



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102314673 A

(43) 申请公布日 2012.01.11

(21) 申请号 201110218768.2

(22) 申请日 2011.08.02

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 韩希珍 赵建

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王立伟

(51) Int. Cl.

G06T 5/00 (2006.01)

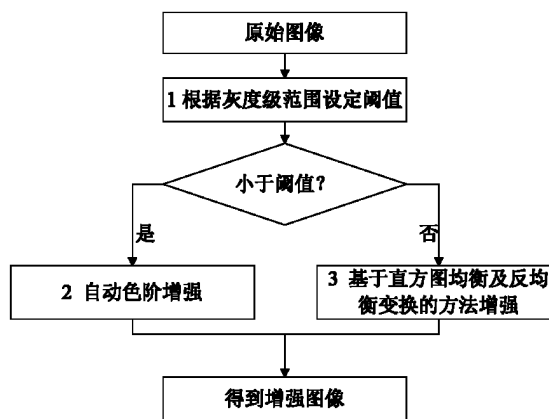
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

## (54) 发明名称

一种自适应图像增强方法

## (57) 摘要

一种自适应图像增强方法。属于数字图像处理技术领域。自适应图像增强方法包括：根据图像的灰度级范围，设定阈值；若小于阈值则进行自动色阶增强；若大于阈值则进行基于直方图均衡及反均衡变换的方法增强。自适应图像增强方法不仅可以增强低对比度图像，还可以增强部分偏暗和部分偏亮图像，鲁棒性强，且增强之后的图像具有更好的视觉效果。



1. 一种自适应图像增强方法,其特征在于该方法包括如下步骤:

第一步骤:根据图像的灰度级范围,设定阈值;

第二步骤:小于阈值则进行自动色阶增强;

第三步骤:大于阈值则进行基于直方图均衡及反均衡变换的方法增强;

所述第一步骤:根据图像的灰度级范围设定阈值的具体方法是:所有图像根据其灰度级范围可分为低对比度图像和高对比度图像,其中高对比度图像又包括双峰图像,即部分偏暗和偏亮图像,设定阈值 $k_d$ ,灰度级的像素个数大于20视为有效灰度级,根据有效灰度级得出最大灰度级 $k_{\max}$ 和最小灰度级 $k_{\min}$ ,当灰度级差 $k_{\max}-k_{\min}$ 小于阈值 $k_d$ 时,视为低对比度图像,采用自动色阶增强方法;当灰度级差 $k_{\max}-k_{\min}$ 大于阈值 $k_d$ 时,则采用基于直方图均衡及反均衡变换的方法增强;

所述第二步骤:小于阈值则进行自动色阶增强的方法包括:

a、对图像进行直方图统计,灰度级的像素个数大于20的视为有效灰度级,根据所有有效灰度级得出最大灰度级 $k_{\max}$ 和最小灰度级 $k_{\min}$ ;

b、设原图像的各灰度级为 $k, k = k_{\min}, \dots, k_{\max}$ 。将原图像的灰度级扩展到整个灰度范围,即增强图像的灰度级映射函数为 $T(k) = \frac{k \times 255}{k_{\max} - k_{\min}} - \frac{k_{\min} \times 255}{k_{\max} - k_{\min}}$ ;

c、设 $r$ 和 $s$ 分别代表原图像和增强图像的灰度值,按照灰度级映射函数,得出增强图像的各灰度值 $s_{(i,j)} = T(r_{(i,j)})$ ,其中 $(i,j)$ 表示第 $i$ 行 $j$ 列。

所述第三步骤:大于阈值则进行基于直方图均衡及反均衡变换的方法增强;

a、设图像的像素总数为 $n$ ,图像中出现第 $k$ 级灰度的次数是 $n_k$ ,灰度级总数目为 $l$ ,则直方图均衡化的映射函数为: $T_1(k) = \sum_{i=0}^k \frac{n_i \times 255}{n}, k = 0, 1, 2, \dots, l-1$ ;

b、反均衡变换的映射函数为: $T_2(k) = \sum_{j=k}^{l-1} \frac{n_j \times 255}{n}, k = 0, 1, 2, \dots, l-1$ ;

c、设原图像为 $u$ ,增强图像为 $f$ ,基于直方图均衡及反均衡变换后的增强图像可写成: $f(i,j) = \lambda_1 T_1(u(i,j)) + \lambda_2 T_2(u(i,j))$ ,其中 $(i,j)$ 为图像的第 $i$ 行 $j$ 列, $\lambda_1, \lambda_2$ 为调节系数。

## 一种自适应图像增强方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种自适应图像增强方法。属于数字图像处理技术领域。

### 背景技术

[0002] 图像增强主要是增强图像的亮度以及对比度,突出所需要的信息。图像增强是改善图像质量和视觉效果的重要手段,为图像的后续处理和视频跟踪等提供了良好的条件。随着多媒体数字视频技术的迅速发展,图像增强已经成为一个重要的问题。

[0003] 目前图像增强方法比较多,主要包括空域法和频域法。空域法主要包括灰度变换、直方图均衡化、拉普拉斯锐化等;频域法主要包括同态滤波、小波变换等。这些方法的具体介绍如下:

[0004] (1) 灰度变换。灰度变换是将原始图像  $f(x, y)$  中的灰度  $r$  映射成增强图像  $g(x, y)$  中的灰度  $s$ ,使得图像灰度的动态范围得以扩展或压缩,从而增强图像对比度。常用的灰度变换有:线性变换,分段线性变换和非线性变换,其中常用的非线性变换有指数变换、对数变换以及指数和对数的组合变换。

[0005] (2) 直方图均衡化。直方图均衡化实质是对图像中像素数多的灰度级进行拓宽,而对像素数少的灰度级进行缩减,从而达到调节图像亮度和对比度的目的。输出图像的概率密度函数累积等于输入图像的概率密度函数累积,且输出图像的概率密度函数保持均匀分布。

[0006] (3) 拉普拉斯锐化。拉普拉斯算子是一种微分算子,它可增强图像边缘信息,即灰度值突变的区域。拉普拉斯锐化是图像锐化处理的最直接最简单的处理方法,可以增强图像的边缘,使模糊图像更加清晰。

[0007] (4) 同态滤波。同态滤波方法是利用图像的光照特性,减少光照不均匀对图像产生的影响。同态滤波根据照度-反射度模型理论,将图像看成是照度和反射度两部分的乘积。先将图像变换到频域,再利用照度-反射度模型进行处理,并通过灰度范围的扩展和压缩来改进图像的视觉效果。根据其高通滤波函数的不同可以将同态滤波分为高斯型同态滤波、巴特沃斯型同态滤波和指数型同态滤波。

[0008] (5) 小波变换。小波变换可以将信号分解成一系列具有不同的分辨率、频率特性和方向特性的子带信号。小波变换对二维图像使用一个高通滤波器和一个低通滤波器,在不同尺度上进行小波分解,将分解后的低频分量通过小波合成得到增强图像。

[0009] 在对这些增强方法的研究和实践过程中发现:这些方法都具有一定的局限性,不具有鲁棒性。灰度变换法虽然简单,但容易丢失信息;直方图均衡化对部分偏暗和偏亮的图像增强效果不好,且容易放大噪声;拉普拉斯锐化只能增强图像边缘而不能增强图像的亮度和对比度;同态滤波可以增强图像的亮度但对图像的对比度增强效果不理想;小波变换同样对图像的对比度增强效果不够理想且计算复杂,难以用于实时增强系统中。针对以上方法的局限性,本发明提出了一种自适应图像增强方法。

## 发明内容

[0010] 为了克服现有的图像增强方法的局限性,如对部分偏暗和偏亮的图像增强效果不理想,易放大噪声,计算复杂等不足,本发明提出了一种自适应图像增强方法,不仅可以增强低对比度图像,还可以增强部分偏暗和偏亮图像,计算简单,可以用于实时图像增强系统中。

[0011] 本发明提出了一种自适应图像增强方法,包括如下步骤:

[0012] 1、根据图像的灰度级范围,设定阈值;

[0013] 2、小于阈值则进行自动色阶增强;

[0014] 3、大于阈值则进行基于直方图均衡及反均衡变换的方法增强。

[0015] 所述小于阈值则进行自动色阶增强包括:

[0016] a、对图像进行直方图统计,灰度级的像素个数大于 20 的视为有效灰度级,根据所有有效灰度级得出最大灰度级  $k_{\max}$  和最小灰度级  $k_{\min}$ ;

[0017] b、设原图像的各灰度级为  $k$ ,  $k = k_{\min}, \dots, k_{\max}$ 。将原图像的灰度级扩展到整个灰度范围,即增强图像的灰度级映射函数为  $T(k) = \frac{k \times 255}{k_{\max} - k_{\min}} - \frac{k_{\min} \times 255}{k_{\max} - k_{\min}}$ ;

[0018] c、设  $r$  和  $s$  分别代表原图像和增强图像的灰度值,按照灰度级映射函数,得出增强图像的各灰度值  $s_{(i,j)} = T(r_{(i,j)})$ ,其中  $(i,j)$  表示第  $i$  行  $j$  列;

[0019] 所述大于阈值则进行基于直方图均衡及反均衡变换的方法增强包括:

[0020] a、设图像的像素总数为  $n$ ,图像中出现第  $k$  级灰度的次数是  $n_k$ ,灰度级总数目为  $l$ ,

则直方图均衡化的映射函数为:  $T_1(k) = \sum_{i=0}^k \frac{n_i \times 255}{n}$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots, l-1$ ;

[0021] b、反均衡变换的映射函数为:  $T_2(k) = \sum_{j=k}^{l-1} \frac{n_j \times 255}{n}$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots, l-1$ ;

[0022] c、设原图像为  $u$ ,增强图像为  $f$ ,基于直方图均衡及反均衡变换后的增强图像可写成:  $f(i,j) = \lambda_1 T_1(u(i,j)) + \lambda_2 T_2(u(i,j))$ ,其中  $(i,j)$  为图像的第  $i$  行  $j$  列,  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  为调节系数。

[0023] 本发明的有益效果是:自适应图像增强方法可以通过灰度级范围自动选择增强方法,当对比度比较低时采用自动色阶增强,很好的增强图像的对比度,同时可以有效抑制噪声;当图像的亮度不均匀时,即出现部分偏暗和偏亮的情况,则采用基于直方图均衡及反均衡变换的方法增强图像,可以很好的增强图像的亮度和对比度,而不会出现饱和现象和过增强现象。该方法计算简单,运行速度快,稳定可靠,可以用于实时视频增强系统中。

## 附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明方法和现有的技术方法,下面将对该方法和现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,下面描述中的附图仅为本发明的一些实施例。

[0025] 图 1 是本发明自适应图像增强方法的流程图,也为摘要附图;

[0026] 图 2 是低对比度图像及其增强图像;其中 2a 原始图像,2b 线性变换结果图,2c 直方图均衡化结果图,2d 拉普拉斯锐化结果图,2e 同态滤波结果图,2f 小波变换结果图,2g 本发明处理结果图。

[0027] 图 3 是部分偏暗和偏亮图像及其增强图像 ;其中 3a 原始图像,3b 线性变换结果图,3c 直方图均衡化结果图,3d 拉普拉斯锐化结果图,3e 同态滤波结果图,3f 小波变换结果图,3g 本发明处理结果图。

### 具体实施方式

[0028] 下面结合附图对本发明作进一步说明 :

[0029] 本发明的流程图如图 1 所示,包括步骤 :1 根据图像的灰度级范围,设定阈值 ;2 对于小于阈值的进行自动色阶增强 ;3 对于大于阈值的进行基于直方图均衡及反均衡变换的方法增强。

[0030] 每个步骤具体如下 :

[0031] 步骤 1 :根据图像的灰度级范围,设定阈值

[0032] 所有图像根据其灰度级范围可分为低对比度图像和高对比度图像,其中高对比度图像又包括双峰图像,即部分偏暗和偏亮图像。设定合适的阈值  $k_d$ ,灰度级的像素个数大于 20 视为有效灰度级,根据有效灰度级得出最大灰度级  $k_{max}$  和最小灰度级  $k_{min}$ ,当灰度级差  $k_{max}-k_{min}$  小于阈值  $k_d$  时,视为低对比度图像,采用自动色阶增强方法。当灰度级差  $k_{max}-k_{min}$  大于阈值  $k_d$  时,则采用基于直方图均衡及反均衡变换的方法增强。

[0033] 步骤 2 :对于小于阈值的进行自动色阶增强

[0034] 自动色阶增强可以在保留原图像的灰度层次的前提下,扩大灰度级范围,很好的增强图像对比度。其主要思想如下 :

[0035] a、对图像进行直方图统计,灰度级的像素个数大于 20 的视为有效灰度级,根据所有有效灰度级得出最大灰度级  $k_{max}$  和最小灰度级  $k_{min}$  ;

[0036] b、设原图像的各灰度级为  $k$ ,  $k = k_{min}, L, k_{max}$ 。将原图像的灰度级扩展到整个灰度范围,即增强图像的灰度级映射函数为

$$[0037] \quad T(k) = \frac{k \times 255}{k_{max} - k_{min}} - \frac{k_{min} \times 255}{k_{max} - k_{min}} ;$$

[0038] c、设  $r$  和  $s$  分别代表原图像和增强图像的灰度值,按照灰度级映射函数,得出增强图像的各灰度值  $s_{(i,j)} = T(r_{(i,j)})$ ,其中  $(i,j)$  表示第  $i$  行  $j$  列 ;

[0039] 步骤 3 :对于大于阈值的进行基于直方图均衡及反均衡变换的方法增强

[0040] a、设图像的像素总数为  $n$ ,图像中出现第  $k$  级灰度的次数是  $n_k$ ,灰度级总数目为  $l$ ,

则直方图均衡化的映射函数为 :  $T_1(k) = \sum_{i=0}^k \frac{n_i \times 255}{n}$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots, l-1$  ;

[0041] b、反均衡变换的映射函数为 :  $T_2(k) = \sum_{j=k}^{l-1} \frac{n_j \times 255}{n}$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots, l-1$  ;

c、设原图像为  $u$ ,增强图像为  $f$ ,基于直方图均衡及反均衡变换后的增强图像可写成 :  $f(i,j) = \lambda_1 T_1(u(i,j)) + \lambda_2 T_2(u(i,j))$ ,其中  $(i,j)$  为图像的第  $i$  行  $j$  列,  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  为调节系数。

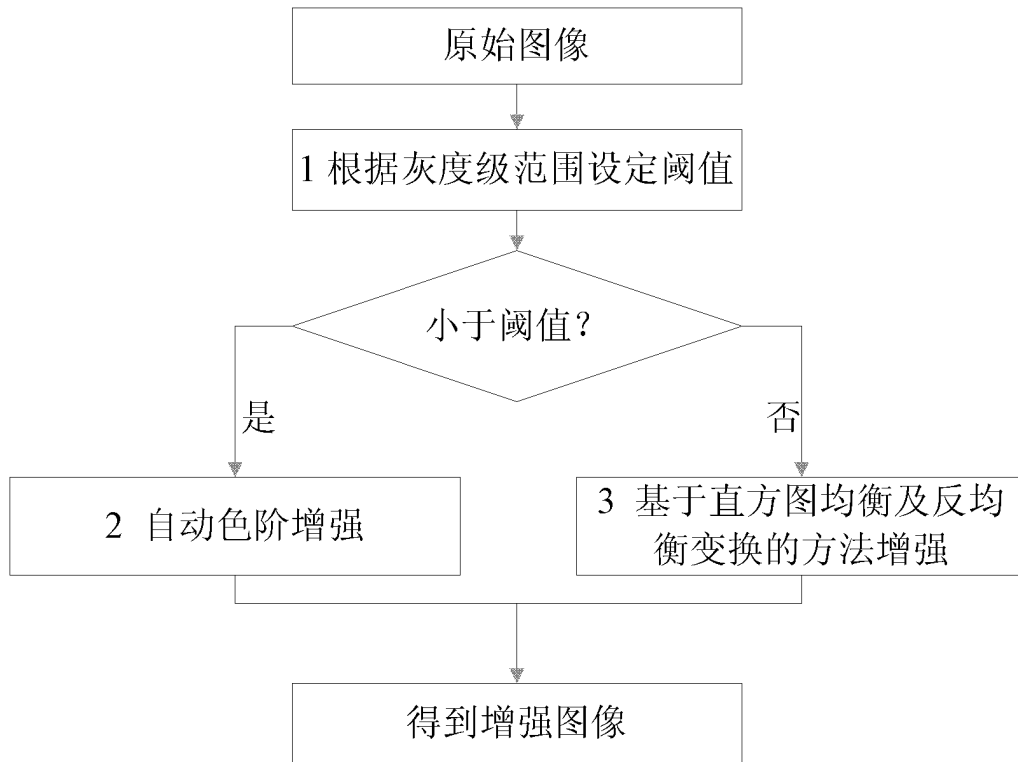


图 1

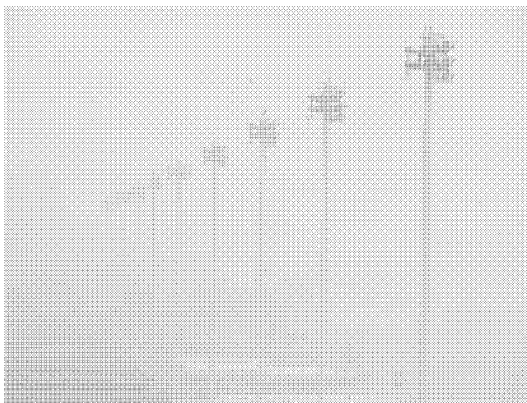


图 2a



图 2b



图 2c

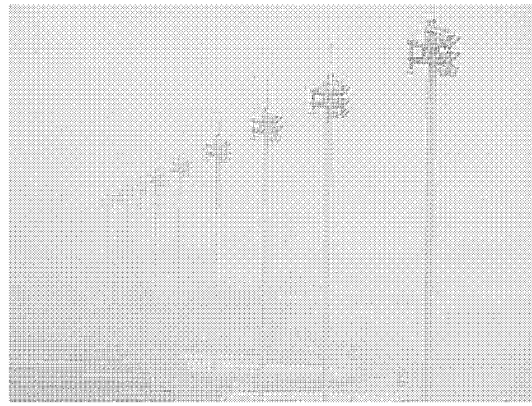


图 2d

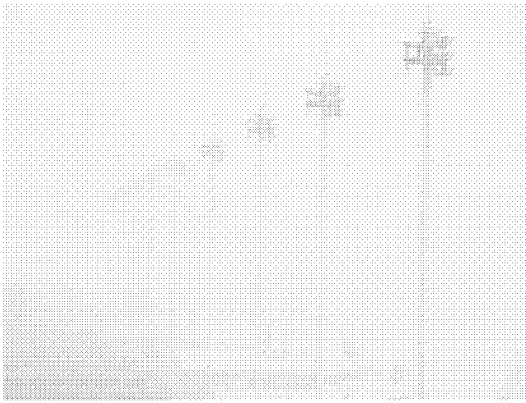


图 2e

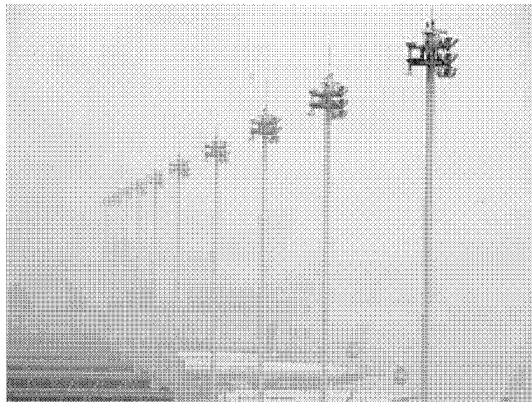


图 2f



图 2g

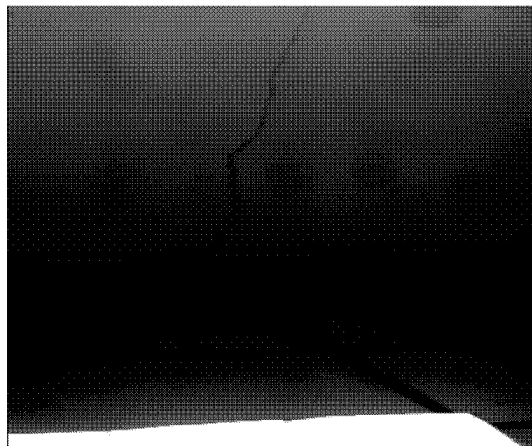


图 3a



图 3b

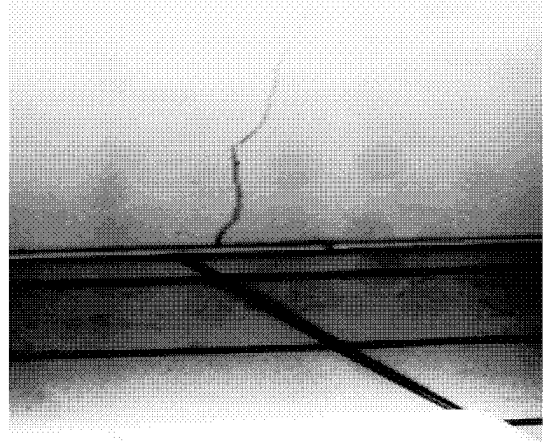


图 3c

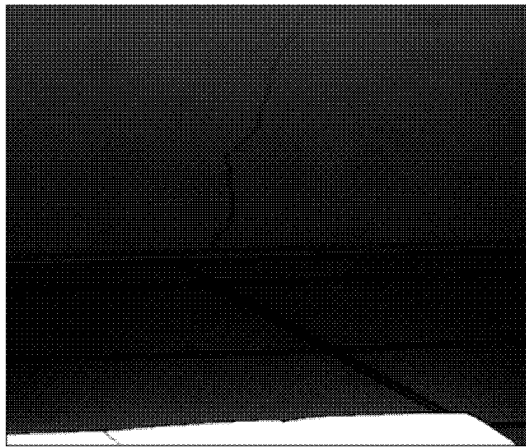


图 3d

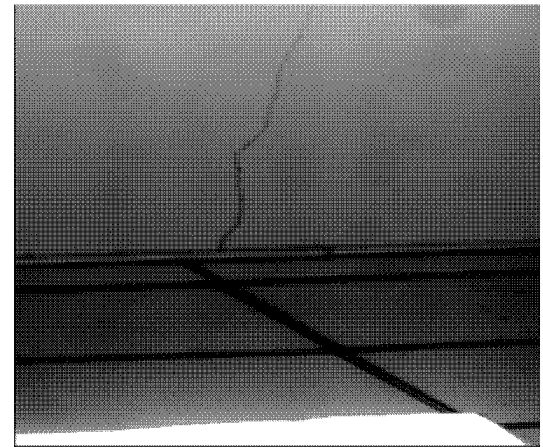


图 3e

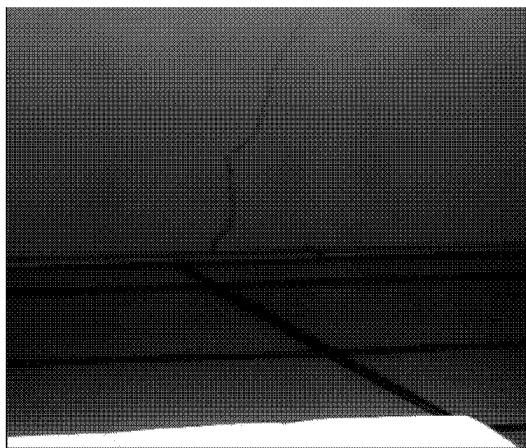


图 3f

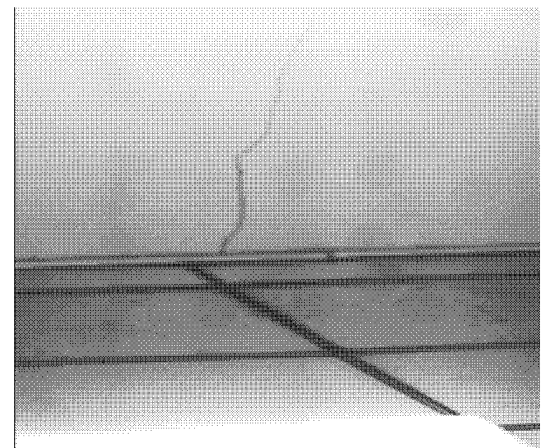


图 3g