

Study on Forest Fire Smoke Image Recognition Technology

Yuanxiu Qiao, Penge Cheng

School of Technology, Beijing Forestry University, Beijing
Email: xiaoqiao201309@163.com

Received: Jul. 26th, 2016; accepted: Aug. 10th, 2016; published: Aug. 17th, 2016

Copyright © 2016 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

Abstract

Forest has a profound impact on human survival and development, but the forest fire is the greatest threat to forest protection, which can not only destroy forest, but also threaten life safety. Therefore how to make an early detection and alert when forest fires happen, has become the important topic of various countries' research, especially the countries with the forest of high cover rate. According to the statistical theory of thought, forest fire smoke image recognition method is proposed based on time series analysis, which with the time axis as the ruler, records the forest fire smoke, and makes smoke diffusion curve. The curve records the whole process of forest fire smoke from beginning to the disappearance, as the smoke recognition feature. Experimental results show that this method is easy to be applied and popularized due to easy grasp and the less work in calculation.

Keywords

Smoke Recognition, Image Processing, Time Series Analysis

林火烟雾图像识别技术研究

乔元秀, 程朋乐

北京林业大学工学院, 北京
Email: xiaoqiao201309@163.com

收稿日期: 2016年7月26日; 录用日期: 2016年8月10日; 发布日期: 2016年8月17日

摘要

森林对于人类的生存和发展有着深远的影响,但森林火灾是森林防护的最大威胁,它不仅可以毁灭森林甚至可以威胁到生命安全,因此如何对森林火灾的发生尽早作出检测和警报,已成为各国研究的重要课题,尤其是森林覆盖率高的国家。本文结合统计理论的思想,提出了基于时间序列分析的森林火灾烟雾图像识别的方法,以时间轴为标尺,对森林火灾产生的烟雾进行记录,作出烟雾扩散曲线,该曲线记录了森林火灾烟雾从无到有再到消失的全过程,将此曲线作为烟雾识别的特征。实验证明,该方法易于掌握,计算工作量小,易于应用推广。

关键词

烟雾识别, 图像处理, 时间序列分析

1. 引言

森林的存在给人们提供了巨大的财富,但是森林火灾却是森林的巨大威胁,对于一些森林覆盖面积较大的国家都设有专门的机构来应对火灾的发生[1]。森林火灾是一种突发性强、破坏性大、处置救助较为困难的自然灾害。1987年5月6日至6月2日在黑龙江省大兴安岭地区发生的特大火灾,是新中国成立以来最严重的一次森林火灾,其造成的损失无法挽回,因此在森林地区,更加注重对火灾的监测,尽量在火灾初期就产生预警,以免造成更多损失。

在森林火灾监测中,基于视频的烟雾检测在森林火灾检测领域越来越占有重要的地位,并且森林防火监控系统主要的功能是提取信息、处理信息、显示信息,而且这些功能的综合作用决定监控系统的性能好坏[2]。于海晶等以RGB空间的烟雾颜色特征为依据,对差分盒维数方法分割出的区域进行判别,从而识别出烟雾区域[3]。黎粤华等先用背景减除法获取疑似火灾烟雾区域,再提取烟雾的各项特征,最后利用BP神经网络对火灾烟雾的多特征进行融合[4]。焦斌亮等采用双背景模型对烟雾进行运动区域检测,进而利用颜色特征进行判别,同时提取可疑区域特征量作为输入量,最后用SVM进行烟雾判别[5]。秦文政等人用视觉注意模型的时空域ROI区域提取方法和小波时域分析烟雾动态特征,进行烟雾的识别[6]。周忠等利用三帧差法和视频的时空特性建立林火烟雾视频背景更新模型,实时快速更新背景,然后用烟雾颜色模型分割疑似区域,最后进行烟雾标记[7]。贾洁结合烟雾的HSI空间,用二维离散小波变换对图像型火灾烟雾进行探测,针对烟雾的相关系数、形状不规则性及半透明性的特征对可疑图像进行特征提取[8]。黄英来,田少卿等通过分析林火烟雾灰度变化情况,采用灰度位平面和林火烟雾区域自适应相结合的方法,对烟雾图像进行灰度位平面构建,根据不同位平面中呈现的林火烟雾信息进行相关计算,从而识别烟雾[9]。王涛,刘渊等先利用滑动时间窗分析视频中运动区域的飘动性特征,提取出飘动方向、周期飘动强度、周期有效飘动强度和周期逆向飘动强度等特征向量,然后使用神经模糊推理系统训练并检测烟雾[10]。毕振波等在图像型火灾探测预处理方法综述一文中指出图像预处理在图像检测中的作用,图像预处理是后续图像处理的基石[11]。

目前针对林火烟雾识别的方法很多,其中特征提取主要集中在图像处理领域,依赖对烟雾特征的提取和识别的准确性,依赖图像的直观信息,并且图像处理的质量,直接影响火灾识别的准确率,图像的采集又源于摄像机,周围环境状况和摄像机的本身性能直接决定采集图像画质,且图像蕴含信息多,数据存储内容多,会造成数据冗余。为了解决上述问题,本文提出了基于时间序列的烟雾识别方法,在时

间轴上反应烟雾的扩散特点, 该方法将图像信息转化为时间轴上对应的烟雾面积大小, 简化数据, 从时间序列上宏观反映烟雾的特征, 进而进行识别。

2. 基于时间序列的处理方法

2.1. 图像预处理

由于森林区域内严禁烟火, 本次实验采用烟饼燃烧产生的烟雾来进行模拟实验, 位于高处的摄像机远距离进行拍摄记录, 如图 1 所示。摄像机记录了整个烟雾由产生到结束的全过程, 将视频间隔 10 秒获取一帧图像, 因此在时间序列上产生一系列原始图像数据。原始图像记录了整个场景的信息, 图像最大的优势是包含多种信息, 如颜色、实物状态等, 但是原始的图像数据不能直接用来进行后续计算, 一方面其中含有冗余信息, 另一方面原始获得的图像, 其中各事物灰度相近, 灰度值较为集中不易于后期烟雾区域的分割和提取, 因此对图像要进行灰度调整, 进行灰度拉伸, 得到灰度调整后的图像, 如图 2 所示。

2.2. 烟雾图像

本文通过仔细研究火灾产生的过程以及烟雾的运动过程, 依托统计学思想, 提出了一种在时间序列上统计烟雾像素个数来识别烟雾的方法。随着时间的推移, 烟雾的扩散运动就是一组动态数据。从统计意义出发, 将火灾产生的烟雾在不同时间上的扩散程度, 转换为视频中不同帧图像中所占像素数值, 然后按照时间的先后顺序排列而成一组数列, 根据烟雾扩散运动的趋势就可以将烟雾从图像中识别出来。火灾烟雾的扩散运动区别于其他物质的运动, 它有自己的运动趋势, 将这个运动趋势作为一个特征来提取烟雾, 识别烟雾。

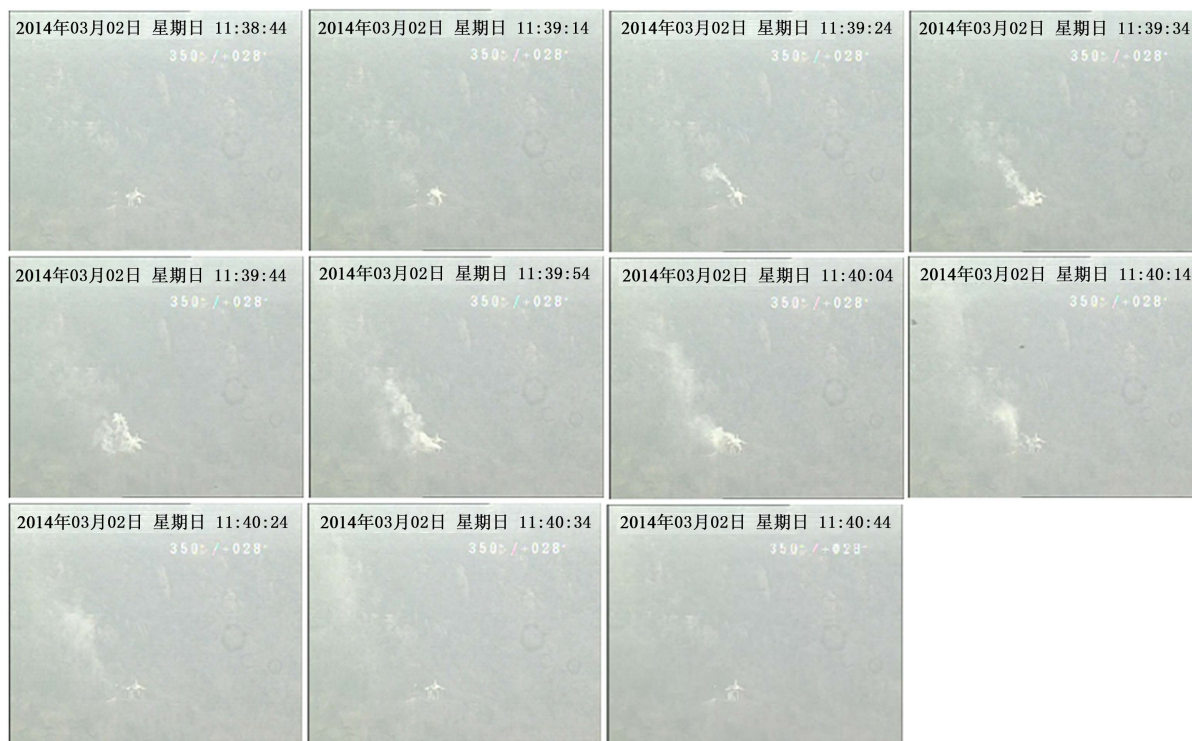


Figure 1. Original image processing

图 1. 原始图像处理

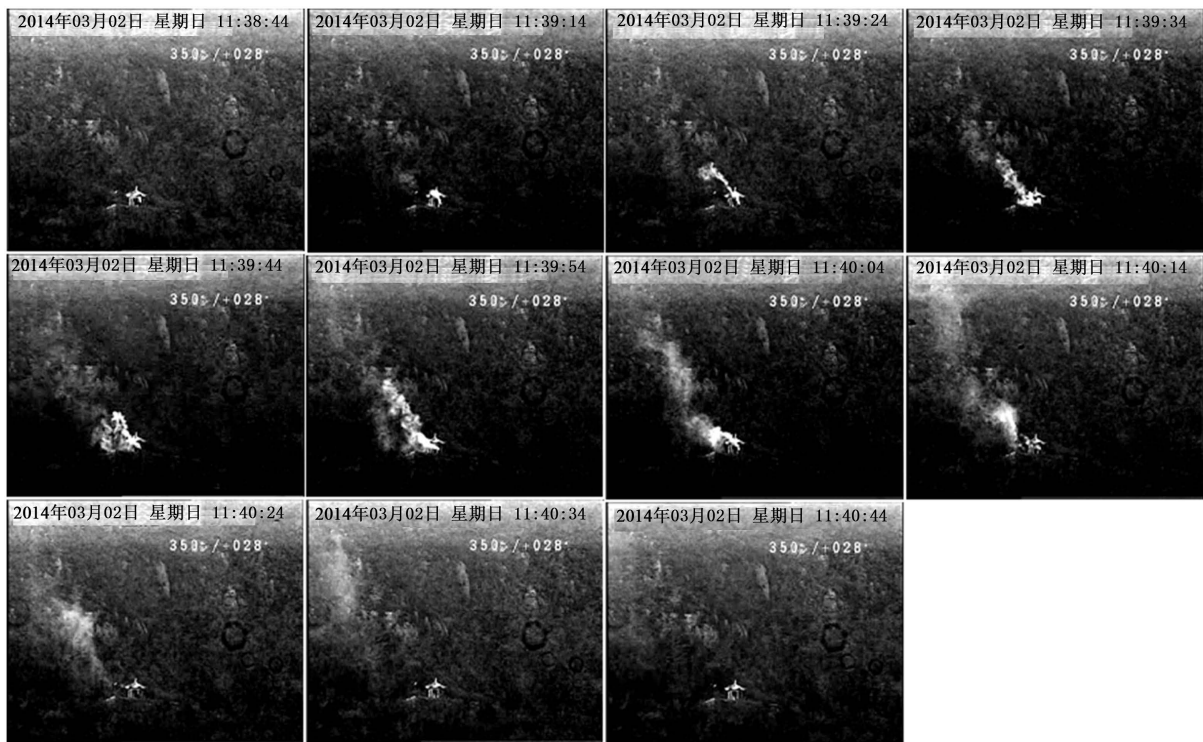


Figure 2. Adjust the gray image
图 2. 调整灰度的图像

烟雾由产生到消失的时间较为短暂, 但是特征却很明显, 且森林火灾时烟雾先于火焰产生, 所以选取烟雾作为森林火灾的判断依据。将视频中记录的烟雾运动每隔 10 秒作为关键帧提取并进行灰度化, 将经过灰度调整的图像, 与背景图像作差分运算, 即可得到烟雾图像。将差分后的图像, 作二值化处理, 得到烟雾提取图像, 如图 3。二值化的图像不仅减少数据量, 并且使得研究对象更加明晰。

2.3. 图像验证

因为后续需要统计时间序列上, 每帧图像中烟雾所占面积, 即图像中白色区域的大小, 此处用像素个数表示, 所以图像区域的分割的准确性和黑白像素的确定性很重要。将二值化的图像区域进行着色处理, 得到误差分析图像, 如图 4。从图中可以看出, 其中除了烟雾区域外, 还存在一些非烟雾区域, 这些区域在二值化图像中有些显现黑色, 有些则显现白色, 这些细小的区域比较难发现, 并且还会对后续烟雾像素的统计产生影响, 因此, 需要对烟雾提取图像进行进一步的处理。

数学形态是一种应用于图像处理和模式识别领域的新方法, 基本思想是用具有一定形态的结构元素去度量和提取图像中的对应形状, 以达到对图像分析和识别的目的, 其主要用途是获取物体拓扑结构信息, 通过物体和结构元素互相作用的某些基本运算, 得到物体更本质的形态。对已获得的烟雾提取图像, 进行形态学处理, 通过开运算和闭运算的处理, 去除孤立的小点、毛刺和小桥(即连通两块区域的小点), 再填平小湖(即小孔), 弥合小裂缝, 使图像中只剩下烟雾区域, 通过着色处理, 得到没有干扰的图像, 如图 5。

2.4. 时间序列上的像素统计

每一个序列都是一个客观现象过去的历史记录, 包含了产生该序列的系统的历史行为的全部信息,

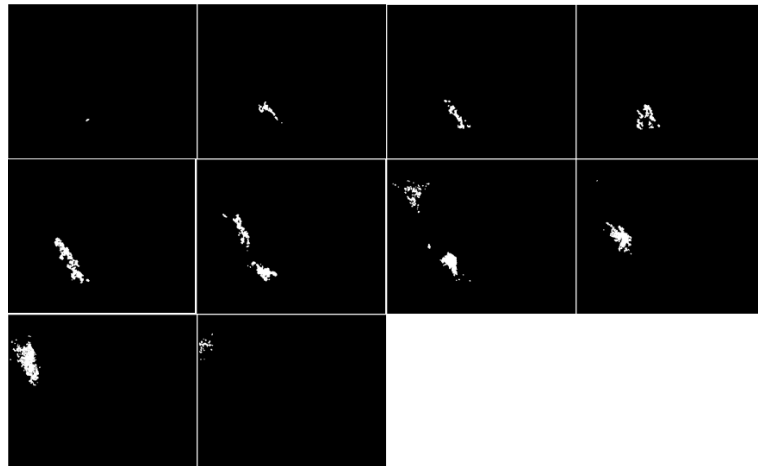


Figure 3. Smoke extract images
图 3. 烟雾提取图像

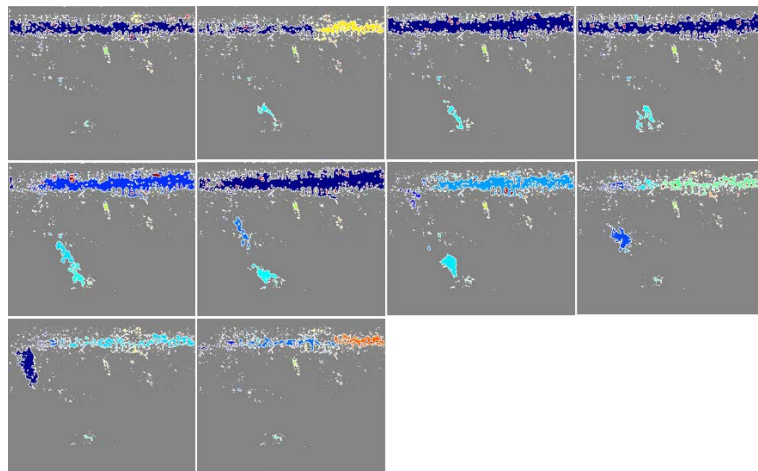


Figure 4. Error analysis image
图 4. 误差分析图像

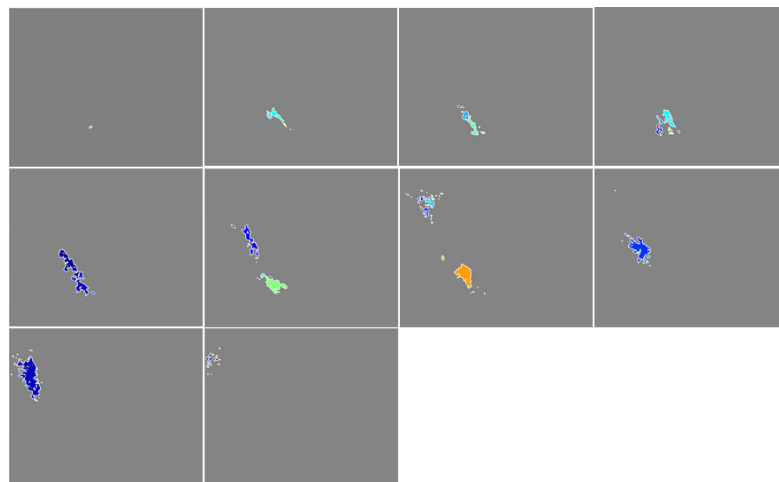


Figure 5. Final image
图 5. 最终图像

根据这些时间序列, 可以较为准确地找出相应系统的内在统计特征和发展规律, 进而可以提取出所需要的准确信息。烟雾由产生到结束的过程中, 产生的动态序列就记录着烟雾的扩散特征。利用学习到的规律, 可以对未来的现象或无法观测的现象作出正确的预测和判断, 这样有利于对初期烟雾的产生进行预警。

在时间轴上, 统计烟雾图像中烟雾区域的像素个数, 最终统计结果, 见表 1。

3. 结果

3.1. 烟雾扩散曲线图分析

在视频图像中可以很直观的看到烟雾扩散运动的趋势是先增长一段时间, 后又波动一段时间, 最后消失, 这个趋势由可以由每一帧图像中烟雾所占像素个数的变化来表示。

在时间序列上, 统计烟雾的像素值, 得到烟雾扩散曲线图, 如图 6 所示。由图看出, 烟雾图像上的扩散趋势与统计像素个数所表示出的趋势相符。因此可以将时间序列上的, 烟雾扩散规律作为烟雾识别特征。

3.2. 云飘动曲线图分析

在烟雾识别中, 云的形态和变化状态有时会对烟雾的识别造成影响, 进而发生误报, 所以在进行烟雾识别时, 寻找的烟雾特征一定是有别于云的特征的。本实验中也记录了同一时刻的, 云的变化过程, 从图 7 中可以看出, 云的运动趋势是在一个稳定的数值间上下波动的, 且在一段时间内都保持稳定状态, 并且相比烟雾来说, 云在短时间内是不会消失, 因此, 在时间轴上, 云和烟雾的运动状态是不一样的, 即烟雾在时间序列上存在运动独特性。

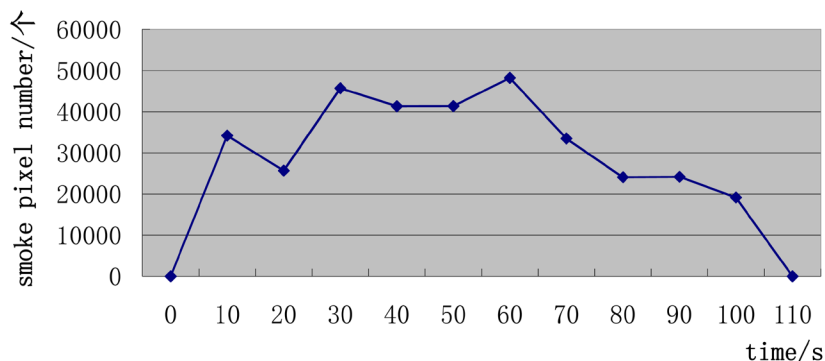


Figure 6. Smoke dispersion curve
图 6. 烟雾扩散曲线图

Table 1. Statistical table smoke pixels
表 1. 烟雾像素统计表

时间(秒)	像素(个)	时间(秒)	像素(个)
0	0	60	4833
10	76	70	5701
20	1143	80	3944
30	1708	90	6597
40	2381	100	822
50	4738	110	0

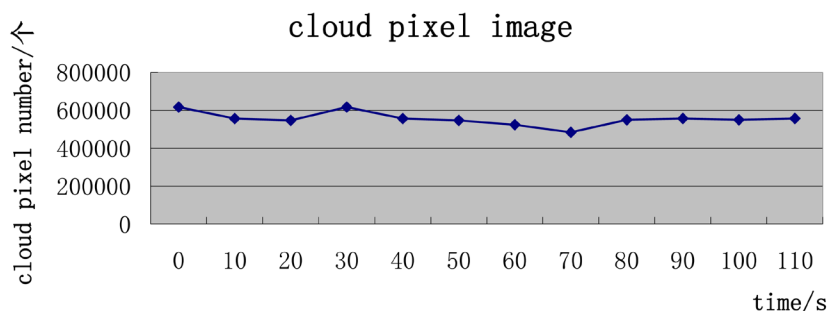


Figure 7. The cloud image processing
图 7. 云图像处理

4. 总结

本文结合统计理论的思想, 提出在时间序列上分析烟雾的扩散运动, 以此为模型识别出森林火灾产生的烟雾图像。首先调整原始图像的灰度值, 进行灰度拉伸, 增加图像间的对比度, 进而应用背景差法提取出烟雾区域, 并且进行形态学处理和二值化处理, 得到无干扰的烟雾区域, 最后统计时间序列上烟雾的像素值, 绘制烟雾扩散曲线图, 利用烟雾和云在时间序列上运动的差异性, 进行烟雾的识别。该算法思路清晰, 算法简单易懂, 当有了烟雾扩散运动趋势曲线, 其他曲线只要与该曲线进行拟合或对比, 即可实现烟雾的识别。该实验中计算机处理的图像数据都是二值化图像, 即图像像素值只有“0”和“1”, 计算工作量小, 处理速度快, 易于应用推广, 并且将图像数据向数字化转化, 减少冗余信息。

在未来的烟雾图像处理中, 可以更多样化, 不仅止于图像层面, 可以将图像信息更多的转化为各种不一样的数学信息, 因为相对于图像存储, 数字存储更便捷且存储量大。有时候, 最简单最直接的方式也可以做到想要的效果。

致 谢

在撰写论文的过程中, 遇到了很多的问题, 在实验室师兄和老师的耐心指导才得以解决的, 非常感谢老师和师兄、师姐的耐心解答, 和孜孜不倦的教诲。同时, 也很感谢编辑部的老师们审阅论文, 真心感谢。

参考文献 (References)

- [1] 舒立福, 田晓瑞. 国外森林防火工作现状及展望[J]. 世界林业研究, 1997(2): 28-35.
- [2] 叶万举. 森林防火监控系统的发展前景[J]. 黑龙江科技信息, 2016(1): 262.
- [3] 于海晶, 李桂菊. 基于差分盒维数的彩色烟雾图像识别[J]. 山东大学学报: 工学版, 2014, 44(1): 35-40.
- [4] 黎粤华, 单磊, 田仲富, 等. 基于多特征融合的视频烟雾检测[J]. 计算机技术与发展, 2016, 26(1): 129-133.
- [5] 焦斌亮, 董雪. 基于非参数特征提取的早期林火烟雾检测[J]. 光学技术, 2016, 42(1): 20-23.
- [6] 秦文政, 马莉. 基于视觉显著性和小波分析的烟雾检测方法[J]. 杭州电子科技大学学报, 2012, 31(4): 114-117.
- [7] 周忠, 赵亚琴, 唐于维一, 等. 基于时空特征的林火视频烟雾区域提取[J]. 中国农机化学报, 2016, 37(2): 196-199.
- [8] 贾洁. 基于多种特征的火灾烟雾检测算法[J]. 价值工程, 2011, 30(18): 191-192.
- [9] 黄英来, 田少卿, 孙晓芳. 一种基于灰度位平面的林火烟雾图像自动识别方法[J]. 东北林业大学学报, 2013, 41(8): 155-159.
- [10] 王涛, 刘渊, 谢振平. 一种基于飘动性分析的视频烟雾检测新方法[J]. 电子与信息学报, 2011, 33(5): 1024-1029.
- [11] 毕振波, 乐天, 潘洪军, 等. 图像型火灾探测预处理方法综述[J]. 消防科学与技术, 2016(1): 87-91.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>