

文章编号:1000-582X(2005)03-0054-03

基于UDP协议和虚拟令牌的实时网络协议*

林鹏进,秦树人,柏林,王见
(重庆大学机械工程学院测试中心,重庆 400030)

摘要:针对目前工业生产和科研领域对大量实时数据传输的迫切需要,在分析现存各种网络协议的优点和不足的基础上,融合UDP协议和令牌总线802.4标准的优点,提出了基于UDP协议和虚拟令牌的实时网络协议。对该协议如何实现“实时性”和“可靠性”的机理进行了详细的阐述,给出了该协议的帧格式及虚拟令牌的格式。最后用一个使用该协议实现的点到点传输的实例,对该协议的性能进行了初步的论证。

关键词:UDP协议;虚拟令牌;实时性;可靠性;网络

中图分类号:TP393.01

文献标识码:A

随着网络技术的不断发展和完善,工业生产,科研等领域中对网络传输的实时性要求越来越高,但目前的通用网络协议为了保证其“通用”性,不可能同时满足实时计算中的可靠性和实时性要求。

以太网的IEEE 802.3标准由于采用CSMA/AD技术,在低网络负载的情况下可以充分利用网络带宽,但在网络处于高负载时,由于各主机访问通信信道的竞争加剧,而导致网络资源浪费。

TCP协议采用“三次握手”的方法来保证数据的可靠性,但却以消耗更多的时间和带宽为代价^[1]。

UDP传输协议系统由于是无连接的,没有重传和确认的功能,不保证数据的可靠性(包括帧丢失和帧失序),因而开销小、速度快;适合于对传输质量要求不高的网络视频和图像的实时传输,但不适合于对可靠性要求很高的数据采集检测系统的实时传输。

令牌总线802.4标准,它通过令牌技术解决网络竞争,最大的优点是保证数据在总线上传输时不发生冲突,并保证网络中某个站点得到信道的最大延迟,并加入了优先级机制,更加适用于工业生产环境。但其缺点是其物理层与802.3标准完全不兼容,很难用于现在广泛应用的以太网络结构中^[2]。

通过以上讨论,可以看出以上任何单个协议都不能同时满足可靠性和实时性的要求,那么能不能把以上网络标准的优缺点进行互补,使其能够用于实现高

可靠性的实时计算机系统中。本文基于UDP协议和虚拟令牌的实时网络协议就是对这种可行性的一种探讨和实现。该协议就是借鉴令牌总线的802.4标准对网络拥塞进行控制的机制,通过构造虚拟令牌以令牌方式控制网络资源的使用,充分利用网络带宽,降低UDP传输协议中访问冲突,并加入了错误反馈及处理功能,从而达到了实时性和可靠性的要求。该协议是一个专用的局域网协议^[2]。

1 基于UDP协议和虚拟令牌的实时网络协议的主要实现机理

基于UDP协议和虚拟令牌的实时网络协议所适用的总线结构如图1所示。由图1可以看出该结构就是一种以太网的总线结构,所以可以在目前的大多数局域网络上运行。

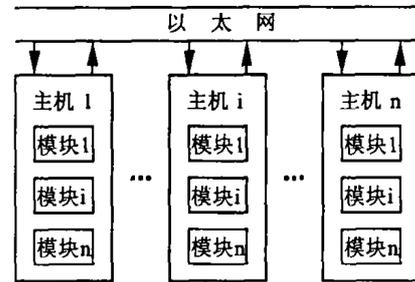


图1 基于UDP协议和虚拟令牌的实时网络协议所适用的总线结构

* 收稿日期:2004-02-17

基金项目:重庆市信息产业项目(200312025)

作者简介:林鹏进(1975-),男,陕西蓝田人,重庆大学硕士研究生,主要从事网络虚拟仪器的研究。

如图 1 所示,系统中每一个主机中都可能运行了一个或多个功能模块,比如接收数据、发送数据、令牌控制(在一个系统中只有一个)等等功能模块。

该协议的主要实现过程如下:

1) 事务准备。该过程主要用于在实时计算系统运行前确定所有主机、各主机上运行的功能模块的确认、各功能模块的功能和数据流向、各功能模块对差错的控制级别等。

2) 事务进行。该过程主要实现在实时计算系统运行中进行高速的数据传输,获得并纠正数据传输中出现的差错。

由以上过程可以看出,“事务进行”实际上就是怎样实现实时性和可靠性的要求。其大体实现过程如下:

首先由令牌控制模块向所有的功能模块发送事务开始的令牌,通知它们开始事务进行阶段;然后令牌控制模块根据事务准备阶段的系统配置信息选择一个发送数据的功能模块,给它发送“授权发送令牌”;被选中的发送数据的功能模块收到发送令牌后,把数据加载到“数据传送令牌”的数据区,开始连续发送数据给相应的数据接收模块,如图 2 所示。数据接收模块首先检查令牌是否正确(包括令牌序号和校验和),如果正确,取完数据后,就销毁令牌(如图 2 中“正确传输段”),否则不取数据直接销毁令牌(图中接收端的小黑方块就表示不取令牌上的数据而销毁令牌的行为),同时发送“差错通告令牌”给发送数据的功能模块,让发送数据的功能模块重新发送刚才的数据,在此过程中,相继到达的令牌如果不是要求的令牌,重复刚才的过程,发送相同的差错通告令牌,直到接收到正确的令牌。如果在收到正确的令牌之后,又收到刚才收到的令牌(这种可能性是有的),接收数据的模块就直接销毁它,不做其他的操作,如图 2 中“出现错误并处理段”所示;当获得令牌权力的发送数据功能模块的数据发送权力使用完毕后,发送“权力上缴令牌”给令牌控制模块,返还令牌发送权力;令牌控制模块再根据系统配置信息选择下一个发送数据的功能模块重复上述过程,直到实时计算系统应用程序通知令牌控制模块事务结束,令牌控制模块发送“事务结束令牌”给所有的功能模块,结束事务进行,并清除所有的配置信息,结束整个实时传输系统^[3-4]。

可以看出由于虚拟令牌的引入,在每一时刻只有一对功能模块在传送和接收数据,从而解决了网络拥塞的问题,提高了传输速度。据统计在局域网中 UDP 协议的传输可靠性一般在 97% 以上,而在该系统中,由于采用了虚拟令牌控制且应用于局域网,因而可靠

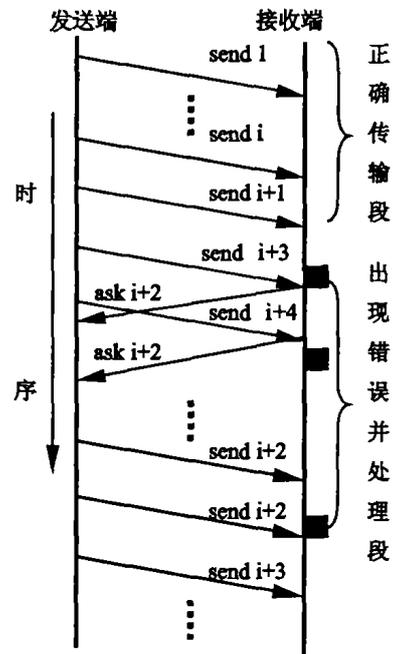


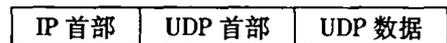
图 2 数据传输及错误处理机制

性据估计可达 99% 以上,因此实际的传输中大约只有 1% 的错误数据帧需要纠正,因此与 TCP 协议的可靠传输来比较,UDP 协议在保证数据可靠性的同时大大提高了数据的传输速度。

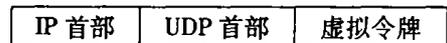
2 基于 UDP 协议和虚拟令牌的实时网络协议的虚拟令牌格式

2.1 虚拟令牌与 UDP 协议帧的关系

UDP 协议帧的封装格式如下:



基于 UDP 协议和虚拟令牌的实时网络协议帧的封装格式如下:



由此可以看出基于 UDP 协议和虚拟令牌的实时网络协议实际上就是将令牌嵌入到 UDP 协议帧的数据区中,是一种应用层的混合协议。

在该协议的实施过程中,令牌控制模块是利用了 UDP 协议的多播原理将调控信息通知给各个主机的,如图 3 所示,假设令牌控制模块存在于主机 1 中,调控信息如图中带箭头的虚线的传播方式,传送到组内的各个主机^[5-6]。

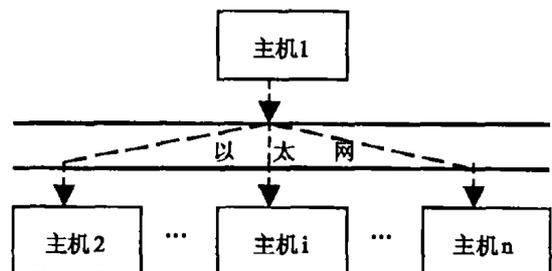


图 3 UDP 多播方式

2.2 令牌的基本格式

如图 4 所示,图中“令牌类型”域确定“令牌数据”域中数据的内容,在该协议中主要有模块状态收集令牌、模块状态收集应答令牌、事务配置令牌、事务开始令牌、事务结束令牌、授权发送令牌、权力上缴令牌、数据传送令牌、差错通告令牌等几个令牌;“令牌序号”域主要是确定在“数据传送令牌”传送数据时发送数据帧的顺序,它只对“数据传送令牌”有意义,另外该序号的范围是 0 ~ 15,进行循环计数,大于 15 后的序号就又从 0 开始了;“源主机编号”域确定发送令牌的主机在当前实时系统中的主机编号;“源模块编号”域确定发送令牌的模块在当前所驻留主机中的模块编号;同理“目标主机编号”和“目标模块编号”域分别确定了在当前实时系统配置中接收令牌的主机的编号和接收令牌的模块编号;“令牌总长度”域表明“令牌数据”域中的以字节为单位的数据长度;“校验和”域验证以上域(除“令牌序号”域)在传输中是否出现错误。“令牌数据”域对于不同的令牌有不同的格式,只有在“数据传输令牌”中“令牌数据”域中才是实时数据^[2]。

0(byte)	7	15	23	31
令牌类型		令牌序号		
源主机编号		源模块编号		
目标主机编号		目标模块编号		
令牌总长度		校验和		
令牌数据				

图 4 虚拟令牌的基本格式

3 基于 UDP 协议和虚拟令牌的实时网络协议的性能

该协议的实现是在插有 10 M 以太网卡, CPU 为赛扬 IV, 主频为 1.7 GHz, 内存为 256 M 的微机上完成的。运行于 Windows 2000 操作系统, 基于 .net 框架, 利用 C#语言开发。

由于该协议比较复杂, 要完全实现它工作量很大, 目前只实现了点对点的实时传输, 可靠性超过了 99% (通过 Windump 网络监测软件观察)。

在没有实现数据显示功能时, 该协议的传输率在 800 kbps 以上, 在某些时候(关闭其它应用程序的情况下)甚至达到了 1 Mbps 的传输量。完全可以实现一定的实时应用, 200 kbps 左右的传输率就可以满足一定的实时视频传输了。试验中的一次结果如图 5 所示, 传输的数据量为 4 M 字节。

在实现了数据的显示功能(在程序中增加了一个显示线程)后, 该协议的传输率在 500 kbps 左右, 这主要是因为显示曲线需要耗费巨大的系统资源。试验中

的某一次结果如图 6、图 7 所示。这里说明一下, 该过程中, 发送数据的开始是由数据接收端的信号激发的。

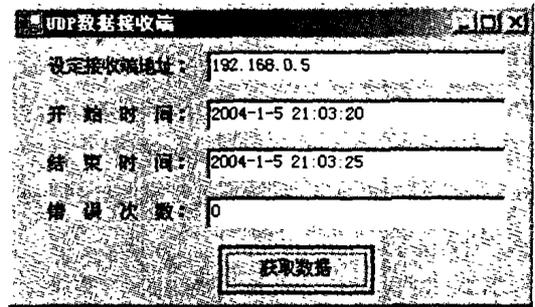


图 5 无显示功能的传输结果

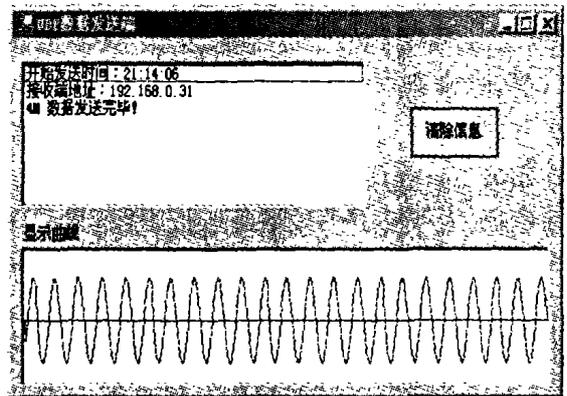


图 6 数据发送端

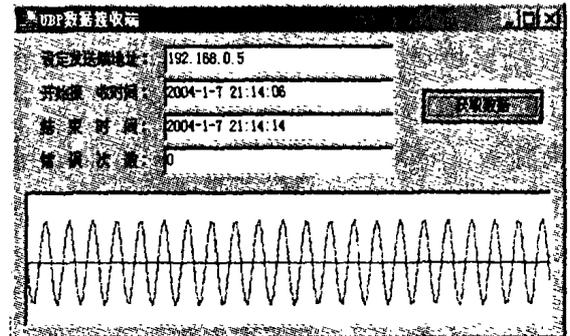


图 7 数据接收端

4 结 语

基于 UDP 协议和虚拟令牌的实时网络协议的设计和实现, 为研究实时网络传输开辟了一条新路。当然由于篇幅的问题, 不能全面细致地介绍该协议, 这里只是一个大致的轮廓。同时该协议还在研究之中, 不足之处, 希望能与各位同仁共同讨论。

参考文献:

[1] 付勇, 吴中福, 李华, 等. 用代理服务器提高 HFC 远端数据服务[J]. 重庆大学学报(自然科学版), 2000, 23(2): 20-22.
 [2] 刘晟. 基于虚拟令牌和以太网的实时网络协议研究[D]. 郑州: 中国人民解放军信息工程大学, 2002.

Practical Method of High-Speed Access for Medical Digital Image Sequences

REN Yong, CHEN Wei

(1. College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China;
2. College of Computer Engineering, Chongqing Institute of Petroleum, Chongqing 400050, China)

Abstract: The high-speed access for medical digital image sequences was restricted to special device and complicated system in the past. The authors present a new method of high-speed access for medical digital image sequences which can be performed on general computer by means of the combination of Serial ATA(SATA) and Redundant Array of Independent Disk(RAID). Then they introduce the scheme of system configuration and software program. Lastly the testing result is given and the speediness, cheapness and conveniency of this method are elucidated.

Key words: medical image; image sequences; high-speed access; SATA; RAID

(编辑 吕赛英)

(上接第56页)

- [3] 杨公平,曾广周. 基于UDP协议的时间服务器的设计与实现[J]. 微机发展,2003,5(5):7-8.
- [4] 鲁宏伟. 基于UDP传输协议的包丢失和失序处理[J]. 计算机工程与应用,2001,(2):48-50.
- [5] 夏健刚. 实时数据报文计算机网络的广播传输原理及实现[J]. 成都科技大学学报,1994,(3):52-57.
- [6] 符云清,吴中福,郑运忠. 基于层次控制树和分组的可靠多点广播协议[J]. 重庆大学学报(自然科学版),2000,23(3):66-69.

Research of Real-time Computer Network Protocol Based on UDP Protocol and Virtual Token

LIN Peng-jin, QIN Shu-ren, BO Lin, WANG Jian

(Test Center, College of Mechanical Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

Abstract: Aiming at the urge demand of a large amount of real-time data transmit in industry and academy fields, the authors analyze the advantages and disadvantages of many kinds of present protocols, take advantage of UDP protocol and standard 802.4 of Token Bus. The real-time network protocol is presented based on UDP protocol and virtual token. And this paper illuminates the principle of real-time quality and reliability about the protocol, giving the frame format of the protocol and the format of Virtual Token. It demonstrates the capability of the protocol with a point-to-point transmit example that constructed according to this protocol.

Key words: UDP protocol; virtual token; real-time; reliability; network

(编辑 张小强)