



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102963294 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201210431055. 9

JP 2011173578 A, 2011. 09. 08,

(22) 申请日 2012. 11. 02

FR 2911206 A1, 2008. 07. 11,

(73) 专利权人 西安理工大学

审查员 刘晓鸣

地址 710048 陕西省西安市金花南路 5 号

(72) 发明人 朱虹 潘行杰 王栋 苟荣涛

何振 张云星 杨静 张晓蕾

(74) 专利代理机构 西安弘理专利事务所 61214

代理人 李娜

(51) Int. Cl.

B60Q 1/14 (2006. 01)

(56) 对比文件

DE 102010048689 A1, 2011. 05. 12,

CN 102567979 A, 2012. 07. 11,

CN 102298845 A, 2011. 12. 28,

US 2012257059 A1, 2012. 10. 11,

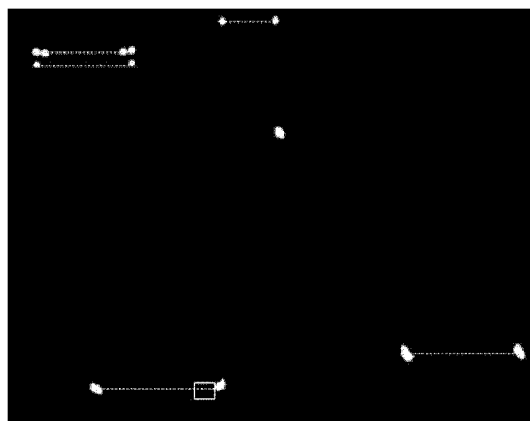
权利要求书3页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法

(57) 摘要

本发明公开了一种夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法,包括以下步骤:拍照得到行驶车辆的车灯偏光滤波图像;在上步处理过的偏光滤波图像中提取车灯区域;根据摄像头的安放位置,划定道路的有效监控区域;对车灯提取处理后的图像进行开运算处理,完成贴标签处理;确定同一车辆的车灯;判断同一车辆的车灯是否为远光灯状态,当条件1和条件2同时满足时,表明该车辆的远光灯处于开启状态,否则,判定为处于关闭状态;重复上述步骤,直到所有的车辆全部判断完成。本发明的方法,能够适应夜间不同路灯光照环境,通过偏光滤波的方式,抑制非灯光区域,之后提取远光灯特征,准确地确定出打开远光灯的车辆。



1. 一种夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法,其特征在于,按照以下步骤实施:

步骤 1、拍照得到行驶车辆的车灯偏光滤波图像

首先,在监控摄像头的镜头前设置水平偏振片和垂直偏振片,通过调节两个偏振片之间的夹角,控制摄像头的进光量,直到捕获的画面仅保留行驶车辆的车灯部分的亮光后,固定调整好这两个偏振片,实现对行驶车辆的偏光滤波拍照;

步骤 2、在上步处理过的偏光滤波图像中提取车灯区域

2.1) 去除转向灯区域

对读入的当前时刻,即 t 时刻的经过偏光滤波后的视频帧彩色图像的红绿蓝三个分量为 $[r_t(x, y)]_{m \times n}$ 、 $[g_t(x, y)]_{m \times n}$ 、 $[b_t(x, y)]_{m \times n}$,其中, $m \times n$ 表示帧图像的大小为 m 行 n 列, (x, y) 表示像素点的坐标, $[\cdot]$ 表示整个图像;

设转向灯判断矩阵为 $[L_t(x, y)]_{m \times n}$,则判断出转向灯区域的计算公式如下:

$$L_t(x, y) = \begin{cases} 1 & r_t(x, y) > g_t(x, y) \text{ 并且 } (g_t(x, y) > b_t(x, y) + \delta) \text{ 并且 } r_t(x, y) \geq Th_r \\ 0 & \text{其他} \end{cases}, \quad (1)$$

其中, $x = 1, 2, \dots, m, y = 1, 2, \dots, n, \delta$ 为调整量, Th_r 是判别车灯光源的红色分量阈值;

2.2) 提取图像中所有车辆的远近光车灯区域

将亮度值设为 $[f_t(x, y)]_{m \times n}$,计算公式如下:

$$f_t(x, y) = 0.299 \cdot r_t(x, y) + 0.587 \cdot g_t(x, y) + 0.114 \cdot b_t(x, y), \quad (2)$$

对该亮度值进行二值化处理,提取出远近光车灯区域,即二值化图像 $[g_t(x, y)]_{m \times n}$ 计算公式为:

$$g_t(x, y) = \begin{cases} 1 & f_t(x, y) \geq Th \text{ 并且 } L_t(x, y) = 0 \\ 0 & \text{其它} \end{cases}, \quad (3)$$

其中,阈值 Th 的选择范围为 $Th \in [\varepsilon + \Delta \varepsilon, \xi - \Delta \xi]$, ε 为较暗的非车灯区域的亮度, $\Delta \varepsilon$ 为一增量, ξ 为较亮的车灯区域的亮度, $\Delta \xi$ 为一增量;

步骤 3、根据摄像头的安放位置,划定道路的有效监控区域

设定有效监控区域,仅对落入有效监控区域部分的连通域进行分析,即进行以下处理:

$$\tilde{g}_t(x, y) = \begin{cases} 0 & g_t(x, y) \notin \Omega \text{ 并且 } g_t(x, y) = 1 \\ g_t(x, y) & g_t(x, y) \in \Omega \end{cases}, \quad (4)$$

其中, Ω 为所划定的有效监控区域;

步骤 4、对步骤 3 处理后的图像进行开运算处理

4.1) 对上步得到的 $\tilde{g}_t(x, y)$ 进行开运算处理,开运算时,选择的结构元素为 $N \times N$, N 为奇数,原点为结构元素中心位置,设对 $\tilde{g}_t(x, y)$ 进行开运算处理后的结果图为 $\hat{g}_t(x, y)$;

4.2) 对开运算处理后的结果图 $\hat{g}_t(x, y)$ 进行连通域合并处理

为了在车辆远光灯打开时,将同一侧同时点亮的远光灯区域与近光灯区域合并为同一个区域,连通域合并处理的计算公式如下:

$$\bar{g}_t(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{如果 } \hat{g}_t(x+k, y) = 1, k \in [a, b] \\ \hat{g}_t(x, y) & \text{其它} \end{cases}, \quad (5)$$

其中, $[a, b]$ 为连通域合并的距离, $a < 0, b > 0$ 均为整数;

4. 3) 对连通域合并运算处理后的结果图 $\bar{g}_i(x, y)$ 进行贴标签处理;

步骤 5、确定同一车辆的车灯

按照从上到下, 从左到右的顺序, 首先选择左侧的连通域, 求其质心 (x_c, y_c) , 质心的计算公式如下:

$$x_c = \frac{1}{N_{\Omega_k}} \cdot \sum_{(x,y) \in \Omega_k} x, \quad (6)$$

$$y_c = \frac{1}{N_{\Omega_k}} \cdot \sum_{(x,y) \in \Omega_k} y, \quad (7)$$

其中, Ω_k 为找到的连通域;

之后, 按照质心的位置 (x_c, y_c) 画一条水平直线, 即在 $x = x_c$ 上判断是否有穿越的连通域,

如果有一个, 则视其为同一车辆的车灯;

如果有若干个, 则将最左侧的视为其同一车辆的车灯;

步骤 6、判断同一车辆的车灯是否为远光灯状态

对判断为属于同一车辆的一对车灯区域, 设为 Ω_{Lk} 和 Ω_{Rk} , 判断其联通域的面积特征与形状特征, 左侧灯面积 S_L 与右侧灯面积 S_R 的特征计算公式分别为:

$$S_L = \sum_{(x,y) \in \Omega_{Lk}} \bar{g}(x, y) \quad (8)$$

$$S_R = \sum_{(x,y) \in \Omega_{Rk}} \bar{g}(x, y) \quad (9)$$

形状特征为外接矩形的长宽比, 分别找到 Ω_{Lk} 及 Ω_{Rk} 的最左侧、最右侧、最上侧、最下侧的四个点, 将该四个点作为外接矩形的左边、右边、上边、下边的起点构成外接矩形, 设为 ReC_{Lk} 和 ReC_{Rk} , 其长、宽分别为 L_{Lk} 、 L_{Rk} 、 H_{Lk} 、 H_{Rk} , 形状特征的计算公式如下:

$$\rho_{Lk} = \frac{H_{Lk}}{L_{Lk}} \quad (10)$$

$$\rho_{Rk} = \frac{H_{Rk}}{L_{Rk}} \quad (11)$$

计算远光灯判定条件 1 为: $\rho_{Lk} + \rho_{Rk} < th_p$, (12)

其中, th_p 为远光灯的判断阈值;

计算远光灯判定条件 2 为: $S_R + S_L > 2 \cdot Th_s$, (13)

其中, th_s 为远光灯的判断阈值, 为同一水平位置上所有连通域的平均面积;

当条件 1 和条件 2 同时满足时, 表明该车辆的远光灯处于开启状态, 否则, 判定为处于关闭状态;

重复步骤 5、步骤 6, 直到所有的车辆全部判断完成。

2. 根据权利要求 1 所述的夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法, 其特征在于: 所述的步骤 2.1) 中, 调整量 δ 的优选取值范围为 $[10, 40]$, 红色分量阈值 Th_r 的优选范围为 $[80, 150]$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法, 其特征在于: 所述的步骤 2.2) 中,

一般情况下,增量 $\Delta \varepsilon$ 的优选取值范围为 $\Delta \varepsilon \in [0.5 \varepsilon, \varepsilon]$,增量 $\Delta \xi$ 的优选取值范围为 $\Delta \xi \in [0.2 \xi, 0.8 \xi]$,

对于偏光滤波较为理想的情况,优选阈值 Th 为 $7L/8$,其中 L 为摄像头给定的图像亮度值范围 $[0, L]$ 的最高值。

4. 根据权利要求 1 所述的夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法,其特征在于:所述的步骤 4.2) 中,优选 $a \in [8, -4]$, $b \in [4, 8]$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法,其特征在于:所述的步骤 6 中,远光灯的判断阈值 th_p 的优选取值范围为 $th_p \in [1, 1.6]$ 。

6. 根据权利要求 1 到 5 任一所述的夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法,其特征在于:所述的步骤 6 之后,再利用运动目标跟踪技术,计算出该车辆的远光灯在监控区域内持续开启的时间。

一种夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法

技术领域

[0001] 本发明属智能交通监控技术领域,涉及一种夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法。

背景技术

[0002] 视频监控模式在构建智能交通系统中,作为获取并分析交通状况的一种手段,目前已经被广泛应用。对于夜间行驶的车辆,打开车灯照亮路面是安全行驶的基本,然而,远光灯的滥用,会导致会车时对方车辆驾驶员完全看不清前方路面而容易发生车祸,因此,限制远光灯的使用,是保证交通安全的一个必要手段。

[0003] 采用视频帧图像,分析行驶车辆是否打开远光灯,不失为一种有效的方法。然而,由于夜间车辆行驶过程中,周围环境有很大的不同,例如,有些路段的路灯比较密集,光线很亮,有些路段路灯比较稀疏,光线很暗,这时,拍摄到的车辆远近光灯的形态有比较大的差异,很难进行准确的识别。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法,解决了现有技术受周围环境影响,导致拍摄到的车辆远近光灯的形态有比较大的差异,很难进行准确识别的问题。

[0005] 本发明所采用的技术方案是,一种夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法,按照以下步骤实施:

[0006] 步骤 1、拍照得到行驶车辆的车灯偏光滤波图像

[0007] 首先,在监控摄像头的镜头前设置水平偏振片和垂直偏振片,通过调节两个偏振片之间的夹角,控制摄像头的进光量,直到捕获的画面仅保留行驶车辆的车灯部分的亮光后,固定调整好这两个偏振片,实现对行驶车辆的偏光滤波拍照;

[0008] 步骤 2、在上步处理过的偏光滤波图像中提取车灯区域

[0009] 2.1) 去除转向灯区域

[0010] 对读入的当前时刻,即 t 时刻的经过偏光滤波后的视频帧彩色图像的红、绿、蓝三个分量为 $[r_t(x, y)]_{m \times n}$ 、 $[g_t(x, y)]_{m \times n}$ 、 $[b_t(x, y)]_{m \times n}$,其中, $m \times n$ 表示帧图像的大小为 m 行 n 列, (x, y) 表示像素点的坐标, $[\cdot]$ 表示整个图像;

[0011] 设转向灯判断矩阵为 $[L_t(x, y)]_{m \times n}$,则判断出转向灯区域的计算公式如下:

[0012]

$$L_t(x, y) = \begin{cases} 1 & r_t(x, y) > g_t(x, y) \text{ 并且 } (g_t(x, y) > b_t(x, y) + \delta) \text{ 并且 } r_t(x, y) \geq Th_r \\ 0 & \text{其它} \end{cases}, \quad (1)$$

[0013] 其中, $x = 1, 2, \dots, m$, $y = 1, 2, \dots, n$, δ 为调整量, Th_r 是判别车灯光源的红色分量阈值;

[0014] 2.2) 提取图像中所有车辆的远近光车灯区域

[0015] 将亮度值设为 $[f_t(x, y)]_{m \times n}$, 计算公式如下:

$$[0016] \quad f_t(x, y) = 0.299 \cdot r_t(x, y) + 0.587 \cdot g_t(x, y) + 0.114 \cdot b_t(x, y), \quad (2)$$

[0017] 对该亮度值进行二值化处理, 提取出远近光车灯区域, 即二值化图像 $[g_t(x, y)]_{m \times n}$ 计算公式为:

[0018]

$$g_t(x, y) = \begin{cases} 1 & f_t(x, y) \geq Th \text{ 并且 } L_t(x, y) = 0, \\ 0 & \text{其它} \end{cases}, \quad (3)$$

[0019] 其中, 阈值 Th 的选择范围为 $Th \in [\varepsilon + \Delta \varepsilon, \xi - \Delta \xi]$, ε 为较暗的非车灯区域的亮度, $\Delta \varepsilon$ 为一增量, ξ 为较亮的车灯区域的亮度, $\Delta \xi$ 为一增量;

[0020] 步骤 3、根据摄像头的安放位置, 划定道路的有效监控区域

[0021] 设定有效监控区域, 仅对落入有效监控区域部分的连通域进行分析, 即进行以下处理:

[0022]

$$\tilde{g}_t(x, y) = \begin{cases} 0 & g_t(x, y) \notin \Omega, \text{ 并且 } g_t(x, y) = 1, \\ g_t(x, y) & g_t(x, y) \in \Omega \end{cases}, \quad (4)$$

[0023] 其中, Ω 为所划定的有效监控区域;

[0024] 步骤 4、对步骤 3 处理后的图像进行开运算处理

[0025] 4.1) 对上步得到的 $\tilde{g}_t(x, y)$ 进行开运算处理, 开运算时, 选择的结构元素为 $N \times N$, N 为奇数, 原点为结构元素中心位置, 设对 $\tilde{g}_t(x, y)$ 进行开运算处理后的结果图为 $\hat{g}_t(x, y)$;

[0026] 4.2) 对开运算处理后的结果图 $\hat{g}_t(x, y)$ 进行连通域合并处理

[0027] 为了在车辆远光灯打开时, 将同一侧同时点亮的远光灯区域与近光灯区域合并为同一个区域, 连通域合并处理的计算公式如下:

[0028]

$$\bar{g}_t(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{如果 } \hat{g}_t(x+k, y) = 1, k \in [a, b], \\ \hat{g}_t(x, y) & \text{其他} \end{cases}, \quad (5)$$

[0029] 其中, $[a, b]$ 为连通域合并的距离, $a < 0, b > 0$ 均为整数;

[0030] 4.3) 对连通域合并运算处理后的结果图 $\bar{g}_t(x, y)$ 进行贴标签处理;

[0031] 步骤 5、确定同一车辆的车灯

[0032] 按照从上到下, 从左到右的顺序, 首先选择左侧的连通域, 求其质心 (x_c, y_c) , 质心的计算公式如下:

$$[0033] \quad x_c = \frac{1}{N_{\Omega_k}} \cdot \sum_{(x, y) \in \Omega_k} x, \quad (6)$$

$$[0034] \quad y_c = \frac{1}{N_{\Omega_k}} \cdot \sum_{(x, y) \in \Omega_k} y, \quad (7)$$

[0035] 其中, Ω_k 为找到的连通域;

[0036] 之后, 按照质心的位置 (x_c, y_c) 画一条水平直线, 即在 $x = x_c$ 上判断是否有穿越的

连通域，

[0037] 如果有一个，则视其为同一车辆的车灯；

[0038] 如果有若干个，则将最左侧的视为其同一车辆的车灯；

[0039] 步骤 6、判断同一车辆的车灯是否为远光灯状态

[0040] 对判断为属于同一车辆的一对车灯区域，设为 Ω_{Lk} 和 Ω_{Rk} ，判断其联通域的面积特征与形状特征，左侧灯面积 S_L 与右侧灯面积 S_R 的特征计算公式分别为：

$$S_L = \sum_{(x,y) \in \Omega_{Lk}} \bar{g}(x,y) \quad (8)$$

$$S_R = \sum_{(x,y) \in \Omega_{Rk}} \bar{g}(x,y) \quad (9)$$

[0042] 形状特征为外接矩形的长宽比，分别找到 Ω_{Lk} 及 Ω_{Rk} 的最左侧、最右侧、最上侧、最下侧的四个点，将该四个点作为外接矩形的左边、右边、上边、下边的起点构成外接矩形，设为 Rec_{Lk} 和 Rec_{Rk} ，其长、宽分别为 L_{Lk} 、 L_{Rk} 、 H_{Lk} 、 H_{Rk} ，形状特征的计算公式如下：

$$[0043] \quad \rho_{Lk} = \frac{H_{Lk}}{L_{Lk}} \quad (10)$$

$$[0044] \quad \rho_{Rk} = \frac{H_{Rk}}{L_{Rk}} \quad (11)$$

[0045] 计算远光灯判定条件 1 为： $\rho_{Lk} + \rho_{Rk} < th_p$ ， (12)

[0046] 其中， th_p 为远光灯的判断阈值；

[0047] 计算远光灯判定条件 2 为： $S_R + S_L > 2 \cdot Th_s$ ， (13)

[0048] 其中， th_s 为远光灯的判断阈值，为同一水平位置上所有连通域的平均面积；

[0049] 当条件 1 和条件 2 同时满足时，表明该车辆的远光灯处于开启状态，否则，判定为处于关闭状态；

[0050] 重复步骤 5、步骤 6，直到所有的车辆全部判断完成。

[0051] 本发明的有益效果是，能够适应夜间不同路灯光照环境，通过偏光滤波的方式，抑制非灯光区域，之后提取远光灯特征，准确地确定出打开远光灯的车辆。

附图说明

[0052] 图 1 为拍到的道路上行驶车辆的偏光滤波图像；

[0053] 图 2 为偏光滤波效果示意图，是车辆打开了近光灯状态的图像；

[0054] 图 3 为偏光滤波效果示意图，是车辆打开了远光灯状态的图像；

[0055] 图 4 为本发明方法中的车灯区域提取效果示意图，是对图 1 的二值化图像，虚线连接的是同一个车辆两侧灯；

[0056] 图 5 为本发明方法中的车灯区域提取效果示意图，是对图 2 的二值化图像；

[0057] 图 6 为本发明方法中的车灯区域提取效果示意图，是对图 3 的二值化图像；

[0058] 图 7 为本发明方法中的道路有效监控范围示意图；

[0059] 图 8 为本发明方法中的贴标签效果示意图，是对图 5 进行标签处理后的图像；

[0060] 图 9 为本发明方法中的贴标签效果示意图，是对图 6 进行标签处理后的图像。

具体实施方式

[0061] 本发明的夜间行驶车辆远光灯开启状态的判别方法,按照以下步骤实施:

[0062] 步骤 1、拍照得到行驶车辆的车灯偏光滤波图像

[0063] 首先,在监控摄像头的镜头前设置水平偏振片和垂直偏振片,通过调节两个偏振片之间的夹角,控制摄像头的进光量,直到捕获的画面仅保留行驶车辆的车灯部分的亮光后,固定调整好这两个偏振片,实现对行驶车辆的偏光滤波拍照。

[0064] 如图 1、图 2、图 3 所示,是实施例中的道路上行驶多个车辆的车灯偏光滤波,以及一个车辆的两个状态下的车灯滤波效果,其中,图 1 是道路上行驶多个车辆的偏光滤波图像,矩形框内是转向灯,图 2 车辆打开了近光灯状态的图像,图 3 是车辆打开了远光灯状态的图像。

[0065] 步骤 2、在上步处理过的偏光滤波图像中提取车灯区域

[0066] 2.1) 去除转向灯区域

[0067] 对读入的当前时刻,即 t 时刻的经过偏光滤波后的视频帧彩色图像的红绿蓝三个分量为 $[r_t(x, y)]_{m \times n}$ 、 $[g_t(x, y)]_{m \times n}$ 、 $[b_t(x, y)]_{m \times n}$,其中, $m \times n$ 表示帧图像的大小为 m 行 n 列, (x, y) 表示像素点的坐标, $[\cdot]$ 表示整个图像;

[0068] 由于转向灯与远近光灯不同的是,转向灯是红色的,在此,设转向灯判断矩阵为 $[L_t(x, y)]_{m \times n}$,则判断出转向灯区域的计算公式如下:

[0069]

$$L_t(x, y) = \begin{cases} 1 & r_t(x, y) > g_t(x, y) \text{ 并且 } (g_t(x, y) > b_t(x, y) + \delta) \text{ 并且 } r_t(x, y) \geq Th_r \\ 0 & \text{其他} \end{cases}, \quad (1)$$

[0070] 其中, $x = 1, 2, \dots, m, y = 1, 2, \dots, n$, δ 为调整量,根据安装设备的地点取值,优选取值范围为 $[10, 40]$, Th_r 是判别车灯光源的红色分量阈值,优选取值范围为 $[80, 150]$;

[0071] 2.2) 提取图像中所有车辆的远近光车灯区域

[0072] 将亮度值设为 $[f_t(x, y)]_{m \times n}$,计算公式如下:

$$f_t(x, y) = 0.299 \cdot r_t(x, y) + 0.587 \cdot g_t(x, y) + 0.114 \cdot b_t(x, y), \quad (2)$$

[0074] 对该亮度值进行二值化处理,提取出远近光车灯区域,

[0075] 因为车灯部分与其他部分的亮度差异很大,因此,在此采用全局阈值的方法来实现,即二值化图像 $[g_t(x, y)]_{m \times n}$ 计算公式为:

[0076]

$$g_t(x, y) = \begin{cases} 1 & f_t(x, y) \geq Th \text{ 并且 } L_t(x, y) = 0 \\ 0 & \text{其它} \end{cases}, \quad (3)$$

[0077] 其中,阈值 Th 的选择范围为 $Th \in [\varepsilon + \Delta \varepsilon, \xi - \Delta \xi]$, ε 为较暗的非车灯区域的亮度, $\Delta \varepsilon$ 为一增量,优选取值范围为 $\Delta \varepsilon \in [0.5 \varepsilon, \varepsilon]$, ξ 为较亮的车灯区域的亮度, $\Delta \xi$ 为一增量,优选取值范围为 $\Delta \xi \in [0.2 \xi, 0.8 \xi]$; ε, ξ 的取值,取决于偏光滤波结果。

[0078] 对于偏光滤波较为理想的情况,即如图 1 的情况,建议优选最简单地确定阈值为 $7L/8$,其中 L 为摄像头给定的图像亮度值范围 $[0, L]$ 的最高值。

[0079] 如图 4、图 5、图 6 所示,是实施例中的车灯区域提取效果,其中,图 4 是图 1 道路上

行驶中所有车辆的车灯区域提取图像,其中矩形框内是转向灯区域,按照公式(1)计算处理后,被消除,图5是图2的车灯区域,图6是图3的车灯区域。

[0080] 步骤3、根据摄像头的安放位置,划定道路的有效监控区域

[0081] 考虑到夜间道路两旁可能有店铺或者建筑物上的照明,在二值化时,会被误判为车灯,因此,按照图7所示的示意图,设定有效监控区域,仅对落入有效监控区域部分的连通域进行分析,即进行以下处理:

[0082]

$$\tilde{g}_i(x,y) = \begin{cases} 0 & g_i(x,y) \notin \Omega, \text{ 并且 } g_i(x,y) = 1 \\ g_i(x,y) & g_i(x,y) \in \Omega \end{cases}, \quad (4)$$

[0083] 其中, Ω 为由图7所划定的有效监控区域,

[0084] 如图7所示,是实施例中的有效监控区域示意图,其中,梯形所框定的部分为监控有效区域,两侧的边界是监控摄像头监视画面中的道路两侧的边界,前后界限是车辆行驶过程中,摄像头能够捕获到足以用来有效判断车灯大小的范围。(如果后界太远,车灯太小,容易被当作噪声去除,如果前界太近,则车灯已不在画面中。)

[0085] 步骤4、对步骤3处理后的图像进行开运算处理

[0086] 4.1) 对上步得到的 $\tilde{g}_i(x,y)$ 进行开运算处理,以便消除噪声的影响,开运算方法在现有数字图像处理相关专业教材上均有详细说明,这里不再详述。开运算时,选择的结构元素为 $N \times N$, N 为奇数,原点为结构元素中心位置,设对 $\tilde{g}_i(x,y)$ 进行开运算处理后的结果图为 $\hat{g}_i(x,y)$;

[0087] 4.2) 对开运算处理后的结果图 $\hat{g}_i(x,y)$ 进行连通域合并处理

[0088] 因为车辆的远光灯和近光灯处于同一水平位置上,当远光灯打开时,近光灯同时亮,这里所述的连通域合并处理,是为了在车辆远光灯打开时,将同一侧同时点亮的远光灯区域与近光灯区域合并为同一个区域,连通域合并处理的计算公式如下:

[0089]

$$\bar{g}_i(x,y) = \begin{cases} 1 & \text{如果 } \hat{g}_i(x+k,y) = 1, k \in [a,b] \\ \hat{g}_i(x,y) & \text{其他} \end{cases}, \quad (5)$$

[0090] 其中, $[a,b]$ 为连通域合并的距离, $a < 0, b > 0$ 均为整数,根据经验取值,建议优选 $a \in [-8, -4], b \in [4, 8]$;

[0091] 4.3) 对连通域合并运算处理后的结果图 $\bar{g}_i(x,y)$ 进行贴标签处理

[0092] 贴标签方法在数字图像处理方面的专业教材上均有详细说明,这里不再详述。对图3、图4、图5进行贴标签之后,便可对不同的连通域进行标识,贴标签处理结果如图8、图9所示,其中,图8是对图5进行标签处理后的图像,图9是对图6进行标签处理后的图像,附图中的浅色表示1号标签,深色表示2号标签;

[0093] 步骤5、确定同一车辆的车灯

[0094] 在汽车结构布局设计上,将车灯设置于车头两侧同一高度位置,所以,按照从上到下,从左到右的顺序,首先选择左侧的连通域,求其质心 (x_c, y_c) ,质心的计算公式如下:

$$[0095] \quad x_c = \frac{1}{N_{\Omega_k}} \cdot \sum_{(x,y) \in \Omega_k} x, \quad (6)$$

$$[0096] \quad y_c = \frac{1}{N_{\Omega_k}} \cdot \sum_{(x,y) \in \Omega_k} y, \quad (7)$$

[0097] 其中, Ω_k 为找到的连通域;

[0098] 之后,按照质心的位置 (x_c, y_c) 画一条水平直线,即在 $x = x_c$ 上判断是否有穿越的连通域,如果有一个,则视其为同一车辆的车灯;如果有若干个,则将最左侧的视为其同一车辆的车灯;

[0099] 如图 4 所示,是实施例中的同一车辆车灯检测示意图,其中的虚线给出的直线,连接的就是按照公式 (6), (7) 计算出质心位置后,测得的同一车辆的两侧车灯。

[0100] 步骤 6、判断同一车辆的车灯是否为远光灯状态

[0101] 对判断为属于同一车辆的一对车灯区域,设为 Ω_{Lk} 和 Ω_{Rk} ,判断其联通域的面积特征与形状特征,左侧灯面积 S_L 与右侧灯面积 S_R 的特征计算公式分别为:

$$S_L = \sum_{(x,y) \in \Omega_{Lk}} \bar{g}(x,y) \quad (8)$$

$$[0102] \quad S_R = \sum_{(x,y) \in \Omega_{Rk}} \bar{g}(x,y) \quad (9)$$

[0103] 形状特征为外接矩形的长宽比,分别找到 Ω_{Lk} 及 Ω_{Rk} 的最左侧、最右侧、最上侧、最下侧的四个点,将该四个点作为外接矩形的左边、右边、上边、下边的起点构成外接矩形,设为 Rec_{Lk} 和 Rec_{Rk} ,其长、宽分别为 L_{Lk} 、 L_{Rk} 、 H_{Lk} 、 H_{Rk} ,形状特征的计算公式如下:

$$[0104] \quad \rho_{Lk} = \frac{H_{Lk}}{L_{Lk}} \quad (10)$$

$$[0105] \quad \rho_{Rk} = \frac{H_{Rk}}{L_{Rk}} \quad (11)$$

[0106] 计算远光灯判定条件 1 为: $\rho_{Lk} + \rho_{Rk} < th_p$, (12)

[0107] 其中, th_p 为远光灯的判断阈值,远光灯打开时,由于一侧两个灯都点亮,为经验值,所以建议 th_p 的优选取值范围为 $th_p \in [1, 1.6]$;

[0108] 计算远光灯判定条件 2 为: $S_R + S_L > 2 \cdot Th_s$, (13)

[0109] 其中, th_s 为远光灯的判断阈值,为同一水平位置上所有连通域的平均面积;

[0110] 当条件 1 和条件 2 同时满足时,表明该车辆的远光灯处于开启状态,否则,判定为处于关闭状态。

[0111] 重复步骤 5、步骤 6,直到所有的车辆全部判断完成。

[0112] 本发明的方法通过以上的步骤,便可在行驶车辆进入有效监控区域内时,判断其远光灯是否开启,如果属于远光灯开启状态,再利用运动目标跟踪技术,再计算出其在监控区域内持续开启远光灯的时间,为智能交通系统提供一种保障安全的有效检测方法。

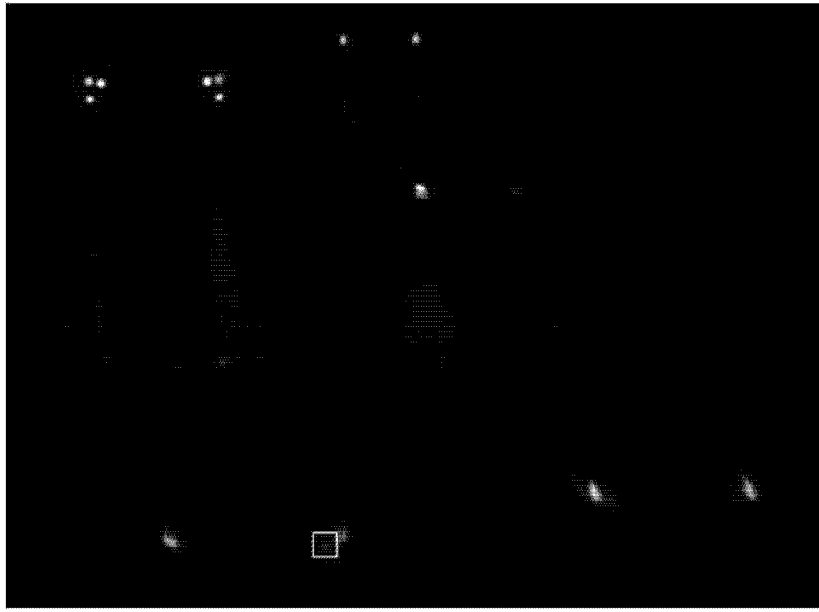


图 1

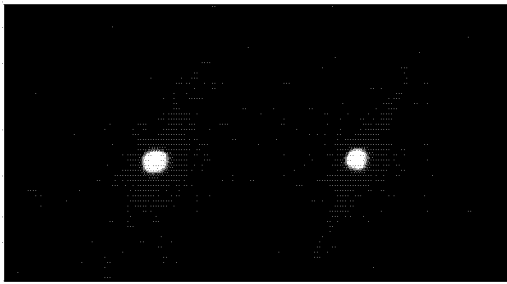


图 2



图 3

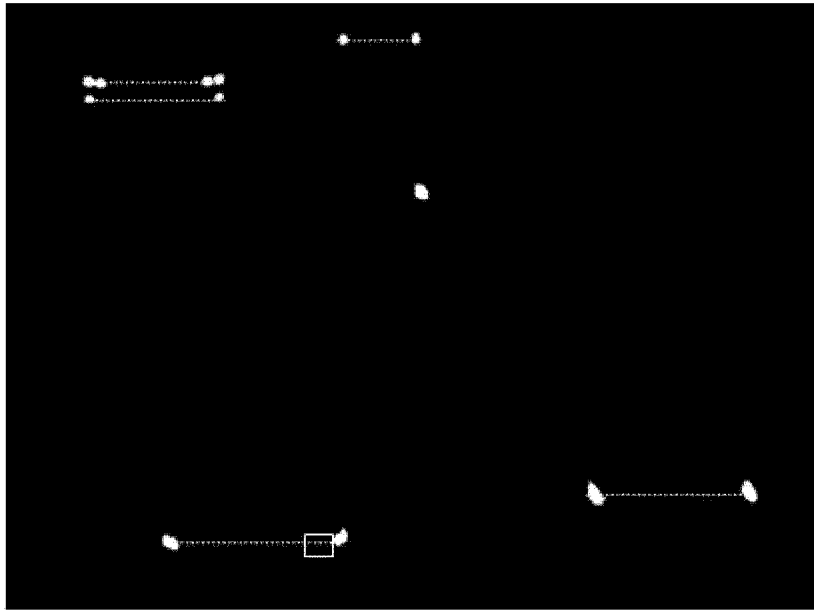


图 4

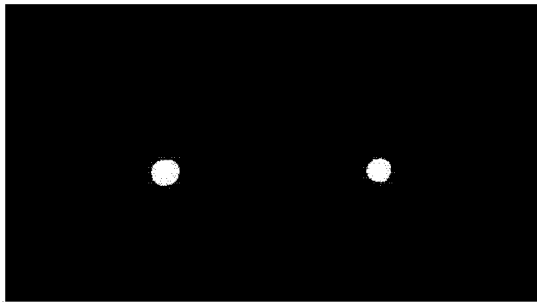


图 5

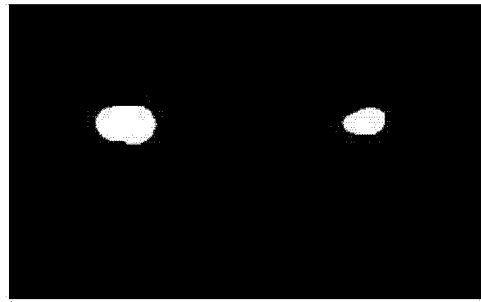


图 6

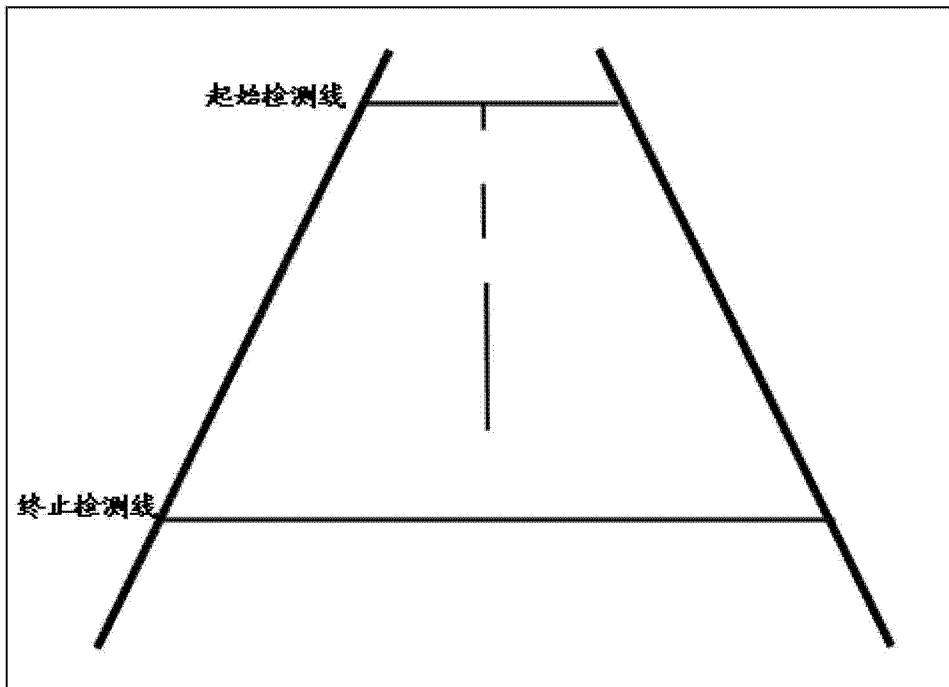


图 7

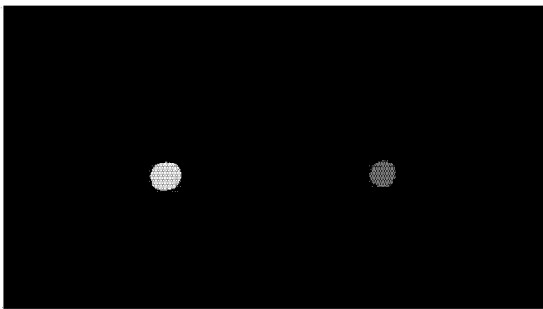


图 8

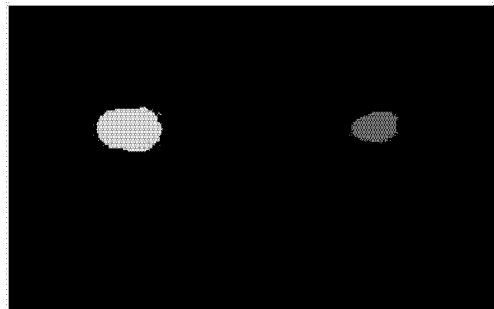


图 9