以嵌入式系统作为现场总线的主机。现场主控端除了作为现场总线的主机之外,还要实现与上位监控端之间的 Internet 通信,完成接收监控端控制指令并发送该指令到现场执行端的功能。

(3) 现场执行端:现场总线的从机与被控对象共同组成的部分,该系统使用片上系统控制器作为现场总线的从机。片上系统控制器能够接收现场总线主机给出的控制指令,并直接控制被控对象按照指令运行。

## 1.3 系统整体设计

### 1.3.1 系统整体设计方案

该系统由 3 部分组成:监控端、现场主控端与现场执行端。其中监控端与现场主控端之间通过 Internet 连接,现场主控端与现场执行端之间通过 UART(Universal Asynchronous Receiver/Transmitter,通用异步收发器)总线连接。系统的整体架构如图 1 所示<sup>[5-6]</sup>。

监控端有一个可视化的操作界面,界面的主窗口

由设置步进电机运转的设置窗口与实时监控运行状态的窗口组成。另外,监控端还可以记录、分析电机运行的历史数据。

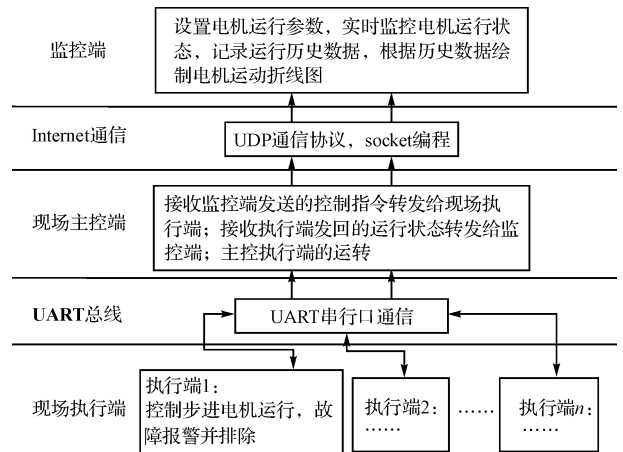


图 1 系统的整体架构图

Internet 通讯模块采用 Windows 系统内核中已经自带的 UDP 协议,将监控端的控制指令打包为 UDP 报文之后发送到现场主控端。

现场主控端的嵌入式芯片采用三星公司的 S3C2440,嵌入式操作系统选用微软公司的 Windows CE 系统。现场主控端一方面用于接收监控端通过 Internet 传输来的控制指令,并通过 UART 通信传输给最终控制电机的现场执行端;另一方面接收现场执行端由 UART 通信发送过来的运行状态信息,并通过 Internet 转发给监控端。因此,现场主控端需要实现传送数据的格式转换,即能将 UDP 报文中的控制指令解析出来,并打包为 UART 通信的指令发送到现场执行端;反之,也可以将现场执行端 UART 通信发送的状态数据解析出来并打包为 UDP 报文发送到监控端。

现场主控端与执行端之间,本研究采用加入 RS485 芯片的 UART 总线(即通常所说的 485 总线)的通信方式。选用 UART 总线有 3 个原因:①实现简单,几乎所有芯片都配有 UART 通信的引脚和特殊功能寄存器;②经济实用,不需要像 CAN 总线一样外加总线控制器;③功能能够满足要求,在加入 RS485 芯片之后 UART 通信可以传输 1 km ~ 3 km 的距离,并且有很强的抗共模干扰能力。从便于应用和扩展出发,该系统中采用 UART 总线一主机多从机的方式。

对现场执行端的主控芯片,本研究选用 Silicon Lab 公司的 8 位片上系统微控制器 C8051F360。步进电机选用常见的四线两相式步进电机,以配合旋转编码器进行闭环控制。现场执行端可以根据监控端的设计控制步进电机运行,并能实现步进电机由慢速逐渐

加速到稳定速度的软启动,由快速逐渐减速到停止的软停止,在电机受到干扰发生故障时能够发送异常信息到监控端,并根据指令排除故障。

### 1.3.2 系统的可靠性与经济性分析

该系统选用的通信协议是 UDP 协议。虽然在可靠性上 UDP 协议不如 TCP 协议高,但 UDP 协议传输的速度快、效率高,且该系统传输的数据量并不大,正是 UDP 协议适用的情况,可保证系统通信的实时性和足够的可靠性。

系统设计中还充分考虑了经济原则,芯片的选用都以“够用”为原则。如现场总线选用不需要外加总线控制器的 UART 总线而不是 CAN 总线;现场执行端因为只有一个设备需要 12 V 供电,故只使用了一个 5 V 电源配合直流升压芯片,而没有使用两个电源。

该系统搭建的平台非常具有通用性,不管被控对象如何改变,只要微调监控端的界面和现场执行端的个别电路就能适应,其他模块几乎没有改动。而且该系统只要在能够接入网络的地方就能使用,可以部署在各种不同的环境中监控各种不同的对象,通用性很强。

## 2 基于 Web 的嵌入式远程监控系统的实现

### 2.1 远程监控系统监控端设计实现

远程监控系统监控端的载体是 PC 机,则监控端的设计主要是软件设计。该软件分为两个功能模块:①步进电机运行任务设置模块;②步进电机运行状态监控模块。软件的流程图如图 2 所示。

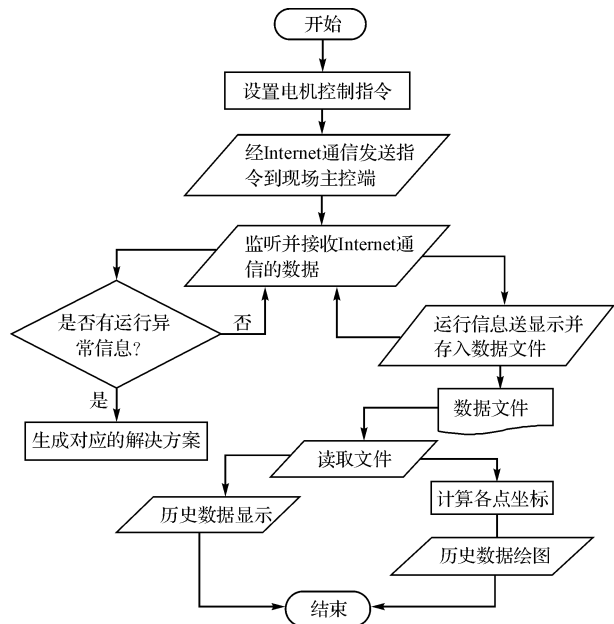


图 2 监控端软件流程图

监控端软件采用 Visual Studio 2005 集成开发环境设计,使用 C#语言编写。通过监控端软件,用户可以设置步进电机的运行任务并发送到现场端执行,也可以实时检测现场端的运行状态。同时,该程序可以自动保存运行记录,方便日后查阅与绘图分析。

### 2.2 远程监控系统监控端与现场主控端的通信设计实现

#### 2.2.1 Internet 通信的设计实现

远程监控系统监控端与现场端的通信,由该系统监控端与现场主控端中的 Internet 通信模块互相配合完成。

该系统的 Internet 通信模块采用基于 UDP 协议的 Windows Sockets 规范编写而成,一次通信过程的具体实现流程如表 1 所示<sup>[7-8]</sup>。

表 1 Winsock 服务器与客户端的通信过程

	Winsock 服务器端(接收端)	Winsock 客户端(发送端)
1	建立一个 socket	(空闲)
2	Bind 一个 socket	(空闲)
3	监听客户端联机要求	(空闲)
4	(监听状态)	建立 socket
5	(监听状态)	提出联机要求
6	接收客户端联机要求	(等待应答)
7	接收信息	发送信息
8	发出响应信息	接收服务器响应信息
9	停止和关闭所有 socket	停止和关闭所有 socket

要实现上述通信,理论上需要知道双方的 IP 地址,实际上只需要知道现场主控端的 IP 地址即可。因为首次 Internet 通信是由监控端将控制程序发送到现场主控端,监控端将数据发送到已知的现场主控端的 IP 后,现场主控端程序可以自动捕获监控端的 IP,以备回传数据时使用。

#### 2.2.2 Internet 通信中可能的问题及其解决方案

由于 UDP 协议是一种半双工的通信协议,在系统工作中,其监控端与现场主控端需要不断地切换收/发状态。该系统采用如下方法解决这一问题:

(1) 在监控端设置电机控制指令的时候,监控端默认处于发送状态,而现场主控端默认处于接收监听状态;

(2) 当控制指令配置完毕,进入正常运行过程时,监控端默认处于接收监听状态,而现场主控端默认处于发送状态;

(3) 在不发生异常状态时,现场主控端实时发送当前的运行数据到监控端,现场主控端只发送,监控端只接收,均不需要切换收发状态;

(4) 在运行产生异常的时候,现场主控端在把异



## 4 结束语

本研究提出一种双模式的阻塞防碰撞算法(DMB),在 $p_s$ 较高时,采用阻塞思想,能够有效避免驻留标签之间的碰撞,也能解决驻留标签与迁入标签之间的碰撞问题;在 $p_s$ 较低时,解决了传统阻塞算法大量空闲时隙的问题。因此该算法相对于ABS和传统阻塞算法来说,性能显著得到了提高,这可以从上面的数学分析和仿真图得到。对于使用的文献[10]给出的标签估计,本研究假设该理论是正确的,对于估计错误所带来的影响,主要在于 $\hat{a}$ 的估计值与实际迁入标签数目 $a$ 之间的偏差,但是也不会太大。对于实际偏差的大小和对于 $threshold$ 最优值估计,目前也还没有理论的证明,这都是未来进一步研究的内容。

### 参考文献(References):

- [1] 叶吉波,黄言态. RFID技术在图书管理中的应用及实现[J]. 机电工程,2009,26(4):104-106.
- [2] 丁治国. RFID关键技术研究及实现[D]. 合肥:中国科学技术大学信息学院,2009:14-55.
- [3] 向垂益. RFID二进制树防碰撞算法的研究与实现[D]. 长沙:湖南大学电气与信息工程学院,2009:3-6.
- [4] 李世煜. 射频识别(RFID)系统防碰撞算法研究与设计[D]. 成都:西南交通大学信息科学与技术学院,2008:13-16.

- [5] MYUNG J, LEE W, SRIVASTAVA J. Adaptive binary splitting for efficient RFID tag anti-collision[J]. **IEEE Communications Letters**,2006(10):144-146.
- [6] MYUNG J, LEE W, SRIVASTAVA J. Tag-Splitting: adaptive collision arbitration protocols for RFID tag identification[J]. **IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems**, 2007,18(6):763-775.
- [7] MYUNG J, LEE W. Adaptive binary splitting: a RFID tag collision arbitration protocol for tag identification[J]. **Mobile Networks and Applications**,2006(11):711-722.
- [8] LAI Y C, LIN C C. Two blocking algorithms on adaptive binary splitting: single and pair resolutions for RFID tag identification[J]. **IEEE/ACM Transactions on Networking**, 2009,17(3):962-975.
- [9] PARK J, CHUNG M Y, LEE T. Identification of RFID tags in framed-slotted ALOHA with robust estimation and binary selection[J]. **IEEE Communications Letters**, 2007, 11(5):452-454.
- [10] EOM J, LEE T J. Framed-slotted ALOHA with estimation by pilot frame and identification by binary selection for RFID anti-collision[C]//International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT 2007). Sydney:[s. n.],2007:1027-1031.

[编辑:李辉]

(上接第862页)

### 参考文献(References):

- [1] 张小飞. 嵌入式Web服务器在工业现场中的应用[J]. 中国高新技术企业,2010(25):86-87.
- [2] 汤碧玉,曾楠,郑灵翔,等. 嵌入式系统中基于Web的远程监控设计与实现[J]. 厦门大学学报:自然科学版,2004,43(5):632-635.
- [3] 杜鹏. 基于嵌入式Web服务器的远程监控系统的研究[D]. 西安:西安电子科技大学技术物理学院,2008.
- [4] RASKOVIC D, REVURI V, GIESSEL D, et al. Embedded Web Server for Wireless Sensor Networks, System Theory (SSSD) [C]//41st Southeastern Symposium on Tullahoma, TN, USA:[s. n.],2009:19-23.
- [5] FERNANDEZ R O, PERES R. Remote Monitoring and Control of Electronic Nutrunners with Embedded Internet [C]//

IEEE 2002 28th Annual Conference of Industrial Electronics Society, 2002:2371-2375.

- [6] 叶欣,李世伦. 基于Web的单晶生长炉远程监控系统[J]. 机电工程,2010,27(3):49-52.
- [7] 叶宏材,陈峙桐. Windows CE. NET嵌入式工业用控制器及自动控制系统设计[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [8] LWA K L K, LEUNG R. A Design and implementation of active network socket programming[J]. **Microprocessors and Microsystems**,2003,27(5):277-284.
- [9] 贾东耀,彭树林. 网络控制器DM9000A在嵌入式系统中的应用[J]. 电子产品世界,2008(8):94-96.
- [10] 王田苗,魏洪兴. 嵌入式系统设计与实例开发[M]. 3版. 北京:清华大学出版社,2008.

[编辑:李辉]