



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105966314 A

(43)申请公布日 2016.09.28

(21)申请号 201610423005.4

(22)申请日 2016.06.15

(71)申请人 北京联合大学

地址 100101 北京市朝阳区北四环东路97号

(72)发明人 刘宏哲 袁家政 李超 宣寒宇 牛小宁 门晓杰

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203

代理人 刘萍

(51)Int.Cl.

B60R 1/00(2006.01)

H04N 7/18(2006.01)

B60W 50/14(2012.01)

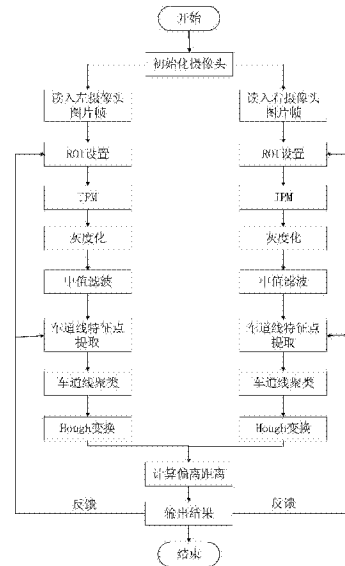
权利要求书2页 说明书4页 附图5页

(54)发明名称

基于双低成本摄像头的车道偏离预警方法

(57)摘要

基于双低成本摄像头的车道偏离预警方法属于辅助驾驶领域。本发明利用双低成本的摄像头实现了车道偏离预警算法。首先通过安装在智能车左右车耳朵下的摄像头获取实时图像；接着分别对两副图像进行预处理、IPM、特征点提取等；再根据候选车道线的特征点进行聚类后得到车道线特征点；再对图像进行霍夫直线变换检测；最后提取左摄像头的最右边车道线和右摄像头的最左边车道线进行计算偏离距离。偏离距离计算是在图像逆透视变换后的IPM图像上建立的模型，有效地解决出现一侧摄像头检测失败的情况。本发明用双低双成本的摄像头代替了传统单个高清工业摄像头，不仅极大地降低了成本，而且在算法运算开销、准确性、实时性等方面都有很好的表现。



1. 基于双低成本摄像头的车道偏离预警方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1:传感器安装;

将摄像机分别安装在智能车辆两侧后视镜的正下方并与车体的纵向坐标轴平行,安装摄像机时,应保证两摄像机必须位于同一平面内,并能够采集到车辆两侧的车道线图像;

步骤2:摄像头标定;

分别对两摄像头进行标定,标定的视野范围为:宽600cm,远1000cm;调整摄像头的左右、上下角度,使标定后左右摄像头的位置要在同一平面内;

步骤3:图像的预处理;

先对图像进行灰度处理,灰度处理的公式为 $G_{\text{ray}} = R*0.5 + G*0.5$,其中R、G分别代表红蓝通道分量值, G_{ray} 表示转换后的像素的灰度值;然后对图像进行中值滤波,采用 3×3 的方形领域对图像进行滤波处理;

步骤4:IPM;

对灰度图像进行逆透视处理得到鸟瞰图像,透视矩阵是标定后的H矩阵;

步骤5-1:计算相邻图像像素的均值;

设某点是 (x, y) ,满足 $y \in [0, h]$ 且 $x \in [2, w-2)$; x, y 分别是像素点的列和行, w 是图像的宽度, h 是图像的高度;则有相邻图像像素的均值为:

$$\text{avg}(x, y) = \frac{1}{t} \sum_{i=-t/2}^{i=t/2} f(i+x, y)$$

其中 $t=5$;

步骤5-2:计算边缘提取阈值T,其计算公式表达如下:

$$T = \begin{cases} \frac{\text{avg}(x, y)}{12} & \text{avg}(x, y) > 200 \\ \frac{\text{avg}(x, y)}{5} & 50 < \text{avg}(x, y) \leq 200 \\ \frac{\text{avg}(x, y)}{10} & \text{other} \end{cases}$$

其中 $\text{avg}(x, y)$ 为点 (x, y) 水平线附近的均值;

步骤5-3:计算边缘的升变点 e_p 和降变点 e_v ;

$$e_p \in \{f(x+2, y) - f(x, y) > T\}$$

$$e_v \in \{f(x+2, y) - f(x, y) < -T\}$$

$f(x, y)$ 为当前点 (x, y) 的灰度值, $f(x+2, y)$ 为该点水平方向的间隔点的灰度值;

步骤5-4:比较升变点和降变点的宽度,剔除不满足的点;

$$\Delta w = e_p(x) - e_v(x)$$

若 $\Delta w > W$,则认为是不可能出现的车道线,则要舍弃;其中, $e_p(x)$ 和 $e_v(x)$ 分别表示升变点和降变点的列像素坐标, W 为车道线在图像中占有的最大的像素个数;

步骤6:基于车道线的聚类方法;

经过特征点提取后得到的车道线候选域,聚类车道线特征点;假定起始点为 (x_0, y_0) ,设定一个 $m \times n$,即 m 行 n 列的方形的窗口,每次从下向上,从左到右的扫描特征点;如果在窗口内每行第一次遇到的特征点即为有效特征点,这行的其他特征点将不被扫描;如果这个窗口

内没有特征点,窗口将平移 $n-1$ 行,若累计超过 $2n$ 行没有特征点,聚类结束;如果 $y > h$ 或 $x > w$,聚类结束,其中 w 是图像的宽度, h 是图像的高度;

步骤7:将聚类后生成的特征点分别进行Hough变换,并延长直线,分别取近处 $y = 180\text{pix}$,远处 $y = 120\text{pix}$;

步骤8:分别计算在远近处这两点离边缘的横坐标距离 D^r 和 D^l , $W = D^r + D^l$,则有 $\Delta D = D^r - D^l$,当 $\Delta D > 0$ 时,偏向左车道线;当 $\Delta D < 0$ 时,偏向右车道线;当 $\Delta D = 0$ 时,没有发生偏移;

步骤9:将检测的结果显示或发送给决策者,以便及时进行调整;当连续5帧以上图像误差 $\Delta D' > T_d$, T_d 取 30pix ,则重新初始化,并将最新的检测结果发给或显示给决策者。

基于双低成本摄像头的车道偏离预警方法

技术领域

[0001] 本发明是基于双低成本摄像头的车道偏离预警方法,属于智能辅助驾驶技术领域。

背景技术

[0002] 车道偏离预警是智能辅助驾驶系统研究的一个关键方面,随着安全驾驶、智能交通越来越受人们关注和重视,车道偏离预警方法研究已经成为研究的热点问题。车道偏离预警方法的设计是根据前方道路环境和本车位置关系,判断车辆偏离车道距离并进行及时提醒,防止由于驾驶员疏忽造成的车道偏离事故的发生。根据研究表明,车道偏离预警方法的实现与应用可以避免30-70%的车道偏离交通事故的发生,对提高道路交通安全,减少交通事故引发具有重大意义。传统的车道偏离预警方法其设计在单目摄像机下的前视位置进行,包括图像采集模块、车道线检测模块与预警模块。一般首先通过图像传感器获取车辆行驶过程中实时的道路图像,接着在硬件处理平台上的对车道线检测获取车辆的偏离车道线距离参数等,然后通过预警方法对当前行驶状态是否有发生车道偏离的可能性进行评估,最后显示预警信息。

发明内容

[0003] 本发明利用车辆车耳朵(后视镜)正下方的两个低成本的摄像头进行的车道偏离预警方法,能够正确、实时地提供车道偏离预警信息。其优点是对摄像头的成本要求非常低,并且保证了运算开销最小和实时性。算法的设计是基于双低成本的摄像头,能够适应车辆生产家对成本、实时性及准确的要求,市场前景将非常好。

[0004] 为了实现上述目的,本发明采取了如下的技术方案:

[0005] 步骤1:传感器安装;

[0006] 将摄像机分别安装在智能车辆两侧后视镜的正下方并与车体的纵向坐标轴平行,安装摄像机时,应保证两摄像机必须位于同一平面内,并能够采集到车辆两侧车道线图像;

[0007] 步骤2:摄像头标定;

[0008] 分别对两摄像头进行标定,标定的视野范围为:宽600cm,远1000cm。调整摄像头的左右、上下角度,使标定后左右摄像头的位置要在同一平面内(要求获取的图片能够在同一平面内处理);

[0009] 步骤3:图像的预处理;

[0010] 根据车道线特征,先对图像进行灰度处理,灰度处理的公式为

[0011] $G_{\text{gray}} = R * 0.5 + G * 0.5$,其中R、G分别代表红蓝通道分量值, G_{gray} 表示转换后的像素的灰度值。然后对图像进行中值滤波,本实验中采用 3×3 的方形领域对图像进行滤波处理。

[0012] 步骤4:IPM;

[0013] 对灰度图像进行逆透视处理得到鸟瞰图像,透视矩阵是标定后的H矩阵。

[0014] 步骤5:特征点提取;

[0015] 车道线的灰度值要比其两边的值要高,形成一个波峰;呈现从左到右是先升后降趋势;车道线区域内均值较高时,均值与其峰顶值相差较大。我们利用这些特性,通过计算相邻图像像素的变化来判断车道线的边缘。

[0016] 步骤5-1:计算相邻图像像素的均值;

[0017] 设某点是 (x, y) ,满足 $y \in [0, h]$ 且 $x \in [2, w-2)$ 。 x, y 分别是像素点的列和行, w 是图像的宽度, h 是图像的高度。则有相邻图像像素的均值为:

$$[0018] \quad avg_{(x,y)} = \frac{1}{t} \sum_{i=-t/2}^{i=t/2} f(i+x, y)$$

[0019] 其中 $t \in [1, 3, 5, 7, \dots]$, $t=5$ 能取得很好的效果。

[0020] 步骤5-2:计算边缘提取阈值 T ,其计算公式表达如下:

$$[0021] \quad T = \begin{cases} \frac{avg_{(x,y)}}{12} & avg_{(x,y)} > 200 \\ \frac{avg_{(x,y)}}{5} & 50 < avg_{(x,y)} \leq 200 \\ \frac{avg_{(x,y)}}{10} & other \end{cases}$$

[0022] 其中 $avg_{(x,y)}$ 为点 (x, y) 水平线附近的均值。

[0023] 步骤5-3:计算边缘的升变点 e_p 和降变点 e_v 。

[0024] $e_p \in \{f(x+2, y) - f(x, y) > T\}$

[0025] $e_v \in \{f(x+2, y) - f(x, y) < -T\}$

[0026] $f(x, y)$ 为当前点 (x, y) 的灰度值, $f(x+2, y)$ 为该点水平方向的间隔点的灰度值。

[0027] 步骤5-4:车道线的升变点和降变点在图像中是成对出现的,并且之间满足一定的距离。比较升变点和降变点的宽度,剔除不满足的点。

[0028] $\Delta w = e_p(x) - e_v(x)$

[0029] 若 $\Delta w > W$,则认为是不可能出现的车道线,则要舍弃。其中, $e_p(x)$ 和 $e_v(x)$ 分别表示升变点和降变点的列像素坐标, W 为车道线在图像中占有的最大的像素个数。

[0030] 步骤6:基于车道线的聚类方法。

[0031] 经过特征点提取后得到的车道线候选域,聚类车道线特征点。假定起始点为 (x_0, y_0) ,设定一个 $m*n$,即 m 行 n 列的方形的窗口,每次从下向上,从左到右的扫描特征点。如果在窗口内每行第一次遇到的特征点即为有效特征点,这行的其他特征点将不被扫描;如果这个窗口内没有特征点,窗口将平移 $n-1$ 行,若累计超过 $2n$ 行没有特征点,聚类结束;如果 $y > h$ 或 $x > w$,聚类结束,其中 w 是图像的宽度, h 是图像的高度。

[0032] 步骤7:将聚类后生成的特征点分别进行Hough变换,并延长直线,分别取近处 $y = 180\text{pix}$,远处 $y = 120\text{pix}$ 。

[0033] 步骤8:分别计算在远近处这两点离边缘的横坐标距离 D^r 和 D^l ,则有 $W = D^r + D^l$,所以有 $\Delta D = D^r - D^l$,当 $\Delta D > 0$ 时,偏向左车道线;当 $\Delta D < 0$ 时,偏向右车道线;当 $\Delta D = 0$ 时,没有发生偏移。

[0034] 步骤9:将检测的结果显示或发送给决策者,以便及时进行调整;

[0035] 其中在远近处计算时,可能有相对的一个误差,这个误差利用帧间关联的连续性,

可以减少。即当连续5帧以上图像误差 $\Delta D' > T_D$, T_D 取30pix, 则重新初始化, 并将最新的检测结果发给或显示给决策者; pix表示像素。

[0036] 进一步说明:

[0037] 1. 步骤1中安装的两摄像机必须位于同一平面内, 并能够采集到车辆两侧车道线图像; 不要求具有自动曝光、感兴趣区域可设置、自动白平衡等功能;

[0038] 2. 步骤2中标定的视野范围要根据摄像头的最大分辨率来定, 实验中我们采用的罗技C170, 最大分辨率为640*480, 因此, 设计为宽600cm, 远1000cm的视野较为合适。

[0039] 3. 步骤3、步骤4是在硬件平台上进行的, 要求工作的平台至少满足内存2G以上, 处理器2.1Hz以上。

[0040] 4. 步骤5的特征点提取是车道线检测的重要模块, 计算边缘提取阈值T时, 要根据实际道路进行调整, 在高速公路下, 我们设的阈值将是最合适的。此外, 在车道线不明显的情况下, 通过特征点提取后车道线信息将可能会大大减少甚至为空, 对于这种情况, 我们在算法中设计了增加车道线可靠点模块。这要求在做IPM时, 保留一份图像作为备份, 在特征点提取较少时, 我们对比两份图像, 在区域内增加车道线信息。公式如下:

[0041] $\{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\} \in \{(x_1, y_1), \dots, (x_m, y_m), (x_{m+1}, y_{m+1}) \dots, (x_{m+k}, y_{m+k})\}$

[0042] 5. 步骤6中的聚类方法是针对步骤5中的结果可定的, 对于左右摄像头, 我们知道: 左摄像头得到的左侧车道线的车道线信息, 右摄像头获取的是右侧的车道线信息。在算法设计中, 我们关心的是当前的车道线信息, 因此, 左摄像头的IPM图像最关心的是靠近右侧边缘的车道线特征点, 右摄像头的IPM图像最关心的是靠近左侧边缘的车道线特征点。在选取起始点 (x_0, y_0) 时要注意属于哪个摄像头的图像。

[0043] 6. 步骤7中我们对所有弯道和直道的车道线进行了对比, 发现在我们的模型下, 所有弯道在近处都可近似为直线, 选取范围在近处120-180最为合适。

[0044] 7. 步骤8中的实际距离与像素距离的比值k的计算方法: 将智能车辆停摆在车道内并与车道线平行, 从鸟瞰图像中计算两条相邻车道线内的水平像素距离P(单位pixel), 然后测量出一条车道的宽度W(单位cm), 则 $k = W/p$;

[0045] 本发明的有益效果是:

[0046] 本发明通过可行的技术方案, 不仅可满足实际应用时的实时性, 还可以保证识别正确率为95%以上, 此外还极大地降低了成本。

附图说明

[0047] 图1本发明的流程示意图

[0048] 图2摄像头标定图

[0049] 图3-(a)弯道岔道灰度图

[0050] 图3-(b)直道灰度图

[0051] 图3-(c)弯道灰度图

[0052] 图4-(a)弯道IMP图-1

[0053] 图4-(b)弯道IMP图-2

[0054] 图4-(c)直道IMP图-1

[0055] 图4-(d)直道IMP图-2

- [0056] 图5-(a)弯道特征点提取-1
- [0057] 图5-(b)弯道特征点提取-2
- [0058] 图5-(c)直道I特征点提取-1
- [0059] 图5-(d)直道特征点提取-2
- [0060] 图6车道线聚类图像
- [0061] 图7 Hough变换图像(已延长)
- [0062] 图8偏离距离结果图

具体实施方式

[0063] 采用本发明的方法,给出一个非限定性的实例,结合图1进一步对本发明的具体实施过程进行说明。本发明在智能车辆平台、智能车测试场地进行实现,为了保证驾驶智能汽车以及人员安全,所用平台和场地均为智能驾驶技术专业实验平台和测试场地。所使用的一些通用技术如图像采集、图像变换等不在详细叙述。

[0064] 本发明的实施方式如下:

[0065] 1.按照步骤1要求安装摄像机,本实例所用平台已安装所需装置,只需要稍作调整便可以进行实验。

[0066] 2.按照步骤2对摄像头进行标定,对摄像头进行微调。

[0067] 3.按照3、4、5、6、7、8、9的详细步骤进行实现。

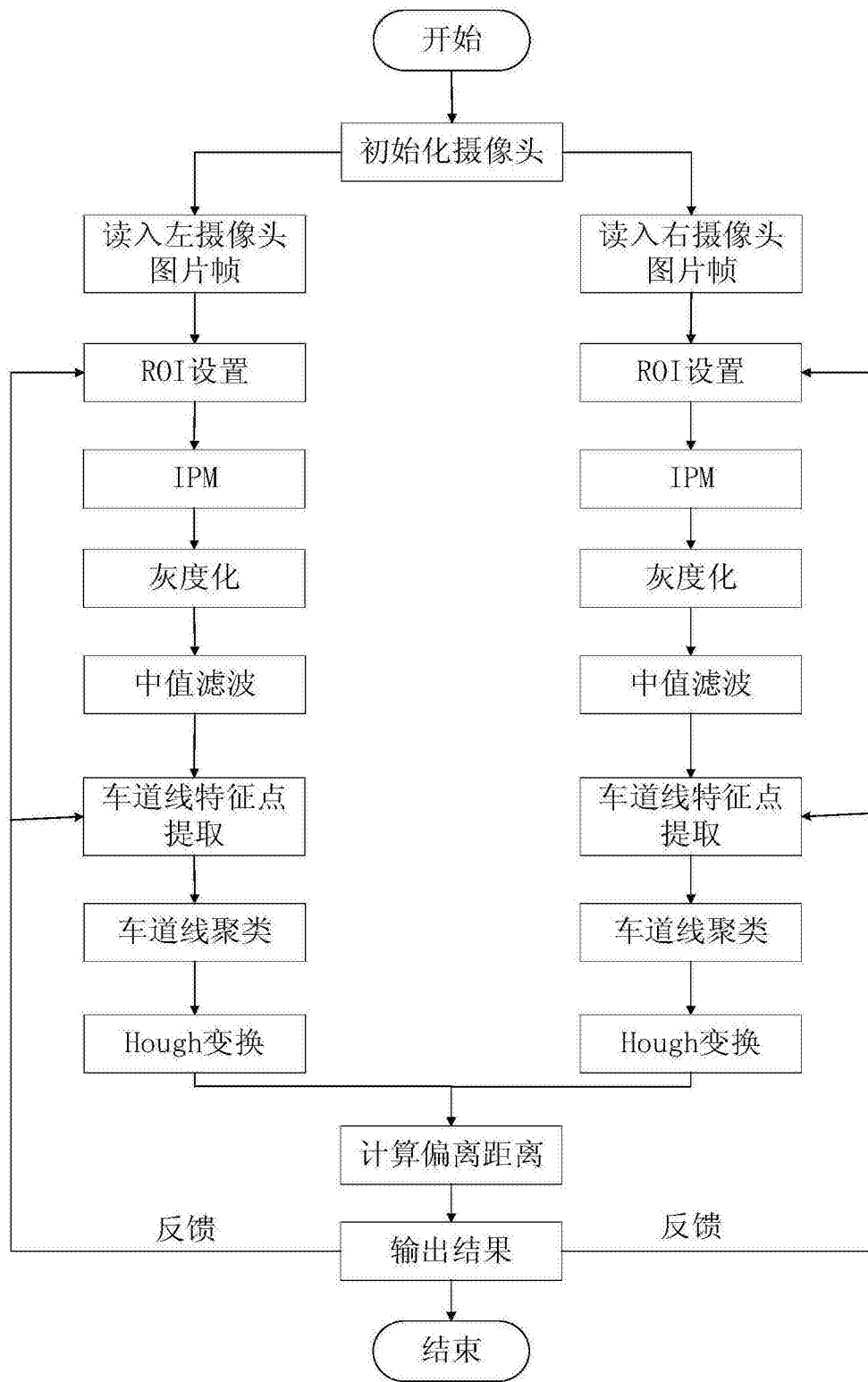


图1

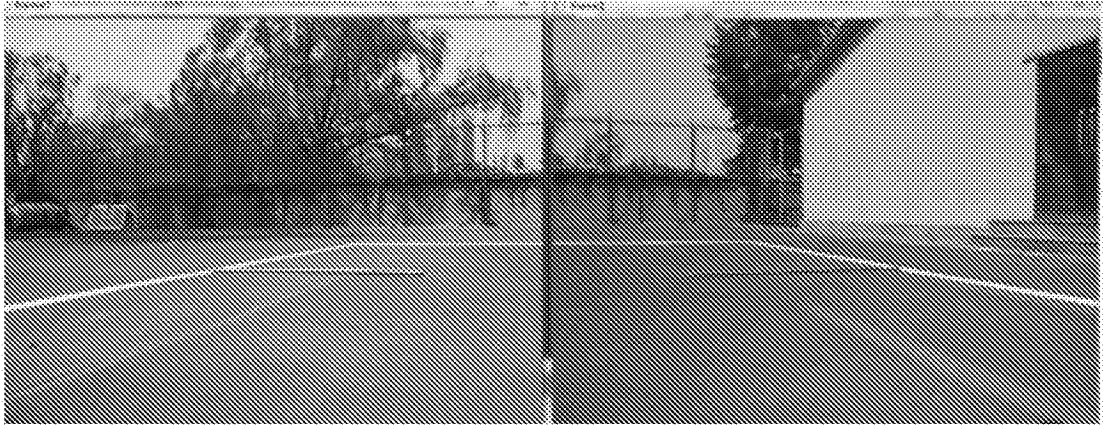


图2

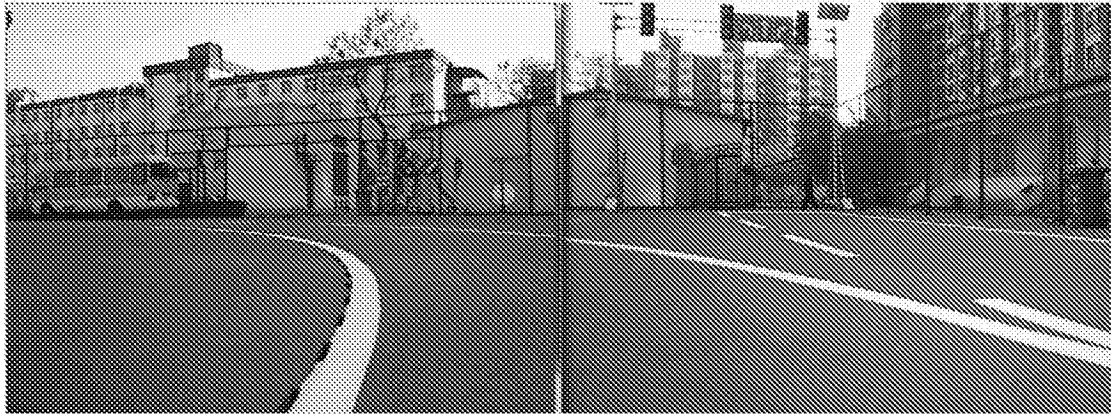


图3-(a)

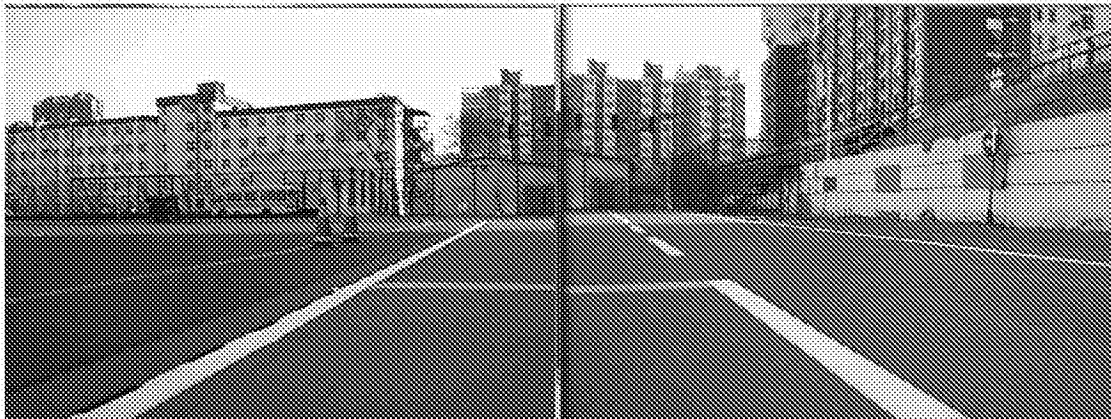


图3-(b)

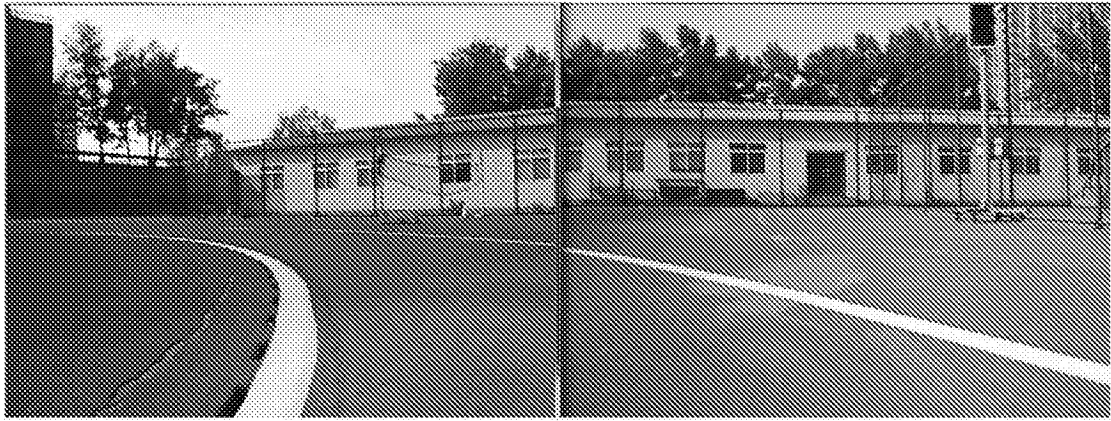


图3-(c)

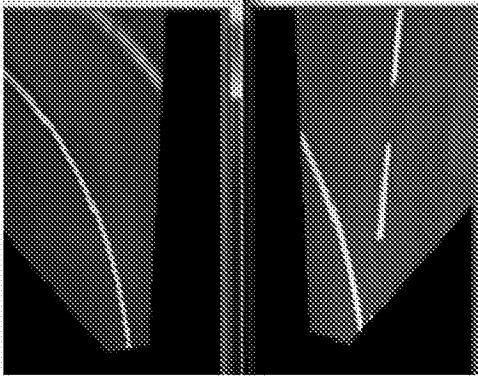


图4-(a)

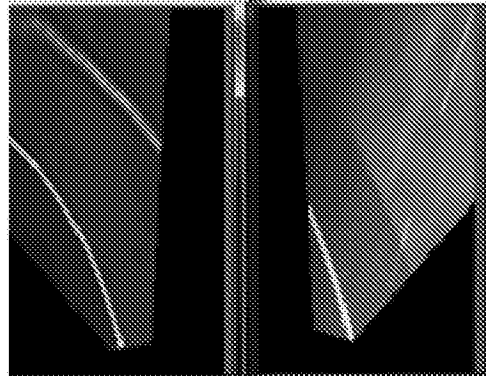


图4-(b)

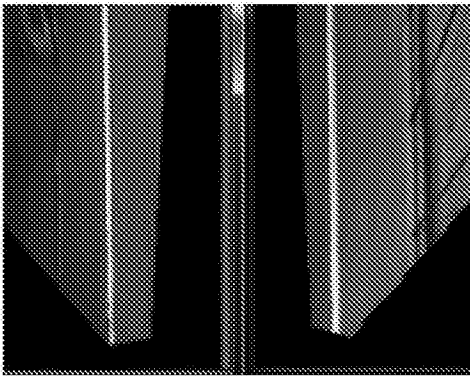


图4-(c)

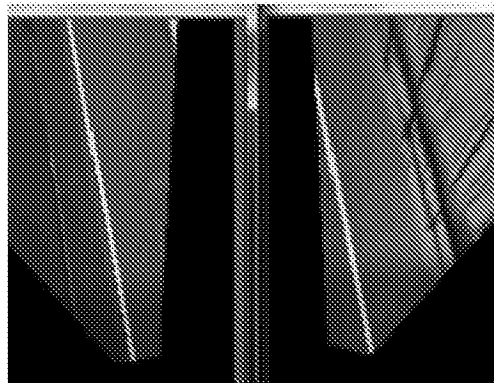


图4-(d)

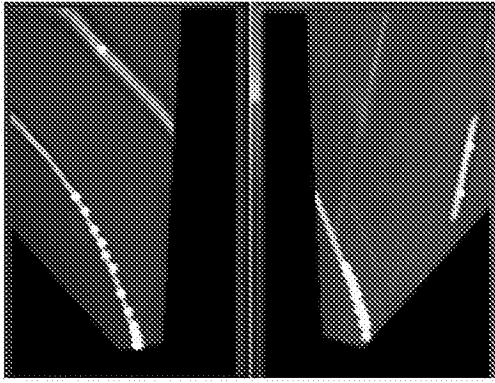


图5-(a)

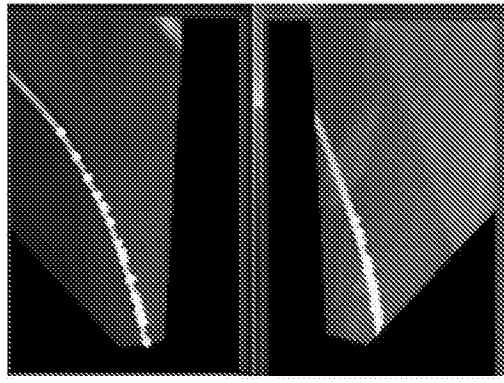


图5-(b)

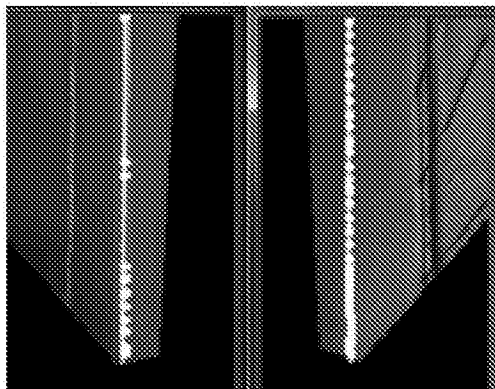


图5-(c)

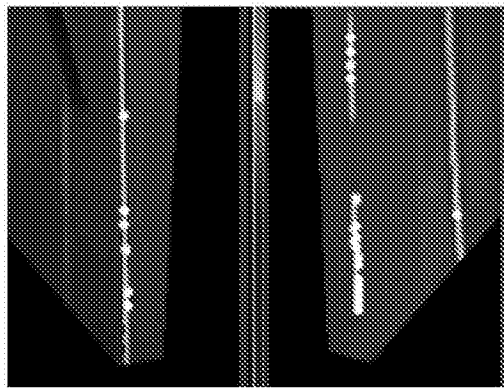


图5-(d)

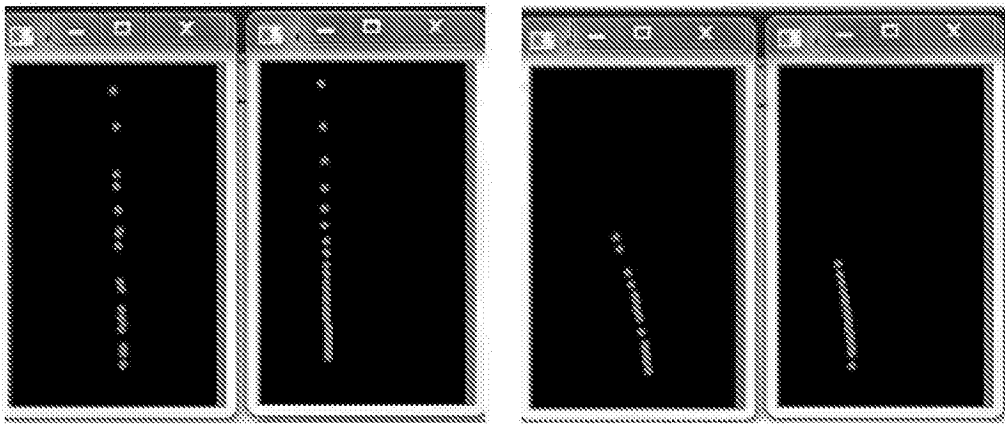


图6

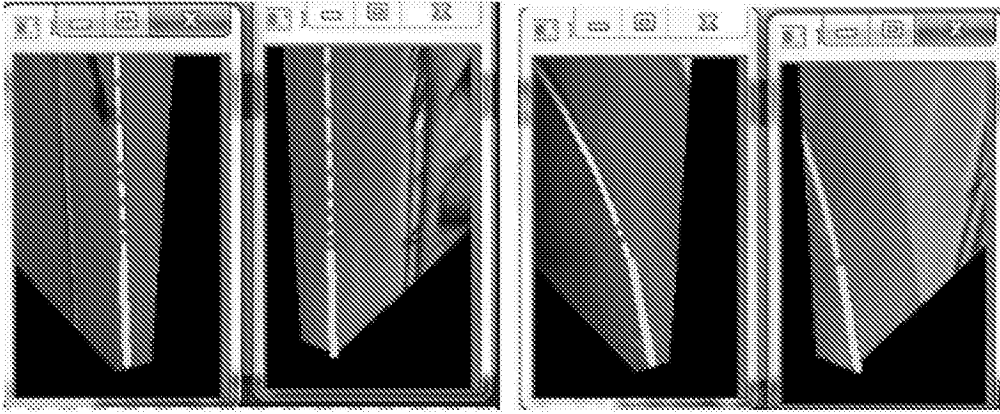


图7

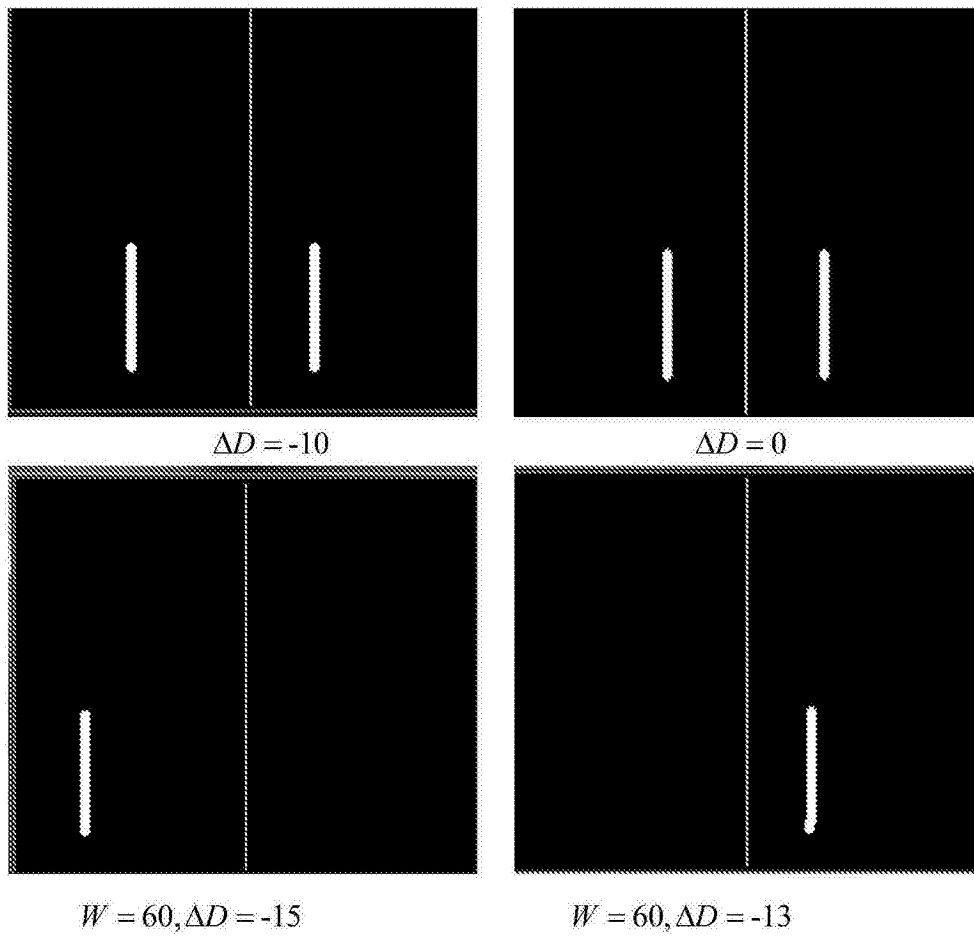


图8