

# HLA 半实物仿真数据实时存储方法研究与实现

崔爽, 于国权

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 长春 130033)

**摘要:** 分析了光电对抗半实物仿真系统的主要目的, 论述了该仿真系统的数据采集模式, 发现了难点在于如何实现实时数据的及时和完整的采集, 提出了使用基于分布式存储的方法来实现对大批量实时数据的存储, 并将该方法和直接向数据库进行数据插入作了对比, 通过对两种方法的数据插入时间的采集和比较, 分析了使用分布式存储方法的优点, 不但解决了 Oracle 数据库管理系统对于数据存储速率的瓶颈问题, 同时也保证了数据的完整性和可靠性, 最终实现了这一方法在光电对抗半实物仿真系统中的应用。

**关键词:** 高层体系结构; 分布式存储; 数据采集

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1672-9870 (2010) 02-0162-03

## The Research and Implementation of Semi-physical Simulation Data Real-time Storage Method Based on HLA

CUI Shuang ,YU Guoquan

(Changchun Institute of Optics ,Fine Mechanics and Physics ,Chinese Academy of Sciences Changchun 130033)

**Abstract:** In this paper the significance of data collection in HLA simulation system is analyzed, and then introduces the Collection Data Type, Data Collection Method and Data Storage Method of HLA Simulation System. According to the purpose of semi-physical simulation for EO countermeasure, dissertates the data collection mode of this system, advances a method of using double buffers to actualize the storage of big batch of real time data, and compared the Using Double Buffer Technology to do Data Storage with insert data into Database directly, by collecting and comparing the data inserting time of the two methods, analyzes the strongpoint of using Double Buffer Technology, and resolves the choke point problem of data storage speed of Oracle database management system, finally realizes the application of this method in EO countermeasure semi-physical simulation system.

**Key words:** HLA; distributed storage; data collection

HLA(high level architecture)/RTI(Run- Time Infrastructure)是新一代的分布式仿真体系结构框架, 它能很好的支持各种仿真模型之间的互操作和可重用<sup>[1]</sup>。基于HLA(High Level Architecture)的光电对抗半实物仿真系统的主要功能及目的是用于对设备的鉴定, 这就需要对仿真过程中邦员的状态数据和邦员间各种交互行为数据进行及时、完整的采集, 以便于在仿真完成后为仿真参与者提供深入的关于仿真过程的各种信息, 进而对设备进行评估和测试等<sup>[2,3]</sup>。数据库的介入, 可以方便的辅助仿真过程中数据的存储以及事后的回放、评估和测试,

成为HLA仿真结果VV&A的重要手段<sup>[2,3]</sup>。但是由于数据库对于数据的存储速率无法满足仿真过程中所产生的大批量实时数据, 而且一旦仿真过程中服务器出现问题, 实时数据将完全丢失, 将为试验带来巨大损失。鉴于这些问题, 论文提出了使用分布式存储的方法, 该方法构建了一个简单的分布式存储系统, 首先划分多个分布式缓冲区, 每当其中一个缓冲区满后就调用switch中间件将数据批量写入随机选取的当前空闲的数据库服务器, 这样既弥补了数据库磁盘I/O瓶颈问题, 同时分布式存储的使用也极大地提高了系统的可靠性, 因为任何一台

收稿日期: 2010-02-16

作者简介: 崔爽(1982-), 男, 硕士研究生, 主要从事光电对抗仿真技术研究。

服务器出现问题时,系统都会将缓冲区中的数据转向存储到其它正常的数据库服务器中,最后将该方法应用到了光电对抗半实物仿真试验系统中。

## 1 光电对抗半实物仿真系统采集数据的类型和存储

光电对抗半实物仿真系统所要采集的数据主要有两个方面<sup>[4,5]</sup>。

一方面主要指仿真系统运行之前所需要的准备数据,还有就是人工采集的数据和操作数据,这些数据被统称为静态数据。

另一方面就是仿真系统运行过程中生成的数据,这些数据被称为实时数据,具有频率高和数据量大的特点。

对于静态数据来说,由于不用考虑传输速率,直接采用基于C/S架构的Oracle应用程序就可以实现对静态数据的采集和存储。

难点在于如何实现对实时数据采集存储,考虑当前的一些存储办法,无论是选择数据库存储还是直接进行硬盘存储,其实时存储能力都无法满足对仿真过程中实时生成的大批量的实时数据的存储,而且一旦存储计算机在仿真过程中发生问题,如断电、网络中断或是系统崩溃等,都将丢失仿真数据,因此整个仿真试验也将宣布失败,将给仿真试验带来具大的损失。为此,设计并提出了一种半实物仿真数据实时存储方法来解决这些问题,接下来将对该方法做详细的论述。

## 2 方法的提出

鉴于实时性和可靠性的要求,本文提出了分布式存储方法,该方法的思想是建立在分布式操作系统的基础之上的,多台数据库服务器同时完成一个存储功能<sup>[6]</sup>,提高了数据存储速率,并且任何一台或者几台服务器出现故障,都不会影响整个存储过程的继续,保证了数据存储的完整性和可靠性。该方法的主要结构设计如图1所示。

首先建立多个分布式缓冲区,要求缓冲区的个数要大于所使用的服务器个数,并且分布式缓冲区的容量要大于单个服务器写磁盘缓冲区的容量,缓冲区可以是一个具有指定长度的Buffer,也可以是一个指定长度的数组,因具体情况而定。

SWITCH中间件的主要功能是随即切换数据库服务器,通过遍历当前活跃的服务器,从中选取处

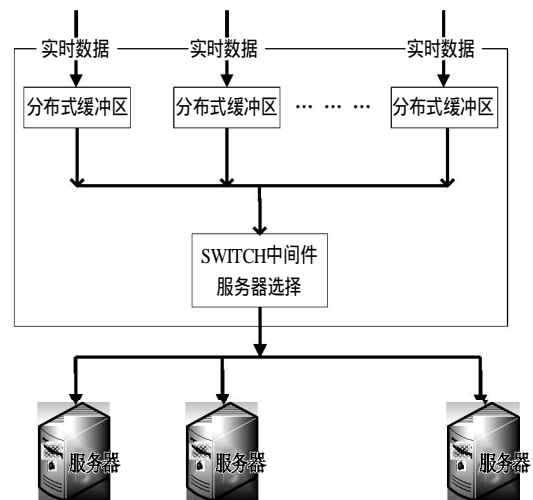


图1 分布式存储结构设计

Fig.1 Structure design of distributed storage

在空闲状态的服务器,并将已经写满的分布式缓冲区中的数据存储到该服务器中。设计规则是为每个服务器设置一个时间戳,初始时设置为0,构成一个时间戳列表,当某个分布式缓冲区满后,SWITCH中间件就遍历时间戳列表,从中寻找一个最小值,并将当前系统时间赋值给该时间戳,同时

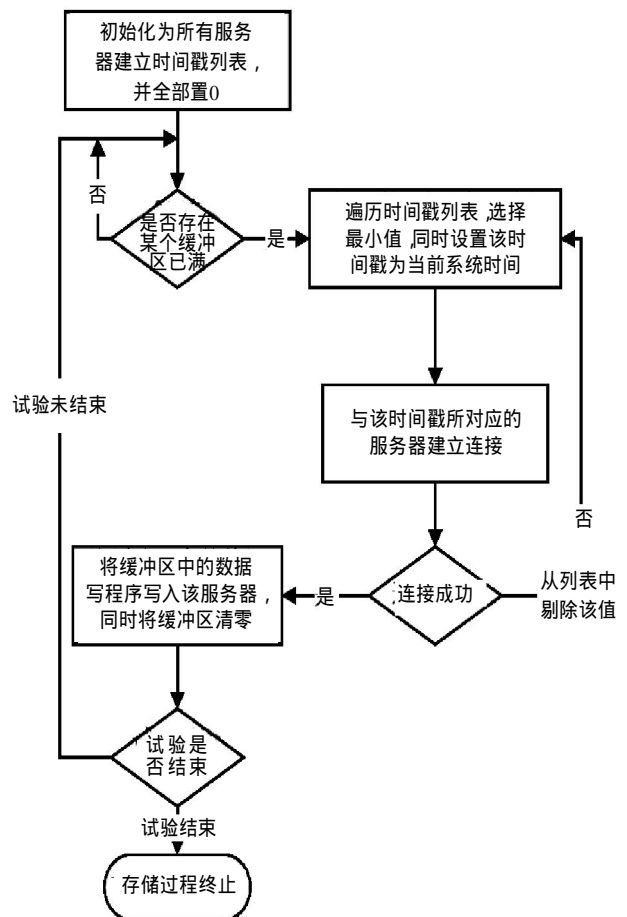


图2 SWITCH 工作流程

Fig.2 Work flow of SWITCH

与该服务器建立连接,如果连接成功,就将缓冲区中的数据存储到该服务器,否则从时间戳列表中删除该服务器,认为该服务器故障,并继续遍历时间戳列表,寻找次小值,依次循环,直到试验结束。

SWITCH 中间件的工作流程如图 2 所示。

最后确立分布式存储使用的服务器数量,视具体情况而定,一般小型半实物仿真系统使用两台即可,大型的半实物仿真系统则需要三台以上。

下面对分布式存储方法和直接向单一数据库进行数据存储进行测试比较。测试条件:连续存储 2000 帧数据,帧间隔为 10ms,每帧数据量为 50 字节\*4 个字节。将测试结果以图表的形式展示如下图 3、4 所示。

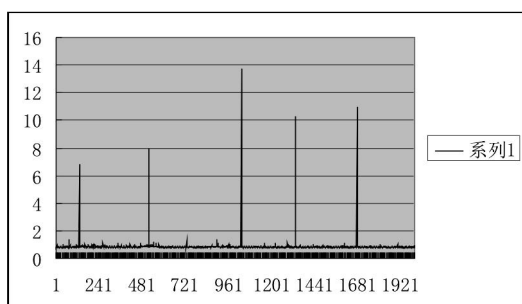


图 3 不使用分布式存储

Fig.3 Unused distributed storage

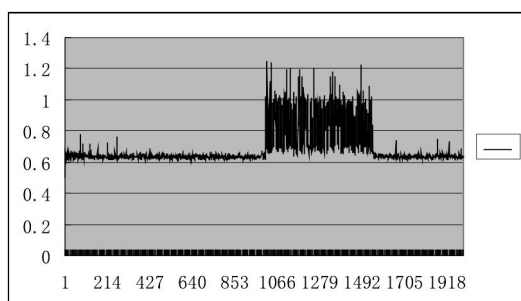


图 4 使用分布式存储

Fig.4 Used distributed storage

图表中纵坐标为存储每帧数据所使用的时间,横坐标为数据帧次,即第几帧。从两个图表中可以看出:

在不使用分布式存储的情况下,数据向数据库中写入时,不是每写入一条,Oracle 数据库服务器就将数据写入磁盘,而是先将数据写入 Oracle 数据库缓冲区,等缓冲区数据写满之后,才将数据导入到磁盘,这样在整个数据插入过程中,就会出现几帧使用的时间特别大,这几帧就是 Oracle 数据库将缓冲区中的数据导入磁盘的过程。而正是因为这几帧使用的时间特别大,会导致接下来的一帧或是几帧数据的丢失,严重影响了仿真时序的推进,而且

这些还需要建立在数据库服务器在整个试验过程中没有任何错误的情况下,一旦服务器出现故障,整个存储系统将崩溃,将给仿真系统带来巨大损失。

使用分布式存储之后,数据先是保存在分布式缓冲区中,当一个缓冲区写满之后,就触发写数据库线程,然后再向另一个缓冲区写数据,再触发写数据库线程,如此反复,将所有数据都写入 Oracle 数据库。从测得的时间数据可以看出,整个数据插入过程中,不会出现某一帧使用的时间特别大的现象,只是在数据库写磁盘的时候,在时间上有个连续的小波动,这是由于线程之间竞争资源导致的,但这个波动非常小,一般每帧不超过 2ms,不会影响下一个周期的仿真数据存储,可以忽略不计;此外,即使在试验的过程中,某台或是某几台数据库服务器出现问题,都不会影响整个存储过程,使得仿真数据不会产生丢失的现象,保证了仿真实时数据的完整性和数据存储的实时性。

### 3 方法的实现

实时数据主要是在仿真系统运行过程中产生的,包括联邦成员更新的数据和联邦成员之间的交互数据。实时数据采集模式使用的是采集邦员的方法,即设置一个专门的邦员,让其订购所有的数据并在数据到达时记录数据,充分体现了它的简单和方便特性;同时此邦员通过分布式缓冲区,借助 switch 中间件的数据库服务器切换功能,将实时生成的数据全部采集并分别存储到多个 Oracle 数据库服务器中,用来分析、研究、测试、评估和鉴定具体的设备,进而实现了光电对抗半实物仿真的主要目的和功能。实时数据采集模式的结构框架如图 5。

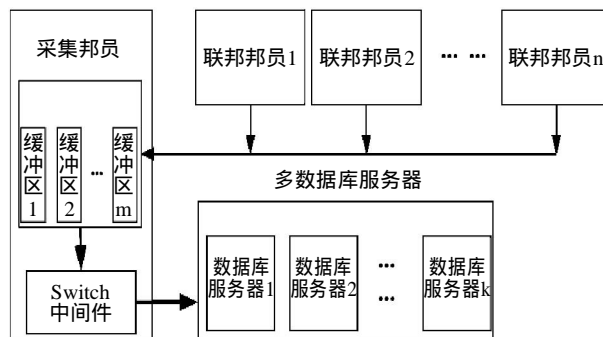


图 5 实时数据采集模式结构框架

Fig.5 Structure of real-time data collection mode

仿真过程是时间推进的,其频率很高,大概在 100Hz 左右,图 6 只是描述仿真推演的一个周期内

(下转第 168 页)

```
fi
;;
remove)
.....
```

其中,环境变量\$ACTION为add,表示有设备插入;remove表示设备被拔出。“USB\_MASS\_INT\_CLASS=”8”代表USB Mass Storage设备(按照USB Mass Storage协议,所有的U盘设备class都为8)。内核在调用hotplug时,把USB的class通过参数传递给/sbin/hotplug脚本,接着被传递到usb.agent脚本中。usb.agent脚本通过分析传递进来的参数,把当前USB设备的class记录在环境变量\$usb\_bInterfaceClass中。通过它与USB\_MASS\_INT\_CLASS的比较,就可以判断U盘设备。接着,在“/dev/scsi”目录下搜索/bus0/target0/lun0/part1设备,搜索到以后进行自动加载工作。

### 3 结束语

根据USB支持热插拔特性,本文提出了利用热插拔脚本实现USB设备自动加载的方法,并对此方法做了详细的说明。最后利用热插拔脚本实现

Linux系统对U盘的自动加载,完成对Linux驱动程序的改进。

实现USB设备的自动加载从结果上来看,利用热插拔脚本,无论使用装有Linux系统的PC机还是装有Linux系统的嵌入式设备,用户在使用USB设备时都不再需要手动加载。不仅提高工作效率,同时也避免手动加载时输入命令容易出错的问题。

### 参考文献

- [1] 李驹光,郑耿.基于嵌入式Linux的设备驱动程序开发[J].电脑编程技巧与维护,2005,11(11):15-19.
- [2] Klaus Wehrle, Frank Pahlke. The Linux Networking Architecture: Design and Implementation of Network Protocols in the Linux Kernel[J]. Prentice Hall, 2004: 99-104.
- [3] 魏骛,张焕强,方贵明.基于Linux的USB驱动程序实现[J].计算机应用,2002,22(8):17-19.
- [4] 郑智.嵌入式Linux下USB驱动程序开发研究[J].武汉理工大学学报信息与管理工程版,2006,28(7):117-120.
- [5] Imai, Yoshiro. A Linux-based engineering education with hardware implementation, 'devicedrivers' programming and network literacy learning[J]. ITHET, 2004: 463-46.

(上接第164页)

的数据采集过程。采集联邦成员订购所有的数据并在数据到达时记录数据。采集联邦成员在整个联邦中被动地收集数据,它只是订购在FOM中定义的所有数据,将反射属性和接收到的交互类存储到分布式缓冲区中,然后触发SWITCH中间件,将数据写入到当前活跃的Oracle数据库服务器中。

### 4 结论

本文分析了光电对抗半实物仿真系统采集数据的类型,发现了实时数据存储这一难点;提出了使用分布式存储方法来实现对大批量实时数据进行存储的方法,同时将使用分布式存储方法进行存储和直接向数据库进行数据插入这两种方法作了对比,通过比较分析了使用分布式存储方法的优点,解决了Oracle数据库管理系统的磁盘I/O瓶颈问题,大大提高了仿真系统的数据实时存储性能,同时该方

法通过多个服务器的使用大大提高了系统数据存储的可靠性;最后实现了这一方法在光电对抗半实物仿真系统中的应用。

### 参考文献

- [1] 冯贵江,李言俊,张科,等.基于HLA光电对抗仿真系统的设计与实现[J].计算机工程设计,2008(4):2055-2058.
- [2] 厉明,纪勇,贾宏光,等.基于快速仿真原型的飞行器半物理仿真系统[J].光学精密工程,2008,16(10):1949-1955.
- [3] 赵炜渝.光电对抗仿真试验技术[J].红外与激光工程,2001,30(3):171-175.
- [4] 李艳峰,刘延斌,金光.机载光电平台地面测试系统目标模拟分系统的建模与半物理仿真实现[J].光学精密工程,2004(2):193-196.
- [5] 蒋夏军,李蔚清,吴慧中.高级分布式仿真中的数据收集技术研究[J].系统仿真学报,2004(8):1758-1767.
- [6] 向方.基于内存数据库的HLA仿真数据收集方法研究[J].数据库及信息管理,2007(7):596-597.