

基于 Web 的火焰图象处理和 燃烧诊断系统的设计与实现

屠昕 黄群星 赵静德 丁经纬 马增益 严建华 岑可法

(浙江大学热能工程研究所, 能源洁净利用与环境工程教育部重点实验室, 杭州 310027)

摘要 为了实现电站锅炉炉膛火焰的可视化和对炉膛燃烧状况进行在线智能诊断, 以便为电站运行人员提供有效的运行指导信息, 研制开发了一套基于 Web 的火焰图象处理和燃烧诊断系统, 并提出了一种采用 Java 技术、基于 Web 应用的浏览器/服务器(B/S)3 层结构模型, 同时分析了 B/S 3 层结构的优点, 并将此结构应用于电站锅炉火焰图象处理和燃烧诊断系统中。该系统首先通过光学镜头组、CCD 摄像机、图象采集卡得到火焰图象, 同时利用获得的炉内辐射信息来对炉内火焰燃烧状态和 NOX 排放量进行在线监控和分析; 然后根据比色测温原理计算投影温度场; 最后利用代数重建算法 ART(Algebraic Reconstruction Techniques)来进行燃烧温度场的重建, 并生成了各种分析曲线图表。该基于 Web 的火焰图象处理和燃烧诊断系统已经在 300MW 电站煤粉锅炉上得到初步应用, 实践证明, 该系统能够有效地提高电厂运行的经济性和安全性。

关键词 计算机图象处理(520·6040) Java 浏览器/服务器 图象处理 燃烧诊断

中图分类号: TP391.41 TK223.61 **文献标识码**: A **文章编号**: 1006-8961(2003)03-0276-05

The Design and Implementation of Flame Image Processing and Combustion Diagnosis System Based on Web

TU Xin, HUANG Qun-xing, ZHAO Jing-de, DING Jing-wei,
MA Zeng-yi, YAN Jian-hua, CEN Ke-fa

(Clean Energy & Environment Engineering Key Laboratory of MOE, Institute for
Thermal Power Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract In order to carry out the flame visualization and combustion intelligent diagnosis on pulverized coal furnace, and then give the instruction information for power plant staff, we have established a flame image processing and combustion diagnosis system based on Web. In this paper, firstly we propose a kind of browser/server three-layer structure based on Web and Java, then analyse the advantages of this kind of structure in detail. We apply this structure to the flame image processing and combustion diagnosis system. We use optical lens, CCD camera and image card converting the flame video signal to digital signal. By utilizing the flame image processing method and the radiation information of the furnace, we can monitor and analysis the state of combustion and the product of NOX on line. We have developed measurement of project temperature based on colorimetric method and reconstructed section temperature field in terms of ART(Algebraic Reconstruction Techniques). This system has applied in two of the power plants, effectively improving the level of automatic supervising and safety in the power plants.

Keywords Java, Browser/Server, Image processing, Combustion diagnosis

0 引言

电站锅炉燃烧的基本要求是在炉膛内建立并维

持稳定、均匀的燃烧火焰, 而燃烧火焰是表征燃烧状态是否稳定的最直接反映。若燃烧调整不好或者燃烧不稳定, 则会导致锅炉热效率下降, 并且会产生更多的污染物、噪声等, 甚至可能会引起炉膛熄火, 诱

基金项目: 国家自然科学基金(50106015); 教育部高等学校骨干教师资助计划项目(G70017)

收稿日期: 2002-05-29; **改回日期**: 2002-09-26

发炉膛爆炸.为了预防潜在的危险,必须进行切实有效的火焰监测和燃烧诊断.随着计算机网络技术的飞速发展,数字图象处理技术日趋成熟,如今已可以通过计算机和图象采集卡,将火焰的视频信号转化为数字信号进行后续分析处理,同时,也可利用量化的炉内辐射信息和比色法原理来建立火焰温度场,以便将目前的燃烧调整,由最基本层次的灭火保护、火焰监视上升为炉内燃烧温度场的在线分析;然后利用基础数据库和二次数据来生成各种分析曲线图表,并且通过互联和集成联入电厂局域网,以便于电厂操作人员及时了解锅炉的运行状态和对其做深入分析,进而为锅炉的燃烧调整提供科学依据,以进一步提高企业的生产效率和管理水平.

1 基于Web应用的Java实现技术

Java是一种用于分布式计算环境,面向对象的跨平台程序设计语言^[1,2],而且Java支持多线程,具有很好的可移植性、安全性、稳定性和分布式性,Java还提供了AWT类库和网络类库.由于Java具有很好的跨平台特性,因此,Java生成的小应用程序,可以满足人们在不同软硬件平台上访问Internet的要求,Java同时也推动了以浏览器/服务器(B/S)方式为基础的企业内部Intranet信息网站建设,Java的许多特性,使得Java非常适合于火焰图象处理和燃烧诊断系统的设计.

采用Java技术,基于Web应用的典型模式为采用3层结构的浏览器/服务器模型(B/S模型).该模型包括用户服务层、应用服务层和数据服务层(如图1所示).

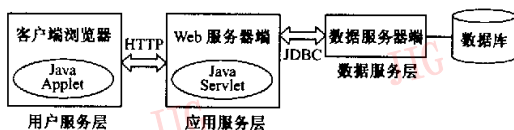


图1 基于Java的B/S 3层结构

与传统的两层结构相比,B/S 3层结构增加了应用服务层,用于处理与用户界面和数据存储无关的工作,诸如数值计算、数据分析等.在B/S 3层结构中,增加应用服务器有如下优点:

(1)从网络负载考虑,将许多与应用相关的工作从客户端提取出来,放入独立的应用服务器中.这

样,可以减少网络上的数据流量和降低网络负载.

(2)从安全性考虑,如果与应用相关的关键算法在Applet中,一旦下载到别人的机器上,有可能被解密,而用3层结构来将关键算法放在应用服务层则可以避免此问题.

(3)从数据应用考虑,将数据库的连接与查询放在应用服务层进行,即可将其集中在一台机器上,这样只需安装一个数据库用户许可,即可避免客户端程序直接访问数据库.

2 火焰图象处理和燃烧诊断系统的结构与原理

2.1 基于Web的火焰图象处理和燃烧诊断系统结构

基于Web的火焰图象处理和燃烧诊断系统如图2所示,它由光学系统、CCD摄像机、图象采集卡和计算机组成.

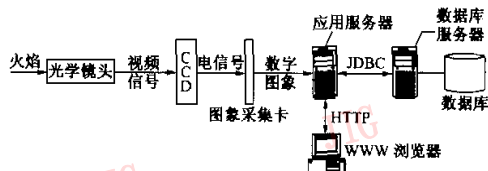


图2 基于Web的火焰图象处理和燃烧诊断系统结构框图

其中,光学系统的作用是将火焰发射出的辐射进行汇聚,并传输到摄像机的靶面上.一般应用于燃烧诊断的光学系统通常包括两类:一类是光学镜头组,另一类是传像光纤.

CCD摄像机是20世纪70年代初发展起来的一种新型半导体器件^[3,4].由于CCD摄像机具有寿命长、耐灼烧、图象清晰度高、工作稳定可靠、抗震动、体积小、重量轻等优点,已经越来越广泛地运用于工业诊断和过程监视.一般通过CCD摄像机,可将光信号转化为电信号,而对于彩色CCD,摄像机则通过条纹滤波器把来自景物的入射光分解为不同比例的R、G、B三原色图案.

图象采集卡将CCD摄像机输出的模拟信号经过采样、离散化后存储在计算机内.图象采集卡包括数字化芯片、缓冲寄存器和显示逻辑等部件.采集图象时,CCD摄像机将拍摄对象转换成视频信号,而数字化芯片则对摄像机输出的模拟图象信号进行等时间间隔采样,当把每个采样点的灰度转换成0~256的灰度级(数字信号),并按顺序存入缓冲寄存

器中后,则在缓冲寄存器中存储的便是数字化图象.这样计算和处理时,计算机可经缓冲存储器,对每个像素进行访问.

2.2 利用火焰图象进行温度场重建

(1)利用火焰图象进行投影温度场测量^[5,6]

CCD 摄像机获取的图象是三维辐射空间在二维 CCD 靶面上的投影(积分累积值),它是一种深度方向的积分累积效应,由于其无法表示某一断面的光强分布,因此,利用单一 CCD 摄像机测定的温度场,并非真正意义上的温度场,可称之为投影温度场.本系统中,利用彩色 CCD 摄取火焰图象的颜色(R、G、B 三色)信息,并根据比色法测温原理来计算投影温度场,其计算结果以等温线形式显示.

(2)利用火焰图象重建截面温度场^[5,6]

截面温度场是指测量系统中的 4 个 CCD 摄像机中心所在截面的温度场分布.与上文所讨论的火焰投影温度的测量相比,从燃烧诊断的角度来看,反映火焰截面内部三维温度分布的截面温度场的测量更有意义.本文是利用 ART 代数重建算法来进行截面温度场的计算,其与投影温度场一样,也是将重建结果以等温线形式直观地显示.

2.3 系统实现技术

基于 Web 的火焰图象处理和燃烧诊断系统具有以下 3 个方面的特点:①数据传输的实时性;②数据的事件驱动、数据源(服务方)的主动传送;③数据是动态刷新的.基于 Web 的火焰图象处理和燃烧诊断系统的实现技术如下:

(1)利用光学镜头组将火焰的燃烧场信号传送给 CCD 摄像机,首先转换为视频信号,再通过图象采集卡转换为可供计算机处理的数字信号(实时数据),在应用服务器上,建立实时数据的服务平台(Servlet),其最新的实时数据(燃烧指数,灰度值等)一方面保存在服务器的内存中,另一方面由实时数据服务进程实时取得,而且这些实时数据都有相应的 Servlet 进程管理.

(2)客户端 Applet 与服务器端 Servlet 之间的会话:Applet 与 Servlet 建立会话后,一方面 Servlet 将主动把更新过的、Applet 所需要的数据发送给 Applet;另一方面 Applet 将根据用户或者定时向 Servlet 发出获取某些数据的请求,由 Servlet 根据请求返回 Applet 所需的数据.其所有的会话由事务服务器进行管理,而 Servlet 则采用多线程,支持多个 Applet 的会话.

(3)火焰燃烧特征指数、投影温度场、截面温度场、燃烧污染物的计算全部在应用服务器上完成,客户端仅仅是与用户交互的界面.

(4)采用数据优先级策略进行数据传送:在实时数据传送的各个进程中,需要根据数据的优先级策略进行传输.

(5)利用 Applet 绘制图形时,采用双缓冲技术来消除图形绘制时的闪烁.

3 火焰图象处理和燃烧诊断系统的软件功能模块

如图 3 所示,该系统实现的功能有:

(1)实时监控功能

① 获取燃烧状态曲线

以动态曲线的形式来实时显示图象的特征区域(根据炉内火焰的录像带标定得到)内图象的强度、R、G、B 分量的平均值及其上下限值,以便直观地判断燃烧是否正常,还可以通过系统设置来选择显示的层和角.

② 获取投影温度场

以等温线的形式显示投影温度场的计算结果,其中不同的颜色代表不同的温度,并有色温度对照表,表示颜色和投影温度的对应关系.

③ 获取截面温度场

以等温线的形式显示截面温度场的计算结果,其中不同的颜色代表不同的温度,并有色温度对照表,表示颜色和截面温度的对应关系.

④ 获取污染物排放信息

建立用于电站煤粉锅炉 NOX 排放量监测的 BP 神经网络模型^[5],其神经网络的输入值为从火焰

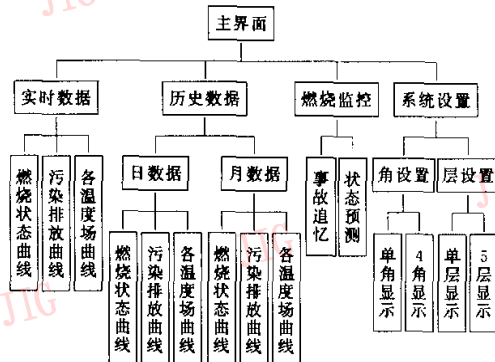


图 3 火焰图象处理和燃烧诊断系统软件功能示意图

燃烧图象中提取的燃烧特征参数,这些燃烧特征参数包括火焰图象特征区的平均灰度、火焰图象特征区的灰度分布方差、火焰图象特征区高于平均灰度的像素个数、煤粉未燃区长度、过量空气系数和煤粉特性值,神经网络的期望输出值为利用烟气分析仪在炉膛出口尾部烟道处测得的NOX浓度值,还可将NOX的排放量,以曲线形式实时显示。

(2) 查看历史数据功能

该功能能够在一段时间内,在线查看锅炉各层各角的燃烧指数动态趋势曲线和投影温度场、截面

温度场数据,以及污染物排放数据、燃烧诊断、运行指导等信息;

(3) 系统设置功能

该功能既可以选择仅显示炉膛中某一层,也可以实现5层同时显示;既可以选择某层中的一个角,也可以实现某一层4角同时显示。

(4) 网络服务功能

包括快速查询、信息服务和用户服务等功能。软件的界面如图4所示。

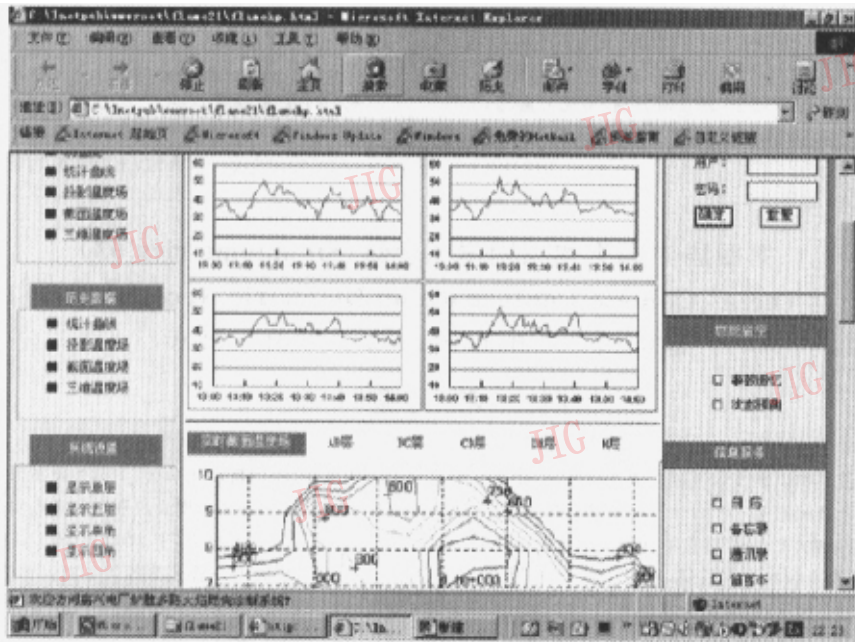


图4 基于Web的火焰图象处理和燃烧诊断系统软件界面

4 小结

基于Web的火焰燃烧监控系统不同于传统的全炉膛火焰监视,而是一套综合运用了现代光学、CT层析技术、神经网络技术、计算机技术在内的智能化实时燃烧监控系统。该系统通过计算机对炉内燃烧火焰图象信息进行量化分析来对炉膛的温度场和燃烧污染物的排放进行监测和分析,可为锅炉的燃烧调整提供科学依据和为电厂运行人员提供有效的运行指导信息。

参考文献

- 1 Bruce Eckel. Thinking in Java[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
- 2 Ayers D. Java 服务器高级编程[M]. 北京:机械工业出版社,2001.
- 3 蔡文贵,李永运,许振华等. CCD 技术及应用[M]. 北京:电子工业出版社,1992.
- 4 王庆有. CCD 应用技术[M]. 天津:天津大学出版社,1993.
- 5 卫成业. 燃煤锅炉炉膛火焰温度场和浓度场测量及燃烧诊断[D]. 杭州:浙江大学热能工程研究所,2001.
- 6 浙江大学热能工程研究所. 基于电站锅炉煤粉火焰图象的温度场测量、NOX 预测及燃烧诊断系统鉴定报告[R],2000.



颜昕 1978年生,博士研究生,研究方向为火焰图象处理、燃烧诊断、计算机网络及数据库技术。



黄群星 1977年生,博士研究生,研究方向为火焰图象处理、燃烧诊断、温度场重建。

赵静德 1973年生,博士研究生,研究方向为火焰图象处理、燃烧诊断、温度场重建。

丁经纬 1978年生,硕士研究生,研究方向为基于图象的颗粒流动检测。

马增益 1970年生,1998年获浙江大学博士学位,副教授。主要从事废弃物资源化利用、火焰图象处理、多相流检测方法及技术等方面的研究。

严建华 1962年生,1990年获浙江大学博士学位,现任浙江大学机械与能源学院常务副院长,教授,博士生导师。主要从事燃烧学、热能工程、废弃物资源化利用等方面的研究。

岑可法 1935年生,中国工程院院士,现任浙江大学机械与能源学院院长,教授,博士生导师,中国工程热物理学会副理事长,动力工程学会国际合作委员会主席。主要从事洁净煤燃烧、废弃物资源化利用、流化床等研究,发表论文600余篇,出版专著11部。

第四届中国生物识别学术会议(Sinobiometrics'03) The 4th Chinese Conference on Biometric Recognition

2003年10月11~12日 中国·北京

征 稿 通 知

为加强我国生物识别技术领域的学术交流,由中国科学院自动化研究所、中国自动化学会、中国图象图形学会、国家自然科学基金委员会及国家863计划计算机软硬件技术主题主办,中国科学院自动化研究所模式识别国家重点实验室承办的“第四届中国生物识别学术会议”将在第九届国际计算机视觉大会(ICCV'03)在北京召开前夕,于2003年10月11~12日在北京召开。为保证本次会议的学术质量,现向全国科技工作者公开征稿。会议将邀请国内外著名学者就生物识别的发展现状与趋势做特邀报告,同时所有收录的文章将以《生物识别研究新进展(二)》一书为名正式出版。

一、征文范围

- | | | |
|--------------|-----------------|----------------|
| • 说话人识别 | • 步态识别 | • 传感器设计 |
| • 人脸检测、识别与跟踪 | • 掌纹识别 | • 生物特征数据库 |
| • 虹膜识别 | • 其他生物特征的识别与处理 | • 生物特征识别应用与系统 |
| • 指纹识别 | • 多生物特征识别(数据融合) | • 网络环境下的生物特征识别 |
| • 笔迹(含签名)识别 | • 系统设计与性能评价 | • 其他相关内容 |

二、投稿要求

1. 6页以内 Word 2000 兼容的中(英)文电子文档;
2. 中(英)文版编排格式(网站可下载模板);见本期第二届全国智能视觉监控学术会议(VIS'03)征稿通知;
3. 电子投稿:sinobiometrics03@nlpr.ia.ac.cn

三、重要日期

征文截止日期:2003年6月10日;录用通知日期:2003年7月25日;正式论文提交日期:2003年8月10日
注册日期:2003年10月10~11日;会议日期:2003年10月11~12日

四、联系方式

联系人:王蕴红,洪 森 电话:010-62647441,62542944 传真:010-62551993

通信地址:北京 2728 信箱(100080) E-mail:sinobiometrics03@nlpr.ia.ac.cn

网址:<http://www.sinobiometrics.com/meeting.htm>