

微气泡视频图像抽取过程中相同图像的识别

张友才 张蓉生 刘 泽 王立闯

(河海大学能源与电气学院 ,江苏 南京 210098)

摘要 :从单 CCD 摄像机获得的微气泡视频图像中抽取平面数字图像难免会抽取出相同图像 ,造成测量误差。针对上述问题 ,提出一种以图像的灰度标准差作为判别标准、基于 VB 应用程序的自动识别方法 ,对 2 幅图像是否相同进行判断。试验结果表明该方法能获得较好的图像识别效果。

关键词 :CCD 摄像机 ;微小气泡 ;图像识别 ;灰度标准差

中图分类号 :TP311.51 文献标识码 :A 文章编号 :1006-764X(2010)S1-0045-03

微小气泡具有表面积大、在水中滞留时间较长的特性 ,因此被广泛地应用在生物、水利、化工等以气液两相流研究应用为主的工业领域 ,在水的净化、污水处理和工业品的洗净等方面也有扩展应用^[1-6]。近年来 ,随着计算机技术的迅猛发展 ,基于单 CCD 摄影机显微摄像获取微气泡图像的方法被广泛地用于微小气泡的测量^[7-9]。在实际测量中 ,需要把摄录的视频图像抽取成位图图像 ,但在抽取图像的过程中会出现部分相同图像 ,从而造成测量结果不准确。为了保证后续测量工作的可靠性与高效率 ,对这些相同图像进行识别剔除处理尤为重要。

目前 ,用于图像识别的方法有 :通过点阵像素判断 ,VB 程序 ForeColor 函数判断 ,模板匹配^[2-4]和神经网络识别^[5-6]等。鉴于识别过程的速度快慢、工作量大小和识别效果好坏等因素考虑 ,以上几种方法在处理图像数目较多时均存在着一些不足。为了提高图像识别的速度 ,减少前期预处理工作量 ,笔者依据图像的灰度信息特征和聚类分析原理 ,采用数学统计方法 ,提出一种以图像的灰度标准差作为判别标准、基于 VB 应用程序的自动识别方法。

1 视频图像采集及抽取

1.1 摄录装置

目前 ,常规气泡的测量^[7-8]通常需设置 2 台以上 CCD 摄像机对其摄像来确定气泡的尺寸。但由于微小气泡的尺寸很小 ,在张力的作用下呈现球形。因此可通过 1 台 CCD 摄像机对气泡摄像来确定气泡的尺寸。图 1 为微小气泡测量装置示意图。该装置

由卤素光源、三维可调支架、CCD 摄像机、摄像机控制器以及灯、微气泡水、千分尺、计算机组成。卤素光源的总照度为 1.25 lux ,CCD 摄像机的特性为 768(水平) × 493(垂直) 的有效像素和 470TV 线 ,快门速度为 1/250 ~ 1/10 000 s ,摄影镜头的倍率为 0.75 ~ 4.5 ,辅助镜头的倍率为 3。由于该装置所生成的气泡很小(数十 μm 级) ,气泡数很多(200 ~ 600 个/ mm^3) ,为了捕获微小气泡 ,设置了 4.5 倍的摄影镜头再加上 3 倍的辅助镜头 ,摄影区域所对应的实际尺寸很小 ,为 $258\mu\text{m} \times 344\mu\text{m}$,区域内的气泡移动非常快。因此 CCD 摄像机的快门速度必须设置为 1/10 000 s 才能捕获到气泡。

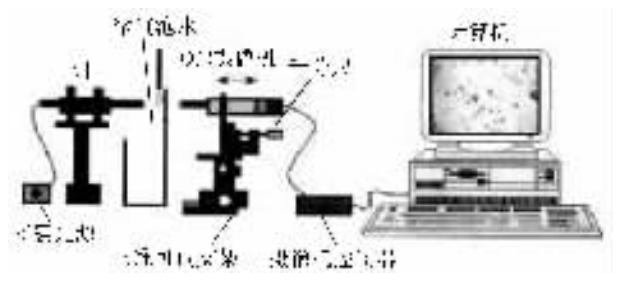


图 1 微小气泡测量装置示意图

1.2 图像抽取

图 1 中 ,由 CCD 摄像机对生成的微气泡水进行摄影 ,所得图像经过图像输入板展现在电脑显示屏上 ,并且以 AVI 文件格式保存于电脑硬盘中。在后期测量时 ,需要从 AVI 视频图像中随机抽取若干数量帧的气泡水图像作为计测图像。由于微气泡测量精度依赖于所取图像的数量 ,所以一般选取几十幅甚至更多 ,有时为了达到更高精度要求 ,需要进行逐

帧抽取。

视频图像可以理解成由一张张连续的静态图像所组成,每幅图像就是一帧。由于摄像区域内的微气泡移动速度非常快,CCD 摄像机的快门时间又很短,会使得帧与帧之间图像的变化较小甚至是相同的,那么在按帧抽取的过程中肯定会出现抽取相同帧图像的情况。如果对抽取出的图像不做任何处理就可能产生误差,导致测量结果失真。

2 气泡图像识别

2.1 识别参数

一幅图像可以定义为一个二维函数。任何一对空间坐标 (x,y) 上的幅值 $f(x,y)$ 称为图像在该点上的强度或灰度值。将图像中的所有像素点按照灰度值的大小,统计其所出现的频度可得灰度直方图,利用灰度直方图的统计特性^[10]可进行图像识别。但由于图像含有噪声等干扰因素,使得灰度直方图分布不一定出现明显的峰和谷,并且灰度直方图仅描述了图像灰度分布,具有不同灰度空间分布的图像可能具有类似的直方图,所以单纯利用直方图来进行识别,处理效果不好。

因此,提出一种基于聚类原理的改进方法,在统计出图像所有像素点的灰度值之后,计算出它们的标准差,以每幅图像的灰度标准差作为判别标准。图像相似度用标准差作为度量指标。对于满足给定容许差异的图像可近似认为为同一类图像。当 2 幅图像差异为零即标准差相同时即为同一幅图像。由此,可以避免噪声等干扰因素的影响,经过试验中大量图像的实际计算,证实该方法识别效果显著。

2.2 程序算法结构

在 VB 程序中,首先调用 API 函数获取图像的 R、G、B 三基色,其次运用 RGB 色系到 YUV 表色系的转换公式(1),获取某幅图像每个像素点的灰度值,之后应用公式(2)(3)(4)获得这幅图像的灰度标准差。

$$\begin{cases} Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B \\ U = B - Y \\ V = R - Y \end{cases} \quad (1)$$

式中:Y 为灰度值;U、V 为色差信号;R、G、B 分别为红色、绿色、蓝色像素值。

$$u = \frac{1}{N} \sum_{(x,y) \in i} f(x,y) \quad (2)$$

式中:u 为图像的平均灰度值;i 为第 i 幅图像;N 为第 i 幅图像中总的像素个数。

$$\delta^2 = \sum_{(x,y) \in i} [f(x,y) - u]^2 \quad (3)$$

式中:δ² 为图像的灰度方差。

$$p = \sqrt{\frac{\sum_{(x,y) \in i} [f(x,y) - u]^2}{N - 1}} \quad (4)$$

式中:p 为图像的灰度标准差。

3 实例分析

在抽取出的大量位图图像中,随机抽出 2 幅进行实际计算并识别,见图 2。

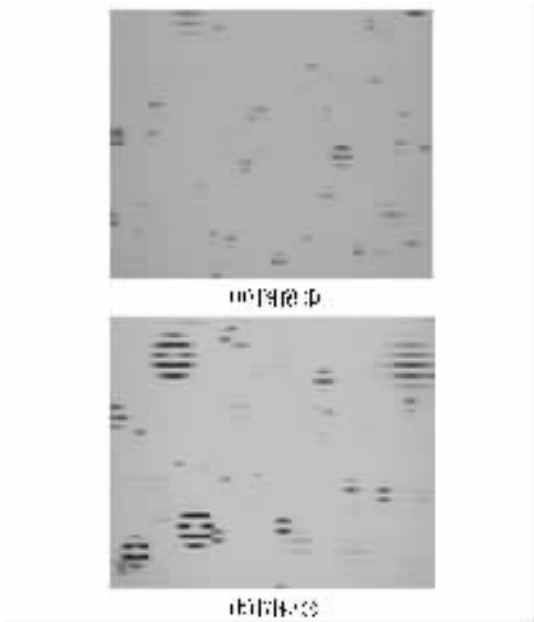


图 2 随机选取的 2 幅微小气泡初始图像

代入程序中运行得到图 3。从程序运行结果(图 3)可知,2 幅位图图像的各像素点的灰度值不尽相同,而且识别参数灰度标准差的差异也很大,从而证明它们是 2 幅完全不同的微气泡图像。

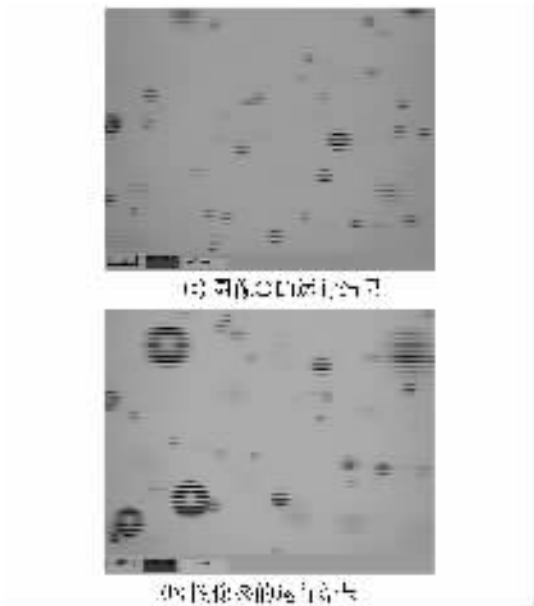


图 3 识别之后的 2 幅图像

为了验证该方法的准确性,运用 ForeColor 函数判断法来检验。

利用

For Y = 0 To Picture1.Height Step 1'纵向扫描

For X = 0 To Picture1.Width Step 1'横向扫描

ForeColor = Picture1.Point(X,Y)取得扫描点的颜色像素值

逐像素点扫描比较,最后结果通过 MsgBox 函数创建的消息框来实现,见图 4。



图 4 MsgBox 函数消息框

通过对抽取出的大量位图图像的识别计算,验证了以图像灰度标准差这一参数进行相同图像识别剔除的方法是可行的,并且和其他识别方法^[2-6]相比,前者更高效,从而为微小气泡研究的前期预处理工作节省了大量时间。

4 结 语

本文提出一种以图像灰度标准差为判别标准、基于 VB 应用程序的自动识别方法,来处理将视频图像抽取成平面位图图像过程中出现的相同图像的问题。通过对大量图像的运算论证,证实了该方法处理结果准确,耗时较少,在实际工程应用中有一定的可行性。

参考文献:

[1] 张蓉生,刘志鹏,李春晓.平面图像里重叠微小气泡的分离与测量[J].流体力学,2006,27(1):38-39.
[2] 甘进,王晓丹,权文.基于特征点的快速匹配算法[J].电光与控制,2009,16(2):64-66.
[3] THORNTON J, SAVVIDOS M. A Bayesian approach to deformed pattern matching of iris image[J]. IEEE Pattern Analysis Machine Intelligence, 2007, 29(4):596-606.
[4] 陆欢,吴庆宪,姜长生.多传感器图像的二次匹配算法[J].电光与控制,2008,15(1):22-25.
[5] 彭肇,刘晓平.基于内容的可移植图像识别系统研究[J].计算机与数字工程,2010,38(1):140-142.
[6] 孙红辉,姚良,张清华,张红蕾.基于神经网络的图像识别方法研究[J].光学技术,2008,34(增刊):173-175.
[7] ZHANG Rong-sheng, FUJIKAWAS, CHEN Ci-chang. Separation and segmentation for recognition and measurement of overlapped bubbles in plane images[J]. Journal of Information and Computational Science, 2005, 2(4):815-828.
[8] FUJIKAWAS ZHANG Rong-sheng, HAYAMAS. The control of

micro-air-bubble generation by a rotational porous plate[J]. International Journal of Multiphase Flow, 2003, 29(8):1221-1236.
[9] 张蓉生,郑源,程云山.微小气泡粒径的测量研究[J].实验流体力学,2005,19(2):91-93.
[10] 管业鹏,顾伟康.二维图像特征点自主提取算法研究[J].传感技术学报,2004,17(1):71-72.

(收稿日期 2010-06-08 编辑 骆超)

(上接第 37 页)模型精度有较大的影响。本文介绍了环境量缺失数据的处理方法,包括样条插值函数、相似年法、蒙特卡洛方法等,并借助程序的手段用这些方法补齐了某重力坝的环境量缺失数据,用处理后的环境量观测数据建立了统计模型与未处理的数据所建模型进行了对比。通过分析比较可以发现:①样条插值函数、相似年法、蒙特卡洛方法等可以解决环境量缺失观测数据的补齐问题。②用上述 3 种方法处理后的数据所建立的统计模型能够保证模型的精度,并使模型精度有一定程度的提高,将这 3 种方法用程序实现可以提高环境量数据处理的效率,节省建模的准备时间。

在用相似年法和蒙特卡洛法处理数据时有些问题值得进一步研究:①监测资料时间序列较短、年份较少时,相似年如何选取;②降雨量的概率分布如何快速准确地确定。

参考文献:

[1] 吴中如.水工建筑物安全监控理论及其应用[M].南京:河海大学出版社,2003:6-9.
[2] 李庆扬,王能超,易大义.数值分析[M].北京:清华大学出版社,2001:51-58.
[3] 薛定宇,陈阳泉.高等应用数学问题的 MATLAB 求解[M].北京:清华大学出版社,2005:271-275.
[4] 梁忠民,钟平安,华家鹏.水文水利计算[M].北京:中国水利水电出版社,2006:23-33.
[5] 徐钟济.蒙特卡罗方法[M].上海:上海科学技术出版社,1985:1-5.
[6] 谷艳昌,何鲜峰,郑东健.基于蒙特卡罗方法的高拱坝变形监控指标拟定[J].水利水运工程学报,2008(1):14-19.
[7] 刘国祥,何志芳,杨纪龙.概率论与数理统计[M].兰州:甘肃教育出版社,2002:215-255.
[8] 沈凤生,吴世伟.求解结构可靠度的蒙特卡洛法及其改进[C]//吴世伟.结构安全度与可靠度分析论文集.南京:河海大学出版社,1987:43-51.

(收稿日期 2009-10-12 编辑 高建群)