

## 嵌入式系统和红外图像的火焰检测算法

周游

(厦门大学信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005)

摘要: 火焰的检测与识别是对火灾预防与控制的重要因素, 目前已设计出一种嵌入式的图像采集系统, 对嵌入式系统的概念进行了分析, 分别探讨了火焰目标的提取、火焰特征的识别、火焰动态特征的识别以及火焰检测算法的设计, 通过嵌入式系统以及红外图像的综合技术的实验分析, 体现出该技术进行火焰检测算法的优势。

关键词: 嵌入式; 红外图像; 火焰检测

DOI:10.16184/j.cnki.comprg.2015.09.043

随着国民经济的不断发展, 城市化建设的复杂程度越来越高, 密集的建筑群也使得消防的难度越来越大。火灾探测器就是利用这种物理特性的原理来制作的。自 1847 年第一台火灾报警发送装置问世以来, 已经发明出了感光、感温等各种火灾探测器, 它不仅很好地预测火灾的发生, 还可以有效地减小火灾时造成的巨大损失<sup>[1]</sup>。

## 1 嵌入式系统概念

嵌入式具有较高的技术密度, 它集合了计算机技术、半导体技术、通信技术、微电子技术、传感器技术以及语音图像数据传输技术等, 是一种与具体应用对象结合的新型产品<sup>[2]</sup>。嵌入式系统可用于数据信息的收集、监视、控制以及管理, 其系统的软硬件具有较高的技术要求, 一般由微处理器、硬件设备、操作系统以及应用程序构成。

## 2 基于嵌入式系统和红外图像的火焰检测算法设计

### 2.1 火焰目标的提取

利用图像的二值重构进行火焰形态的提取, 即利用一个图像作为起始点, 另一个图像作为掩膜, 以此得到约束变换的过程。当灰度图像形成后, 利用 8 连接方式对二值图像进行快速重构, 二值化的阈值越小, 则图像的有用信息保存的越全面, 而阈值越大, 则可以有效地过滤干扰信息, 一般阈值在 [0,1] 的范围内<sup>[3]</sup>。

将起始图像作为背景, 将当前图像中的对应像素点与其相减, 将差值作为背景运动目标, 有如下检测规则<sup>[4]</sup>:

$$M(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{if } |I(x,y) - B(x,y)| \geq TH \\ 0 & \text{if } |I(x,y) - B(x,y)| < TH \end{cases} \quad (1)$$

其中  $M(x,y)$  表示运动目标像素的集合点,  $B(x,y)$  表示背景图像中的像素点,  $I(x,y)$  表示当前图像对应的像素点,  $TH$  为阈值。

红外图像可有效过滤一部分干扰, 借助红外滤镜对背景图像中的干扰进行了处理, 但实际情况中可能也会因测量环境的不同而产生其他干扰, 如噪声的干扰、钨丝灯的干扰等。在利用二值重构获得图像信息后, 各种新的干扰会导致运动目标的漏检, 为了更好地获得图像信息, 可结合中值滤波和形态学的开闭运算原理来尽可能地减小干扰。

中值滤波最初是用于分析时间序列, 后在图像的处理中

得到了应用并对造成的过滤有较好的效果, 它通过将一个窗口下的所有灰度值进行排序, 进而取其中间值, 即  $g(m,n) = \text{med}\{f(m-i,n-j), (i,j) \in W\}$ 。

同时, 孔洞填充算法也可以很好地减小干扰带来的影响。在这一算法之下, 必须要求小于 2-3 个像素点的物体间隔, 以保证较好的相连续性。

### 2.2 火焰特征的识别

#### 2.2.1 火焰像素

不同因素下发生的火灾具有不同的颜色特征, 一般介于红色与黄色之间, 对 RGB 空间的火焰像素进行探讨, 若存在以下关系, 则可视为火焰像素:

$$\begin{aligned} R(x) &> R_{\text{mean}} \\ R(x) &> G(x) > B(x) \\ R_{\text{mean}} &= 1/k \sum_{i=1}^k R(x_i) \end{aligned}$$

其中  $R(x)$  表示红色分量,  $G(x)$  表示绿色分量,  $B(x)$  表示蓝色分量,  $k$  为像素个数,  $R_{\text{mean}}$  表示红色分量的均值。若检测的火焰饱和度大于上述某一表达式时, 即可消除假火焰像素点的影响。

#### 2.2.2 动态火焰特征

动态的火焰具有一定的闪烁频率, 通常在 10-20Hz 的低频区, 但一般的视频图像采集频率在 25Hz 的水平上, 对于火焰频率的采用比较困难。为了解决这一问题, 有学者提出采用火焰高度的变化来替代火焰的闪烁特性, 火焰高度与其闪烁的特点具有相似的变化规律, 而火焰高度的采集要比闪烁特性更容易获取。其计算公式如下<sup>[5]</sup>:

$$\begin{aligned} &1/k \sum_{i=1}^k R(x_i) \\ A(k) &= \sqrt{\frac{2}{N} \sum_{n=0}^{N-1} h(n) \cos \frac{(2n+1)k\pi}{2N}} \\ f_d(A) &= \sum_{k=1}^{N-1} \frac{A(k) * A(k)}{N-1} \end{aligned}$$

其中  $A(k)$  表示余弦变换系数,  $f_d(A)$  表示高度变化函

收稿日期: 2015-01-24

数。

### 2.2.3 火焰判定概率模型

火焰判定概率模型如下式所示：

$$C_i = \begin{cases} gf_i(A)/100.0 < C_i < 1 \\ 1, C_i \geq 1 \\ 0, C_i \leq 0 \end{cases}$$

其中调整系数用  $g$  表示。

采用 samsun2410 嵌入式系统进行实验，并利用红外滤镜进行火焰图像的采集，进而完成火焰检测算法的仿真实验。在二值重构的实验中，背景图像中不仅存在火焰，还具有一处较明显的反光点，而二值化的图像对两者的辨别度并不高，其灰度值相当接近，只有进一步提取火焰的有效边缘，才能消除假火焰的影响。最后，利用了 Matlab 对火焰检测算法进行了仿真分析，快速分析出图像中有无火焰，并进行了准确定位。

### 3 结语

火灾事故对人们的生命财产安全有着极大的威胁，运用火焰检测算法进行仿真分析可以有效地预测和控制火灾，但

(上接第 77 页)

必须遵守而且达成一致的标准。这种接口考虑的问题比较复杂，各种数据的格式，相关的数据处理过程，一般一个数据处理过程必须要制定由各方都认可的应该采用数据处理相应协议。各个系统内部数据结构和数据处理过程可以不相同，系统数据处理通过这个公共接口互相联系如图 2 所示，以实现数据的融合，具体如图 2 所示。目前 OGC 制定了统一数据操作的规范，这样一个系统就可以同时支持不同来源的空间数据格式。根据 OGC 规范，可以将提供数据源的软件作为数据服务器，将使用数据软件的使用者称为数据客户，客户使用数据的过程就是向服务器发出数据请求，由数据服务器提供给相应的服务，客户可以使用服务器提供的任意空间数据资源。这种规范得到了 ISO 的认可，成为了一种国际标准。它是建立在具体的平台下，数据格式不需要公开，转换技术代表数据共享的发展趋势。

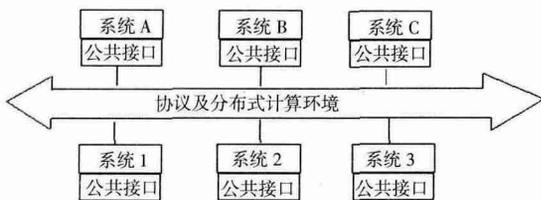


图 2 GIS 多源数据互操作示意图

### 3.4 基于直接访问的数据融合

同一个 GIS 系统中，如果可以对其他软件的数据格式进行直接的访问并且方便使用，通常把这种数据访问方式称为数据直接访问，使用者存取多种数据格式而只需在单个的 GIS

火焰检测的算法受环境的影响较大，具有较低的适应力。本文结合利用了嵌入式系统和红外图像技术，经实验分析达到了较高的识别度，具有较高的应用价值。

### 参考文献

- [1] 许宏科, 房建武, 文常保, 等. 基于亮度与火焰区域边缘颜色分布的火焰检测 [J]. 计算机应用研究, 2010, 27 (9): 3581-3584.
- [2] 李文辉, 王莹, 赵瑞霖, 等. 使用日夜两用型红外摄像机进行火焰检测 [J]. 湖南大学学报 (自然科学版), 2012, 39 (8): 73-80.
- [3] 刘强. 基于多信息融合的火焰检测 [J]. 电视技术, 2012, 36 (1): 126-128.
- [4] 黄正宇, 缪小平, 芮挺, 等. 基于图像的火焰检测中无量纲动态特征研究 [J]. 计算机应用, 2012, 32 (7): 1894-1898.
- [5] 王磊, 童子权. 基于图像处理技术的火焰检测算法研究 [J]. 电子测量技术, 2010, 33 (4): 52-55.

软件中完成。直接访问数据可以避免非常复杂的数据转换过程，而且在同一个 GIS 系统中访问其他软件的数据格式，不需要使用者拥有该数据格式主软件，也不需要该软件的运行，这样多源数据的融合将更加方便。目前，IntergraphGIS 软件生产公司推出的 Geo 软件就支持这种数据访问模式。

### 4 结语

GIS 多源数据融合还有较多的问题未来需要解决，由于 GIS 关系数据库的方便和高效，而且更加安全，传统的文件存储方式会逐渐被空间数据库所取代。GIS 数据集成后可以对多源数据进行方便的处理，在城市地理框架建设中起到越来越重要的作用，可以加快中国数字城市的步伐。一般不同数据库对空间实体采用的编码方式会有一定的差异。在不同领域的用户对同一空间实体编码会不一样，甚至会出现不同空间实体具有相同编码的情况，未来空间数据库的实体编码将会有有一个统一的标准。

### 参考文献

- [1] 郭达志. 地理信息系统基础及应用. 北京: 煤炭工业出版社, 1997.
- [2] 黄杏元, 马劲松, 汤勤. 地理信息系统概论. 北京: 高等教育出版社, 2003.
- [3] 吴信才. 地理信息系统原理与方法. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2009.