

# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95100519.7

[45] 授权公告日 2002 年 10 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1092825C

[22] 申请日 1995.3.8 [21] 申请号 95100519.7

[73] 专利权人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市金寨路 96 号

[72] 发明人 袁宏永 范维澄 王清安

审查员 龚海军

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称 利用彩色影像三基色差分进行火灾深测与定位的方法

[57] 摘要

本发明火灾监测技术,为火灾差分分析技术,采用彩色 CCD 摄像系统,利用彩色影像三基色对早期火焰的不同反映,对红、蓝基色分量进行差分运算,二值化,再次差分运算,利用火焰面积差图像的增长率来判断火灾异常,并采用直接线性变换技术对火灾进行空间定位,提高了火灾探测的可靠性,可利用现有闭路电视系统,由计算机实现对火灾的自动监测、定位与联动扑救。

# 权利要求书

1.一种利用影像三基色差分进行火灾探测与定位的方法,包括:

由 CCD 摄像系统连续摄取监测环境的影像信号;

将影像信号按选定格式存入计算机或图像采集卡内;

对影像信号进行加工处理并作出火灾异常判断;

其特征在于:

(1) 所述摄像系统采用彩色 CCD 摄像系统;

(2) 所述对影像信号进行加工处理是将彩色影像分解成红 (r)、绿 (g)、蓝

(b) 三基色分量影像  $f_r$ 、 $f_g$ 、 $f_b$ , 然后进行如下差分运算:

第一步, 将红基色影像与蓝基色影像作差分运算, 得红蓝颜色差图像, 并与设定的阈值  $T$  进行比较判断, 得颜色差二值化图像:

$$D_{f_r, f_b} = \begin{cases} 1 & \text{若 } f_r - f_b > T \\ 0 & \text{若 } f_r - f_b \leq T \end{cases}$$

第二步, 将不同时刻  $t_i$ 、 $t_j$  的颜色差二值化图像再进行差分运算后, 得到面积差图像:

$$\Delta D_{f_r, f_b} = \begin{cases} 1 & \text{若 } D_{f_r, f_b}(i) \neq D_{f_r, f_b}(j) \\ 0 & \text{若 } D_{f_r, f_b}(i) = D_{f_r, f_b}(j) \end{cases}$$

(3) 计算面积差图像的增长率:  $\Delta S = (\sum_i \Delta D_{f_r, f_b} | \Delta D_{f_r, f_b-1}) / (t_j - t_i)$

(4) 判断是否存在火灾异常: 当面积增长率  $\Delta S$  大于设定的阈值  $G$  时, 存在火灾异常;

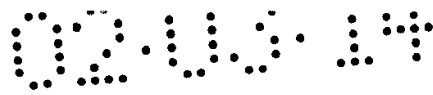
(5) 采用直接线性变换 (DLT) 技术进行火灾坐标定位。

2. 一种实现影像三基色差分运算的方法, 其特征在于采取如下步骤:

(1) 将欲执行任务的顺序指令和控制程序存入计算机的程序存储器中;

(2) 启动计算机系统, CPU 按已存入的指令和控制程序, 顺序地执行操作过程;

(3) 打开  $t_i$  时刻的读取指令, 分别读取红基色分量影像  $f_r$  和蓝基色分量影



像  $f_b$ ，并进行差运算，得  $i$  时刻红蓝颜色差图像  $D_{f_r, f_b}(i)$ ，存入计算机内存或硬盘中；

(4) 比较红、蓝基色分量，若  $f_r - f_b$  大于给定阈值“ $T$ ”，则有输出，否则无输出；

(5) 打开  $t_j$  时刻读取指令，分别读取红基色分量影像  $f_r$  和蓝基色分量影像  $f_b$ ，并进行差运算，得  $j$  时刻红蓝颜色差图像  $D_{f_r, f_b}(j)$ ，存入计算机内存或硬盘中；

(6) 比较红蓝基色分量，若  $f_r - f_b$  大于给定阈值“ $T$ ”，则有输出，否则无输出；

(7) 比较  $f_r - f_b$  后的红蓝颜色差图像，并进行二次差运算，得面积差图像： $\Delta D_{f_r, f_b}(i, j)$ ；

(8) 计算上一步骤所得面积差图像的增长率

$$\Delta S = \left( \sum_1^n \Delta D_{f_r, f_b} \Big|_{\Delta D_{f_r, f_b} = 1} \right) / (t_j - t_i)$$

如果  $\Delta S$  大于设定阈值  $G$ ，则有输出，判断有火灾异常；否则，循环重复上述 (3) — (8) 步骤。

# 说明书

## 利用彩色影像三基色差分进行火灾探测 与定位的方法

### 技术领域:

本发明涉及火灾监测技术领域。

### 背景技术:

现有火灾监测装置主要有感烟、感温和感火焰三种类型。但有时温度升高并不是由于火灾燃烧引起的,而是由于气候或正常作业释放热量所致;单纯的烟雾识别,在许多场合也缺乏可靠性,因为烟雾的颜色、烟粒的大小、环境粉尘、空间高度、气流等因素都易引起识别判断的错误,从而导致迟报或误报;用传感器对红外、紫外光的感应来判断火灾也存在相似的缺陷,因为并不是只有火灾才产生红外、紫外光,如电焊弧、甲苯及镜头结冰等也常常导致紫外光传感器的误报或迟报;红外光传感器只能对具有闪烁特征的火焰响应,而对高压气体火焰的探测则较为困难;受调制的黑体热源也易导致红外传感器的误报。中国专利申请 93214042.0 提出利用黑白摄像机外加特殊滤光装置来进行火灾监测,部分地解决了上述方法误报率较高的问题,但黑白影像信息损失太大;滤光装置的引入,降低了系统的可靠性和通用性,因为滤光装置只能让红外及近红外波段通过,在进行火灾监测时整个系统不能同时进行其它专项监测;只有滤光装置在每个摄像头前不停地切换才能同时进行火灾探测和各使用单位的专业用途探测;滤光装置的工作状况直接影响到系统的可靠性;另外,它所探测到的火灾位置仍是影像坐标,没有实现影像坐标与实地坐标的转换,从而无法将火灾位置与灭火装置的控制范围对应起来,无法进一步实现真正意义上的自动扑救工作。

### 发明内容:

本发明针对现有火灾监测技术的上述缺陷,提出利用彩色摄像机拍摄监测环境影像,采用对彩色影像三基色进行差分处理,并自动实现影像坐标与实地坐标的对应转换,实现对火灾的精确判断和空间定位的火灾差分分析技术。

这种利用影像三基色差分进行火灾探测与定位的方法,包括:

由 CCD 摄像系统连续摄取监测环境的影像信号;

将影像信号按选定格式存入计算机或图像采集卡内;

对影像信号进行加工处理并作出火灾异常判断;

其特征在於:

(1) 所述摄像系统采用彩色 CCD 摄像系统;

(2) 所述对影像信号进行加工处理是将彩色影像分解成红 (r)、绿 (g)、蓝

(b) 三基色分量影像  $f_r$ 、 $f_g$ 、 $f_b$ , 然后进行如下差分运算:

第一步, 将红基色影像与蓝基色影像作差分运算, 得红蓝颜色差图像, 并与设定的阈值  $T$  进行比较判断, 得颜色差二值化图像:

$$D_{f_r, f_b} = \begin{cases} 1 & \text{若 } f_r - f_b > T \\ 0 & \text{若 } f_r - f_b \leq T \end{cases}$$

第二步, 将不同时刻  $t_i$ 、 $t_j$  的颜色差二值化图像再进行差分运算后, 得到面积差图像:

$$\Delta D_{f_r, f_b} = \begin{cases} 1 & \text{若 } D_{f_r, f_b}(i) \neq D_{f_r, f_b}(j) \\ 0 & \text{若 } D_{f_r, f_b}(i) = D_{f_r, f_b}(j) \end{cases}$$

(3) 计算面积差图像的增长率:  $\Delta S = (\sum_1^n \Delta D_{f_r, f_b} |_{\Delta D_{f_r, f_b, n-1}}) / (t_j - t_i)$

(4) 判断是否存在火灾异常: 当面积增长率  $\Delta S$  大于设定的阈值  $G$  时, 存在火灾异常;

(5) 采用直接线性变换 (DLT) 技术进行火灾坐标定位。

实现影像三基色差分运算的方法, 其特征在於采取如下步骤:

(1) 将欲执行任务的顺序指令和控制程序存入计算机的程序存储器中;

(2) 启动计算机系统, CPU 按已存入的指令和控制程序, 顺序地执行操作过程;

(3) 打开  $t_i$  时刻的读取指令, 分别读取红基色分量影像  $f_r$  和蓝基色分量影像  $f_b$ , 并进行差运算, 得  $i$  时刻红蓝颜色差图像  $D_{f_r, f_b}(i)$ , 存入计算机内存或硬盘中;

(4) 比较红蓝基色分量, 若  $f_r - f_b$  大于给定阈值 “ $T$ ”, 则有输出, 否则

无输出；

(5) 打开  $t_j$  时刻读取指令，分别读取红基色分量影像  $f_r$  和蓝基色分量影像  $f_b$ ，并进行差运算，得  $j$  时刻红蓝颜色差图像  $D_{f_r, f_b}(j)$ ，存入计算机内存或硬盘中；

(6) 比较红蓝基色分量，若  $f_r - f_b$  大于给定阈值“ $T$ ”，则有输出，否则无输出；

(7) 比较  $f_r - f_b$  后的红蓝颜色差图像，并进行二次差运算，得面积差图像： $\Delta D_{f_r, f_b}(i, j)$ ；

(8) 计算上一步骤所得面积差图像的增长率

$$\Delta S = \left( \sum_1^n \Delta D_{f_r, f_b} |_{\Delta D_{f_r, f_b} = 1} \right) / (t_j - t_i)$$

如果  $\Delta S$  大于设定阈值  $G$ ，则有输出，判断有火灾异常；否则，循环重复上述 (3) — (8) 步骤。。

本发明的优点在于：

1. 首次利用彩色影像三基色影像对早期火焰的不同反映，采用红基色影像与蓝基色影像自动差分技术实现火焰与背景图象的自动分离，探测火灾在影像中的位置，它无需添加滤光设备，直接进行火灾的识别，解决了采用灰度影像加特殊滤光装置探测火焰可靠性难以提高的问题；本发明采用基色差分和二次差分，体现了人类识别大空间早期火灾的智能特点。它既利用了火焰的色彩特征，又利用了火灾是失去控制的燃烧这一思想，上述双重判据的采用，极大地提高了火灾探测的可靠性，克服了其它探测器仅利用火灾的局部行为与物理特征易产生错误的缺点。由于科学技术的发展，黑白摄像机逐渐被彩色摄像机所替代，该项技术将更能适应发展的潮流。由于彩色 CCD 摄像机价格已大幅度下降，且无需外加滤光装置，采用本方法在设备成本增加不多的情况下，大大提高了利用影像探测火灾的可靠性；采用本方法，可利用现有闭路电视系统设备，由计算机实现火灾的自动监测。

2. 本发明首次将直接线性变换 DLT (Direct Linear Transformation) 技术与火灾探测相结合，解决了以往利用影像探测火灾没有解决的空间定位问题。

3. 本发明将火灾的自动探测与空间定位结合在一起，除了自动报警外，

通过控制装置，还可以实现火灾的早期探测与自动扑救联合动作，实现火灾打早打了的目标。

4.采用本发明方法还可以自动记录详实的火灾现场彩色影像，为分析火灾原因提供第一手资料。

附图说明：

图 1 是本发明的工作流程图；

图 2 是有多个彩色 CCD 摄像机和自动喷淋装置时的工作系统基本框架图。

具体实施方式：

以下结合实施例对本发明方法作进一步具体的描述。

利用通用微型计算机，如 386、486 系列微机，外加彩色多媒体图像卡，如 Video Blaster SE 卡，彩色摄像机可采用华鼎公司的 HDCL9206、HDCL9208、HDCL9216 等型号的 CCD 摄像机。

由彩色 CCD 摄像机连续摄取监测环境的影像信号，利用彩色图像采集卡（或多媒体卡）将影像采集到帧存体内或计算机硬盘上，以 TIFF 或 PCX 等标准格式进行存贮，利用计算机程序或现行如 Microsoft Windows 的 Photostyler 软件将每帧真彩色影像分解成三种基颜色影像，即一幅红色（red）分量影像，一幅绿色（green）分量影像，一幅蓝色（blue）分量影像，分别存入计算机内或图像卡的帧存体内，然后，将红色分量影像与蓝色分量影像进行相减，除掉背景，得到红蓝颜色差图象，并与设定的阈值  $T$  进行比较判断，得颜色差二值化图像：

$$D_{f_r, f_b} = \begin{cases} 1 & \text{若 } f_r - f_b > T \\ 0 & \text{若 } f_r - f_b \leq T \end{cases}$$

建议阈值  $T$  取值为  $\frac{\text{灰度影像平均值} + \text{不等于零的最小灰度值}}{2}$ 。例如对

于日光照明空间， $T$  可取为 80—100(灰度级)。将上述结果存入计算机内。

分别取两个不同时刻  $t_1$ 、 $t_2$  的颜色差二值化图像，将它们再一次进行差运算，得到面积差图像：

$$\Delta D_{f_r, f_b} = \begin{cases} 1 & \text{如果 } D_{f_r, f_b}(t_1) \neq D_{f_r, f_b}(t_2) \\ 0 & \text{如果 } D_{f_r, f_b}(t_1) = D_{f_r, f_b}(t_2) \end{cases}$$

计算面积差图像的增长率： $\Delta S = (\sum_i \Delta D_{f_i, f_b} | \Delta D_{f_i, f_b - 1}) / (t_2 - t_1)$ ,

当  $\Delta S$  大于没定的阈值  $G$  时，即可判断存在火灾。

$G$  值可根据监测空间的大小和摄像机的焦距实验确定。例如，若摄像机焦距  $f = 15mm$ ，监测空间尺寸为  $20m \times 30m \times 4m$ ，易燃物以木质品为主，则  $G$  取 3 倍面积差图像火焰边界周长除以时间差；时间差可取 3 - 5 秒。

若判断存在火灾，则进一步进行火灾定位。取火焰离地最近点影像坐标

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum x_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

$$\bar{y} = \max\{y_i\} \quad i = 1, 2, \dots, n$$

如果有多处着火，则分别计算多处火焰影像坐标  $\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{x}_2, \bar{y}_2, \dots, \bar{x}_k, \bar{y}_k$ ，利用  $DLT$ （直接线性变换）算式

$$\bar{x} = \frac{L_1 X + L_2 Y + L_3}{L_7 X + L_8 Y + 1}$$

$$\bar{y} = \frac{L_4 X + L_5 Y + L_6}{L_7 X + L_8 Y + 1}$$

计算火灾实地坐标位置  $X, Y$ ，式中系数  $L_1 - L_8$  由  $DLT$  通用算法求解。

将  $X, Y$  输入自动扑火系统，即可实现扑火装置的联动，从而实现早期火灾的自动探测与扑救工作。

其工作流程可由图 1 表示。

它的基本组成部分可用图 2 表示。

以下是差分软件流程及功能语言的一种表达方式示例：

用软件方式实现差分功能共分五个步骤：

一、读  $t_i$  时刻 R、G、B 三基色影像到内存，`red[][]`, `green[][]`, `blue[][]`

```
for (i=0; i<height; i++) {
```

```
    for (j=0; j<width; j++) {
```

```
        fread(&red[i][j], sizeof(unsigned char), 1, fp1);
```



读红基色影像

```
fread(&green[i][j], sizeof(unsigned char), 1, fp2);
```

读绿基色影像

```
fread(&blue[i][j], sizeof(unsigned char), 1, fp3);
```

读蓝基色影像

```
}
```

```
}
```

二、形成 $t_i$ 时刻的颜色差图象  $D_{frfb1}$

```
for(i=0; i<height; i++) {  
    for(j=0; j<width; i++) {  
        如果 red[i][j]-blue[i][j]>T  
        则  $D_{frfb1}[i][j]=1$   
        否则  $D_{frfb1}[i][j]=0$   
    }  
}
```

建议 T 取值  $T=(\text{灰度影像平均值}+\text{不等于零的最小灰度值})/2$

三、重复(一)(二)步骤,求得 $t_j$ 时刻的颜色差图象 $D_{frfb2}$ .

四、根据不同时刻 $t_i$ 、 $t_j$ 时刻红蓝图象的颜色差图象,求面积差图象 $\Delta D_{frfb}$

```
for(i=0; i<height; i++) {  
    for(j=0; j<width; j++) {  
        如果  $D_{frfb1}[i][j]$  等于  $D_{frfb2}[i][j]$   
        则  $\Delta D_{frfb}[i][j]=1$   
        否则  $\Delta D_{frfb}[i][j]=0$   
    }  
}
```

五、判断火灾的发展、存在与否，通过计算火灾的增长速率来判断是否存在失去控制的燃烧——火灾。火灾的增长速率采用面积差图象 $\Delta D_{frfb}$ 独立火灾区域面积除 $(t_j - t_i)$ 时间差来计算，利用“C语言图象处理程序库”一书中区域轮廓提取的方法，将 $\Delta D_{frfb}$ 等于1的区域进行轮廓的提取与编号，最后形成各着火点的面积差图象，将它们的灰度值变为相应的序号，对于第一处着火区域， $\Delta D_{frfb}=1$ ；第二处着火区域，

$\Delta D_{frfb}=2$ ；第三处着火区域， $\Delta D_{frfb}=3$ ；第n处着火区域， $\Delta D_{frfb}=n$ 。

计算n个区域的面积 $S(1), S(2), \dots, S(n)$  (以象素为单位)

```

for (i=0; i<height; i++) {
    for (j=0; j<width; j++) {
        如果  $\Delta D_{frfb}=1$ , 则属于第1区域
            S(1)=S(1)+1;
        如果  $\Delta D_{frfb}=2$ , 则属于第2区域
            S(2)=S(2)+1
        如果  $\Delta D_{frfb}=3$ , 则属于第3区域
            S(3)=S(3)+1;

            .....

        如果  $\Delta D_{frfb}=n$ , 则属于第n 区域
            S(n)=S(n)+1
    }
}

```

计算区域增长速率  $V(i)$

```

for (i=0; i<n; i++) {
    V(i)=S(i)/(tj-ti)
}

```

## 判断火灾的存在

```
for (i=0; i<n; i++) {  
    如果  $V(i) > TV$   
    则存在火灾  
    否则不存在火灾  
}
```

建议:  $t_j - t_i = 3\text{秒} \sim 5\text{秒}$

$S(i)$  等于三倍区域轮廓周长  
 $G = S(i) / (t_j - t_i)$

# 说明书附图

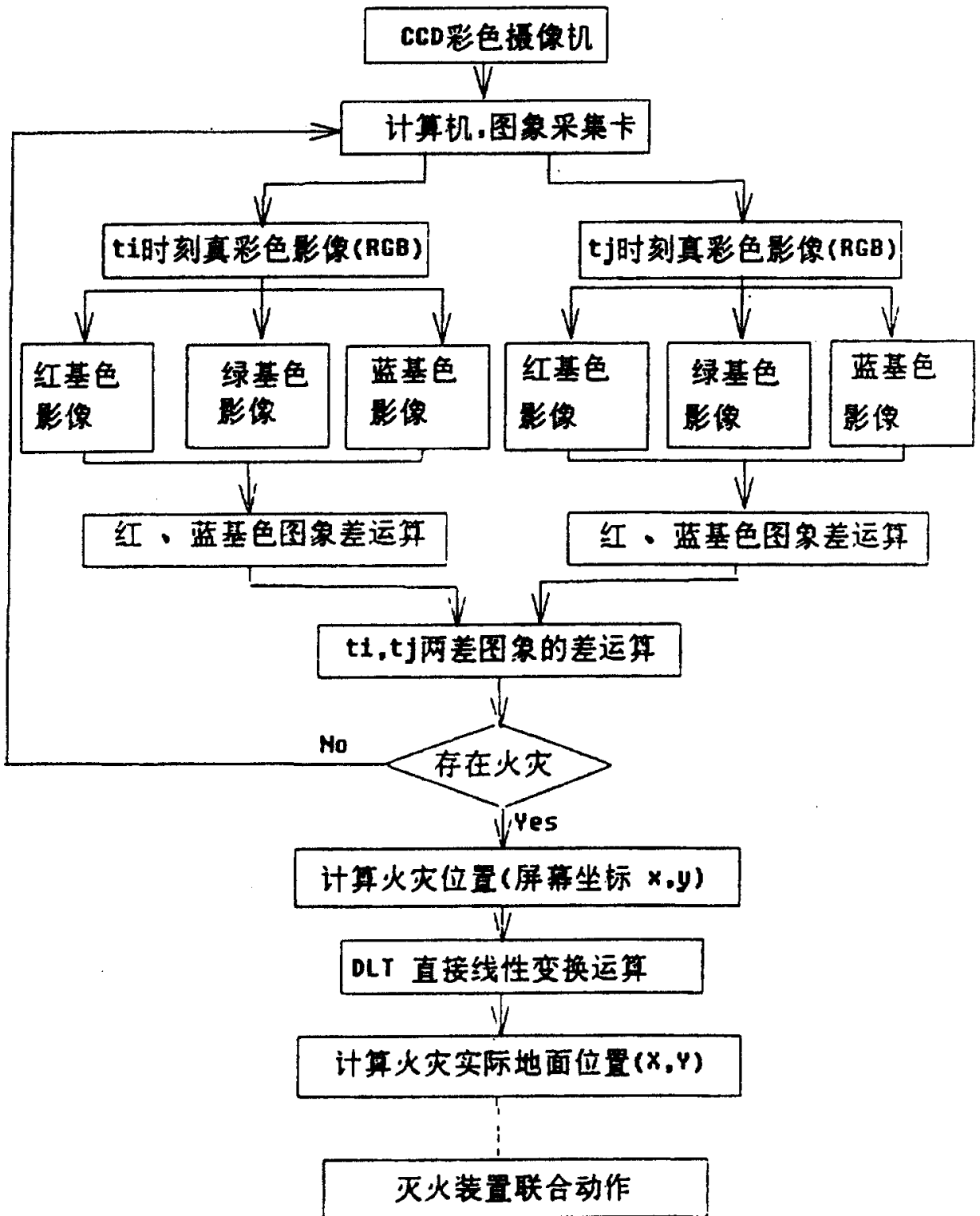


图 1

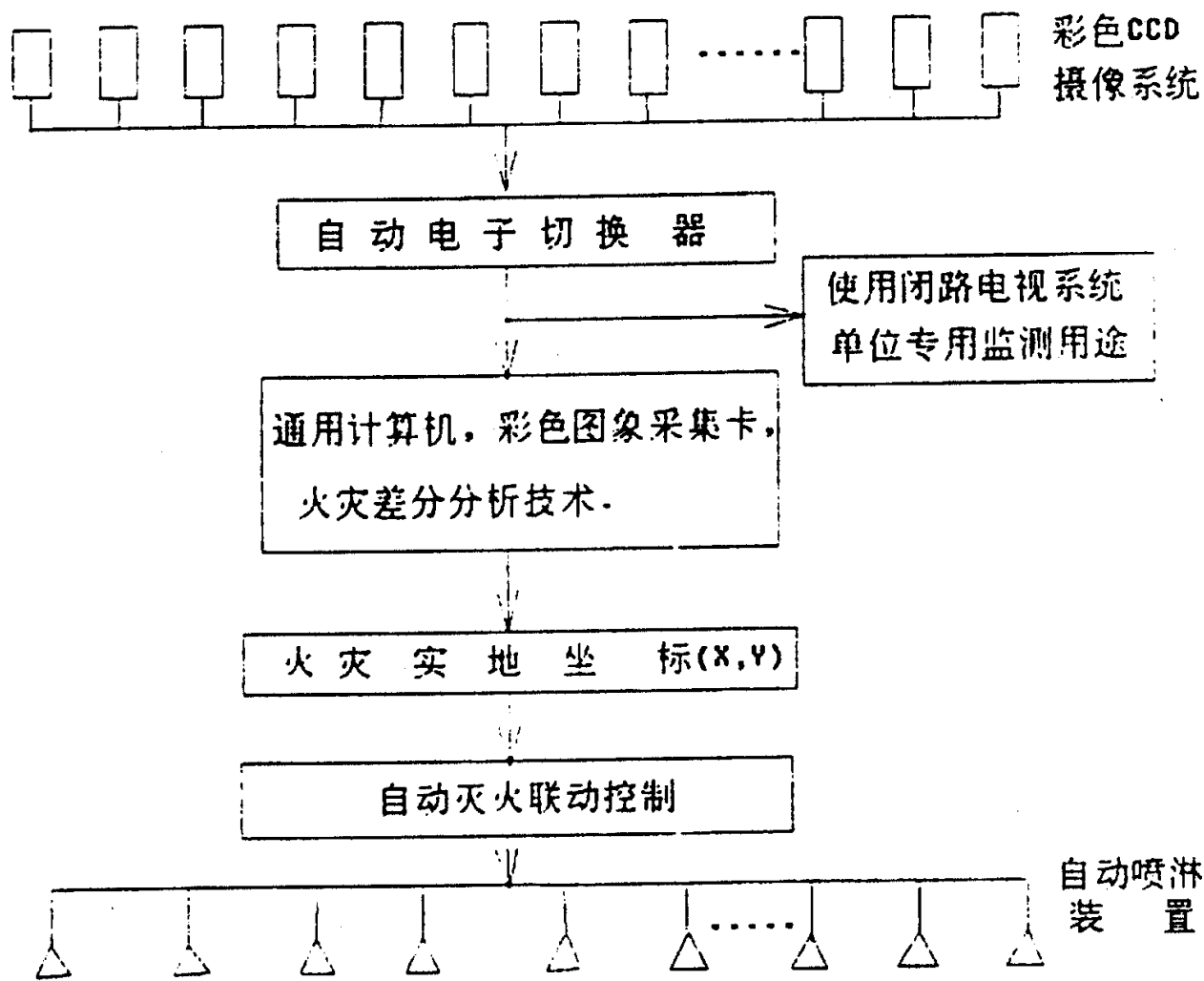


图 2