

基于TCP/IP协议和FPGA实现以太网数据的收发

李 辉

陕西长岭电子科技有限责任公司 陕西 宝鸡 721006

摘 要: 在现有的局域网技术中,以太网是应用最普遍的联网技术。以太网技术因其成本、性能和实用性等优势,逐渐成为了工厂首选网络协议。本设计采用VerilogHDL语言,主要实现TCP/IP协议簇中的运输层、网络层和数据链路层的协议封装与解析,实现以太网数据的收发。

关键词: 以太网, TCP/IP协议, 封装, 解析, UDP, IP, MAC

1 引言

随着网络技术的发展,以太网因传输速度快、传输距离远、传输数据量大等优点,被越来越多的工厂选择作为通用的通信方式。

某设备需要通过以太网接口实现上位机对终端设备的控制,进行各种通信数据的交互。基于此需求,进行以太网接口通信的设计。本设计主要为,基于TCP/IP通信协议,使用VerilogHDL语言,在Windows系统下的vivado2015设计软件,编程实现以太网的运输层、网络层和数据链路层的协议封装与解析,从而实现以太网通信数据的发送与接收^[1]。

2 以太网技术简介

以太网是一种计算机局域网技术,IEEE802.3标准制定了以太网的技术标准。在IEEE802.3标准中,基于TCP/IP协议簇的以太网实现模型分为5层,分别为应用层,运输层,网络层,数据链路层和物理层。其中,应用层用来建立通信的进程,即正在运行的应用程序;物理层用来设置以太网通信的工作模式、传输速率、传输介质类型、进行编码转换等。本设计主要实现运输层、网络层和数据链路层^[2]。

a) 运输层协议:运输层(TCP/UDP)实现进程到进程之间的通信,本设计中运输层协议采用UDP协议。UDP是比较简单的协议,具有最小的开销。当发送报文很短时,可选择使用UDP协议;

b) 网络层协议:网络层(IP)实现主机到主机之间的通信,本设计中网络协议采用IP协议;

c) 数据链路层协议:以太网站点采用发送信息帧的方式进行通信,帧是网络通信的基本单元,数据链路层(MAC)的数据即为以太网数据帧。

d) 地址解析协议:本设计中还使用到ARP地址解析协议,其作用为在已知目的端的IP地址情况下,通过IP地

址寻找MAC地址。本设计为已知目的IP地址,通过ARP协议实现获取目的MAC地址。

3 以太网收发过程的设计实现

3.1 以太网的收发过程

发送端将报文按照以太网协议层层封装,传输到接收端后,再按照以太网协议层层拆成报文。

发送过程:发送进程将报文发送到运输层作为UDP数据,运输层在UDP数据前加上UDP首部形成UDP报文,再将其发送至网络层作为IP数据。网络层在IP数据前加上IP首部形成IP数据包,再将其发送至数据链路层作为帧数据,数据链路层在帧数据前加上帧首部,在帧数据最后加上帧校验,形成数据帧发送至物理层,再发送至网络链路中^[3]。

接收过程:数据链路层从物理层接收数据帧,拆掉帧首部和校验码,将校验过的帧数据上传至网络层。网络层接收数据,拆掉IP首部,将IP数据上传至运输层。运输层接收数据,拆掉UDP首部,将UDP数据上传至接收进程,进行数据处理。

按功能主要分为发送模块,接收模块,CRC循环校验模块,时钟产生模块;按结构分为顶层模块和若干子模块,各子模块(或功能模块)在顶层模块里实现信号互联。

3.2 发送模块实现

发送模块主要实现发送地址解析数据帧(ARP)和IP数据帧。发送模块实现流程见图1所示。

发送地址解析数据帧(ARP):判断当前是地址解析询问数据帧还是应答数据帧,按地址解析协议设置各字段的值,打包整个数据帧,计算帧校验字段,最后将完整数据帧发送至FIFO缓冲区进行发送。当发送询问数据帧时,若未接收到应答数据帧,则周期性发送询问数据帧;当发送应答数据帧时,发送完成一帧应答数据帧后,至发送帧类型为IP数据帧。

