文章编号:1001-5078(2012)02-0197-03

·图像与信号处理·

基于矩阵判决的SCI/RT直接传输模式新方法

崔 剑[1,2],杨 义[3],刘兴春[2],李 铮[2]
(1.北京航空航天大学工程训练中心,北京 100191;2.北京航空航天大学电子信息工程学院,北京 100191;
3.东华大学信息科学与技术学院,上海 201620)

摘 要:对SCI/RT(scalable coherent interface for real time)TRAIN协议直接传输模式的分析表明,标准直接传输模式具有延迟小的特点,但其对环路带宽的利用率不高。为增加直接传输模式可用环路带宽,提高环路利用率,提出了基于矩阵判决的直接传输新方法。基于OPNET软件建立协议模型,通过不同场景和节点数环路的仿真对比,表明该方法较标准直接传输模式具有更好环路利用率;根据不同的数据包发送模式,直接传输模式可用带宽至少提高约25%;且算法在不同规模和配置的环路中均可使用。

关键词:数据通信系统;互联网络;接口;流量;实时系统
中图分类号:TP393 **文献标识码**:A **DOI**:10.3969/j.issn.1001-5078.2012.02.018

New SCI/RT immediate sending mode based on array judgment

CUI Jian[1,2], YANG Yi[3], LIU Xing-chun[2], LI Zheng[2]
(1. Engineering Training Center, Beihang University, Beijing 100191, China; 2. School of Electronics and Information Engineering, Beihang University, Beijing 100191, China; 3. College of Information Science and Technology, Donghua University, Shanghai 201620, China)

Abstract: The immediate sending mode of SCI/RT TRAIN has lower transmission latency than arbitration mode, but with low ringlet usage ability. To improve ringlet transmission effective and get more ringlet usage rating, a new method based on load array is proposed. The SCI/RT ringlets with different nodes and different sending address modes are simulated by the OPNET software. Based on the simulation results, we prove that the new method gets better ringlet usage. The useful bandwidth is at least 25% more wider than the normal one. And it can be used in ringlets with different scales.

Key words: data communication system; interconnection networks; computer interface; throughput; real time system

1 引言

SCI/RT(scalable coherent interface for real time,可扩展的一致性接口的实时性扩展)协议是一种面向高性能计算机和集群系统的总线互联形式,具有传输速度快、延迟低、并行性好的优点,而且具有很强的实时传输能力。SCI/RT总线支持高速光纤互联,可应用于要求高实时性和低延迟、高传输速率的航空航天器机载总线、工业控制和地面战车互联总线[1-3]。

SCI/RT总线的传输延迟对网络实时性能具有非常重要的影响。SCI/RT TRAIN协议采用环路仲裁的方式进行数据传输,因此传输延迟较标准SCI协议有一定的增加。为解决传输延迟增加问题,TRAIN协议提出一种可选的直接传输模式(Immediate Send mode),减少数据包传输延迟。本文对直接传输模式的性能进行分析,并进一步提出了基于矩阵判决的直接传输新方法。

2 SCI/RT TRAIN协议直接传输模型

2.1 仿真模型

标准TRAIN协议采用先仲裁,后发送的模式进

作者简介:崔 剑(1980-),讲师,博士学位,主要研究方向为高速光纤网与光纤传感器。
收稿日期:2011-06-23

行数据传输[4-6]。即每个节点先通过仲裁过程获得环路的使用权,得到使用权之后,才可将数据包送入环路,传输到目的节点。为了克服仲裁模式需要绕环两周才能传输数据包的问题,TRAIN 协议引入直接传输模式。节点在直接传输模式下不通过仲裁,直接将数据包送入环路。只有当环路无法放入新的数据包时,才退出直接传输模式,切换到仲裁模式。SCI/RT TRAIN 协议直接传输模式节点的 OPNET 模型如图 1 所示。

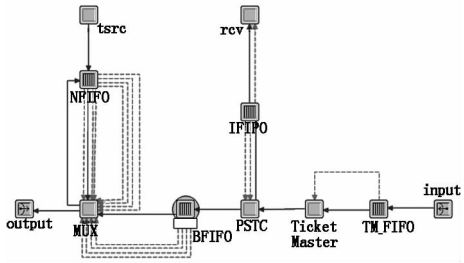

图 1 SCI/RT TRAIN 协议节点模型

Fig. 1 SCI/RT TRAIN node model

其中,TM_FIFO(TicketMaster_FIFO)和 TicketMaster 模块负责完成管理者功能。PSTC(Packet Stripper/Ticket Changer)负责接收环路数据包,将指向本节点的数据包从环路中剥离,放入节点输入队列 IFIFO(Input FIFO)。BFIFO(Bypass FIFO)负责暂存环路数据包。节点产生数据包的过程由 TSRC(transmit source),NFIFO(Node FIFO)和 MUX(multiplexer)控制。TSRC 为数据源,根据仿真要求生成指定地址和优先级分布的 send 数据包。NFIFO 为支持优先级操作的队列,负责将 TSRC 生成的 send 包缓存,并在 MUX 请求数据时将 send 包送出。MUX 负责维护列车在环路中的传输,控制节点数据包向环路中的插入。

2.2 基于矩阵判决的直接传输模式

标准 TRAIN 协议直接传输模式不能充分利用环路带宽。当上游节点从环路取走数据包后,车头中环路总数据量信息不改变,释放的带宽无法被下游节点使用。为了提高环路性能,希望环路在直接传输模式下充分利用环路带宽。本文提出新的传输方法,使环路得到更好利用,首先需要满足以下条件:

(1)不对环路工作模式进行修改,仍然采用单次绕环的传输操作方式,因此不能采用广播信息的方法进行仲裁,所有控制量必须限制在节点内部,无全局性质控制量;

(2)不能修改车头数据包的数据域格式,从而利于和不支持此方式的节点进行混合配置,提高协议的兼容性;

(3)可计算出每次传输占用的链路,在当次传输完成后,释放的空间能被下游节点利用。

基于以上考虑,本文提出基于矩阵判决的传输新方法。设一个 n 节点环路,将每条链路的已占用数据量作为矩阵的元素,建立传输矩阵 $L[n]$。如图 2 所示。传输矩阵 $L[n]$ 的元素代表该链路已经占用的传输量,由于每个数据包的传输过程都可以通过该数据包的源头地址、目的地址和数据包类型,得到该传输占用的链路和传输数据量,因此将每个传输占用链路的传输数据量对应累计,即知环路所有链路当前的占用情况,从而判定待发送的数据包可否插入链路。由于列车绕环依次通过节点,每个节点都可以通过遍历列车得到环路的传输信息,因此不需要维护环路公有传输矩阵,每个节点只建立私有的传输矩阵。

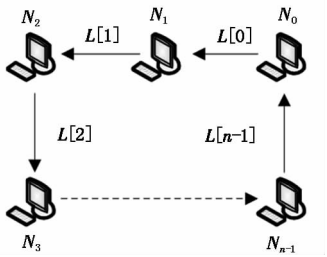

图 2 环路和链路矩阵

Fig. 2 ringlet and link matrix

新方法与标准方法尽量做到改动最小化。在环路操作上,不需要改动车头数据包的格式,唯一的不同就是车头在经过节点时其环路总数据量子域只提供给节点的信息,不随数据包的插入而减小。若环路中同时存在支持矩阵判决模式的节点(以下简称扩展节点)和只支持标准直接传输模式的节点(以下简称标准节点),环路仍可正常工作,只不过效率受到影响。

3 SCI/RT TRAIN 协议仿真

3.1 协议仿真参数

本文采用的仿真参数如表 1 所示。

表 1 仿真主要参数

Tab. 1 parameters in simulation

Ringlet throughput/(Gb · s^{-1})	8
Link delay/ns	20
Bits in ringlet	320 × 16
Rcv processing period/ns	500

环路中传递的 send 包长度为 80 bit,每个节点的输出队列均为无限长。输入队列为 8 个 send 包

长,即 640 bit。TSRC 发送数据包的优先级服从随机均匀分布,环路中共运行 128 级优先级,分别为 P0 ~ P127,且 P0 优先级最低,P127 优先级最高。数据包的时效周期设定为与数据包的生成周期相同。环路总流量定义为单位时间内环路传输的数据量。数据包的端到端延迟定义为数据包离开源头节点 TSRC 至目的节点 RCV 接收所消耗的时间。

3.2 环路传输模式性能比较

仿真采用 16 节点环路,设置目的地址模式为全随机发送模式,对延迟和流量进行仿真对比。结果如图 3 所示。从仿真结果可以看出:本文提出的基于矩阵判决的直接传输模式,较标准直接模式,扩展了直接传输模式覆盖的流量范围,在提高环路传输效率的同时,也保持直接传输模式低延迟的特点,在相同流量下,较仲裁传输模式的延迟低 40% 左右。直接传输模式在 199.993 MB/s 退出,本文提出的方法在 250.9703 MB/s 退出。

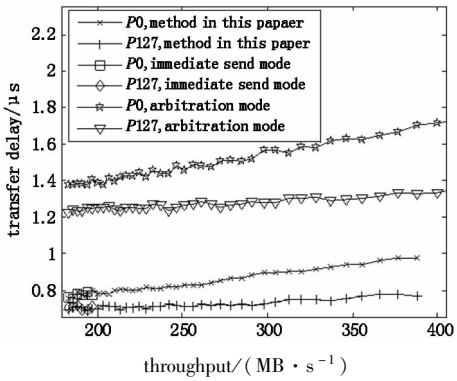

图 3 环路传输仿真结果

Fig. 3 simulation result

4 结 论

SCI/RT TRAIN 协议提出的直接传输模式较仲裁模式减少了传输延迟,提高了实时传输性能,具有重要作用。本文提出的基于矩阵判决的 SCI/RT TRAIN 协议直接传输新方法,能够较大程度地提高环路利用率,进一步改善环路的传输性能。该方法提高了直接传输模式覆盖的流量范围,使环路保持低延迟传输,提高了环路实时传输能力。由于算法实现上不需要改变数据包的结构,不需要增加新的控制信息,也不需要维护全局控制量,只需要对节点和管理者的运算方式进行少量改进,所以其在改善 SCI/RT TRAIN 协议传输性能的同时也具有较强的通用性。

参考文献:

[1] Joint advanced strike technology program. Avionics Architecture Definition, Appendices[EB/OL]. http://ftp.jast.mil, 1994 - 08 - 09.

[2] Cui Jian, Zheng Zheng, Li Zheng. SCI standard analysis [J]. Optical Communication Technology, 2005, (9): 37 - 40. (in Chinese)
崔剑,郑铮,李铮. SCI 协议分析 [J]. 光通信技术, 2005, (9): 37 - 40.

[3] Yu Qiang-li, Lu Da, Wang Mingfen. Research and implementation on SCI data transmission [J]. Computer Technology and Development, 2007, (11): 190 - 192. (in Chinese)
余强力,陆达,王明芬,SCI 数据通信技术的研究和实现 [J]. 计算机技术与发展, 2007, (11): 190 - 192.

[4] IEEE1596 - 1992, IEEE Standard for Scalable Coherent Interface[S]. Piscataway, NJ: IEEE Service Center, 1993.

[5] IEEE P1596.6 Draft. TRAIN Protocol For SCI/RT Draft Version 1.3[S]. 1996.

[6] Liu Xingchun, Liu Yang, Cui Jian, et al. An OPNET-based simulation model of SCI-node linc [J]. Optical Communication Technology, 2007, (5): 30 - 34. (in Chinese)
刘兴春,刘阳,崔剑,等. 基于 Opnet 的航空电子 SCI 链路节点建模 [J]. 光通信技术, 2007, (5): 30 - 34.