

文章编号: 1005—0523(2005)04—0084—04

基于图像处理的火灾定位研究

郭厚¹, 蔡卫平¹, 林向方²

(1. 华东交通大学 机电工程学院 南昌 330013; 2. 南昌铁路局 福州建管中心, 福州 350000)

摘要: 采用离子感烟火灾探测器对被监控环境进行火灾监测. 运用图像处理技术, 通过比较发生火灾前后环境图像灰度值的变化, 计算火灾在环境中的坐标位置, 实现火灾的定位. 同时计算火灾的面积、火灾图形方向等相关的图形特征参数. 为实施火灾的自动消防技术提供了有效的技术基础.

关 键 词: 火灾监测; 火灾定位; 数字图像处理

中图分类号: TP391

文献标识码: A

1 引 言

火灾给人类生命和财产带来的损失是巨大的. 因此世界各国都非常重视火灾的监测和自动消防技术的研究. 迄今为止, 国内外许多学者对火灾的早期检测进行了大量的研究, 也取得了许多的成果. 比如火灾探测传感器的技术已经相当成熟. 应用也非常普遍. 而在火灾的定位方面的研究相对要少一些, 主要集中在红外线、紫外线火灾探测器的扫描搜索定位以及基于 GPS 的火灾的定位技术. 对于小环境, 尤其是室内环境的火灾定位技术的研究更是屈指可数. 大面积喷淋仍是目前的主要的室内自动灭火技术. 然而因为环境中很小范围的火灾造成整个监测环境的大面积喷淋, 常常造成不可估量的损失. 因此火灾的定点消防已成为一个主要研究方向.

本文应用图像处理技术对发生火灾前后的图像进行识别比较, 通过比较发生火灾前后各像素点的灰度值的差别找出火灾发生的区域, 计算火灾的中心坐标位置, 实现火灾的定位. 同时根据火灾发生区域的像素坐标计算出最大火灾半径、火灾图形

方向等火灾图形特征参数. 为火灾的自动消防工作提供实时数据.

2 火灾的早期检测

火灾的发生、发展过程有初起阴燃、发展和衰减熄灭 3 个阶段. 为了尽量减少火灾所造成的损失, 要求防火设施在火灾的初起阴燃阶段能够自动探测火灾并发出报警信号. 以便将火扑灭在未成灾害之前. 感烟火灾探测器就是顺应这一要求的有效设备. 是目前世界各国应用最普遍的火灾探测器.

2.1 离子感烟火灾探测原理

离子感烟火灾探测器是应用烟雾粒子改变电离室电离电流原理进行火灾探测的. 其原理如图 1 所示. 图中, P1 和 P2 是一相对的电极, 在电极之间放有放射源镅-241, 由于它持续不断地放射出粒子. 粒子以高速运动撞击空气分子, 从而使极板间空气分子电离为正离子和负离子(电子), 这样电极之间原来不导电的空气具有了导电性, 在外加电压的作用下形成电流. 如图 2 所示的结构是根据这一原理做成的单极性火灾探测器的示意图. 该结构由两个单极性电离室串联而成. 一个称为内电离室

收稿日期: 2005—06—16

作者简介: 郭厚¹(1965—), 男, 华东交通大学副教授.

(也称为补偿电离室),在结构上做成烟雾粒子很难进入;另一个称为外电离室(也称为检测电离室),在结构上做成烟雾容易进入.

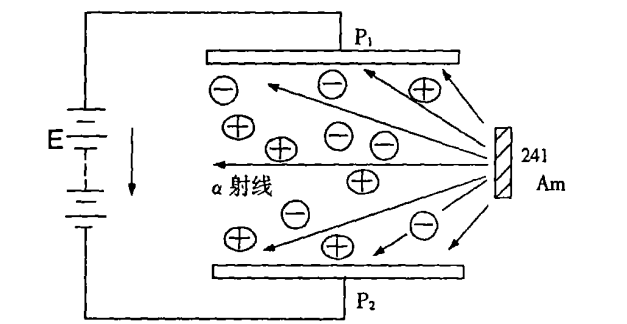


图1 电离电流形成示意图

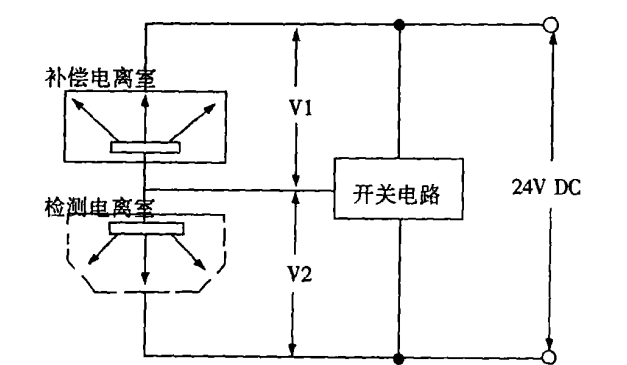


图2 单极性电离室

当火灾发生时,烟雾粒子进入检测电离室,被电离的部分正离子和负离子被吸附到烟雾离子上去.因此,离子在电场中运动速度降低,而且在运动过程中正离子和负离子互相中和的概率增加.这样就使到达电极的有效离子数减少;另一方面,由于烟雾粒子的作用,射线被阻挡,电离能力降低,电离室内产生的正负离子数就少.这些微观的变化反映在宏观上,电离电流减少,相当于检测电离室的空气等效阻抗增加,因而引起施加在两电离室两端分压比发生变化,补偿电离室的电压从 V_1 减小到 V_1' ,检测电离室的电压从 V_2 增加到 V_2' .当电压的变化量 $V=V_2'-V_2$ 达到一定值时,开关控制电路动作,发出报警信号.实现火灾报警或激发控制软件.

3 图像的采集与处理

3.1 基准图像的采集

当环境无人值守,监控系统被启用时,图像采集系统不断采集被检测环境的图像,放入基准图像

数据库,并不断将其刷新(见系统主程序流程图4).以确保火灾发生前后背景图像的一致性.

火灾监测过程中图像的获取基于以下条件和假设:

- 1) 基准图像的采集是在被检测环境没有动态物体如人、机器设备的运动等条件下进行的,以确保系统采集的基准图像与火灾发生的前一时刻保持一致;
- 2) 基准图像和火灾图像的采集具有相同或相近的光照环境;
- 3) 图像采集设备(数码相机/摄像机)与被监控环境保持固定的相对位置;
- 4) 火灾图像中的火焰为单一连续,而非多个分离.

3.2 火灾图像的采集

当控制计算机得到火灾信号后,图像采集系统开始采集火灾图像,并将采集到的火灾图像放入火灾图像数据库(见系统主程序流程图4).

3.3 图像预处理

3.3.1 彩色图像转换成灰度图像

利用彩色图像的亮度信息,将获取的彩色图像转换成灰度图像,即用式(1)计算出每一个像素的亮度 I ,并将 I 作为转换后图像的相应像素的RGB值.

$$I = \frac{(R + G + B)}{3} \quad (1)$$

3.3.2 去除噪声

用区域平均法和阈值法(超限区域平均法)对灰度图像进行预处理,有效去除图像中的噪声.见下式:

$$g(x, y) = \begin{cases} \frac{1}{M} \sum_{(m, n) \in S} f(m, n) & \left| f(x, y) - \frac{1}{M} \sum_{(m, n) \in S} f(m, n) \right| > T \\ f(x, y) & \text{其他} \end{cases} \quad (2)$$

式中 $x=0,1,2,\dots,N-1$; S 是 (x, y) 点邻域中点的坐标的集合,但其中不包括 (x, y) 点; M 是集合内坐标点的总数; T 为非负阈值.根据式(2)平滑后得到的图像 $g(x, y)$ 中的每个像素的灰度值为:当一些点和它的邻域内的点的灰度的平均值的差不超过规定的阈值 T 时,就仍然保留其原灰度值不变,如果大于阈值 T 时,就用它们的平均值 T 来代替该点的灰度值.

4 火灾的定位研究

4.1 尺寸标定

图像处理通常是以像素为单位, 进行计量. 为了将像素为单位的测量结果与标准尺寸(公制单位)作比较. 同时也为了方便用户查阅数据, 需将测量结果转换成以毫米为单位的实际长度. 也就是标定. 具体方法为: 在被检测的环境中放置一个张标准零号图纸. 用摄像机采集该图像, 然后用边缘检测的方法测量出它的长度(像素值), 并计算出本系统中一个像素与实际物体尺寸的对应的比例关系, 以后的所有的测量结果都根据这个比例进行换算.

4.2 火灾中心坐标与几何特征的参数的计算

1) 火灾图像的位置

图像中的火灾图形通常并不是一个点, 而是由许多的坐标点(像素)组成. 因此, 通常用火灾的面积的中心点来描述火灾的位置. 中心坐标 (x_0, y_0) 由以下公式计算:

$$x_0 = \bar{x} = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} x_i$$

$$y_0 = \bar{y} = \frac{1}{mn} \sum_{i=0}^{n-1} \sum_{j=0}^{m-1} y_j$$

(3)

式中: (x_i, y_j) 为图像中的火灾对应的像素位置坐标; $i = 0, 1, \dots, (n-1)$; $j = 0, 1, \dots, (m-1)$.

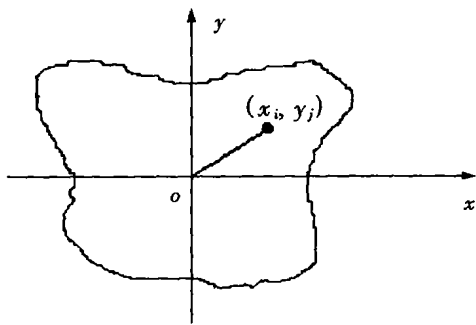


图2 单极性电离室

2) 火灾图像的面积

图像面积的计算方法有很多种. 最简单的方法是通过统计火灾边界内部(也包括边界上)的像素的数目来计算图像面积. 由于火灾的面积的计算不需要象工业产品检测那样高度精确, 因此, 我们可以用这个方法来计算火灾的面积, 求出域边界内像素点的总和即可. 计算公式如下:

$$A = \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^M f(x, y) \quad (4)$$

3) 火灾图像的最大半径

火灾的最大半径是调节消防水炮喷水量的重要依据, 是自动消防工作中的一个重要参数. 其算法是计算图像所有边界点离中心坐标的距离, 取其最大值.

$$R_i = \sqrt{(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2} \quad (5)$$

$$R_{\max} = \text{MAX}(R_i) \quad (6)$$

4) 火灾图形方向

对于细长型火灾, 我们不仅需要知道火灾的位置和面积, 而且还要知道火灾的图形方向, 以便于指导灭火. 最小二阶矩轴能较好地表达一个细长实物图形的方向. 因此, 我们将最小二阶矩轴(最小惯量轴在二维平面上的等效轴)定义为细长型火灾图形的方向. 也就是说, 要找出一条直线, 使下式(7)定义的 E 值最小, 该直线的方向即为火灾图形的方向.

$$E = \iint r^2 f(x, y) dx dy \quad (7)$$

式中, r 是点 (x, y) 到直线的垂直距离.

5 火灾监测与定位系统的设计

本系统的工作原理是当环境进入被检测状态, 如人员长时间离开. 摄像机开始按照设定的频率采集图像, 并将其放入火灾基准图像数据库. 此时的图像为无火灾图像. 先采集的图像不断被后来采集的图像刷新. 直到火灾发生的前一个图像, 此时的图像将作为判断火灾位置的基准图像. 当火灾探测器探测到火灾发生并发出火灾报警指令时, 摄像机开始采集火灾图像, 即含有火灾的环境图像, 并将采集到的火灾图像放入火灾图像数据库. 图像处理软件开始将火灾图像与基准图像进行识别比较, 计算出火灾的实际位置、火灾的面积、图形方向等图形特征参数, 供消防自动控制系统使用.

5.1 系统组成

火灾监测定位系统主要由离子感烟火灾探测器、摄像机、图像采集卡、工业控制计算机等部件构成.

5.2 控制系统框图

控制系统主程序流程图见图4.

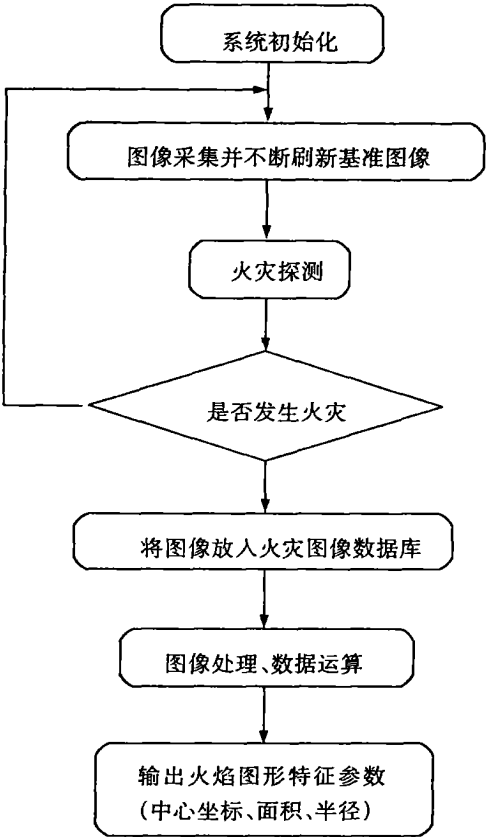


图 4 系统主程序流程图

6 结 论

本课题组对本文所提出的火灾定位方法, 用 VC++6.0 进行了程序设计和编写. 对火灾发生现场进行了模拟, 采集了发生火灾前后的图像. 通过程序计算得到的火灾的位置和实际测量得到的火灾的位置是一致的. 因此, 通过比较火灾发生前后图像的灰度值, 可以计算出火灾的中心位置、火灾面积的大小以及火灾的图形方向等图形特征参数. 该方法的提出为进一步实施火灾的自动化消防提供了有力的技术支持.

参考文献:

[1] 阮秋琦. 数字图像处理学 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2001.
[2] 而师玛乃·花铁森. 火灾报警器 [M]. 北京: 原子能出版社, 1995.
[3] 夏德深, 傅德胜. 现代图像处理技术与应用 [M]. 南京: 东南大学出版社, 1997.
[4] (日) 谷口庆治编. 朱虹, 廖学成, 乐 静译. 数字图像处理—基础篇 [M]. 北京: 科学出版社, 2001.
[5] 王耀南, 李树涛, 毛建旭. 计算机图像处理与识别技术 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.

Study on Fire Locating Based on Image Processing

GUO Hou-kun¹, CAI Wei-ping¹, LIN Xiang-fang²

(1. School of Mechanical and Electronic Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013;

2. Department of Fuzhou Construction Manage of Nanchang Railway Bureau, Fuzhou 350000, China)

Abstract: In this article, we proposed one method to locate the flame and worked out the area and the direction of the fire image by comparing the gray values of the pixels in the standard image and that in the fired image. The proposing of this method makes the automatic fire-fighting system very easy. In this method, a hydronium smoke sensor was used to detect the fire.

Key words: fire detecting; fire locating; image processing