

# 银河仿真工作站实时通信技术的研究与实现\*

蒋志文 鄢来斌 姚益平

(国防科技大学计算机学院,湖南长沙 410073)

**摘要** 对银河仿真工作站与共享内存实时网络的实时通信技术进行了研究,介绍了银河仿真工作站与实时网通信的应用程序接口 API,并且描述了一个在 YHSIM 仿真程序中实现与实时网通信的例子,最后给出了实验结果。实验证明,该技术能有效地用于大规模复杂系统的半实物仿真。

**关键词** 银河仿真工作站;实时网;半实物仿真

**中图分类号**: TP391.9 **文献标识码**: A

## Study and Implementation of the Real-time Communication for the Galaxy Simulation Workstation

JIANG Zhi-wen, YAN Lai-bin, YAO Yi-ping

(College of Computer, National Univ. of Defense Technology, Changsha 410073, China)

**Abstract**: The technology of the real-time communication between the Galaxy Simulation Workstation (GSW) and the shared-memory real-time network is first researched. Then the application program interface (API) of the real-time communication between them is introduced. And an example of real-time network communication, which is implemented in YHSIM simulation program, is described. Finally, the experimental result is given, which proves this technology can be effectively used for semi-physical simulation of large scale complex systems.

**Key words**: the galaxy simulation workstation; real-time network; semi-physical simulation

在计算机网络技术飞速发展的今天,传统的网络已经能够达到千兆级的传输速率,并得到了广泛深入的应用,但是由于传统的网络传输协议(TCP/IP协议)开销具有不确定性,其最大传输延迟时间不可预测,因此,它很难满足大型复杂的分布式仿真系统对帧时间的要求(一般为毫秒级,有时要求小于1毫秒)。目前,共享内存光纤实时网络(以下简称实时网)采用了先进特殊的技术,具备了很强的支持实时分布式系统的数据传输能力,成为大型复杂的分布式仿真系统实时网络的首选方案。为了适应这种形势,我们在银河仿真工作站的一体化建模仿真软件的软件库中,加入与实时网进行实时数据传输的一组应用程序接口 API,使得银河仿真工作站能很方便地与实时网进行连接。本文将介绍这种实现技术。

## 1 实时网简介

### 1.1 实时网的工作原理

图 1 为实时网的工作原理图。在每个需要实时通信的节点上插入共享内存网卡,在每块卡上都有自己独立的局部内存,它通过局部内存映射将网卡上的局部内存映射到主机内存,用户读写网卡上的数据就如同读写主机内存上的数据一样快速、方便。另外,每块共享内存网卡又通过网络内存映射,将分布在节点卡上的局部内存,映射到一个虚拟的全局内存,即每个节点在写入本地节点卡的数据同时也写入所有其他节点卡的内存,这样,用户对本地节点内存的读写相当于对全局内存进行读写,而这个全局内存是所有分布节点都可共享的,从而实现了分布节点间的实时数据通信。通过这种方式,所有的节点能透明地并确定地传送中断、消息或者数据块到其它的节点。

\* 收稿日期 2002-03-15  
作者简介 蒋志文(1963—)男,副研究员。

由于实时网是一个实时的、基于内存的网络系统,其所有的工作都是由硬件完成的,没有软件的开销,再加上采用光纤传输介质,因此可以达到数十兆字节的数据传输率和百纳秒级的数据传输延迟,更重要的是这种网络的传输延迟是确定和可以预期的,这是传统的网络难以达到的。

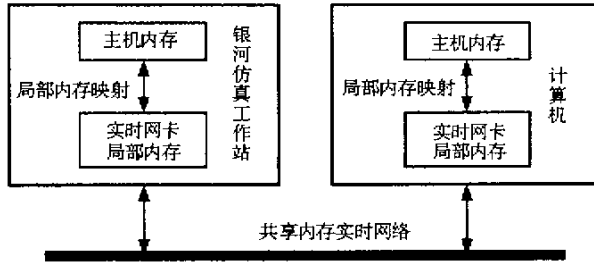


图1 实时网的工作原理图

Fig.1 The working principle of real-time network

## 1.2 实时网产品简介

当前市场上,有三种典型的实时网产品:(1)VMIC公司的RTNET(反射内存网络)(2)SYSTRAN公司的SCRAM NET(共享公共RAM网络)(3)SBS公司的Broadcast Memory Network(广播内存网络);

虽然名称不同,但是这些网络产品所采用的技术原理是相同的。表1列出了三种典型的实时网产品的性能指标,所列产品都基于PCI总线,支持Windows NT操作系统,并采用光纤作为物理传输介质。

表1 三种典型的实时网产品的性能指标

Tab.1 The performance of three kinds of typical product for real-time network

实时网产品	VMIC的 VMIPCI-5588	SYSTRAN的 SC150e系列	SBS的 2500系列
结构与性能			
拓扑结构	环形链	环形链	星型
最大内存	16MB	8MB	8MB
最大节点数	256	32	32
主机与网卡间传输率	33MB/s	70MB/s	45MB/s
处理器开销	无	无	无
DMA访问	支持	支持	支持
数据传输率	最大29.5MB/s	16.7MB/s	43MB/s
最大传输延迟(10节点典型网络)	7.5 $\mu$ s	9.0 $\mu$ s	4.5 $\mu$ s
节点间距离	最大300m	最大300m	最大150m
节点间的实时中断	支持	支持	支持
数据检错与纠错	支持	支持	支持

从表1可以看出,这三种典型的实时网产品的性能指标都比较好,但在拓扑结构和指标上有差异。例如,支持的拓扑结构有的为环形链,有的为星型;卡上最大内存、可连接的最大节点数、主机与网卡间传输率、数据传输率、最大传输延迟(10节点典型网络)、节点间距离等都有些不同,可根据需要选择。

## 2 银河仿真工作站与实时网的连接的结构

银河仿真工作站的主机采用通用计算机,操作系统采用Windows NT,这为与通用实时网的连接提供了有利的条件。银河仿真工作站与VMIC和SYSTRAN的实时网的连接结构图如图2所示,与SBS实时网的连接结构图如图3所示。

VMIC 和 SYSTRAN 的实时网具有环形结构, SBS 的实时网具有星形结构。银河仿真工作站可以是这些实时网的一个或几个节点。在 VMIC 和 SYSTRAN 的实时网中通过光纤与其它计算机连接, 在 SBS 的实时网中通过实时网 HUB 与其它计算机连接。在银河仿真工作站的一体化建模和实时仿真与分析软件 YHSIM 软件库中, 加入与这些实时网通信的一组 API, 银河仿真工作站就可与这些实时网中的各节点实时地进行传输数据, 也可在实时网中连接多个银河仿真工作站, 进行多模型系统的分布式实时仿真。这为实现大型复杂系统的分布式实时仿真创造了有利的条件。

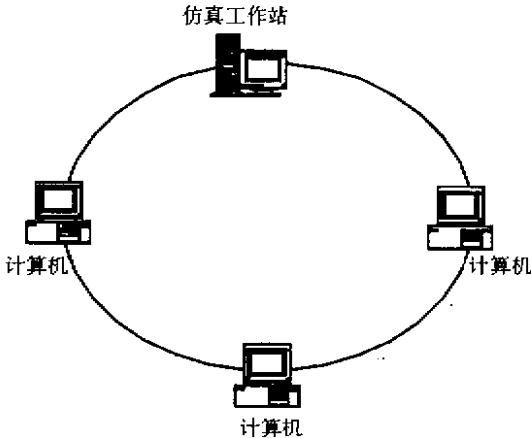


图2 银河仿真工作站与 VMIC 或 SYSTRAN 的实时网的连接结构图

Fig.2 The connection between GSW and VMIC or SYSTRAN real-time network

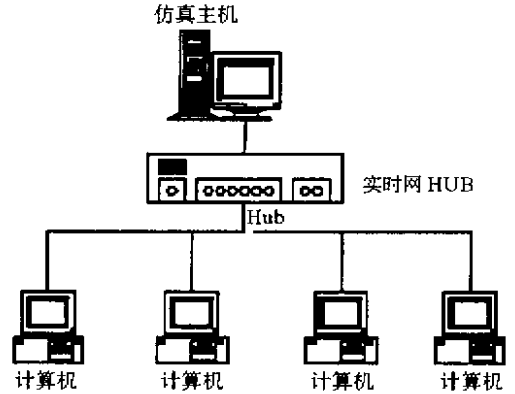


图3 银河仿真工作站与 SBS 实时网的连接结构图

Fig.3 The connection between GSW and SBS real-time network

### 3 银河仿真工作站与实时网通信的 API

为了实现银河仿真工作站与实时网的通信, 我们编写了一组 API, 将这些 API 加入到 YHSIM 的软件库中, 并且在链接用户仿真程序时将实时网的库链接进去, 这样, 就可在仿真程序中直接调用这些 API, 使得银河仿真工作站与实时网的通信能更加方便地实现。下面以与 VMIC 实时网通信的 API 为例, 简单介绍一下主要的 API。

- (1) RFM\_Open( )      功能: 打开 VMIC 设备。
- (2) RFM\_Close( )    功能: 关闭 VMIC 设备。
- (3) RFM\_Write(long addr, int n, double\* data)  
功能: 从地址 addr 开始, 向实时网写 n 个双精度数。
- (4) RFM\_Read(long addr, int n, double\* data)  
功能: 从地址 addr 开始, 从实时网读 n 个双精度数。
- (5) RFM\_Clear\_RWFlag( )  
功能: 初始化读写标志, 将其清为标志 2。

### 4 仿真程序中实现与实时网的通信

把与实时网通信的 API 加入到 YHSIM 的库中后, 在仿真程序中实现与实时网的通信就方便多了。设有两个向量 RDATA[ 100 ] 和 WDATA[ 100 ] 分别存放从实时网读来的数据和要发往实时网的数据, 在仿真程序中, 在域块 sync4 中, 从实时网读 100 个双精度数据存入向量 RDATA 中, 这些数据经过计算(包括动力学块 dynamic 的积分运算)后的数据已存入向量 WDATA 中, 在域块 sync5 中从实时网的地址 1000 开始, 向实时网发送 WDATA 中的 100 个双精度数据, 仿真程序可按以下方法编写:

...

VECTOR RDATA[ 100 ], WDATA[ 100 ]

```

...
REGION SYNC4
...
    RFM_Read( 100 , 100 , RDATA )    //从实时网读数据
...
END REGION
DYNAMIC
...
END DYNAMIC
REGION SYNC5
...
    RFM_Write( 1000 , 100 , WDATA )//向实时网写数据
...
END REGION

```

这样,在编写 YHSIM 仿真程序时,如需与实时网通信,只需使用与实时网通信的 API 就可以了,至于银河仿真工作站如何实现与实时网通信,用户在编程时就不必考虑了。

为了实现以上目的,还必须在执行偶 Simexec 的开始处加入打开 VMIC 设备的 RFM\_Open(),在执行偶 Simexec 的最后处加入关闭 VMIC 设备的 RFM\_Close(),这样,编写 YHSIM 仿真程序时就不必考虑 VMIC 设备的打开和关闭了。另外,连接时还必须将实时网的库 rfmdll\_std.c.lib 连接进去。

## 5 实验结果

在银河仿真工作站上(配置:CPU 为 PIII 933MHz,内存 256MB)分别在 VMIC 实时网、SBS 实时网上用不同的题目进行了多次半实物仿真,其最大帧时间如表 2。

表 2 采用实时网的最大仿真帧时间

Tab.2 Maximum frame time by using real-time network

实验编号	SBS 实时网	VMIC 实时网
1	0.1ms	0.13ms
2	0.28ms	0.32ms

从表 2 可以看出,在实验 1、2 中的仿真帧时间很小,能够满足半实物仿真的要求。

## 6 结束语

在分布式仿真系统中,采用实时网络进行仿真节点的物理连接是分布式仿真的发展方向。在银河仿真工作站中加入了与实时网通信的功能,是一个成功的尝试,这大大拓展了银河仿真工作站的应用领域,为银河仿真工作站的进一步发展打下了坚实的基础。

## 参考文献:

- [1] VMIC Technologies Inc, Reflective Memory Drivers[ R ],1999.
- [2] VMIC Technologies Inc, VMIPCI - 5588 Reflective Memory Board[ R ], 1999.
- [3] SBS Technologies Inc, Model 15 - 901 Windows NT Support Software Manual for SBS Broadcast Memory[ R ]. The Simultaneous Memory Network, 1998.
- [4] 国防科大计算机学院. 实时建模仿真软件 YHSIM 用户手册[ R ]. 2001.
- [5] 李俊,朱根才. 射频仿真系统中多机系统的实时通信[ J ]. 南京航空航天大学学报, 1999, 31( 2 ).
- [6] 姚新宇,黄柯棣. 仿真中的时间和实时仿真[ J ]. 系统仿真学报, 1999, 11( 6 ).

