

# 一种基于网络摄像机的火焰识别方法

薛 博

(北京理工大学信息科学技术学院 北京 海淀区 100081)

**【摘要】**介绍了一种基于网络摄像机的火焰识别方法。该方法对基于MPEG4格式压缩的流媒体进行处理，将分帧出的BMP图像格式的文件送入图像处理程序，利用火焰的色度特征和频闪特征实现了对火焰的判别和定位能。

**关 键 词** 火焰识别；网络摄像机；色度；频闪

**中图分类号** TP301      **文献标识码** A

## An Application of Flame Identifying Based on Net Camera

XUE Bo

(School of Information Science & Technology, Beijing Institute of Technology Haidian Beijing 100081)

**Abstract** This paper introduces a method for identifying flame based on net camera. In this method the streaming media is compressed according to MPEG4 format. The image processing program divides the BMP images from streaming media, then identifies and positions the flame according to the characteristic in chroma and twinkling.

**Key words** flame identifying; net camera; chroma; twinkling

火焰识别是自动消防系统中的关键技术。自动消防系统中火焰图像采集一般采用红外火焰探测器和红外热成像仪<sup>[1-4]</sup>。红外火焰探测器具有成本低，安装方便的特点，但不能对火焰进行精确定位。红外热成像仪虽然能准确地识别出高温区域，但是其高昂的价格限制了使用范围。网络摄像机是一种廉价的数字化的图像采集设备，其低码率的数据输出特别适合于自动消防系统中的组网监控。

网络摄像机采取的活动图像专家组4(Moving Pictures Expert Group ,MPEG4)的压缩格式原本是一种适用于低带宽下进行信息交换的音视频处理技术，它的特点是可以动态的侦测图像各个区域变化，基于对象的而调整压缩方法可以获得比MPEG1更大的压缩比，压缩码流更低。MPEG4只处理图像帧与帧之间有差异的元素，而舍弃相同的元素，大大减少了合成多媒体的体积，使其压缩率高且成像清晰。利用MPEG4的这些特性，监控比特率可以启动报警，并有利于进行后期图像处理工作。本文以自动消防系统为背景，研究在可见光图像中自动识别火焰的方法，该方法主要应用于仓库等环境的自动消防系统中。

## 1 火焰识别的基本原理

目前市面上的商用网络摄像机大多采用硬件压缩技术，直接将采集的数字图像信息压缩成MPEG4格式，输出流媒体文件，因此可以直接由网络摄像机自带的RJ45接口发布到网络上，给后期处理带来了方便。由C#的DirectDraw工具可以迅速的将流媒体文件解压(decode)成单帧的24位管理存储(Beam Managed Persistence bean，BMP)图像。对BMP图像进行处理，可在复杂背景中识别火焰，并对火焰质心作出位置估计。图像识别系统框架如图1所示。

对火焰的特征提取的基本思想是：先根据火焰在色度上与环境的不同特征，将火焰从低亮度背景中抽取出来；再根据火焰的频闪特征，将火焰从高亮度背景中区别出来从而完成火焰的识别过程。

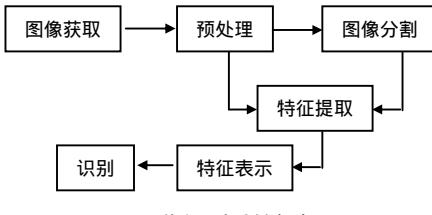


图1 图像识别系统框架

### 1.1 色度特征

24位BMP图像中，每个像素的颜色都是由RGB三种颜色组成，每种颜色又分为255级亮度(level)。由于网络摄像机具有对信号强度的自动增益控制功能，在一般TTL曝光控制电路中，会将整个画面的最亮点的亮度判断为255。但由于火焰的外焰高温部分是绝对高温，并且火焰本身的亮度大多集中在红色，因此在分离背景的过程中，可以舍弃其他两个通道的颜色，而单独对红色通道进行识别处理。图2表示的是一张截取自夜晚纸张燃烧录像的图像，将三种颜色分量分离后，红色通道上保留了较多的细节，最大程度并且最准确地表现了火焰，和背景达到分离的效果，如图3所示。



图2 夜晚燃烧的火焰图像

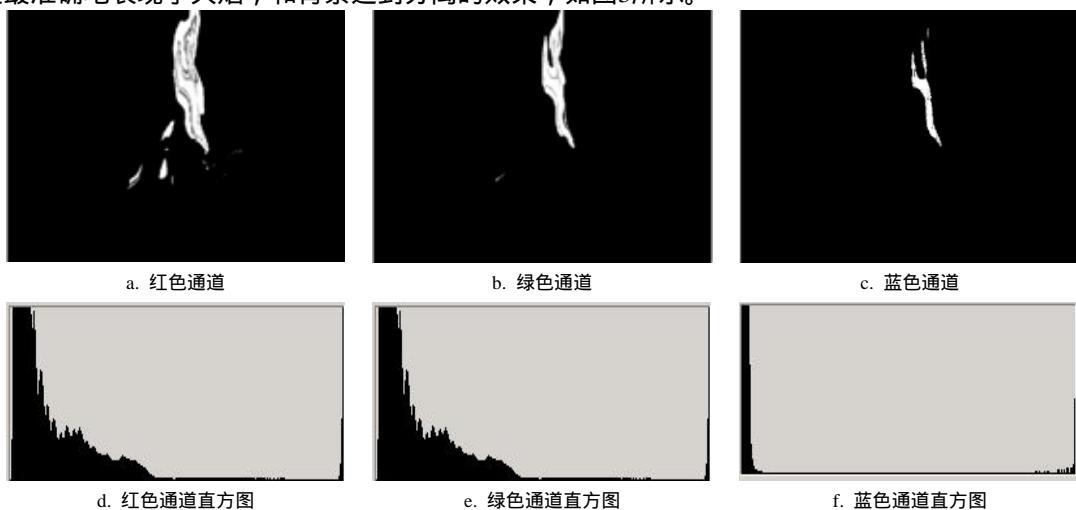


图3 夜晚燃烧火焰的RGB三种颜色分量的对比

由于火焰本身是典型的高光源，因此识别时首先利用红色通道的亮度信息对其进行二值化处理，即将高于某一阈值的部分的亮度全部置为1，而低于阈值的部分置为0，以将高温火焰从低亮度的背景中分离出来。然后对二值处理后的图像进行质心估计，以完成对火焰的定位。该方法充分利用了网络摄像机自带的图像处理功能，运算简单，定位较为准确。但它无法区分高亮的背景和火焰，因此误识率高。为此，在对单帧图像处理的基础上，利用MPEG4图像的帧间信息进行进一步的识别处理。

### 1.2 频闪特征

火焰图像的帧间处理主要是利于了火焰燃烧时受气流影响的跳动特征，以区别出静止的高亮背景。由于火焰跳动的频率较低，一般在Hz级，因此处理时首先要对输入的快速图像帧进行抽取。经实验表明，图像抽取后的帧频为1 Hz即可。火焰与高亮背景的识别方法是利用帧间图像的重合率进行判断。图像重合率是指经二值处理后的两帧相邻图像间像素重合的多少。对于静止的高亮背景，其相邻两帧图像间像素的重合率接近100%，而火焰由于其低频的跳动使得其像重合率要小得多。在图像帧频确定后，只要通过一定的实验就可以得到一个合适的重合率阈值，以在高亮背景中正确识别出燃烧火焰。

## 2 程序处理流程

根据识别原理，先从视频流里面经分帧处理得到BMP图像，然后再进行火焰的识别处理，其主要的处理步骤为：(1) RGB三颜色通道分解：24位真彩图像包含红，绿，蓝三种颜色分量，由火焰色度特征，只保留其中最易利用的红色分量进行后期处理；(2) 二值化处理：为便于重合率的计算，将图像数据进行二值化处理，将亮度门限设定为：220(亮度范围：0~255)，输出结果保存在一个 $640\times480$ 的二维矩阵内。当红色通道上的亮度高于或等于这个值时，就将矩阵元素置1；低于这个值，就将矩阵元素置0，实现图像数据的二值化；(3) 计算前后两张图像的动态重合率：主要对矩阵中置1的元素比较，计算其变化大小；(4) 由重合率判断是否是火焰：由火焰频闪特性以及大量经验值可知，当重合率在0.1~0.9时可以判断为火焰，落在

此区间之外可以判断为背景噪音；(5) 计算火焰质心坐标：估计火焰的中心点坐标。

### 3 火焰识别的实验

实验于白天在室外进行，高亮背景用反光性能较好的铜版纸代替。火焰识别过程中的图像如图4所示。在图4a为实地拍摄的燃烧中的火焰，其右边是白色的反光纸。图4b为原始图像中的红色通道经二值处理后的结果。从图中可见，处于低亮度的背景下高亮度的火焰和高亮背景被分离出来。图4c为经重合率计算后识别出的火焰。从图中可见，火焰成功地与高亮背景相分离。火焰识别成功后，进一步对其质心进行估计，就可以计算出火焰在图像中的相对位置，如图5所示。



a. 原始图像

b. 二值处理后的图像

c. 重合率处理后的图像

图4 火焰识别的过程



图5 火焰识别后定位的结果

该实验证明，利用火焰的色度特征和频闪特征可以有效排除高亮背景对火焰识别的影响，从而降低火焰的误识率，提高消防自动灭火系统的可靠性。

### 4 总 结

本文介绍的基于网络摄像机的火焰识别方法利用了火焰的红色向量中的峰值特征和火焰燃烧时的频闪特征作为主要判据，能在复杂背景中识别出火焰，并对火焰质心位置作出估计，并考虑了非火焰高光背景的影响，将静止和不同频闪特征的高亮背景(如：电灯泡，手电光)有效排除。另外考虑了火焰能量增长趋势，可以直接判断出火焰是在增大或减弱。

由于仓库实际环境的复杂性，针对大空间建筑火灾中的技术难题，综合火灾的热、形、色、光谱及运动特性还有待进一步研究。对于频域纹理特征识别和立体空间定位还需进行大量后续工作。

### 参 考 文 献

- [1] 西安博康公司. JTGB-HW/ZW-BK51/52Ex隔爆型红、紫外火焰探测器[J]. 消防技术与产品信息, 2005, 18(6): 68-69.
- [2] 卢瑞祥, 牟轩沁, 纪 震. 火灾的图像识别方法与应用[J]. 计算机应用研究, 1998, 15(1): 106-108.
- [3] 卢瑞祥, 牟轩沁, 纪 震. 一种基于红外图像识别的自动消防监控系统[J]. 电子技术应用, 1998, 24(2): 7-8.
- [4] 李树涛, 唐 艳, 王耀南. 基于色彩通道融合的火焰图像分割[J]. 湖南大学学报, 2001, 14(4):67-71.