

TXP 虚拟机的报警系统实现

吴娟娟, 冷 杉, 张才科, 王黎泽, 吴炫钢
(东南大学 能源与环境学院, 江苏 南京 210096)

摘要: 依照核电站数字化仪控系统(Teleperm XP)的报警系统,以报警序列显示(ASD)为模拟仿真对象,在开放的 Windows 平台上,应用 SQL 数据库管理、JavaScript 和 Visual C++ 编程技术及 ADO 数据访问技术开发了一套核电站运行人员培训的 TXP 虚拟机报警系统。TXP 虚拟机系统是客户端/服务器(client/server)结构应用系统。ASD 由概貌区和页面区组成,采用 CRT 进行显示;具有报警信息浏览、选择性浏览和报警信息分类显示功能。所设计的运行人员培训的 TXP 虚拟机报警系统实现了真实报警系统的完整再现。

关键词: TXP 虚拟机; ASD; SQL; JavaScript; ADO

中图分类号: TM 74; TM 623

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2010)09-0118-04

0 引言

Siemens 公司的 TXP/TXS(Teleperm XP/Teleperm XS)系统是一套安全先进的分散控制系统 DCS(Distributed Control System),目前用于实现国内外多个大型核电站的全数字化仪控系统的监视、控制和报警等功能。对 TXP/TXS 系统进行全范围高逼真度仿真,是建设核电站模拟机的重要组成部分,同时对核电站仪控系统的设计调试具有技术借鉴意义。为此,运用虚拟 DCS 技术^[1-2]开发了可用于核电站运行人员培训的 TXP 虚拟机系统^[3-4]。它将真实核电站的报警系统在虚拟机中完整再现,为核电站运行人员的培训提供可靠依据^[5]。

1 TXP 虚拟机系统简介

TXP 虚拟机系统^[6]是一种典型的客户端/服务器(client/server)结构应用系统,下面介绍 TXP 虚拟机系统的软件。

a. 虚拟 AS620 自动控制功能软件 VAP(Virtual Automation Processor)^[7]。VAP 是 TXP 虚拟机软件的核心代码,主要实现 TXP 虚拟机系统的自动控制功能。VAP 由虚拟功能模块类 VFB(Virtual Function Block)的实例化对象组成,VFB 是为实现控制系统某一特殊任务而编制的一组算法。当所有 VFB 开发完成后,将其封装,导入静态链接库 VTXP_Lib,供主控程序 VAP_Svr 分层调用,完成控制功能。通过在 VFB 中设定报警限值可以模拟真实报警系统中报警的产生。

b. 虚拟 OM690 人机界面功能软件 VOT(Virtual Operation Terminal)。VOT^[8]是运行人员直接面对的交互界面。采用网页制作工具 FrontPage,嵌入用于操作和显示的 ActiveX 动态控件,生成可浏览运行的

网页。鉴于此思想,虚拟报警系统中报警序列显示采用 JavaScript 编程技术开发的 Web 页面。

c. 虚拟 ES680 工程师功能软件 VES,用于工程设计调试、热控人员培训等。

d. 虚拟通信功能软件^[9]。采用基于 TCP/IP 协议的 Socket 通信技术,用于 VAP_Svr 与 VOT 之间的数据实时通信。

TXP 虚拟机系统的开发为核电站运行人员培训考核、院校教学等提供了重要依据。而报警系统在 TXP 虚拟机系统中占有非常重要的地位,因此,在 TXP 虚拟机系统中实现报警功能是必不可少的。TXP 虚拟机(VTXP)软件结构如图 1 所示。

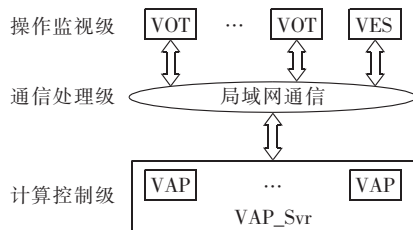


图 1 VTXP 软件结构

Fig.1 Software architecture of VTXP

2 报警系统简介

报警系统是核电站控制室重要的人机接口之一,可及时反映核电站运行状态的变化,使运行人员有时间采取有效的动作与纠正措施,以避免不必要的限制设施或安全设施驱动^[10]。

Siemens TXP 核电站报警系统^[11]可生成、显示和存储核电站运行设备的报警信息,并将报警信息发送到网络上的任意一台操作员站。报警序列显示 ASD^[11](Alarm Sequence Display)按时间顺序列出核电站的报警信息,便于操作员准确地跟踪事故,以进行故障分析。

所有报警信息根据不同标准分类。例如,按照报

警确认与否分为新页和旧页;按照报警的来源不同分为过程报警和 I&C 报警。过程报警按照不同报警限值又分为 A、W、T、F、S、L、C 和 M 8 类报警。A 类报警表示报警限值超出, W 类报警表示警告限值超出, T 类报警表示容忍限值超出等。

ASD 由概貌区和页面区组成,采用 CRT 进行显示具有 3 种功能。

a. 报警信息浏览。每条信息包括报警种类、电厂标识系统 KKS(Kraftwerk-Kennzeichen System)描述、功能区代码、确认状态、报警时间、优先级等。显示的报警信息按时间先后顺序排列。

b. 选择性浏览。用户可以按照某种条件(如报警分类、确认状态等)查询所需要的信息。

c. 报警信息分类显示。采用不同颜色对报警信息加以区分。如报警报出时用白底显示,确认后用灰底显示等。

此报警系统克服了传统光字牌报警系统^[13]的雪崩现象和无分级等缺点,提高了核电站自诊断功能,增强了运行人员对事故判断和处理的能力,为核电站的安全、可靠运行提供了有力的支持。

3 虚拟报警系统软件结构

在深入分析 Siemens TXP 报警系统的基础上,运用 JavaScript 编程技术开发虚拟报警序列显示 VASD(Virtual ASD),运用 Visual C++ 编写报警处理线程,运用 SQL Server 数据库存储报警信息,运用 ADO 数据访问技术访问 SQL Server 数据库。

虚拟报警系统分为报警服务器与报警客户端 2 部分。虚拟报警系统在服务器端利用 VFB 和主控程序 VAP_Svr 模拟实现真实报警系统的报警产生和处理过程,在客户端对 Siemens TXP 报警系统的 ASD 高逼真度仿真。

3.1 报警服务器

在服务器端除了安装主控程序 VAP_Svr 外还安装了数据库 SQL Server 2000。运用 SQL Server 企业管理器创建数据库 Alarm_List,并新建表 AlarmList 存放所有报警信息。

主控程序 VAP_Svr 是通过 ADO 类的实例化对象与 SQL 数据库进行交互的。ADO 类是为了方便地在 Visual C++ 中使用 ADO 访问数据库而封装设计的特殊类^[14]。在 VAP_Svr 中另外开辟了一个报警线程 AlarmMsgLoopPro,对报警信息进行删除、修改和查询等处理。

3.2 虚拟报警序列显示

VASD 用于在列表中显示报警,并可按照优先级或其他标准对其进行分类显示。整个画面由概貌区和页面区组成。概貌区包含了所有的功能按钮,页面区以表格的形式显示报警信息。脚本通过 ADO 技术访问 SQL Server 数据库。

虚拟报警系统软件结构如图 2 所示。

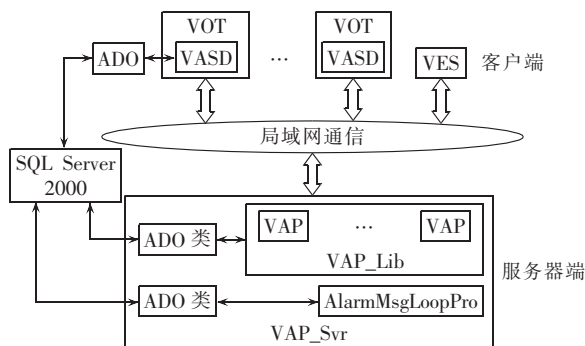


图 2 虚拟报警系统软件结构

Fig.2 Software architecture of virtual alarm system

4 报警服务器

服务器端安装了 TXP 虚拟机的主控程序 VAP_Svr 和数据库 SQL Server 2000,实现了报警产生和报警处理等功能。下面介绍主要的几个过程。

4.1 数据库的建立

本系统采用的数据库是 SQL Server 2000,它是基于关系型数据库的大型数据库系统,具有独立于硬件平台、对称的多处理器结构、抢占式多任务管理、完善的安全系统和容错功能,并具有易于维护的特点。

安装完成 SQL Server 2000 之后即可为虚拟报警系统创建一个数据库,数据库取名为 Alarm_List。继而在数据库 Alarm_List 中创建一个新表 AlarmList,用于保存报警信息。

4.2 报警产生

虚拟自动处理器 VAP 中的 VFB 是产生报警的来源。VFB 中包含变量、参数和算法等,其中输入、输出参数是 VFB 与外界交互的接口,设置不同的参数值可以确定不同的工作模式、报警上/下限及操作权限等。每个开关量或模拟量输出端口都是一个潜在的报警源。所有 VFB 的数据和算法封装在静态链接库 VTXP_Lib 里。

虚拟 TXP 系统开始运行后,VAP_Svr 中的主计算线程 ComputeThreadProc 调用 VAP_Lib,将所有 VFB 在其中进行循环计算,计算时如有输出参数达到设定的报警限值就通过 ADO 类的实例化对象将报警信息添加到数据库 Alarm_List 中。所有报警信息列在表 AlarmList 中,在服务器端可以直接打开 AlarmList 查看报警信息。

4.3 报警处理

当运行人员在报警页面上进行操作后,在服务器端就需要对数据库进行相应的修改,如对于已经确认且已恢复的报警要及时删除。为了方便地对数据库进行实时修改,在主控程序中为报警系统另外开辟了一个报警线程 AlarmMsgLoopPro。报警线程 AlarmMsgLoopPro 首先通过 ADO 类的实例化对象访

问数据库,再执行 SQL 语句对 AlarmList 进行相应的修改,最后断开与数据库的链接。

报警线程 AlarmMsgLoopPro 代码大致如下:

```
UINT AlarmMsgLoopPro(LPVOID param)
{
while (1); // 不停循环执行
{
ADOConn m_ADOTest2 ("Alarm_List"); // 声明 ADO 类的对象,
Alarm_List 是数据库的名称
m_ADOTest2. On InitConnect(); // 与数据库建立链接
m_ADOTest2. ExecuteSQL ("UPDATE AlarmList SET AlarmCorlor =
'3' WHERE Verification='1' and AlarmType_='0'"); // 修改数据库
...
_RecordsetPtr m_pRecordset1,m_pRecordset2;
// 声明 Recordset 对象
m_pRecordset1=m_ADOTest2. GetRecordSet("SELECT * FROM Alarm-
List WHERE Verification='1' and AlarmType_='1'");
// 将数据库中已确认且已恢复的报警选出放入记录集
...
for(int i=0; i<KKSName.GetSize();i++)
{ ...
vSQL = "DELETE FROM AlarmList WHERE KKSObjName = " +
KKSName. GetAt(i) + "'";
m_ADOTest2. ExecuteSQL(vSQL); // 删除已确认且已恢复的报警
...
m_ADOTest2. ExitConnect(); // 断开链接
}
}
```

5 虚拟报警序列显示

VASD 是利用 JavaScript 编程技术^[15]编写的 Web 页面,其将报警信息按时间顺序显示。其中主页面称为报警总表由概貌区和页面区组成。

当服务器端启动后双击 VOT 上的 ASD 指示器就可打开报警总表。

5.1 报警概貌区

报警概貌区包含了所有功能按钮。这些功能按钮主要是对报警表格进行分类和排序等处理,便于操作员根据不同的类别对报警信息进行分析 and 处理。

各个按钮的功能如下:New 和 Old 按钮是将报警按确认状态进行分类;A、W、T、F、S、L、C、M 8 个按钮是按报警限值进行分类;UNIT MASTER 等 11 个功能分区按钮将整个核电站按照设备功能进行分类,其上面的 2 个指示器分别显示该区新报警和旧报警的数目;倒排按钮[n]是将报警信息按时间顺序倒排,即按下此按钮后,最新报警将出现在表格最上方;倒排按钮右边的 2 个按钮是翻页按钮,当前页面只显示最新的 50 条报警信息,如需查看更早的报警信息可按下翻页按钮;Actual 按钮的功能是不管运行人员当前在查看哪一页、哪一类报警,只要点击此按钮,就立即显示最新报警信息。

这些功能是通过在脚本程序中执行 SQL 语言中的 Select 语句直接从数据库中按照不同的条件进

行选择并显示而实现的。

5.2 报警页面区

报警页面区将报警信息按时间顺序列成表格,每增加一条报警信息,表格就自动增加一行。每一行列出了该报警的所有信息,包括报警的类型、对象的 KKS 描述、确认状态、报出时间等。操作员可以根据这些信息判断此报警的位置、超限情况和类型等,以便及时对它作出判断和处理。脚本通过 ADO 技术访问 SQL Server 数据库,访问数据库实现代码如下:

```
Var objdbConn=new ActiveXObject ("ADODB.Connection"); // 创建
Connection 对象
var strdsn = "Driver={SQL Server};SERVER=IP 地址;UID=sa;PWD=
sa;DATABASE=Alarm_List";
// 设置连接字符串
objdbConn. Open(strdsn); // 连接到数据库
var objrs=objdbConn. Execute("Select * from AlarmList WHERE Pa-
geNum = "+pagenum+" order by AlarmTime"); // 读取数据库的内容
```

由于服务器主程序在不断循环计算,一旦有新的报警发出,主控程序就将报警信息写入报警表格 AlarmList 中。为了确保所有报警信息都显示在页面上,报警页面需要不断的与数据库进行链接,所以报警页面需要不断地刷新,每刷新一次就重新访问一次数据库。本页面设置的自动刷新时间间隔为 10 s。

表格的倒数第 3 列是报警的确认状态,未确认用 0 表示,确认用 1 表示,未确认时报警条为白底,确认后报警条为灰底。双击某一行表示确认该报警,此功能是通过为每一行的鼠标双击事件添加消息响应函数来实现的。实现代码大致如下:

```
function Acknowledge(tr); // 双击响应函数
{tr.style. background = "gray";
// 双击改变该行的背景色
...; // 访问数据库
objdbConn. Execute("UPDATE AlarmList SET Verification='1' WHERE
KKSObjName = "+name+" and AlarmTime = "+time+"");
// 执行 UPDATE 语句改变确认状态
objdbConn. Close(); // 关闭数据库链接
}
```

6 结语

本文在深入分析 Siemens TXP 报警系统的基础上,运用 SQL 数据库管理技术、Visual C++、JavaScript 编程技术和 ADO 数据访问技术,自行开发了 TXP 虚拟机的报警系统。详细介绍了此虚拟报警系统的设计思想、系统结构及实现方法。此设计方案能实现 Siemens TXP 报警系统所有的功能,并且能够满足多用户并发访问的要求,为提高核电站运行人员处理故障的能力提供了有力支持。

参考文献:

- [1] 冷杉. 论虚拟分散控制系统技术[J]. 中国电力,2003,36(2):53-56.
LENG Shan. Virtual distributed control system technology[J].
Electric Power,2003,36(2):53-56.
- [2] ANSI/ISA.ANSI/ISA-77.20-1993. Fossil power plant simulators

- functional requirement[S]. [S.I.]:The Unstrumentation Systems and Automation Society,1994.
- [3] 王云伟,冷杉,刘志声,等. 虚拟 TXP 控制系统软件设计与开发[J]. 核动力工程,2008,29(6):128-131.
- WANG Yunwei, LENG Shan, LIU Zhisheng, et al. Design and development of virtual TXP control system software[J]. Nuclear Power Engineering, 2008, 29(6):128-131.
- [4] 朱能飞. Teleperm XP 分散控制系统在大型电厂中的应用[J]. 电力自动化设备,1998,18(1):49-52.
- ZHU Nengfei. Application of Teleperm XP distributed control system in big power plant[J]. Electric Power Automation Equipment, 1998, 18(1):49-52.
- [5] 冷杉,徐悦,陈坤,等. 虚拟 DCS 技术与大型发电厂实时系统互联应用[J]. 东南大学学报:自然科学版,2005,35(1):60-63.
- LENG Shan, XU Yue, CHEN Kun, et al. Virtual DCS technology and real-time system interconnecting application in large scale power plant[J]. Journal of Southeast University: Natural Science Edition, 2005, 35(1):60-63.
- [6] 吴重光,沈承林. DCS 仿真软件开发技术探索[J]. 系统仿真学报,1996,8(2):7-11.
- WU Chongguang, SHEN Chenglin. Study of DCS simulation software development[J]. Journal of System Simulation, 1996, 8(2):7-11.
- [7] 薛海平,冷杉,陈坤. TXP 系统虚拟 AP 功能软件设计开发[J]. 电力自动化设备,2005,25(10):55-58.
- XUE Haiping, LENG Shan, CHEN Kun. Development of virtual AP function software for TXP system[J]. Electric Power Automation Equipment, 2005, 25(10):55-58.
- [8] 孙伟,冷杉,潘福明. TXP 系统虚拟 OT 功能软件开发[J]. 电力自动化设备,2006,26(11):75-78.
- SUN Wei, LENG Shan, PAN Fuming. Development of virtual operator terminal function software for TXP system[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006, 26(11):75-78.
- [9] 王云伟,冷杉. 火电机组虚拟仿真系统软件结构优化与功能扩展[D]. 南京:东南大学能源与环境学院,2009.
- WANG Yunwei, LENG Shan. Structure optimization and function extension of thermal power unit simulation system software[D]. Nanjing: Southeast University, 2009.
- [10] 刘旭,张良驹,徐向东. 200 MW 低温供热堆先进报警技术[J]. 核动力工程,1995,16(6):481-486.
- LIU Xu, ZHANG Liangju, XU Xiangdong. Advanced alarm techniques in 200 MW low temperature heating reactor[J]. Nuclear Power Engineering, 1995, 16(6):481-486.
- [11] 郑明光. 核电厂先进控制室报警系统[J]. 核动力工程,2001,22(4):354-359.
- ZHENG Mingguang. Alarm system used in the advanced main control room in nuclear power plant[J]. Nuclear Power Engineering, 2001, 22(4):354-359.
- [12] 林昇. 西门子 Teleperm XP 系统报警显示的优化[J]. 福建电力与电工,2005,25(1):66-70.
- LIN Sheng. Optimization for alarm sequence display for siemens Teleperm XP system[J]. Fujian Electric Power and Electrical Engineering, 2005, 25(1):66-70.
- [13] 周玲. 先进的控制室报警系统研究[J]. 核动力工程,2002,23(2):97-100.
- ZHOU Ling. Alarm system of Nuclear Power Plant (NPP) advanced main control room[J]. Nuclear Power Engineering, 2002, 23(2):97-100.
- [14] 启明工作室. Visual C++ + SQL Server 数据库应用实例完全解析[M]. 北京:人民邮电出版社,2006:64-135.
- [15] 王彦丽. 边学边用 JavaScript[M]. 北京:清华大学出版社,2003:29-251.

(编辑:汪仪珍)

作者简介:

吴娟娟(1987-),女,安徽安庆人,硕士研究生,研究方向为系统仿真和控制软件技术(E-mail:wujuanjuanmiao@163.com);

冷杉(1958-),男,江苏镇江人,教授,ISA 会员,博士,现从事系统仿真和控制软件技术研究;

张才科(1984-),男,河南周口人,硕士研究生,研究方向为系统仿真和控制软件技术;

王黎译(1984-),男,安徽黄山人,硕士研究生,研究方向为系统仿真和控制软件技术;

吴炫钢(1984-),男,浙江余姚人,硕士研究生,研究方向为系统仿真和控制软件技术。

Implementation of alarm system for TXP virtual machine

WU Juanjuan, LENG Shan, ZHANG Caike, WANG Lize, WU Xuangang

(School of Energy & Environment, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract: According to the alarm system of digital I&C system (Teleperm XP) for nuclear power plant, an alarm system is developed for TXP virtual machine used for the training of nuclear power plant operators, which takes the ASD (Alarm Sequence Display) as the simulative object and adopts the technologies on open Windows platform: SQL database management, JavaScript, Visual C++ programming and ADO data access. TXP virtual machine has the client/server system structure, and the ASD consists of the overview area and the page area, represented on CRT with the functions of alarm overview, selective display and classified display. The simulated alarm system completely reproduces the real alarm system in TXP virtual machine.

Key words: TXP virtual machine; ASD; SQL; JavaScript; ADO