

基于 Java 技术的电站锅炉炉膛火焰 TV 仿真

冯德群 刘 强 刘勇利

(西安电力高等专科学校仿真中心, 西安 710032)

摘 要 电站锅炉炉膛火焰 TV 作为电站运行的一个重要的监视窗口, 它提供给运行人员炉膛里的燃烧情况, 因此电站仿真系统中火焰 TV 的仿真是必须的. 该文首先简要介绍了电站仿真机的系统构成及用途, 还介绍了使用 Java 技术实现电站锅炉炉膛火焰 TV 仿真的方法, 并实现了部分锅炉燃烧工况的火焰仿真, 通过仿真试验认为 Java 技术能够实现燃烧全工况下的火焰仿真.

关键词 电站仿真 炉膛火焰 TV Java 技术

中图分类号: TP391.9 TM 743 文献分类号: B 文章编号: 1006-8961(2000)10-0873-04

Simulation of the Boiler's Flame TV for Power Plant Based on Java Technique

FENG De-qun, LIU Qiang, LIU Yong-li

(Simulation Training Center of Xi'an Electric Power College, Xi'an 710032)

Abstract This paper introduces function and configuration of power plant simulator. As an important watching window of power plant, Furnace's flame TV supplies the combustion case for the operators. The simulation of flame is very important in the power plant simulator. The article gives a method application Java technique how to realize simulation boiler's flame of power plant. We have realized the flame simulation of part of boiler combustion work condition, and think the flame simulation under all work conditions of combustion can be realized Java's technique.

Keywords Power plant simulation, Furnace flame TV, Java techniques

1 电站仿真机系统构成及发展方向

随着电力工业的发展和技术进步, 发电机组不断向大容量、高参数方向发展, 而且自动化程度越来越高, 技术也日益复杂, 因此对运行人员的技术知识、操作水平、应变能力等提出了更高要求. 为有效地提高电站运行人员的专业知识、操作技能和操作熟练程度以及对故障的应变能力等, 从 20 世纪 60 年代中期, 研究人员就开始探索采用脱离实际发电机组的实时仿真装置来对运行人员进行培训^[1]. 随着计算机和图形图象技术的进步, 我国电站计算机仿真技术得到了高速发展.

1.1 电站仿真机的构成

电站仿真技术是近代发展起来的交叉学科和边

缘科学, 是随着计算机技术的发展而逐步形成的一门新兴学科, 它涉及热力学、电工学、自动控制理论、计算机技术等多种学科及电站炉、机、电、热控等多种专业, 是涉及多学科多专业的综合技术. 电站仿真机一般由如下硬件系统和软件系统组成.

(1) 硬件系统

仿真机系统一般由计算机系统和仿真盘台系统组成.

计算机系统是仿真机的核心和基础. 作为仿真机重要组成部分的计算机系统已由早期的专用小型机发展到目前的单 CPU 或多 CPU 服务器或工作站^[1]系统.

仿真盘台系统是仿真机提供给培训人员的操作环境, 通常包括控制盘、电厂集散控制系统操作台和就地操作台等. 其中, 盘装仪表在外观上与实际电厂

一致;而集散控制系统操作台则采用仿型制造,从外形、颜色和功能上与真实电厂基本一致,使学员在培训过程中,感到犹如身临实际电厂的盘台一样进行操作.火焰TV就是盘台上对锅炉炉膛火焰监视的重要装置.

(2) 软件系统

一般包括计算机系统软件、仿真支撑软件、电站仿真模型软件、教练员台培训软件等.目前已投入使用的电站仿真机的操作系统,因使用的计算机机型的不同而不同,软件大多使用C和FORTRAN语言编写,已实现了发电机组设备、系统、生产过程、故障现象的监视、操作和控制等仿真功能^[1-3].

1.2 电站仿真机的用途

目前电站仿真机主要应用在以下几个方面:

- (1) 培训学员在各种工况下的启动和停机操作以及运行监控、异常和事故处理等的训练;
- (2) 用于对岗位运行人员、技术管理人员的定期培训,并为上岗、晋升、技术比武等提供客观反映运行人员分析判断能力和实际操作能力的考核依据;
- (3) 用于电站的事故演习,以便制定故障处理和反事故的措施;
- (4) 进行机组在各种工况下安全经济运行的分析和研究^[4].

1.3 电站仿真机的发展方向

随着4C(Computer, Communication, Control, CRT)技术的发展,电站主控室的盘台已逐步被新一代操作员控制台(CRT)所代替,因而对电厂盘台的仿真直接由CRT来实现和用视频投影(Video Projection)装置来代替已使人能够接受^[5].可是随着电站生产自动化程度越来越高,对仿真机本身也提出了更高要求,如今已从离线仿真向在线仿真发展^[6],而且仿真软件也正由面向过程向面向对象发展,现在面向对象的仿真语言,如Java语言已应用于仿真领域,最终将在Internet网上传递仿真信息,以实现网上仿真^[1].

2 JAVA 技术仿真电站系统的可行性

Java语言是一种面向对象的、跨硬件平台的程序设计(Object-Oriented Programming, OOP)语言.由于Java的小应用程序(Applet)在交互操作、动画处理、背景声音等方面的突出表现,因而极大地扩展了Internet的内涵,同时也给Web的交互性带

来了革命性的转变,而且由于Java语言的跨平台、面向对象、动态执行、多线程、简单易学、安全性等突出的技术特点,从而使得在Internet网络上实现电站仿真系统成为可能^[2,3].

Java提供了重要的针对WWW浏览器的Java.applet浏览器类库,由于该类库不仅拥有Applets(小应用程序)、Audio(声音)、Links(链接)、Style(样式)、Properties(属性)等方法,而且通过这些方法,给WWW浏览器带来动态和交互的特性,从而使电站仿真系统的交互性和动态参数更新能够实现.

Java.applet浏览器类库包括3个接口和一个基础类,即提供索引小应用程序上下文的AppletContext、小应用程序阅读器的AppletStub和用于播放视频文件的AudioClip 3个接口方法,而Applet基础类则是基本的Java小程序类,是浏览器类库中最重要的一类,也是所有小应用程序对象的超类.而Applet类则提供了制作动画和播放声音等方法,而且可为运行在浏览器中的所有Java小程序提供缺省行为.

Java.awt还包含有组成Java抽象窗口工具包(Abstract Window Toolkit, AWT)的类和接口,可用于提供图形用户界面或GUI的平台中立抽象类,其中的Graphics类还包括了用来绘制各种图形的方法,而Color类则封装了可以使用的各种颜色等.这方面已经有应用的实例^[7].

Java还支持多线程,它可以编写出有多个线程“同时”被执行的Java程序,而每个线程可完成一个特定的功能.随着几个线程的执行,可实现几个并行的活动.这也使得庞大的电站仿真系统中的不同操作组态和运行方式能够顺利执行.

由于Java语言的跨平台特性,使得生成的小应用程序可动态地从网络上下载,并可在任意平台上解释执行,从而使其特别适合于在浏览器中运行^[8].Java语言丰富的网络支持和强大的图象处理能力也使得Java在浏览器中有更多的用武之地.

为适应网上仿真的发展趋势,我们提出了基于Java语言的开发交互式仿真系统的体系结构(Java-based Architecture for Developing Interactive Simulation, JADIS),它集成了面向对象的程序设计方法和并行处理以及图形用户界面的概念,还提供了开发交互式仿真系统强有力的设计方法^[2,3].锅炉炉膛火焰仿真就是在这一背景下为实现电站仿真所作的初步工作.

3 电站锅炉炉膛火焰 TV

3.1 火焰 TV 及其作用

电站锅炉炉膛火焰监视器也称火焰 TV, 而实际电站控制盘上的火焰 TV 一般是由一台彩色 TV 或 CRT 来实现, 即由安装在锅炉炉膛内部的摄像设备拍摄炉膛内的实际燃烧火焰状态, 然后通过信号线传送到主控制室的火焰监视器上, 以实现全工况下对炉膛火焰的连续监视. 它给运行人员提供判断炉膛燃烧燃料有/无、燃烧好坏等的直观印象, 进一步还可以用于判断油枪、燃烧器的投/切成功与否, 为分析判断炉膛结焦及结焦程度、水冷壁爆管及其程度等故障提供依据.

3.2 火焰 TV 仿真的目标

作为电站仿真系统的重要监视装置, 火焰 TV 的仿真是必不可少的. 其中硬件仿真采用与仿真对象相同的 TV 或 CRT, 而对其功能的仿真则应该是能够连续反映点火器、油枪、燃烧器的投/切操作和燃油量、煤粉量、风量等变化后对燃烧火焰的影响, 且能够反映锅炉由于水冷壁爆管、结焦等故障引起的燃烧工况变化在火焰 TV 上的表现. 若在仿真火焰 TV 上仿真的火焰有无、大小等逻辑关系正确, 则火焰形态、火色变化等仿真效果与仿真实际对象相近.

4 JAVA 技术实现火焰 TV 仿真

4.1 炉膛火焰的形态

电站锅炉炉膛火焰大小是随着燃料、风量等增减而实时连续变化的. 由于喷燃器是以四角切圆布置, 自炉膛顶部俯视图向下拍摄到的是四角向心的火焰形态, 在最初的燃油工况下, 有明显的火焰边界, 随着投入燃料量的增加, 火焰呈一种充满空间的弥漫形态, 火色也有颜色的变化和亮度的增减, 若有水冷壁结焦等故障发生时, 将会看到暗、黑等不规则影象在水冷壁管侧出现.

4.2 用 JAVA 实现火焰 TV 仿真

(1) 资料准备

从电厂的实际火焰 TV 录象资料中, 选择有代表性的图象, 经过筛选、剪切, 描绘成能反映油枪、煤粉燃烧器投/切等引起火焰变化的图片, 存盘成 Java 识别的格式.

(2) 建立初步的多线程动画程序

即通过建立多线程程序, 使用于火焰仿真的小应用程序在处理已编辑的火焰状态图象的同时, 可以在线程中与系统上其他线程通信, 从而实现播放燃料燃烧火焰跳动的动画效果, 并实时地表现燃料增减和故障发生时的火焰变化.

(3) 加入事件

在如上的程序中加入由于进行锅炉燃烧调节所作的投/切动作、燃料增减、故障加入等对火焰有影响的事件, 并调用相关的图象资料, 来仿真由调节操作所引起的火焰大小、形态的变化.

(4) 火焰图象着色处理

Java 提供了 Color 类及其调用方法, 在 RGB 模型中, 通过对红、绿、蓝取不同的混合值, 就会得到不同的颜色. 为使燃料投/切事件中调用的图象动画资料更接近于实际情况, 根据燃料投入的多少、风量的大小对火色的影响值, 通过选择渐变的亮、暗程度及 RGB 值的递增或递减, 来对调用的图象进行着色处理, 以期能更真实地表现火色的变化.

(5) 火焰图象过滤处理

为使仿真的火焰形态更为逼真, 程序中对装载处理的图象(图 1)执行中值过滤, 以去掉噪声象素 (Noisy Pixels), 从而使图象产生模糊效果, 使其更接近实际的火焰形态(图 2).

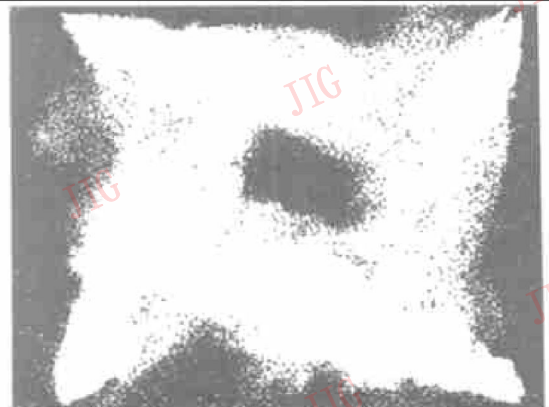


图 1 处理前的炉膛火焰图象

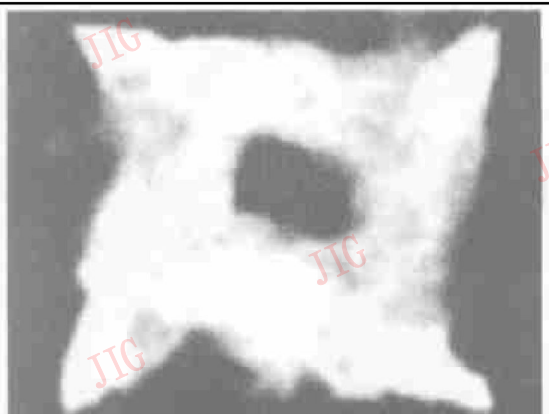


图 2 处理后的炉膛火焰图象

(6) 消除闪烁

在对图象进行显示处理时,采用双缓冲技术,来消除图形绘制时的闪烁.它是首先利用 Graphics 类的功能创建一内存图形缓冲区,然后再一次按相同的方式进行绘图,绘制完成后,再将其拷贝到物理显示屏上,这样就使闪烁及绘图过程不被看到,而只是看到悄悄改变了的新图象,因此这样能更真实地表现燃烧火焰的连续变化.

(7) 调试

在进行程序调试时,首先对照实际的运行规程和录象资料,使加入的事件符合运行规程和运行逻辑关系;然后通过调整火焰形态和火色变化使其接近实际情形;最后封装成可实际应用的 Java 类.

5 结 语

Java 技术由于有强大的网上功能,因而适应于在网上传递仿真信息的发展方向,我们用 Java 技术作了电站仿真在网上实现的前期工作,并用 Java 技术实现了对电站锅炉部分工况炉膛火焰的仿真,从而为进一步实现整个电站系统的仿真探索了一种可行的方法.

参 考 文 献

- 1 刘强. 我国电站仿真机的发展及关键技术. 见: '98 全国电网调度自动、运动及厂站自动化、仿真技术学术交流会议论文集. 南京, 1998, 11: 434~ 437.
- 2 刘强, 白延丽. 使用 JAVA 语言开发交互式仿真系统的研究. 计算机科学(专辑), 1998, 10: 92~ 93.
- 3 刘强, 白延丽. 基于 JAVA 语言开发电站仿真机的研究. 计算机仿真, 1999, 16(4): 55~ 56.

- 4 唐世林编著. 电站计算机仿真技术. 北京: 科学出版社, 1996. 11.
- 5 扬庆柏. 21 世纪火电厂热工自动化展望. 中国电力, 1999, 32(1): 45~ 48.
- 6 伍祥生, 王克宏. JAVA 技术处理 Bezier 曲线和图象. 中国图象图形学报, 1999, 4(1): 76~ 79.
- 7 谢茂清, 任挺进, 郭京蓉等. 多功能电站仿真研究系统的开发. 中国电力, 1999, 32(2): 51~ 53.
- 8 高百明, 金亿平等. Java AWT 的结构概览与实现. 计算机工程, 1999, 25(4): 7~ 9.
- 9 Bryan Morgan 等著, 刘有军等译. Visual J++ 1.1 揭秘. 北京: 电子工业出版社, 1998. 10



冯德群 讲师, 1967 年生, 1991 年毕业于华北电力学院电厂热能动力工程专业, 一直从事火电站仿真机的开发和电站仿真培训工作.



刘 强 副教授, 1959 年生, 1982 年毕业于空军导弹学院计算机系, 一直从事计算机的应用和开发工作, 现从事于火电厂仿真培训和仿真机的开发工作.



刘勇利 讲师, 1968 年生, 1991 年毕业于华北电力学院电厂热能动力工程专业, 一直从事火电站仿真机的开发和电站仿真培训工作.