

监测技术 ·

计算机图像识别的烟气自动监测

张晓春

(燕山大学,河北 秦皇岛 066004)

摘要:介绍了计算机图像识别的烟气排放自动监测方法,它由监控点图像处理系统和监控中心自动监控系统组成。该方法可应用于工业企业烟气排放的自动检测,若有超标排放,系统自动发出警告,显示出该超标排放的点位和烟气林格曼黑度的级别,特别适用于网络信息化管理。

关键词:图像识别;烟气排放;林格曼黑度;自动监测

中图分类号:X831 **文献标识码:**B **文章编号:**1006-2009(2003)05-0026-03

Automatic Fume Monitoring with Computer Image Processing Technology

ZHANG Xiao-chun

(Yanshan University, Qinhuangdao, Hebei 066004, China)

Abstract: The automatic fume monitoring method with computer image processing technology was discussed. It was composed of the monitoring site image processing system and automatic monitoring system in monitoring center. When fume was discharged beyond standard, this system gives alarm automatically, and shows the location and the range of fume's Ringelman emittance. It was suitable for networked information management.

Key words: Image processing; Fume; Ringelman emittance; Automatic monitoring

对工业企业烟气排放的监测,常采用定期或不定期的人工检测法。采用人工监测不能及时发现烟气超标排放,且费时费力。自动监测可弥补这些不足。图像识别技术的计算机自动监测方法和网络技术的发展为烟气排放自动监测提供了新的手段^[1-4]。现就计算机图像识别和网络技术的烟气自动监测方法作一阐述。

1 自动监测系统

计算机图像识别技术和网络技术的烟气自动监测系统由监控点图像处理系统和监控中心自动监控系统组成。监控点图像处理系统有 CCD 黑白摄像头、图像采集卡、微型计算机、软件等部件。在监测目标附近选择一个合适的地点安装摄像头,将摄像头的视场对准监测目标,摄像头便会连续摄取目标图像送至计算机进行处理。穿过摄像头的光在 CCD 上成像并实现光电转换及扫描,作为标准视频信号(NTSC)输出。该信号被送到图像采集卡后,首先经过低通滤波,然后由 A/D 转换成 8bit 数

字信号,通过 PCI 总线传送到计算机内存,供后续处理。它可实现 DOS、Windows 环境下的实时显示与实时采集,采集方式可根据需要设为单帧、序列等。今应用序列采集方式,两幅图像之间的时间间隔可调。经计算机处理的图像识别结果储存在计算机中,供监控中心的监控主机查询调用。

利用网络技术可对一个区域内的所有监控点进行集中监控,将网络服务器和监控主机放置在一个环境监测站内构成监控中心,该环境监测站所属区域内的所有监控点配备图像处理系统,计算机通过 Internet 网络连接到网络服务器上,监控主机轮流监控每个监控点计算机中的图像处理情况,如果发现烟气排放超标,软件系统便自动发出警告,并显示该超标排放点的位置。

2 图像处理过程

正式检测前,需采集符合排放标准的烟气图

收稿日期:2003-04-07;修订日期:2003-09-25

作者简介:张晓春(1962—),男,黑龙江人,博士生。

像,经过处理后储存在计算机中,作为检测时的识别参考图像。烟气排放检测图像处理程序见图 1。

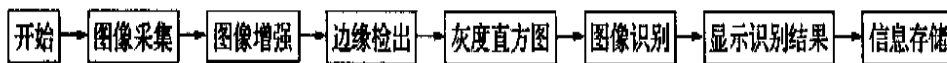


图 1 图像处理程序

2.1 图像增强

采集到计算机内的图像,需进行图像增强(对比度的调整等)处理,将图像与图像背景的反差增大(采用傅里叶变换)。根据图像理论,一幅图像 $f(x, y)$ 能够用它的入射光分量 $i(x, y)$ 和反射光分量 $r(x, y)$ 来表示,其关系式如下:

$$f(x, y) = i(x, y) \cdot r(x, y) \quad (1)$$

令 $Z(x, y) = \ln[f(x, y)] =$

$$\ln[i(x, y)] + \ln[r(x, y)],$$

作傅里叶变换可得:

$$\begin{aligned} F\{Z(x, y)\} &= F\{\ln[f(x, y)]\} = \\ &F\{\ln[i(x, y)]\} + F\{\ln[r(x, y)]\} \end{aligned} \quad (2)$$

$$Z(u, v) = I(u, v) + R(u, v) \quad (3)$$

式中 $I(u, v)$ 和 $R(u, v)$ 分别是 $\ln[i(x, y)]$ 和 $\ln[r(x, y)]$ 的傅里叶变换。

选用一个滤波函数 $G(u, v)$ 来处理 $Z(u, v)$, 则有:

$$\begin{aligned} S(u, v) &= Z(u, v) \cdot G(u, v) = \\ &I(u, v) \cdot G(u, v) + \\ &R(u, v) \cdot G(u, v) \end{aligned} \quad (4)$$

式中 $S(u, v)$ 是滤波后的傅里叶变换。它的反变换为

$$\begin{aligned} S(x, y) &= F^{-1}\{S(u, v)\} = \\ &F^{-1}\{I(u, v) \cdot G(u, v)\} + \\ &F^{-1}\{R(u, v) \cdot G(u, v)\} \end{aligned} \quad (5)$$

为了得到所要求的增强图像 $g(x, y)$, 必须进行反运算,即

$$\begin{aligned} g(x, y) &= \exp\{S(x, y)\} = \\ &\exp\{F^{-1}[I(u, v) \cdot G(u, v)]\} \cdot \\ &\exp\{F^{-1}[R(u, v) \cdot G(u, v)]\} \end{aligned} \quad (6)$$

用同一个滤波器对入射分量和反射分量控制,它将减少低频而增强高频,结果可同时压缩灰度动态范围和增强对比度。

2.2 边缘检出

为了便于对图像进行处理,需要将烟气部分的

图像与背景图像区分开,即确定烟气部分图像的边缘。边缘检出常采用一次微分法。梯度对应一阶导数,梯度算子是一阶导数算子。对 1 个连续函数 $f(x, y)$ (表示一幅图像),它在位置 (x, y) 的梯度可表示为一个矢量:

$$\nabla f(x, y) = \left[\frac{\partial f}{\partial x} \quad \frac{\partial f}{\partial y} \right]^T \quad (7)$$

这个矢量的幅度和方向角分别为:

$$\text{mag}(\nabla f) = \left[\left(\frac{\partial f}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \quad (8)$$

$$\theta(x, y) = \arctan \left(\frac{\partial f / \partial y}{\partial f / \partial x} \right) \quad (9)$$

这 3 个式中的偏导数需对每个像素位置计算,比较复杂,在实际应用中常采用小区域模板卷积作近似计算。现应用索伯尔(Sobel)算子,将 2 个模板组合构成 1 个梯度算子。将模板在图像上移动,并计算每个位置对应中心像素梯度值,这样即可求得烟气部分图像的边缘。

2.3 灰度概率密度曲线

设一幅图像的灰度直方图的横坐标是灰度,用 r 表示,纵坐标则用灰度概率密度函数 $P_r(r)$ 表示,若图像中烟气部分区域的总像素数为 n ,具有 r 灰度的像素数为 n_r ,则灰度概率密度函数为:

$$P_r(r) = n_r / n \quad (10)$$

绘制图像中烟气部分区域的灰度概率密度曲线见图 2。

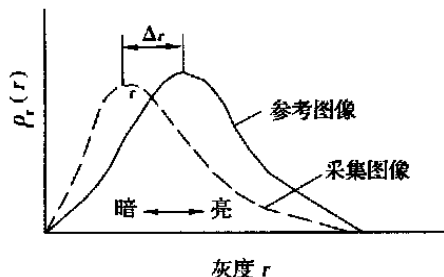


图 2 灰度概率密度函数

2.4 图像识别

将采集图像的灰度概率密度曲线与参考图像的灰度概率密度曲线进行比较,如大部分灰度集中在暗区,则呈现出相当暗的图像,表明烟气中含有较多的粉尘,有可能超过排放标准。观察灰度概率曲线,会发现超标排放的图像与参考图像相比,概率密度曲线的峰值点向左移。今用峰值点相对偏移量 $M(r)$ 是否大于给定值 M_{iden} 来判别烟气排放是否超标。

$$M(r) = r / r \quad (11)$$

具体到每一监测点的 M_{iden} 值,需由实验确定。

2.5 林格曼黑度测定

应用林格曼烟气浓度图的方法,将烟气的黑度划分为 6 级,对应于计算机中的图像,亦将灰度划分为 6 级,见表 1。

表 1 林格曼黑度级数与计算机图像灰度对照

林格曼级数	烟气外观特点	计算机图像灰度
0	全白	255
1	微灰	204
2	灰	153
3	深灰	102
4	灰黑	51
5	全黑	0

计算图像中烟气部分区域的灰度平均值便可从表 1 算出烟气的林格曼黑度。一般情况下,若灰度平均值位于两个林格曼级数之间,可采用两种方法,一是四舍五入法,位于两个级数之间灰度中值以上的平均灰度值对应于上一个级数,位于中值以下的平均灰度值对应于下一个级数,如平均灰度值 127 ~ 178 对应于 2 级;二是采用阈值法,只要达到或超过某一级数灰度的平均灰度值时,则对应于该级数,如平均灰度值 153 ~ 203,对应于 2 级。

3 结语

计算机图像识别和网络技术的烟气自动监测方法是一种效率高成本低自动化检测方法,随着环境监测力度的不断增强,环境监测信息化的日益普及,该检测方法必将得到广泛的应用。

[参考文献]

[1] 章毓晋. 图像处理和分析[M]. 北京:清华大学出版社,1999.
 [2] 张 志,杨翠娥,李文秀. 图像识别与处理的 C++ 编程实现技巧[J]. 计算机应用,2001,(11):87-88.
 [3] 中国医学科学院卫生研究所卫生防护研究室. 烟气测试技术[M]. 北京:人民卫生出版社,1982.
 [4] OIKAWA T, TOMIZAWA M, DEGAWA S. New monitoring system for thermal power plants using digital image processing and sound analysis[J]. Control Engineering Practice, 1997,5(1):75-78.

征订启事

《中国无机分析化学文摘》2004 年征订启事

《中国无机分析化学文摘》经国家科委批准,1984 年创刊,公开发行(刊号 ISSN 1003 - 5249/ CN 11 - 1835/ 06)。本刊以文摘、简介及题录形式报道国内公开发行的有关无机分析化学的期刊 300 余种及各种会议论文集、新标准、新书目等,年收录文献 3 000 篇左右。栏目分为:一般问题、重量法与滴定法、光度法、电化学分析、光谱分析、色谱分析、物相分析、气体分析、活化分析、质谱分析、分离方法、贵金属分析专栏等十二大类。为便于读者检索,每期附有按被检测元素及阴离子编排的索引。读者对象:冶金、有色金属、地质机械、半导体材料、宇航、核技术、石油、化工、建材、环保、食品、农林、医药、卫生防疫、商品检验等部门分析工作者及有关院校师生。

在每次全国科技文献检索期刊评比中本刊均获奖。本刊是了解国内无机分析动态的窗口;是检索国内文献的理想工具;是普及推广新技术的阵地;是分析工作者的得力助手。

本刊 2004 年出版 4 期(季刊)及 2004 年年度主题与作者索引一本,激光照排,胶版印刷,大 16 开,每期 100 页左右,定价 12.00 元,全年订费为 60.00 元(含邮费)。2004 仍由编辑部发行。欲订者请向编辑部索取订单并汇款至:北京西直门外文兴街 1 号 北京矿冶研究总院《中国无机分析化学文摘》编辑部。邮政编码:100044。电话:(010)68333366 - 3415。