

基于 ARM+交换芯片的协议转换器的设计

唐琳^{1,2}, 方方², 罗正华¹

(1. 成都大学 电子信息工程学院, 成都 610106; 2. 成都理工大学 核技术与自动化工程学院, 成都 610059)

摘要: 针对目前同步串行协议通信速率低和可靠性差的现状, 设计了一个基于 ARM 加交换芯片的协议转换器来完成同步串行协议到网络通信协议的转换; 设计采用 S3C2440 为核心处理器, 并通过服务器和客户端建立连接, 以套接字的形式将 SPI 协议转换成 TCP 协议接入到以太网, 采用网络调试助手和串口调试助手对客户端和服务器的协议转换通信进行测试和分析; 实验结果表明服务器通过 SPI 总线发出的数据经过封包后构造成可以在网络上转发的报文, 经过交换芯片的端口转发到达客户端完成 SPI 到 TCP 协议的转换。

关键词: ARM; 网络通信协议; 协议转换; 交换芯片

Design and Implement of Protocol Converter Based ARM and Switch Chip

Tang Lin^{1,2}, Fang Fang², Luo Zhenghua¹

(1. College of Electronic Information Engineering, Chengdu University, Chengdu 610106, China;

2. College of Nuclear Technology and Automation Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: In view of Considering the situation that recently the low rate and poor reliability of synchronous serial communication, we designed a protocol converter based on ARM processor and exchange chip to complete the conversion from synchronous serial protocol to the network communication protocol. The design uses the S3C2440 as the core processor and take the form of the socket to convert SPI protocol to TCP protocol through the way of that server and client establish connection. This article access to the Ethernet USES the network debugging assistants and serial debugging assistant for the client and server communication protocol conversion for testing and analysis. The experimental results show that the data from the server through the SPI bus after the packet structure to forward the message on the Internet, through the exchange of chip port forwarding to the client to complete the SPI to TCP protocol conversion.

Keywords: SPI; TCP protocol; protocol conversion; switch chip

0 引言

近年来, 数据传输方式有了日新月异的发展, 早期的同步、异步串行协议在数据接入及传输领域都面临速率低、可靠性差的问题^[1]。TCP/IP 协议的出现, 引领了高速通信的新时代, 在数据通信和数据传输领域打开了一个新的篇章。

TCP/IP 协议是网络的基础, 是 Internet 的语言, 可以说没有 TCP/IP 协议就没有互联网的今天。互联网的网络通信协议完美地解决了串行协议速率低、传输距离短、可靠性低的问题, 基于 ARM 加交换芯片的协议转换器正是在上述需求上建立起来的^[2-3]。主要用于将传统的串行通信协议转换成 TCP/IP 协议, 提高数据通信速率和传输的可靠性^[4-5]。

1 总体设计

本文采用 SAMSUNG 公司生产的具有 ARM9 内核的 S3C2440 处理器作为控制单元, 通过模拟的 SMI 总线对 MARVEL 公司的交换芯片 88E6185 和 PHY 芯片 88E1340 进行配置和管理, 给出硬件和软件的设计方式, 并详细介绍了模块的测试过程和测试结果, 总体设计原理如图 1 所示。

其中, 基于 ARM9 内核的 S3C2440 处理器完成对交换芯片、PHY 芯片的配置管理以及协议的转换。本文设计的协议

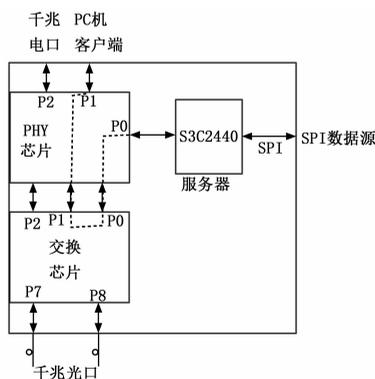


图 1 协议转换器总体设计框图

转换器采用套接字的方式实现对串行 SPI 协议到 TCP 协议的转换, 转换过程中, 协议转换器工作在服务器模式下, PHY 芯片 PORT1 上连接的 PC 机作为客户端。

2 硬件设计

协议转换器采用核心板加协议转换板的架构, 硬件上采用各个功能模块独立运行、独立调试的设计方式, 很大程度上降低了模块开发调试的难度。S3C2440 是整个协议转换器的核心部分, 该芯片外设接口资源丰富, 内部集成了 IIS 接口、SPI 接口、UART 接口和 MII 接口, 给协议转换器设计带了极大方便。

S3C2440 的 MII 接口可直接与我们选择的 PHY 芯片 88E1340 进行 PHY-PHY 对接, 中间用百兆变压器进行隔离, 后端连接到交换芯片的 0 号端口上。对整个协议转换器来说, MII 接口既作为数据通道传输底层数据, 也要作为配置通

收稿日期: 2015-08-14; 修回日期: 2015-08-26。

基金项目: 国家自然科学基金(41204133); 成都学院青年基金项目(2014XJZ07)。

作者简介: 唐琳(1988-), 女, 四川南充人, 助教, 博士研究生, 主要从事数据接入技术方向的研究。

道实现网络配置功能, 使得互联网上任何一台权限设备都可以访问并配置协议转换器。

2.1 核心板

核心板是整个协议转换器的核心单元, S3C2440 处理器又是核心板的核心部分, 所有的软件都运行在 S3C2440 处理器上。核心板的硬件组成为 S3C2440 处理器及其最小系统 (包括 2 片 SRAM、一片 FLASH、JTAG 下载电路、复位电路以及时钟电路), 此外, 核心板上还包括一个网络驱动电路, 核心芯片为 DM9000, DM9000 的外围电路如图 2 所示。

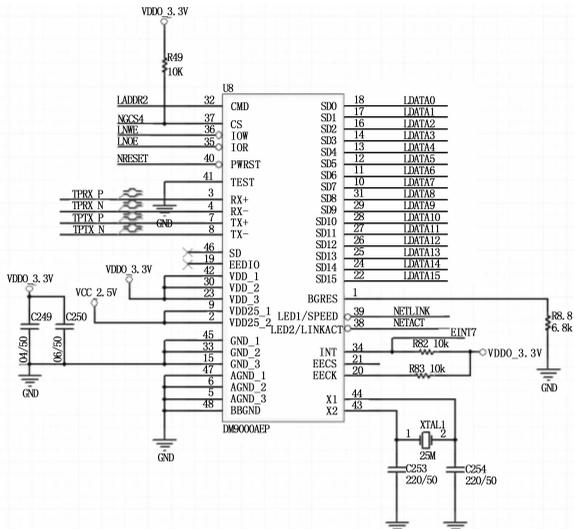


图 2 DM9000 外围电路图

2.2 协议转换底板

协议转换板的核心芯片是 MARVEL 公司的交换芯片 88E6185, 这款芯片在协议转换板上就相当于一个交换机。核心板通过不同的配置就可以把转换后的 TCP 报文送到不同的物理端口上去。协议转换器对外提供了两个千兆光口和两个千兆电口, 通过核心板的配置我们可以选择任何一路端口接收或者发送 TCP 报文。

核心板对交换芯片和 PHY 芯片的配置都通过 SMI 总线来完成, 由于 S3C2440 处理器不带 SMI 接口, 此处我们将核心板上暂不使用的 IICSDA 和 IIC SCL 两个 IO 口复用成我们需要的 MDC_CPU 和 MDIO_CPU, 通过对这两个管脚的控制来模拟 SMI 时序操作交换芯片和 PHY 芯片。用户可通过模拟的 SMI 总线来对交换芯片和 PHY 进行配置, 配置后数据报文可以选择从任何一个千兆口流出。

不同类型的交换芯片有着不同的产品号, 相当于其身份标识。Marvell88E6185 的产品号为 1a7, 其修订号为 2, 因此其 ID 号相当于 1a72。在单芯片寻址模式下, 其 phy 地址为 0x10—0x19, 寄存器地址为 0x03, 对应的 14 位 2 进制码为 0110 11001 00011。通过 MDC_CPU 和 MDIO_CPU 读交换芯片的 ID 号的时序如图 3 所示。

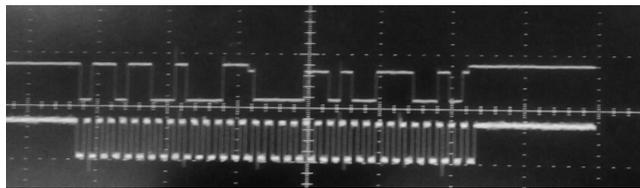


图 3 模拟 SMI 总线读交换芯片 ID 时序图

3 软件设计

协议转换器的软件设计在 VxWorks 操作系统平台下完成, 主要实现 SPI 协议到 TCP 协议的转换。

3.1 TCP 协议

TCP 协议是传输控制协议简称, 又被叫做网络通讯协议, 它是 Internet 最基本的协议。在 TCP/IP 的四层层级结构, TCP 协议位于第三层传输层; 然而在 OSI 的七层参考模型, TCP 协议处于第四层。本文采用 TCP/IP 的四层模型, 该模型是首先由 ARPANET 所使用的网络体系结构, 在 TCP 协议和 IP 协议出现以后, 这个体系结构就被称为 TCP/IP 参考模型, 这个模型包括网络访问层、互联网层、传输层和应用层, 每一层都呼叫它的下一层所提供的协议来完成自己的需求^[6-8]。

TCP 协议是建立在 IP 协议之上的, 不过 TCP 协议是可靠的, 是按照顺序发送的, TCP 数据包的格式如表 1 所示, 每一行 32 个字节, 前六行表示 TCP 的包头, TCP 包的数据部分从第七行开始, 如表 1 所示。

3.2 服务器程序设计

在 VxWorks 操作系统的平台下, SPI 移植开源的驱动代码, 在此基础上对底层的串行数据进行封包后以 TCP 数据报文的形式传输。服务器程序设计的流程如图 4 所示, 整个软件部分包含封包和解包两个独立的任务, 在开始这两个任务之前, 首先要对协议转换器中各个芯片进行初始化, 包括处理器 S3C2440 的初始化、交换芯片和 PHY 芯片的初始, 初始化完成之后再创建计数信号量和看门狗定时器。由于 TCP 是面向连接的可靠通信, 要完成报文的传输, 客户端和服务端必须建立起连接。本设计中, 协议转换器选择工作在服务器模式, 外

表 1 TCP 数据包格式

行	0~4	4~8	8~10	10~16	16~24	24~32
1		源端口. src-port				目的端口. dst-port
2				序号号. seq		
3				确认号. ack_seq		
4	首部长度	保留字节 控制字节 UGR ACK PSH RST SYN FIN				窗口. window
5		校验和. check				紧急指针. urg_ptr
6				选项 填充字节		
7						DATA

接 PC 机作为客户端去连接服务器进行通信, 当服务器查询到客户端请求连接时给出响应, 建立起连接, 进入中断查询模式。服务器程序设计流程如图 4 所示。

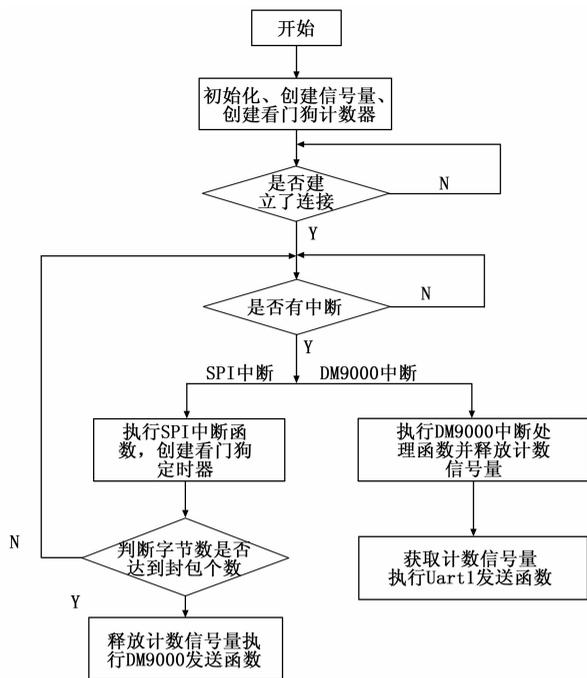


图 4 服务器端软件设计流程图

数据上行方向, 如图 4 中左侧流程所示, 当有中断来临时对中断类型进行判断, 如果是 SPI 中断就执行 SPI 中断服务程序, 打开看门狗定时器并释放计数信号量。中断服务程序的内容为将 SPI 串行数据封包后转换成 TCP 协议传输到 S3C2440 处理器外接的网卡芯片 DM9000 中, DM9000 再把 TCP 报文经变压器发送到 PC 机的网络调试助手显示出来; 数据下行方向, 如图 4 右侧流程所示, 当有中断来临时, 若判断出中断类型为 DM9000 中断, 则执行网卡中断服务程序。该中断服务程序完成的功能是将 PC 机上的网络调试助手下发的 TCP 的数据报文进行解析, 解包后的数据通过 SPI 总线发送给 S3C2440 处理器, 同时在串口超级终端上将解析后的数据打印出来。

转换后的报文需要遵循一定协议进行编码, 便于数据的存储和进一步处理。在建立起连接之后, 客户端发送数据请求命令, 服务器收到请求后给出响应, 随后就开始发送业务报文。服务器发送的业务数据帧格式如表 2 所示。

表 2 服务器发送业务数据帧格式

字段名称	字段长度	字段类型	值
同步头	1 字节	Char	'\$'
报文 ID	4 字节	Unsigned int	0~2 ³² -1
报文类型	1 字节	Char	3; 数据
报文长度	2 字节	Unsigned short	
数据类型	1 字节	Char	1; SPI
业务数据	不定长	Char	不定
报文尾	1 字节	Char	'*'

业务数据的长度灵活设置。整个报文的固定字节包括首字节同步头符号 '\$', ASCII 码为 24, 用于识别一个报文的开始; 第 2~5 个字节为报文 ID 号, 从 0 开始到 FFFFFFFF 结束, 根据 ID 号是否连续可以用于检测是否有丢包; 第 6 个字节为报文类型, 在本设计中包含 3 种报文类型, 值为 1 代表客户端请求报文, 值为 2 代表服务器响应报文, 值为 3 代表此处的服务器发送业务数据的报文; 第 7~8 字节代表报文长度, 长度范围为 0~FFFF; 第 9 字节为数据类型, 本设计中数据类型包括 485 协议的数据和 SPI 协议的数据, 此处 1 代表 SPI 类型; 最后一个自己是报文尾符号 '*', ASCII 码为 2A, 代表一帧数据结束^[9]。

4 软件测试

采用一个协议转换器、一台 PC 机、一根 DB9 接头的网线、一个稳压源我们就可以对协议转换器进行协议转换测试了。协议转换器的测试包括上行方向 SPI 协议到 TCP 协议的转换和下行方向 TCP 报文解析成 SPI 协议两个部分, 本次测试以 SPI 串行数据为例, 分别完成上行封包和下行解包的测试。

4.1 数据上行封包测试

在进行封包测试, 也就是 SPI 协议到 TCP 协议的转换之前, 需要完成服务器和客户端的设置。服务器 IP 地址设置为 125.125.125.126, 端口号为 2015, 客户端的 IP 地址为 125.125.125.130。通过模拟的 SMI 总线把交换芯片的 PORT0 和 PORT1 划分到一个 VLAN 中, 就给 TCP 报文划分了一条数据通道, 如图 1 中虚线部分所示, SPI 数据经过 S3C2440 的封包处理后经由 PHY 芯片的 0 号端口送达交换芯片的 0 号端口, 由于交换芯片的 0 号端口和 1 号端口已经被划分到同一个 VLAN 中, 因此封包后的报文同时也会被转发到交换芯片的 1 号端口上去, 然后再经由 PHY 芯片的 1 号端口将该报文送到 PC 机客户端。

上行封包的测试过程中, 由第三方提供 SPI 数据源送达 S3C2440 处理器进行封包处理, 处理完成后 S3C2440 将收到的 SPI 裸数据打印到串口超级终端上, 同时将封包后的报文发送到 PHY 芯片的 0 号端口, 报文在数据通道上经由一次转发到达 PC 机客户端, 客户端的网络调试助手自动将收到的 TCP/IP 报文的头部去掉, 显示出的数据帧格式如表 2 所示。服务器发送数据帧长度为 26 字节, 其中数据部分是可变的, 此处定义为 16 字节的有效数据, 除了 16 字节有效数据外还包括同步头、报文 ID、报文类型、数据类型以及报文尾等在内的 10 个字节, 测试结果如图 5、图 6 所示。

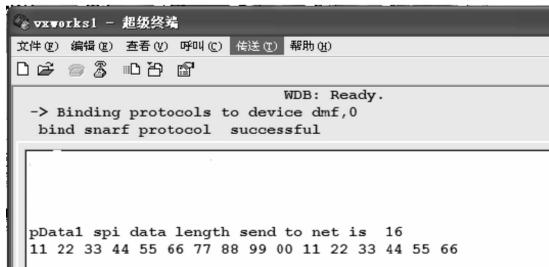


图 5 串行数据图

由表 2 可知, 服务器发送的业务数据长度可在程序中根据