



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107886524 A
(43)申请公布日 2018.04.06

(21)申请号 201711157632.9

(22)申请日 2017.11.20

(71)申请人 江苏省特种设备安全监督检验研究院

地址 214174 江苏省无锡市惠山区堰新路330号

(72)发明人 孙小伟 张媛 李岩 周志勇 沈凌

(74)专利代理机构 无锡华源专利商标事务所 (普通合伙) 32228

代理人 聂启新

(51)Int. Cl.

G06T 7/246(2017.01)

G06T 7/73(2017.01)

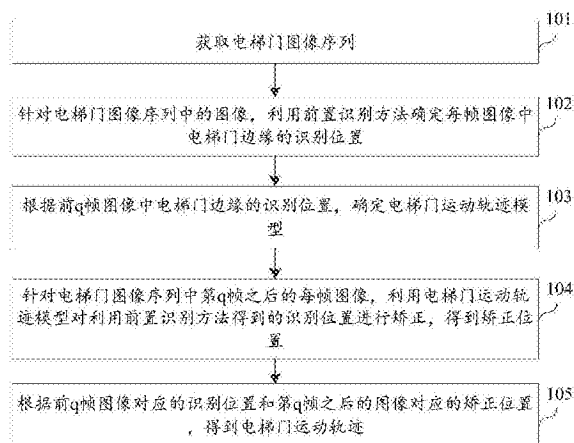
权利要求书3页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

一种电梯门运动轨迹识别方法

(57)摘要

本发明公开了一种电梯门运动轨迹识别方法,属于电梯监控领域。该方法包括获取电梯门图像序列;针对电梯门图像序列中的图像,利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置;根据前q帧图像中电梯门边缘的识别位置,确定电梯门运动轨迹模型;针对电梯门图像序列中第q帧之后的每帧图像,利用电梯门运动轨迹模型对利用前置识别方法得到的识别位置进行矫正,得到矫正位置;根据前q帧图像对应的识别位置和第q帧之后的图像对应的矫正位置,得到电梯门运动轨迹;解决了相关技术中识别电梯门边缘的算法计算量大,识别速度慢,难以实时检测电梯门运动轨迹的问题;达到了提高检测电梯门运动轨迹的实时性以及识别结果的准确性的效果。



1. 一种电梯门运动轨迹识别方法,其特征在于,所述方法包括:

获取电梯门图像序列,所述电梯门图像序列中的图像包括电梯门;

针对所述电梯门图像序列中的图像,利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置;

根据前q帧图像中所述电梯门边缘的识别位置,确定所述电梯门运动轨迹模型,q为大于1的整数;

针对所述电梯门图像序列中第q帧之后的每帧图像,利用所述电梯门运动轨迹模型对利用所述前置识别方法得到的识别位置进行矫正,得到矫正位置;

根据所述前q帧图像对应的识别位置和所述第q帧之后的图像对应的矫正位置,得到电梯门运动轨迹。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,当所述电梯门为单门时,所述利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置,包括:

按如下公式确定电梯门边缘存在可能性函数:

$$F(I, x) = a \cdot V_{\%}(I, x) + b \cdot D_{\%}(I, x),$$

其中,令 $F(I, x)$ 取得最大值的 x 为电梯门边缘的识别位置, $F(I, x)$ 表示电梯门边缘存在的可能性, $a+b=1$,图像 I 的宽为 W ,高为 H , $D(I, x)$ 表示图像 I 在第 x 列的水平梯度, $V(I, x)$ 表示图像 I 的一维类间方差, $D_{\%}(I, x)$ 为 $D(I, x)$ 的百分化函数, $V_{\%}(I, x)$ 为 $V(I, x)$ 的百分化函数,

$$V_{\%}(I, x) = \frac{V(I, x)}{\max\{V(I, x) | x \in [1, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$D_{\%}(I, x) = \frac{D(I, x)}{\max\{D(I, x) | x \in [1, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$D(I, x) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H (I(i, x+1) - I(i, x)),$$

$$V(I, x) = \frac{x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^x I(i, j)}{H \cdot x} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2 + \frac{W-x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=x+1}^W I(i, j)}{H \cdot (W-x)} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2。$$

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,当所述电梯门为双门时,所述利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置,包括:

按如下公式确定电梯门边缘存在可能性函数:

$$F(I, x, y) = a \cdot V_{\%}(I, x, y) + b \cdot D_{\%}(I, x) + b \cdot D_{\%}(I, y),$$

其中,令 $F(I, x, y)$ 取得最大值的 x, y 为两个电梯门边缘的识别位置, $F(I, x, y)$ 表示电梯门边缘存在的可能性, $a+2b=1$,图像 I 的宽为 W ,高为 H , $D(I, x)$ 为图像 I 在第 x 列的水平梯度, $D(I, y)$ 为图像 I 在第 y 列的水平梯度, $V(I, x, y)$ 为图像 I 的二维类间方差, $D_{\%}(I, x)$ 为 $D(I, x)$ 的百分化函数, $D_{\%}(I, y)$ 为 $D(I, y)$ 的百分化函数, $V_{\%}(I, x, y)$ 为 $V(I, x, y)$ 的百分化函数,

$$V_{\%}(I, x, y) = \frac{V(I, x, y)}{\max\{V(I, x, y) | x \in [1, W], y \in [1, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$D_{\%}(I, x) = \frac{D(I, x)}{\max\{D(I, x) | x \in [1, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$D(I, x) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H (I(i, x+1) - I(i, x)),$$

$$D(I, y) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H (I(i, y+1) - I(i, y)),$$

$$V(I, x, y) = \frac{x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^x I(i, j)}{H \cdot x} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2 + \frac{y-x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=x+1}^y I(i, j)}{H \cdot (y-x)} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2$$

$$+ \frac{W-y}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=y+1}^W I(i, j)}{H \cdot (W-y)} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2$$

4. 根据权利要求1至3任一所述的方法, 其特征在于, 所述根据前q帧图像中所述电梯门边缘的识别位置, 确定所述电梯门运动轨迹模型, 包括:

令所述电梯门运动轨迹模型为p阶q帧窗口预测模型, 所述电梯门运动轨迹模型的表达式如下:

$$F_p(m) = a_0 + a_1 m + a_2 m^2 + \dots + a_p m^p,$$

其中, m表示帧, $F_p(m)$ 表示第m帧图像中所述电梯门边缘的位置, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_p$ 为所述电梯门运动轨迹模型的系数, $q > p$, q和p均为整数;

根据所述前q帧图像中所述电梯门边缘的识别位置确定所述电梯门运动轨迹模型的系数;

将所述电梯门运动轨迹模型的系数代入所述电梯门运动轨迹模型的表达式, 得到所述电梯门运动轨迹模型。

5. 根据权利要求1至3任一所述的方法, 其特征在于, 所述利用所述电梯门运动轨迹模型对利用所述前置识别方法得到的识别结果进行矫正, 包括:

利用所述电梯门运动轨迹模型得到所述电梯门边缘的预测位置;

获取利用前置识别方法确定的所述电梯门边缘的识别位置;

利用类高斯加权函数和所述预测位置矫正所述识别位置, 得到矫正位置;

其中, 所述类高斯加权函数的表达式为:

$$\text{当所述电梯门为单门时, } W(x, \mu, \sigma) = \exp\left(-\left(\frac{x-u}{\sigma}\right)^2\right),$$

或,

$$\text{当所述电梯门为双门时, } W(x, y, \mu, \nu, \sigma) = \exp\left(-\frac{(x-u)^2 + (y-\nu)^2}{\sigma^2}\right),$$

σ 为模型因子, μ 为利用所述电梯门运动轨迹模型预测得到的所述电梯门边缘的预测位置, ν 为利用所述电梯门运动轨迹模型预测得到的所述电梯门边缘的预测位置。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,当所述电梯门为单门时,所述利用类高斯加权函数和所述预测位置矫正所述识别位置,得到矫正位置,包括:

利用类高斯加权函数和所述预测位置按如下公式矫正所述识别位置:

$$G(I, x) = W(x, \mu, \sigma) F(I, x) = \exp\left(-\frac{(x-u)^2}{\sigma}\right) F(I, x),$$

其中, $F(I, x)$ 表示所述电梯门边缘存在的可能性, $G(I, x)$ 表示电梯门边缘存在的矫正可能性, 令 $G(I, x)$ 取得最大值的 x 为所述电梯门边缘的矫正位置。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,当所述电梯门为双门时,所述利用类高斯加权函数和所述预测位置矫正所述识别位置,得到矫正位置,包括:

利用类高斯加权函数和所述预测位置按如下公式矫正所述识别位置:

$$G(I, x, y) = W(x, y, \mu, \nu, \sigma) F(I, x, y) = \exp\left(-\frac{(x-u)^2 + (y-\nu)^2}{\sigma^2}\right) F(I, x, y),$$

其中, $F(I, x, y)$ 表示电梯门边缘存在的可能性, $G(I, x, y)$ 表示电梯门边缘存在的矫正可能性, 令 $G(I, x, y)$ 取得最大值的 x, y 为两个电梯门边缘的矫正位置。

一种电梯门运动轨迹识别方法

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及电梯监控领域,特别涉及一种电梯门运动轨迹识别方法。

背景技术

[0002] 随着电梯的普及,电梯安全事故的发生也越来越频繁,据资料显示,电梯门引起的安全事故在总的电梯安全事故中占较大比重。电梯门引起的故障主要有电梯门不能打开,电梯门异常打开,电梯门不能关闭、电梯门开关不标准等。与电梯门有关的安全事故往往会提前在电梯门运动轨迹上体现出来,可以通过识别电梯门运动轨迹来检测电梯门系统的异常。

[0003] 通常采用背景差分法、帧间差分法、光流法识别电梯门运动轨迹,以一种改进的光流法为例,在实际识别过程中,首先对采集到的图像进行预处理,去除部分光照问题和噪声对图像的影响,然后利用光流法得到运动目标的光流信息并进行二值化,利用边缘检测算法提取运动该物体的边缘信息并二值化,然后对二值化的光流信息和二值化的边缘信息进行“与”运算,得到基本的运动目标信息,再对基本的运动目标信息进行数学形态方法运算得到精确的运动目标信息。

[0004] 然而在实际过程中,虽然不需要预先知道任何信息就可以检测运动目标,能够适用背景变化的场合,但计算量大,难以达到电梯门运动轨迹实时检测的要求。

发明内容

[0005] 为了解决现有技术的问题,本发明实施例提供了一种电梯门运动轨迹识别方法。该技术方案如下:

[0006] 第一方面,提供了一种电梯门运动轨迹识别方法,该方法包括:

[0007] 获取电梯门图像序列,电梯门图像序列中的图像包括电梯门;

[0008] 针对电梯门图像序列中的图像,利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置;

[0009] 根据前 q 帧图像中电梯门边缘的识别位置,确定电梯门运动轨迹模型, q 为大于1的整数;

[0010] 针对电梯门图像序列中第 q 帧之后的每帧图像,利用电梯门运动轨迹模型对利用前置识别方法得到的识别位置进行矫正,得到矫正位置;

[0011] 根据前 q 帧图像对应的识别位置和第 q 帧之后的图像对应的矫正位置,得到电梯门运动轨迹。

[0012] 可选的,当电梯门为单门时,利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置,包括:

[0013] 按如下公式确定电梯门边缘存在可能性函数:

[0014] $F(I, x) = a \cdot V_{\%}(I, x) + b \cdot D_{\%}(I, x)$,

[0015] 其中,令 $F(I, x)$ 取得最大值的 x 为电梯门边缘的识别位置, $F(I, x)$ 表示电梯门边缘

存在的可能性, $a+b=1$, 图像I的宽为W, 高为H, $D(I, x)$ 表示图像I在第x列的水平梯度, $V(I, x)$ 表示图像I的一维类间方差, $D\%(I, x)$ 为 $D(I, x)$ 的百分化函数, $V\%(I, x)$ 为 $V(I, x)$ 的百分化函数,

$$[0016] \quad V\%(I, x) = \frac{V(I, x)}{\max\{V(I, x) | x \in [1, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$[0017] \quad D\%(I, x) = \frac{D(I, x)}{\max\{D(I, x) | x \in [1, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$[0018] \quad D(I, x) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H (I(i, x+1) - I(i, x)),$$

[0019]

$$V(I, x) = \frac{x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^x I(i, j)}{H \cdot x} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2 + \frac{W-x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=x+1}^W I(i, j)}{H \cdot (W-x)} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2。$$

[0020] 可选的, 当电梯门为双门时, 利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置, 包括:

[0021] 按如下公式确定电梯门边缘存在可能性函数:

$$[0022] \quad F(I, x, y) = a \cdot V\%(I, x, y) + b \cdot D\%(I, x) + b \cdot D\%(I, y),$$

[0023] 其中, 令 $F(I, x, y)$ 取得最大值的 x, y 为两个电梯门边缘的识别位置, $F(I, x, y)$ 表示电梯门边缘存在的可能性, $a+2b=1$, 图像I的宽为W, 高为H, $D(I, x)$ 为图像I在第x列的水平梯度, $D(I, y)$ 为图像I在第y列的水平梯度, $V(I, x, y)$ 为图像I的二维类间方差, $D\%(I, x)$ 为 $D(I, x)$ 的百分化函数, $D\%(I, y)$ 为 $D(I, y)$ 的百分化函数, $V\%(I, x, y)$ 为 $V(I, x, y)$ 的百分化函数,

$$[0024] \quad V\%(I, x, y) = \frac{V(I, x, y)}{\max\{V(I, x, y) | x \in [1, W], y \in [x, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$[0025] \quad D\%(I, x) = \frac{D(I, x)}{\max\{D(I, x) | x \in [1, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$[0026] \quad D(I, x) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H (I(i, x+1) - I(i, x)),$$

$$[0027] \quad D(I, y) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H (I(i, y+1) - I(i, y)),$$

[0028]

$$V(I, x, y) = \frac{x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^x I(i, j)}{H \cdot x} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2 + \frac{y-x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=x+1}^y I(i, j)}{H \cdot (y-x)} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2$$

$$+ \frac{W-y}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=y+1}^W I(i, j)}{H \cdot (W-y)} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2$$

。

[0029] 可选的,根据前q帧图像中电梯门边缘的识别位置,确定电梯门运动轨迹模型,包括:

[0030] 令电梯门运动轨迹模型为p阶q帧窗口预测模型,电梯门运动轨迹模型的表达式如下:

$$F_p(m) = a_0 + a_1 m + a_2 m^2 + \dots + a_p m^p,$$

[0032] 其中,m表示帧, $F_p(m)$ 表示第m帧图像中电梯门边缘的位置, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_p$ 为电梯门运动轨迹模型的系数, $q > p$,q和p均为整数;

[0033] 根据前q帧图像中电梯门边缘的识别位置确定电梯门运动轨迹模型的系数;

[0034] 将电梯门运动轨迹模型的系数代入电梯门运动轨迹模型的表达式,得到电梯门运动轨迹模型。

[0035] 可选的,利用电梯门运动轨迹模型对利用前置识别方法得到的识别结果进行矫正,包括:

[0036] 利用电梯门运动轨迹模型得到电梯门边缘的预测位置;

[0037] 获取利用前置识别方法确定的电梯门边缘的识别位置;

[0038] 利用类高斯加权函数和预测位置矫正识别位置,得到矫正位置;

[0039] 其中,类高斯加权函数的表达式为:

$$[0040] \text{ 当电梯门为单门时, } W(x, \mu, \sigma) = \exp\left(-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right),$$

[0041] 或,

$$[0042] \text{ 当电梯门为双门时, } W(x, y, \mu, \nu, \sigma) = \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2 + (y-\nu)^2}{\sigma^2}\right),$$

[0043] σ 为模型因子, μ 为利用电梯门运动轨迹模型预测得到的电梯门边缘的预测位置, ν 为利用电梯门运动轨迹模型预测得到的电梯门边缘的预测位置。

[0044] 可选的,当电梯门为单门时,利用类高斯加权函数和预测位置矫正识别位置,得到矫正位置,包括:

[0045] 利用类高斯加权函数和预测位置按如下公式矫正识别位置:

$$[0046] G(I, x) = W(x, \mu, \sigma) F(I, x) = \exp\left(-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right) F(I, x),$$

[0047] 其中, $F(I, x)$ 表示电梯门边缘存在的可能性, $G(I, x)$ 表示电梯门边缘存在的矫正可能性,令 $G(I, x)$ 取得最大值的x为电梯门边缘的矫正位置。

[0048] 可选的,当电梯门为双门时,利用类高斯加权函数和预测位置矫正识别位置,得到矫正位置,包括:

[0049] 利用类高斯加权函数和预测位置按如下公式矫正识别位置:

$$[0050] \quad G(I, x, y) = W(x, y, \mu, \nu, \sigma) F(I, x, y) = \exp\left(-\frac{(x-u)^2 + (y-v)^2}{\sigma^2}\right) F(I, x, y),$$

[0051] 其中, $F(I, x, y)$ 表示电梯门边缘存在的可能性, $G(I, x, y)$ 表示电梯门边缘存在的矫正可能性,令 $G(I, x, y)$ 取得最大值的 x, y 为两个电梯门边缘的矫正位置。

[0052] 本发明实施例提供的技术方案带来的有益效果是:

[0053] 通过获取电梯门图像序列,针对电梯门图像序列中的图像,利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置,根据前 q 帧图像中的电梯门边缘的识别位置,确定电梯门运动轨迹模型,再针对电梯门图像序列中第 q 帧之后的每帧图像,利用电梯门运动轨迹模型对识别位置进行矫正,得到矫正位置,根据前 q 帧图像对应的识别位置和第 q 帧之后的图像对应的矫正位置,得到电梯门运动轨迹;解决了相关技术中识别电梯门边缘的算法计算量大,识别速度慢,难以实时检测电梯门运动轨迹的问题;达到了提高检测电梯门运动轨迹的实时性以及识别结果的准确性的效果。

附图说明

[0054] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0055] 图1是根据一示例性实施例示出的一种电梯门运动轨迹识别方法的流程图;

[0056] 图2是根据另一示例性实施例示出的一种电梯门运动轨迹识别方法的流程图。

具体实施方式

[0057] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0058] 请参考图1,其示出了本发明一个实施例提供的电梯门运动轨迹方法的流程图。该电梯门运动轨迹方法适用于电梯监控系统的服务器中。如图1所示,该电梯门运动轨迹方法可以包括以下步骤:

[0059] 步骤101,获取电梯门图像序列。

[0060] 电梯门图像序列中的图像包括电梯门。

[0061] 电梯门图像序列是设置在电梯轿厢内的摄像头采集的。

[0062] 电梯门图像序列是摄像头实时采集的。

[0063] 步骤102,针对电梯门图像序列中的图像,利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置。

[0064] 可选的,前置识别方法融合了基于水平梯度的边缘检测方法和阈值分割方法。

[0065] 根据电梯门图像序列中每帧图像的获取顺序,依次利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置。

- [0066] 每增加一帧图像,利用前置识别方法确定该图像中电梯门边缘的识别位置。
- [0067] 步骤103,根据前 q 帧图像中电梯门边缘的识别位置,确定电梯门运动轨迹模型。
- [0068] q 为大于1的整数。
- [0069] 电梯门图像序列的帧数大于 q 。
- [0070] 电梯门运动轨迹模型用于预测电梯门边缘的出现位置。
- [0071] 可选的,电梯门运动轨迹用于预测第 q 帧以后的图像中电梯门边缘的出现位置。
- [0072] 步骤104,针对电梯门图像序列中第 q 帧之后的每帧图像,利用电梯门运动轨迹模型对利用前置识别方法得到的识别位置进行矫正,得到矫正位置。
- [0073] 步骤105,根据前 q 帧图像对应的识别位置和第 q 帧之后的图像对应的矫正位置,得到电梯门运动轨迹。
- [0074] 电梯门运动轨迹根据每帧图像中电梯门的位置确定。
- [0075] 综上所述,本发明实施例提供的电梯门运动轨迹方法,通过获取电梯门图像序列,针对电梯门图像序列中的图像,利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置,根据前 q 帧图像中的电梯门边缘的识别位置,确定电梯门运动轨迹模型,再针对电梯门图像序列中第 q 帧之后的每帧图像,利用电梯门运动轨迹模型对识别位置进行矫正,得到矫正位置,根据前 q 帧图像对应的识别位置和第 q 帧之后的图像对应的矫正位置,得到电梯门运动轨迹;解决了相关技术中识别电梯门边缘的算法计算量大,识别速度慢,难以实时检测电梯门运动轨迹的问题;达到了提高检测电梯门运动轨迹的实时性以及识别结果的准确性的效果。
- [0076] 请参考图2,其示出了本发明另一个实施例提供的电梯门运动轨迹识别方法的流程图。该电梯门运动轨迹识别方法适用于电梯监控系统中的服务器中。如图2所示,该电梯门运动轨迹识别方法可以包括以下步骤:
- [0077] 步骤201,获取电梯门图像序列。
- [0078] 电梯门图像序列中的图像包括电梯门。
- [0079] 电梯门图像序列是设置在电梯轿厢内的摄像头采集的。
- [0080] 电梯门图像序列是摄像头实时采集的。
- [0081] 可选的,实时获取电梯门图像序列。
- [0082] 步骤202,针对电梯门图像序列中的图像,利用前置识别方法确定每帧图像中的电梯门边缘的识别位置。
- [0083] 根据电梯门图像序列中每帧图像的获取顺序,依次利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置。
- [0084] 每增加一帧图像,利用前置识别方法确定该图像中电梯门边缘的识别位置。
- [0085] 在电梯门边缘检测时,可以采用基于水平梯度的边缘检测算法或阈值分割算法,但由于基于水平梯度的边缘检测方法对线状噪声干扰比较敏感,对均匀的面状噪声抗干扰能力较强,阈值分割方法对面状噪声比较敏感,对线性噪声的抗干扰能力较强,因此本方案中综合考虑基于水平梯度的边缘检测算法和阈值分割方法,得到前置识别方法,来降低识别过程中的线性噪声和面状噪声的影响。
- [0086] 由于电梯门分为单门和双门两类,在利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置时,需要分两种情况考虑,也即电梯门为单门,和,电梯门为左门和右门构成

的双门。

[0087] 一、当电梯门为单门时,利用前置识别算法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置的实现方式如下:

[0088] 按公式一确定电梯门边缘存在可能性函数。

$$[0089] \quad F(I, x) = a \cdot V_{\%}(I, x) + b \cdot D_{\%}(I, x) \quad (\text{公式一})$$

[0090] 其中, $F(I, x)$ 表示电梯门边缘存在的可能性, $a+b=1$, 图像 I 的宽为 W , 图像 I 的高为 H , $D(I, x)$ 表示图像 I 在第 x 列的水平梯度, $V(I, x)$ 表示图像 I 的一维类间方差。

[0091] $D_{\%}(I, x)$ 为 $D(I, x)$ 的百分化函数, $V_{\%}(I, x)$ 为 $V(I, x)$ 的百分化函数。

[0092] 由于需要考虑两个函数权重的问题,因此将 $D(I, x)$ 除以最大值得到百分化的函数 $D_{\%}(I, x)$, 以及将 $V(I, x)$ 除以最大值得到百分化的函数 $V_{\%}(I, x)$ 。

$$[0093] \quad V_{\%}(I, x) = \frac{V(I, x)}{\max\{V(I, x) | x \in [1, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$[0094] \quad D_{\%}(I, x) = \frac{D(I, x)}{\max\{D(I, x) | x \in [1, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$[0095] \quad D(I, x) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H (I(i, x+1) - I(i, x))$$

[0096]

$$V(I, x) = \frac{x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^x I(i, j)}{H \cdot x} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2 + \frac{W-x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=x+1}^W I(i, j)}{H \cdot (W-x)} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2。$$

[0097] 令 $F(I, x)$ 取得最大值的 x 为电梯门边缘的识别位置。

[0098] 二、当电梯门为双门时,利用前置识别算法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置的实现方式如下:

[0099] 按公式二确定电梯门边缘存在可能性函数。

$$[0100] \quad F(I, x, y) = a \cdot V_{\%}(I, x, y) + b \cdot D_{\%}(I, x) + b \cdot D_{\%}(I, y) \quad (\text{公式二})$$

[0101] 其中, $F(I, x, y)$ 表示电梯门边缘存在的可能性, $a+2b=1$, 图像 I 的宽为 W , 图像 I 的高为 H , $D(I, x)$ 为图像 I 在第 x 列的水平梯度, $D(I, y)$ 为图像 I 在第 y 列的水平梯度, $V(I, x, y)$ 为图像 I 的二维类间方差, $D_{\%}(I, x)$ 为 $D(I, x)$ 的百分化函数, $D_{\%}(I, y)$ 为 $D(I, y)$ 的百分化函数, $V_{\%}(I, x, y)$ 为 $V(I, x, y)$ 的百分化函数。

$$[0102] \quad V_{\%}(I, x, y) = \frac{V(I, x, y)}{\max\{V(I, x, y) | x \in [1, W], y \in [x, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$[0103] \quad D_{\%}(I, x) = \frac{D(I, x)}{\max\{D(I, x) | x \in [1, W]\}} \cdot 100\%,$$

$$[0104] \quad D(I, x) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H (I(i, x+1) - I(i, x))$$

$$[0105] \quad D(I, y) = \frac{1}{H} \sum_{i=1}^H (I(i, y+1) - I(i, y)),$$

[0106]

$$V(I, x, y) = \frac{x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^x I(i, j)}{H \cdot x} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2 + \frac{y-x}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=x+1}^y I(i, j)}{H \cdot (y-x)} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2 \\ + \frac{W-y}{W} \left(\frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=y+1}^W I(i, j)}{H \cdot (W-y)} - \frac{\sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W I(i, j)}{H \cdot W} \right)^2$$

。

[0107] 令 $F(I, x, y)$ 取得最大值的 x, y 为两个电梯门边缘的识别位置, 即 x, y 分别为左门边缘的识别位置或右门边缘的识别位置。

[0108] 步骤203, 根据前 q 帧图像中电梯门边缘的识别位置, 确定电梯门运动轨迹模型。

[0109] 其中, q 为大于1的整数。

[0110] 可选的, 采用局部窗口多项式拟合模型对电梯门运动轨迹进行预测:

$$[0111] \quad x(k) = f(p, x(k-1), x(k-2), \dots, x(k-q))$$

[0112] 其中, $x(1), x(2), \dots, x(k-1), x(k)$ 离散序列表示电梯门边缘在每一帧图像中的位置, k 表示帧, p 为待拟合的多项式的阶数, q 为选取的用来拟合的数据窗口长度, $f(\cdot)$ 表示多项式拟合以及计算下一序列的值的方法。

[0113] 根据 p 是否为1可以将模型分为线性模型和非线性模型, 根据 q 是否是固定长度可见该模型分为固定窗口模型和变窗口模型。

[0114] 令电梯门运动轨迹模型为 p 阶 q 帧窗口预测模型, 电梯门运动轨迹模型的表达式如公式三所示:

$$[0115] \quad F_p(m) = a_0 + a_1 m + a_2 m^2 + \dots + a_p m^p \quad (\text{公式三})$$

[0116] 公式三中, m 表示帧, $F_p(m)$ 表示第 m 帧图像中电梯门边缘的位置, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_p$ 为电梯门运动轨迹模型的系数, $q > p$, q 和 p 均为整数。

[0117] 因此, 需要求解出 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_p$ 以确定电梯门运动轨迹模型。

[0118] 根据前 q 帧图像中电梯门边缘的识别位置确定电梯门运动轨迹模型的系数。

[0119] 根据前 q 帧图像中电梯门边缘的识别位置可得到 q 组待拟合数据 (m_i, n_i) , n_i 为第 m_i 帧图像中电梯门边缘的识别位置。

[0120] 当多项式系数 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_p$ 令式 $\delta(a_0, a_1, a_2, \dots, a_p) = \sum_{i=1}^q (F_p(m_i) - n_i)^2$ 取得极

小值时, 得到方程组:

$$[0121] \quad \frac{\partial \delta}{\partial a_j} = 0, j = 0, 1, 2, \dots, p,$$

[0122] 整理得:

$$[0123] \quad \begin{bmatrix} q & \sum_{i=1}^q m_i & \sum_{i=1}^q m_i^p \\ \sum_{i=1}^q m_i & \sum_{i=1}^q m_i^2 & \dots & \sum_{i=1}^q m_i^{p+1} \\ \sum_{i=1}^q m_i^p & \sum_{i=1}^q m_i^{p+1} & \dots & \sum_{i=1}^q m_i^{2p} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \\ \vdots \\ a_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^q n_i \\ \sum_{i=1}^q x_i n_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^q x_i^p n_i \end{bmatrix},$$

[0124] 当 $q > p$ 时,根据高斯消元法求得电梯门运动轨迹模型的系数 $a_0, a_1, a_2, \dots, a_p$ 。

[0125] 将求解得到的电梯门运动轨迹模型的系数带入电梯门运动轨迹模型的表达式,即公式三,得到电梯门运动轨迹模型。

[0126] 得到的电梯门运动轨迹模型用于预测电梯门图像序列中第 q 帧以后的图像中电梯门边缘的预测位置。

[0127] 步骤204,针对电梯门图像序列中第 q 帧之后的每帧图像,利用电梯门运动轨迹模型得到电梯门边缘的预测位置。

[0128] 以第 $q+1$ 帧为例,第 $q+1$ 帧图像中电梯门边缘的预测位置为 $F_p(q+1)$ 。

[0129] 步骤205,获取利用前置识别方法确定的电梯门边缘的识别位置。

[0130] 以第 $q+1$ 帧为例,当获取到电梯门图像序列中的 $q+1$ 图像时,利用前置识别方法确定第 $q+1$ 帧图像中的电梯门边缘的识别位置。

[0131] 需要说明的是,步骤205还可以在步骤204之前执行,或者步骤205还可以与步骤204同时执行。

[0132] 步骤206,利用类高斯加权函数和预测位置矫正所述识别位置,得到矫正位置。

[0133] 其中,类高斯加权函数的表达式为:

$$[0134] \quad \text{当电梯门为单门时, } W(x, \mu, \sigma) = \exp\left(-\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2\right),$$

[0135] 或,

$$[0136] \quad \text{当电梯门为双门时, } W(x, y, \mu, \nu, \sigma) = \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2 + (y-\nu)^2}{\sigma^2}\right),$$

[0137] 其中, σ 为模型因子, μ 为利用电梯门运动轨迹模型预测得到的电梯门边缘的预测位置;当电梯门为双门时, ν 为利用电梯门运动轨迹模型预测得到的电梯门边缘的预测位置。

[0138] 可选的, σ 是预先设置的; σ 根据该电梯门运动轨迹识别方法的应用环境确定。

[0139] 可选的,类高斯加权函数用于描述识别结果的置信度。

[0140] 在 $x = \mu$ 时,峰值恒定为1,表示识别结果的置信度最高, x 远离 μ ,置信度下降;在 $x = \mu, y = \nu$ 时,峰值恒定为1,表示识别结果的置信度最高, x 远离 μ, y 远离 ν ,置信度下降。

[0141] 由于电梯门为单门或双门,因此确定矫正位置时需要考虑如下两种情况:

[0142] 一、当电梯门为单门时,利用类高斯加权函数和预测位置矫正识别位置,得到矫正位置,由如下方式实现:

[0143] 利用类高斯加权函数和预测位置按公式四矫正识别位置：

$$[0144] \quad G(I, x) = W(x, \mu, \sigma) F(I, x) = \exp\left(-\frac{(x-u)^2}{\sigma}\right) F(I, x) \quad (\text{公式四})$$

[0145] 其中, $F(I, x)$ 表示电梯门边缘存在的可能性, $G(I, x)$ 表示电梯门边缘存在的矫正可能性。

[0146] $F(I, x)$ 的表达式为公式一。

[0147] 令 $G(I, x)$ 取得最大值的 x 为电梯门边缘的矫正位置。

[0148] 二、当电梯门为双门时, 利用类高斯加权函数和预测位置矫正识别位置, 得到矫正位置, 由如下方式实现：

[0149] 利用类高斯加权函数和预测位置按公式五矫正识别位置：

[0150]

$$G(I, x, y) = W(x, y, \mu, v, \sigma) F(I, x, y) = \exp\left(-\frac{(x-u)^2 + (y-v)^2}{\sigma^2}\right) F(I, x, y) \quad (\text{公式五})$$

[0151] 其中, $F(I, x, y)$ 表示电梯门边缘存在的可能性, $G(I, x, y)$ 表示电梯门边缘存在的矫正可能性。

[0152] $F(I, x, y)$ 的表达式为公式二。

[0153] 令 $G(I, x, y)$ 取得最大值的 x, y 为两个电梯门边缘的矫正位置, 也即令 $G(I, x, y)$ 取得最大值的 x, y 分别为左门边缘的矫正位置、右门边缘的矫正位置。

[0154] 步骤207, 根据前 q 帧图像对应的识别位置和第 q 帧之后的图像对应的矫正位置, 得到电梯门运动轨迹。

[0155] 根据前 q 帧图像中每帧图像中的电梯门边缘位置和第 q 帧之后的图像序列中每帧图像中的电梯门边缘位置, 得到电梯门运动轨迹。

[0156] 将识别位置和矫正位置按时间顺序排列, 得到电梯门运动轨迹。

[0157] 综上所述, 本发明实施例提供的电梯门运动轨迹方法, 通过获取电梯门图像序列, 针对电梯门图像序列中的图像, 利用前置识别方法确定每帧图像中电梯门边缘的识别位置, 根据前 q 帧图像中的电梯门边缘的识别位置, 确定电梯门运动轨迹模型, 再针对电梯门图像序列中第 q 帧之后的每帧图像, 利用电梯门运动轨迹模型对识别位置进行矫正, 得到矫正位置, 根据前 q 帧图像对应的识别位置和第 q 帧之后的图像对应的矫正位置, 得到电梯门运动轨迹; 解决了相关技术中识别电梯门边缘的算法计算量大, 识别速度慢, 难以实时检测电梯门运动轨迹的问题; 达到了提高检测电梯门运动轨迹的实时性以及识别结果的准确性的效果。

[0158] 此外, 利用综合了基于水平梯度的边缘检测方法和阈值分割方法的前置识别方法, 能够有效地排除检测识别过程中的线性噪声和面状噪声, 提高实时检测电梯门运动轨迹的准确度和稳定性。

[0159] 此外, 由于在电梯运行环境中, 运动的乘客会对电梯边缘的识别产生干扰, 利用类高斯胶圈函数对原始列灰度统计进行加权, 能够弱化运动噪声的干扰, 令该电梯门运动轨迹识别方法具有较高的鲁棒性。

[0160] 需要说明的是: 上述本发明实施例序号仅仅为了描述, 不代表实施例的优劣。

[0161] 本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例的全部或部分步骤可以通过硬件来完成,也可以通过程序来指令相关的硬件完成,所述的程序可以存储于一种计算机可读存储介质中,上述提到的存储介质可以是只读存储器,磁盘或光盘等。

[0162] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

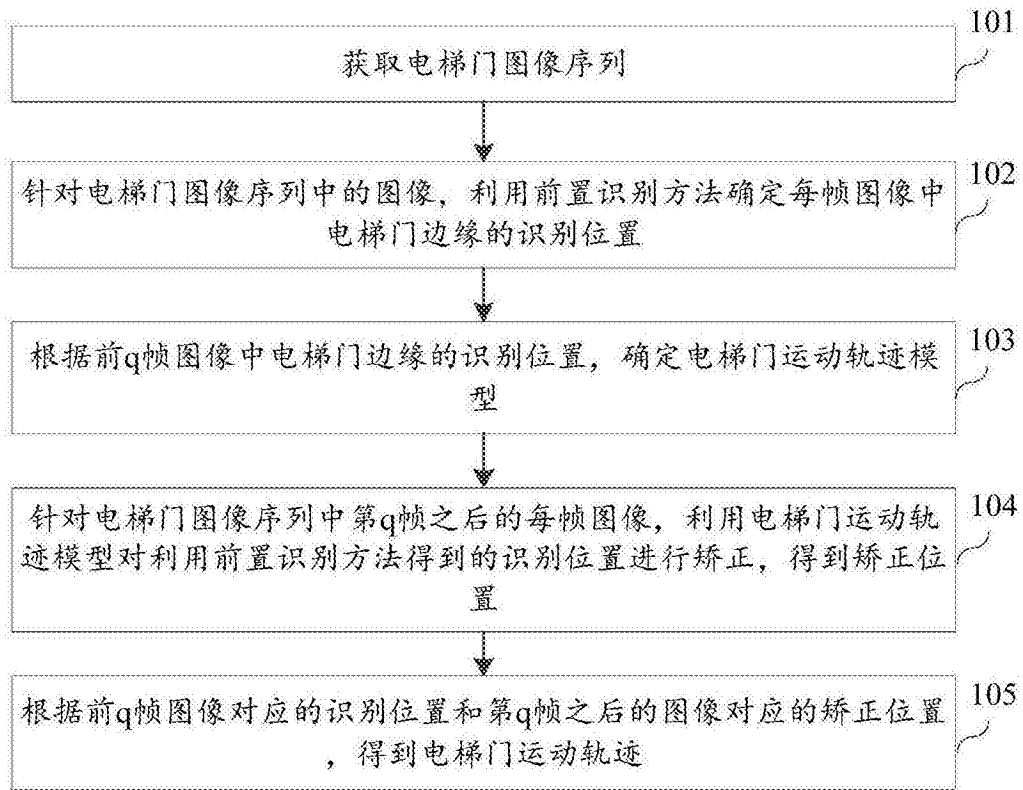


图1

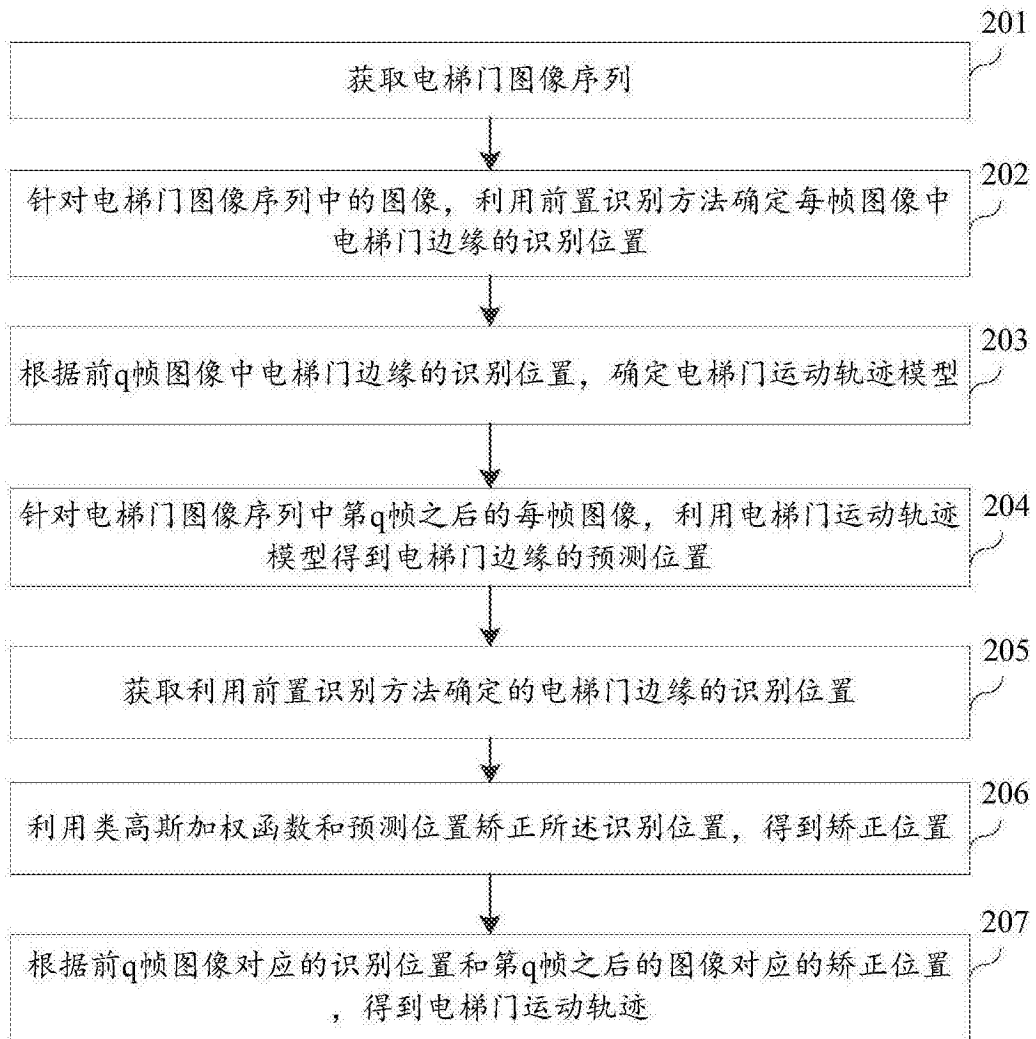


图2