



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 110555929 B

(45)授权公告日 2020.08.14

(21)申请号 201910764625.8

G06K 9/46(2006.01)

(22)申请日 2019.08.19

H03F 3/68(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

审查员 申丽娟

申请公布号 CN 110555929 A

(43)申请公布日 2019.12.10

(73)专利权人 北京戴纳实验科技有限公司

地址 100000 北京市丰台区南四环西路188号院十区28号楼4层

(72)发明人 迟海鹏

(74)专利代理机构 北京冠和权律师事务所

11399

代理人 崔征

(51)Int.Cl.

G07C 9/37(2020.01)

G06K 9/00(2006.01)

权利要求书6页 说明书19页 附图1页

(54)发明名称

一种实验室门禁验证系统与验证方法

(57)摘要

本发明属于实验室设备技术领域,具体涉及一种辨识精度更高的实验室门禁验证系统与验证方法。包括:人脸轮廓识别模块,识别人脸轮廓数据,确认人脸轮廓数据辨识度LB;人脸五官辨识模块,识别人脸的五官位置、形状数据,确认人脸五官数据辨识度RB;人脸肤色辨识模块,识别人脸的肤色信息,确认人脸肤色数据辨识度FB;辨识度综合处理模块,根据人脸轮廓数据辨识度LB、人脸五官数据辨识度RB、人脸肤色数据辨识度FB获得实验室门禁验证辨识度TB。将本算法移植到嵌入式平台是基于ZYNQ平台的ARM和FPGA架构,对算法进行改进方便与FPGA单元相结合,满足识别的准确性与实时性。



1. 一种实验室门禁验证系统,其特征在于,包括:

人脸轮廓识别模块,识别人脸轮廓数据,确认人脸轮廓数据辨识度LB;

人脸五官辨识模块,识别人脸的五官位置、形状数据,确认人脸五官数据辨识度RB;

人脸肤色辨识模块,识别人脸的肤色信息,确认人脸肤色数据辨识度FB;

辨识度综合处理模块,根据人脸轮廓数据辨识度LB、人脸五官数据辨识度RB、人脸肤色数据辨识度FB获得实验室门禁验证辨识度TB;

若实验室门禁验证辨识度 $TB \geq$ 阈值T,则门禁解除禁止;若实验室门禁验证辨识度 $TB <$ 阈值T,则门禁保持禁止;

所述人脸五官辨识模块识别人脸的五官位置、形状数据,确认人脸五官数据辨识度RB,包括以下步骤:

首先获取人脸的五官的位置:

(2.1) 将人脸图像利用2D高斯滤波模板和原始的图像进行卷积处理,用来消除人脸图像的噪音;

(2.2) 对所述人脸图像进行灰度处理,并将灰度化后的图像的每个位置计算沿着水平向左和水平向下两个方向的像素值的增长率;

(2.3) 计算每个位置的综合增长率;

$$f(x, y) = \sqrt{(H_z^2 + H_x^2)}$$

其中, $f(x, y)$ 为所述人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的综合增长率, H_z 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向左方向的像素值的增长率, H_x 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向下方向的像素值的增长率;

(2.4) 计算每个位置的增长方向;

$$\theta(x, y) = \arcsin \frac{H_x}{H_z}$$

其中, $\theta(x, y)$ 人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向左和增长方向之间的夹角;

(2.5) 遍历整个人脸图像,比较灰度后的人脸图像的每个位置的像素点的值是否大于所述位置的增长方向上的前后两个位置的像素点的值,若大于前后两个位置的像素点的值,则将所述位置的像素点的值不做改变,否则将所述位置的像素点的值赋值为0;

(2.6) 将经过(2.5)处理后的图像中像素点的值大于预设值T1的点作为五官的位置点,从而获得所述五官的坐标位置;

然后将获取的五官的坐标位置与预设的标准五官的坐标位置之间的欧氏距离的倒数,作为人脸五官数据辨识度RB。

2. 根据权利要求1所述的一种实验室门禁验证系统,其特征在于,所述人脸轮廓识别模块,识别人脸轮廓数据,确认人脸轮廓数据辨识度LB,包括以下步骤:

(1.1) 获取所述实验室门禁验证系统中存储的所有的可被辨识人的人脸轮廓的n个特征点,计算人脸轮廓的每个特征点的波动水平;

$$\overline{Hbd}_j = \sum_{i=1}^m \frac{(Hbd_{i,j})}{m}, \quad \sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{(Hbd_{i,j} - \overline{Hbd}_j)^2}{m}}$$

其中, \overline{Hbd}_j 为中间参数, $Hbd_{i,j}$ 为实验室门禁验证系统中存储的第 i 个人的人脸轮廓的第 j 个特征点, σ_j 为人脸轮廓的第 j 个特征点的波动水平, m 为所述实验室门禁验证系统中存储的人脸总量, $i=1,2,3\dots m, j=1,2,3\dots n$;

(1.2) 计算人脸轮廓的每个特征点的调整系数;

$$H_j = \frac{n * \sigma_j}{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \dots + \sigma_j + \dots + \sigma_n}$$

H_j 为人脸轮廓的 j 个特征点的调整系数;

(1.3) 获取需要被识别的人的人脸轮廓的 n 个特征点;

(1.4) 计算需要被识别的人的人脸轮廓的每个特征点与实验室门禁验证系统中存储的所有的可被辨识人的人脸轮廓的差距;

$$\varpi_{i,j} = |H_j - Hbd_{i,j}|$$

$\varpi_{i,j}$ 为需要被识别的人的人脸轮廓的第 j 个特征点与实验室门禁验证系统中存储的第 i 个人的第 j 个特征点的人脸轮廓的差距;

(1.5) 计算人脸轮廓数据辨识度 LB :

$$\max \varpi_j = \max (\varpi_{1,j}, \varpi_{2,j}, \varpi_{3,j}, \dots, \varpi_{i,j}, \dots, \varpi_{m,j})$$

$$\min \varpi_j = \min (\varpi_{1,j}, \varpi_{2,j}, \varpi_{3,j}, \dots, \varpi_{i,j}, \dots, \varpi_{m,j})$$

$$LB_i = \sum_{j=1}^n \frac{H_j \max \varpi_j + \min \varpi_j}{\varpi_{i,j} + H_j \max \varpi_j}$$

$$LB = \max (LB_1, LB_2, LB_3, \dots, LB_i \dots LB_j)$$

其中, $\max \varpi_j$ 、 $\min \varpi_j$ 、 LB_i 为中间参数;

通过人脸轮廓数据辨识度 LB 的大小评估被辨识人的人脸轮廓曲线符合度, LB 越小说明被辨识人的吻合度越低。

3. 根据权利要求1所述的一种实验室门禁验证系统, 其特征在于, 所述人脸肤色辨识模块, 识别人脸的肤色信息, 确认人脸肤色数据辨识度 FB ; 包括:

(3.1) 根据人脸五官数据辨识度 RB 、人脸轮廓数据辨识度 LB 的辨识结果提取人脸肤色数据库对应的肤色数据:

$$K = \{Z, fs_min, fs_max\}$$

其中, K 为肤色数据数据集, Z 为提取的人脸肤色的亮度, fs_min 为提取的人脸肤色的像素最小值, fs_max 为提取的人脸肤色的像素最大值;

(3.2) 获取需被辨识的人的像素点的值, 并计算每个像素点的值的权值;

$$W_{-XS_{x,y}} = \frac{H_{-XS_{x,y}}}{\text{sum}(H_{-XS})}$$

$W_{-XS_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为(x,y)的位置的像素点的灰度值的权值,

$H_{-XS_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为(x,y)的位置的像素点的灰度值;

H_{-XS} 为人脸图像所有位置的像素点的灰度值;

(3.3) 计算肤色所属值;

$$G_{-fs_{x,y}} = \begin{cases} 0, & fs_min \geq H_{-XS_{x,y}} \text{ and } H_{-XS_{x,y}} \geq fs_max \\ \frac{Z}{\sqrt{2\pi|\text{cov}|}} e^{-\frac{1}{2}(H_{-XS_{x,y}} - \bar{H})\text{cov}^{-1}(H_{-XS_{x,y}} - \bar{H})^T}, & \text{其它} \end{cases}$$

其中, $G_{-fs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为(x,y)的位置的肤色所属概率, cov 为对 H_{-XS} 按列做协方差后的协方差矩阵, \bar{H} 为对 H_{-XS} 按列做均值后的向量, $(H_{-XS_{x,y}} - \bar{H})^T$ 对 $H_{-XS_{x,y}} - \bar{H}$ 做转置;

(3.4) 确认人脸肤色数据辨识度FB;

$$FB = \sum_{(x,y) \in v} G_{-fs_{x,y}} * W_{-XS_{x,y}}$$

其中, $(x,y) \in v$ 为人脸图像坐标为(x,y)的取值为人脸图像的所有坐标点。

4. 根据权利要求1所述的一种实验室门禁验证系统,其特征在于,根据以下公式获得所述实验室门禁验证辨识度TB:

$$TB = \frac{a(LB + RB + FB)^b}{\max(LB) + \max(RB) + \max(FB)}$$

其中,a,b为预设系数,预设值为为 1 ± 0.02 , $\max(LB)$ 为LB能取到的最大值, $\max(RB)$ 为RB能取到的最大值, $\max(FB)$ 为FB能取到的最大值;

若实验室门禁验证辨识度 $TB \geq$ 阈值T,则门禁解除禁止;若实验室门禁验证辨识度 $TB <$ 阈值T,则门禁保持禁止。

5. 一种实验室门禁验证方法,其特征在于,包括如下步骤:

识别人脸轮廓数据,确认人脸轮廓数据辨识度LB,包括:

(1.1) 获取实验室门禁验证系统中存储的所有的可被辨识人的人脸轮廓的n个特征点,计算人脸轮廓的每个特征点的波动水平;

$$\overline{Hbd}_j = \sum_{i=1}^m \frac{(Hbd_{i,j})}{m}, \quad \sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{(Hbd_{i,j} - \overline{Hbd}_j)^2}{m}}$$

其中, \overline{Hbd}_j 为中间参数, $Hbd_{i,j}$ 为实验室门禁验证系统中存储的第i个人的人脸轮廓的第j个特征点, σ_j 为人脸轮廓的第j个特征点的波动水平,m为所述实验室门禁验证系统中

存储的人脸总量, $i=1,2,3\dots m, j=1,2,3\dots n$;

(1.2) 计算人脸轮廓的每个特征点的调整系数;

$$H_j = \frac{n * \sigma_j}{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \dots + \sigma_j + \dots + \sigma_n}$$

H_j 为人脸轮廓的j个特征点的调整系数;

(1.3) 获取需要被识别的人的人脸轮廓的n个特征点;

(1.4) 计算需要被识别的人的人脸轮廓的每个特征点与实验室门禁验证系统中存储的所有可被辨识的人的人脸轮廓的差距;

$$\varpi_{i,j} = |H_j - H b d_{i,j}|$$

$\varpi_{i,j}$ 为需要被识别的人的人脸轮廓的第j个特征点与实验室门禁验证系统中存储的第i个人的第j个特征点的人脸轮廓的差距;

(1.5) 人脸轮廓数据辨识度LB:

$$\max \varpi_j = \max (\varpi_{1,j}, \varpi_{2,j}, \varpi_{3,j}, \dots, \varpi_{i,j}, \dots, \varpi_{m,j})$$

$$\min \varpi_j = \min (\varpi_{1,j}, \varpi_{2,j}, \varpi_{3,j}, \dots, \varpi_{i,j}, \dots, \varpi_{m,j})$$

$$LB_i = \sum_{j=1}^n \frac{H_j \max \varpi_j + \min \varpi_j}{\varpi_{i,j} + H_j \max \varpi_j}$$

$$LB = \max (LB_1, LB_2, LB_3, \dots, LB_1 \dots LB_j)$$

其中, $\max \varpi_j$ 、 $\min \varpi_j$ 、 LB_i 为中间参数;

通过LB的大小评估被辨识的人的人脸轮廓曲线符合度, LB越小说明被辨识人的吻合度越低;

确认人脸五官数据辨识度RB, 包括:

首先获取人脸的五官的位置

(2.1) 将人脸图像利用2D高斯滤波模板和原始的图像进行卷积处理, 用来消除人脸图像的噪音;

(2.2) 对所述人脸图像进行灰度处理, 并将灰度化后的图像的每个位置沿着水平向左和水平向下两个方向的像素值的增长率;

(2.3) 计算每个位置的综合增长率;

$$f(x, y) = \sqrt{(H_z^2 + H_x^2)}$$

其中, $f(x, y)$ 为所述人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的综合增长率, H_z 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向左方向的像素值的增长率, H_x 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向下方向的像素值的增长率;

(2.4) 计算每个位置的增长方向;

$$\theta(x, y) = \arcsin \frac{H_x}{H_z}$$

其中, $\theta(x, y)$ 人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向左和增长方向之间的夹角;

(2.5) 遍历整个人脸图像, 比较人脸图像的灰度后的像素点的值是否大于他的增长方向上的前后两个位置的像素点的值, 将不是的设置0;

(2.6) 将经过 (2.5) 处理后的图像中像素点的值大于预设值T1的点作为五官的位置点, 从而获得所述五官的坐标位置;

然后将获取的五官的坐标位置与预设的标准五官的坐标位置之间欧氏距离的倒数, 作为人脸五官数据辨识度RB;

确认人脸肤色数据辨识度FB, 包括:

(3.1) 根据人脸五官数据辨识度RB、人脸轮廓数据辨识度LB的辨识结果提取人脸肤色数据库对应的肤色数据:

$$K = \{Z, fs_min, fs_max\}$$

其中, K为肤色数据数据集, Z为提取的人脸肤色的亮度, fs_min为提取的人脸肤色的像素最小值, fs_max为提取的人脸肤色的像素最大值;

(3.2) 获取需被辨识的人的像素点的值, 并计算每个像素点的值的权值;

$$W_{-xs_{x,y}} = \frac{H_{-xs_{x,y}}}{sum(H_{-xs})}$$

$W_{-xs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的像素点的灰度值的权值,

$H_{-xs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的像素点的灰度值;

H_{-xs} 为人脸图像所有位置的像素点的灰度值;

(3.3) 计算肤色所属值;

$$G_{fs_{x,y}} = \begin{cases} 0, & fs_min \geq H_{-xs_{x,y}} \text{ and } H_{-xs_{x,y}} \geq fs_max \\ \frac{Z}{\sqrt{2\pi|cov|}} e^{-\frac{1}{2}(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})cov^{-1}(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})^T}, & \text{其它} \end{cases}$$

其中, $G_{fs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的肤色所属概率, cov为对 H_{-xs} 按列做协方差后的协方差矩阵, \bar{H} 为对 H_{-xs} 按列做均值后的向量, $(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})^T$ 对 $H_{-xs_{x,y}} - \bar{H}$ 做转置;

(3.4) 确认人脸肤色数据辨识度FB

$$FB = \sum_{(x,y) \in v} G_{fs_{x,y}} * W_{-xs_{x,y}}$$

其中, $(x, y) \in v$ 为人脸图像坐标为 (x, y) 的取值为人脸图像的所有坐标点;

辨识度综合处理模块, 根据人脸轮廓数据辨识度LB、人脸五官数据辨识度RB、人脸肤色数据辨识度FB获得实验室门禁验证辨识度TB;

若实验室门禁验证辨识度 $TB \geq$ 阈值 T ,则门禁解除禁止;若实验室门禁验证辨识度 $TB <$ 阈值 T ,则门禁保持禁止。

6. 根据权利要求5所述的一种实验室门禁验证方法,其特征在于,所述的获得实验室门禁验证辨识度 TB 为:

$$TB = \frac{a(LB + RB + FB)^b}{\max(LB) + \max(RB) + \max(FB)}$$

其中, a, b 为预设系数,预设值为 1 ± 0.02 , $\max(LB)$ 为 LB 能取到的最大值, $\max(RB)$ 为 RB 能取到的最大值, $\max(FB)$ 为 FB 能取到的最大值。

7. 根据权利要求1所述的一种实验室门禁验证系统,其特征在于,所述人脸轮廓识别模块中包括识别电路,

所述识别电路包括:第一电阻 $R1$ 、第二电阻 $R2$ 、第三电阻 $R3$ 、第四电阻 $R4$ 、第五电阻 $R5$ 、第六电阻 $R6$ 、第七电阻 $R7$ 、第八电阻 $R8$ 、第九电阻 $R9$ 、第十电阻 $R10$ 、第一电容 $C1$ 、第二电容 $C2$ 、第三电容 $C3$ 、第四电容 $C4$ 、第五电容 $C5$ 、第一NPN晶体管 $Q1$ 、第二NPN晶体管 $Q2$ 、第三NPN晶体管 $Q3$ 、第四NPN晶体管 $Q4$ 、二极管 L 、第一运算放大器 $B1$ 、第二运算放大器 $B2$ 、第三运算放大器 $B3$ 、第四运算放大器 $B4$ 、第一放大器 $A1$ 、第二放大器 $A2$ 、识别器、电源 VCC 、地 GND ;

其中,所述电源 VCC 分别与识别器、第二电阻 $R2$ 、第五电阻 $R5$ 、第一电容 $C1$ 的输入端连接,第二电阻 $R2$ 的输出端分别与第三电阻 $R3$ 的输入端、第一NPN晶体管 $Q1$ 的集电极连接,第一电容 $C1$ 的输出端与第一NPN晶体管 $Q1$ 的基极连接,第一NPN晶体管 $Q1$ 的发射极与第一电阻 $R1$ 输入端连接;

所述第三电阻 $R3$ 的输出端与第一运算放大器 $B1$ 的正向输入端连接,第一运算放大器 $B1$ 的反向输入端分别与第四电阻 $R4$ 、第六电阻 $R6$ 的输入端连接,第一运算放大器 $B1$ 的输出端分别与第六电阻 $R6$ 的输出端、第二放大器 $A2$ 的输入端连接;

所述第五电阻 $R5$ 的输出端与第一放大器 $A1$ 的输入端连接,第一放大器 $A1$ 的输出端与第二运算放大器 $B2$ 的正向输入端连接,第二运算放大器 $B2$ 的反向输入端接地 GND ,第二运算放大器 $B2$ 输出端分别与第二放大器 $A2$ 的输出端、第二NPN晶体管 $Q2$ 的基极、第八电阻 $R8$ 的输入端、第二电容 $C2$ 的输入端连接;

所述识别器的输出端与第七电阻 $R7$ 的输入端连接,第七电阻 $R7$ 的输出端分别与第二NPN晶体管 $Q2$ 的集电极、二极管 L 的正极连接,第二NPN晶体管 $Q2$ 的发射极接地 GND ,二极管 L 的负极分别与第十电阻 $R10$ 、第五电容 $C5$ 的输入端连接;

所述第八电阻 $R8$ 的输出端与第三运算放大器 $B3$ 的正向输入端连接,第三运算放大器 $B3$ 的反向输入端与第三电容 $C3$ 的输入端连接,第三运算放大器 $B3$ 的输出端分别与第四电容 $C4$ 、第九电阻 $R9$ 的输入端连接,第九电阻 $R9$ 、第十电阻 $R10$ 、第五电容 $C5$ 的输出端分别与第三NPN晶体管 $Q3$ 、第四NPN晶体管 $Q4$ 的集电极连接;

所述第四运算放大器 $B4$ 的正向输入端与第三电容 $C3$ 的输出端连接,所述第四运算放大器 $B4$ 的反向输入端与第二电容 $C2$ 的输出端连接,所述第四运算放大器 $B4$ 的输出端分别与第四电容 $C4$ 的输出端、第三NPN晶体管 $Q3$ 的基极连接,第三NPN晶体管 $Q3$ 的发射极与第四NPN晶体管 $Q4$ 的基极连接;

所述第一电容 $C1$ 的输入端、第一电阻 $R1$ 的输出端、第四电阻 $R4$ 的输出端、第四NPN晶体管 $Q4$ 的发射极分别与地连接。

一种实验室门禁验证系统与验证方法

技术领域

[0001] 本发明属于实验室设备技术领域,具体涉及一种辨识精度更高的实验室门禁验证系统与验证方法。

背景技术

[0002] 随着科技社会的发展和世界经济的增长,智能实验室的发展与大学的实验教学息息相关,实验室的智能化程度也决定了学生的实验质量。但是,即使是在智能实验室中依然存在实验物品被外来人员盗窃的问题,而相对老式的实验室中直接是大门敞开随意出入,失窃率一直得不到改善。针对这类问题,身份识别技术成为了国内外的研究热点,各个国家致力于发展智能化门禁技术来提高实验室的安全性,也正是这项技术的发展才使得国家和学校的安全和利益得到了保障。

[0003] 门禁系统作为一种新型现代化安全管理系统,它将机器自动识别技术和现代安全管理措施结合为一体,涉及到电子技术,机械自动化,计算机技术,通讯技术,生物识别技术等诸多新技术。门禁系统是解决各类实验场所与外界出入口安全问题的有效措施。在实验室中很多场景都离不开门禁系统,如智能化实验舱、实验室等。

[0004] 早期的门禁系统是通过门铃的形式,通过门禁器联系实验室管理员,实验室管理员来控制门禁的开启,这种门禁系统的优势在于成本低,易控制。但是该门禁系统仅仅针对外来人员,对于实验室管理员来说仍需自己使用钥匙来开门,且使用起来非常的不方便,早期的门禁系统没有任何自动识技术,仅仅是通过控制的方向来完成提高安全性。随着感应技术的发展,电子技术市场的高速发展,门禁系统进入了快速发展期,例如感应卡式门禁系统产品化也使得门禁系统在便捷性等方面有了提高,且由于产品成本较低,许多类似产品在面对较低端场景依旧有着一定市场。但是由于门禁卡依然是一个需要携带的物品本身有一定的局限性,一旦出现遗失或损坏则会带来较大的麻烦。因此近十几年来,依托生物识别技术的逐渐成熟以及人工智能的飞速发展,门禁系统也从早期的简单控制发展成系统能够利用人体生物特征来进行自动识别。目前门禁系统已经发展到了成熟期,指纹门禁系统,虹膜门禁系统,声纹识别门禁系统,人脸识别门禁系统等蓬勃发展也使得各场景实验室出入口安全问题得到了有利的改善。指纹门禁系统和掌纹识别门禁系统相对于门禁卡来说较为方便,但是由于信息量较少且易于被伪造,因此安全系数不够高。虹膜门禁系统相对于指纹门禁系统来说不用考虑频繁接触带来的卫生问题,且由于是人体虹膜信息作为密码,不容易伪造,但是由于其工作的特殊性,验证时需要人贴近设备,由于人的身高差异较大,导致设备交互性不是特别好,专用的图像采集设备造价高且安装较为麻烦,且成本较高无法大范围推广。声纹识别门禁系统利用提前存储的声纹信息来对用户进行身份识别,系统成本相对较为便宜,但是由于声纹信息的有限性,准确率不够高且容易被伪造。

[0005] 人脸识别门禁系统同样具有非接触性的优点,且相对于虹膜识别系统的人机交互性更好、便捷性更强,同样由于人脸图像的独一性,难以被仿冒,安全系数高,相对于虹膜系统中使用的且识别准确性高,能够快速并准确的完成身份的识别验证。不仅仅是门禁系统,

人脸识别技术作为生物特征识别技术具有巨大的潜在应用场景。人脸识别技术在最近数年一直都是计算机视觉和机器学习等领域的热门课题。

发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种辨识精度更高的实验室门禁验证系统。

[0007] 本发明的目的还在于提供一种实验室门禁验证方法。

[0008] 本发明的目的是这样实现的：

[0009] 一种实验室门禁验证系统，包括：

[0010] 人脸轮廓识别模块，识别人脸轮廓数据，确认人脸轮廓数据辨识度LB；

[0011] 人脸五官辨识模块，识别人脸的五官位置、形状数据，确认人脸五官数据辨识度RB；

[0012] 人脸肤色辨识模块，识别人脸的肤色信息，确认人脸肤色数据辨识度FB；

[0013] 辨识度综合处理模块，根据人脸轮廓数据辨识度LB、人脸五官数据辨识度RB、人脸肤色数据辨识度FB获得实验室门禁验证辨识度TB；

[0014] 若实验室门禁验证辨识度TB \geq 阈值T，则门禁解除禁止；若实验室门禁验证辨识度TB $<$ 阈值T，则门禁保持禁止。

[0015] 所述人脸轮廓识别模块，识别人脸轮廓数据，确认人脸轮廓数据辨识度LB，包括以下步骤：

[0016] (1.1) 获取所述实验室门禁验证系统中存储的所有的可被辨识人的人脸轮廓的n个特征点，计算人脸轮廓的每个特征点的波动水平；

$$[0017] \quad \overline{Hbd}_j = \sum_{i=1}^m \frac{(Hbd_{i,j})}{m}, \quad \sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{(Hbd_{i,j} - \overline{Hbd}_j)^2}{m}}$$

[0018] 其中， \overline{Hbd}_j 为中间参数， $Hbd_{i,j}$ 为实验室门禁验证系统中存储的第i个人的人脸轮廓的第j个特征点， σ_j 为人脸轮廓的第j个特征点的波动水平，m为所述实验室门禁验证系统中存储的人脸总量， $i=1,2,3\dots m$ ， $j=1,2,3\dots n$ ；

[0019] (1.2) 计算人脸轮廓的每个特征点的调整系数；

$$[0020] \quad H_j = \frac{n * \sigma_j}{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \dots + \sigma_j + \dots + \sigma_n}$$

[0021] H_j 为人脸轮廓的j个特征点的调整系数；

[0022] (1.3) 获取需要被识别的人的人脸轮廓的n个特征点；

[0023] (1.4) 计算需要被识别的人的人脸轮廓的每个特征点与实验室门禁验证系统中存储的所有的可被辨识人的人脸轮廓的差距；

$$[0024] \quad \varpi_{i,j} = |H_j - Hbd_{i,j}|$$

[0025] $\varpi_{i,j}$ 为需要被识别的人的人脸轮廓的第j个特征点与实验室门禁验证系统中存储的第i个人的第j个特征点的人脸轮廓的差距；

[0026] (1.5) 计算人脸轮廓数据辨识度LB:

$$[0027] \quad \max \varpi_j = \max (\varpi_{1,j}, \varpi_{2,j}, \varpi_{3,j}, \dots, \varpi_{i,j}, \dots, \varpi_{m,j})$$

$$[0028] \quad \min \varpi_j = \min (\varpi_{1,j}, \varpi_{2,j}, \varpi_{3,j}, \dots, \varpi_{i,j}, \dots, \varpi_{m,j})$$

$$[0029] \quad LB_i = \sum_{j=1}^n \frac{H_j \max \varpi_j + \min \varpi_j}{\varpi_{i,j} + H_j \max \varpi_j}$$

[0030] $LB = \max (LB_1, LB_2, LB_3, \dots, LB_i \dots LB_j)$

[0031] 其中, $\max \varpi_j$ 、 $\min \varpi_j$ 、 LB_i 为中间参数;

[0032] 通过人脸轮廓数据辨识度LB的大小评估被辨识人的人脸轮廓曲线符合度, LB越小说明被辨识人的吻合度越低。

[0033] 所述人脸五官辨识模块识别人脸的五官位置、形状数据, 确认人脸五官数据辨识度RB, 包括以下步骤:

[0034] 首先获取人脸的五官的位置:

[0035] (2.1) 将人脸图像利用2D高斯滤波模板和原始的图像进行卷积处理, 用来消除人脸图像的噪音;

[0036] (2.2) 对所述人脸图像进行灰度处理, 并将灰度化后的图像的每个位置计算沿着水平向左和水平向下两个方向的像素值的增长率;

[0037] (2.3) 计算每个位置的综合增长率;

$$[0038] \quad f(x, y) = \sqrt{(H_z^2 + H_x^2)}$$

[0039] 其中, $f(x, y)$ 为所述人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的综合增长率, H_z 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向左方向的像素值的增长率, H_x 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向下方向的像素值的增长率;

[0040] (2.4) 计算每个位置的增长方向;

$$[0041] \quad \theta(x, y) = \arcsin \frac{H_x}{H_z}$$

[0042] 其中, $\theta(x, y)$ 人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向左和增长方向之间的夹角;

[0043] (2.5) 遍历整个人脸图像, 比较灰度后的人脸图像的每个位置的像素点的值是否大于所述位置的增长方向上的前后两个位置的像素点的值, 若大于前后两个位置的像素点的值, 则将所述位置的像素点的值不做改变, 否则将所述位置的像素点的值赋值为0;

[0044] (2.6) 将经过(2.5)处理后的图像中像素点的值大于预设值T1的点作为五官的位置点, 从而获得所述五官的坐标位置;

[0045] 然后将获取的五官的坐标位置与预设的标准五官的坐标位置之间的欧氏距离的倒数, 作为人脸五官数据辨识度RB。

[0046] 所述人脸肤色辨识模块, 识别人脸的肤色信息, 确认人脸肤色数据辨识度FB; 包括:

[0047] (3.1) 根据人脸五官数据辨识度RB、人脸轮廓数据辨识度LB的辨识结果提取人脸肤色数据库对应的肤色数据:

[0048] $K = \{Z, fs_min, fs_max\}$

[0049] 其中, K为肤色数据数据集, Z为提取的人脸肤色的亮度, fs_min为提取的人脸肤色的像素最小值, fs_max为提取的人脸肤色的像素最大值;

[0050] (3.2) 获取需被辨识的人的像素点的值, 并计算每个像素点的值的权值;

$$[0051] \quad W_{-xs_{x,y}} = \frac{H_{-xs_{x,y}}}{sum(H_{-xs})}$$

[0052] $W_{xs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为(x,y)的位置的像素点的灰度值的权值,

[0053] $H_{xs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为(x,y)的位置的像素点的灰度值;

[0054] H_{xs} 为人脸图像所有位置的像素点的灰度值;

[0055] (3.3) 计算肤色所属值;

$$[0056] \quad G_{fs_{x,y}} = \begin{cases} 0, & fs_min \geq H_{-xs_{x,y}} \text{ and } H_{-xs_{x,y}} \geq fs_max \\ \frac{Z}{\sqrt{2\pi|cov|}} e^{-\frac{1}{2}(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})cov^{-1}(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})^T}, & \text{其它} \end{cases}$$

[0057] 其中, $G_{fs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为(x,y)的位置的肤色所属概率, cov为对 H_{-xs} 按列做协方差后的协方差矩阵, \bar{H} 为对 H_{-xs} 按列做均值后的向量, $(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})^T$ 对 $H_{-xs_{x,y}} - \bar{H}$ 做转置;

[0058] (3.4) 确认人脸肤色数据辨识度FB;

$$[0059] \quad FB = \sum_{(x,y) \in v} G_{fs_{x,y}} * W_{-xs_{x,y}}$$

[0060] 其中, $(x,y) \in v$ 为人脸图像坐标为(x,y)的取值为人脸图像的所有坐标点。

[0061] 根据以下公式获得所述实验室门禁验证辨识度TB:

$$[0062] \quad TB = \frac{a(LB + RB + FB)^b}{\max(LB) + \max(RB) + \max(FB)}$$

[0063] 其中, a, b为预设系数, 预设值为为 1 ± 0.02 , max(LB)为LB能取到的最大值, max(RB)为RB能取到的最大值, max(FB)为FB能取到的最大值。

[0064] 若实验室门禁验证辨识度 $TB \geq$ 阈值T, 则门禁解除禁止; 若实验室门禁验证辨识度 $TB <$ 阈值T, 则门禁保持禁止。

[0065] 所述的人脸轮廓识别模块, 识别人脸轮廓数据, 确认人脸轮廓数据辨识度LB, 包括:

[0066] (1.1) 查询被辨识的人脸轮廓数据指标 X_m , $m=1, 2, 3$, 其中 X_m 为被辨识人的第一至第三人脸轮廓模型;

[0067] (1.2) 计算被辨识的人脸轮廓指标调整系数 R_i ;

[0068] $R_1 = (X_1 - p_1) / p_1; R_2 = (X_2 - p_2) / p_2; R_3 = (X_3 - p_3) / p_3;$

[0069] p_1 是 X_1 的人脸轮廓比率调整系数; p_2 是 X_2 的人脸轮廓比率调整系数; p_3 是 X_3 的人脸轮廓比率调整系数;

[0070] (1.3) 计算被辨识人的的加权人脸轮廓比率调整系数P:

[0071] $P = 1 + R_1 X_1 + R_2 X_2 + R_3 X_3;$

[0072] (1.4) 调取被辨识人的人脸轮廓的人脸轮廓模型平均值V,得到被辨识人的人脸轮廓的价值乘数U,

[0073] $U = VP;$

[0074] (1.5) 调取所有采集的被辨识人的人脸轮廓线数据 $v_i, i \in (1, 2, \dots, n)$ 确认人脸轮廓数据辨识度LB:

[0075] $LB = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n};$

[0076] 通过LB的大小评估被辨识人的人脸轮廓曲线符合度, LB越小说明被辨识人的吻合度越低。

[0077] 所述的确认人脸五官数据辨识度RB, 包括:

[0078] (2.1) 设人脸五官像素 i_v 的坐标为 (X_{i_v}, Y_{i_v}) , 设与坐标不吻合的人脸五官像素的g个像素点的坐标为 $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_g, Y_g), g \geq 3;$

[0079] (2.2) 该与坐标不吻合的人脸五官像素与相关联的m个人脸五官像素的欧氏距离为:

[0080]
$$\begin{cases} (X_1 - X_{i_v})^2 + (Y_1 - Y_{i_v})^2 = R_1^2 \\ \vdots \\ (X_g - X_{i_v})^2 + (Y_g - Y_{i_v})^2 = R_g^2 \end{cases};$$

[0081] 对上式进行推导得:

[0082]
$$\begin{cases} X_1^2 - X_g^2 - 2X_{i_v}(X_1 - X_g) + Y_1^2 - Y_g^2 - 2Y_{i_v}(Y_1 - Y_g) = R_1^2 - R_g^2 \\ \vdots \\ X_{g-1}^2 - X_g^2 - 2X_{i_v}(X_{g-1} - X_g) + Y_{g-1}^2 - Y_g^2 - 2Y_{i_v}(Y_{g-1} - Y_g) = R_{g-1}^2 - R_g^2 \end{cases};$$

[0083] 将该式通过简化结构进行计算得到与坐标不吻合的人脸五官像素的调整坐标:

[0084] $\hat{X}_{i_v} = (F^T F)^{-1} F^T e E;$

[0085] $E = \begin{bmatrix} X_{i_v} \\ Y_{i_v} \end{bmatrix};$

[0086] $e = 2 \times \begin{bmatrix} R_1^2 - R_g^2 + X_1^2 - X_g^2 + Y_1^2 - Y_g^2 \\ \vdots \\ R_{g-1}^2 - R_g^2 + X_{g-1}^2 - X_g^2 + Y_{g-1}^2 - Y_g^2 \end{bmatrix};$

[0087] $F = 2 \times \begin{bmatrix} X_1 - X_g & Y_1 - Y_g \\ \vdots & \vdots \\ X_{g-1} - X_g & Y_{g-1} - Y_g \end{bmatrix};$

[0088] (2.3) 设人脸五官像素 i_u 与标准存储人脸五官像素模型的偏差距离r, 数据采集图像系统的通信误差为 r_0 ; 人脸采集系统的功率平均值为 $P(r_0)$; 与坐标不吻合的人脸五官像素的图像接收功率为 $P(r)$; 则:

$$[0089] \quad \frac{P(r_0)}{P(r)} = \left(\frac{r}{r_0}\right)^\alpha;$$

[0090] α 为图像采集路径损耗指数,通过计算获得人脸五官像素 i_u 与标准存储人脸五官像素模型的偏差距离 r ;

[0091] (2.4) 计算确认人脸五官数据辨识度 RB ;

$$[0092] \quad RB = d_0 \times 10^{\frac{H_0 - \frac{1}{F} \sum_{i=1}^v [H_0 - 10a(i) \lg(\frac{r}{r_0}) - X_\sigma] + X_\sigma}{10a(i)}};$$

[0093] d_0 为系统与采集的人脸的检测距离, X_σ 为随机值的正太分布取法,其标准偏差为 $[3, 6]$, $a(i)$ 为人脸五官的数据采集损失率; H_0 为系统采集原始人脸五官数据的原始信号强度。

[0094] 所述的确认人脸肤色数据辨识度 FB ,包括:

[0095] (3.1) 根据人脸五官数据辨识度 RB 、人脸轮廓数据辨识度 LB 的辨识结果提取人脸肤色数据库对应的肤色数据:

$$[0096] \quad K = \{k_0, k_1, k_2, \dots, k_v\};$$

[0097] k_v 为肤色数据库储存数据; k_0 为标准肤色数据, k_0 的偏差数据包括:

$$[0098] \quad me(k_0) = \{k_{01}, k_{02}, k_{02}, \dots, k_{0t}\};$$

[0099] t 为偏差数据的数量;

[0100] (3.2) 估计 K 和被测肤色数据 s_q 之间的色差,

$$[0101] \quad C_s = \arg \max_{1 \leq j \leq m} \text{Rele}(K, G(me(k_0))) ; j \in \{1, \dots, t\}$$

[0102] $\text{Rele}(W, G(me(k_0)))$ 表示人脸肤色数据库对应的肤色数据与被测肤色数据的相关度, $G(s_q)$ 表示通过采集得到的被测肤色数据的相关值集合;

[0103] (3.3) 确认人脸肤色数据辨识度 FB

$$[0104] \quad FB = \sum_{j=1}^v \frac{\text{Wei}(K, C_s)}{D(K, C_s)};$$

[0105] Wei 表示 K 与 C_s 之间的相关度, $D(K, C_s)$ 表示 K 与 C_s 之间的色差值。

[0106] 所述的获得实验室门禁验证辨识度 TB 为:

$$[0107] \quad TB = \frac{P}{AOC}$$

[0108] 主体辨识度系数 $P = \alpha(LB + RB)^t$

[0109] 弱辨识度系数 $AOC = 24.2 \times FB^2$ 。

[0110] 一种实验室门禁验证方法,包括如下步骤:

[0111] 识别人脸轮廓数据,确认人脸轮廓数据辨识度 LB ,包括:

[0112] (1.1) 获取实验室门禁验证系统中存储的所有的可被辨识人的人脸轮廓的 n 个特征点,计算人脸轮廓的每个特征点的波动水平;

$$[0113] \quad \overline{Hbd}_j = \sum_{i=1}^m \frac{(Hbd_{i,j})}{m}, \quad \sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{(Hbd_{i,j} - \overline{Hbd}_j)^2}{m}}$$

[0114] 其中, \overline{Hbd}_i 为中间参数, $Hbd_{i,j}$ 为实验室门禁验证系统中存储的第 i 个人的人脸轮廓的第 j 个特征点, σ_j 为人脸轮廓的第 j 个特征点的波动水平, m 为所述人实验室门禁验证系统中存储的人脸总量, $i=1,2,3\dots m, j=1,2,3\dots n$;

[0115] (1.2) 计算人脸轮廓的每个特征点的调整系数;

$$[0116] \quad H_j = \frac{n * \sigma_j}{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \dots + \sigma_j + \dots + \sigma_n}$$

[0117] H_j 为人脸轮廓的 j 个特征点的调整系数;

[0118] (1.3) 获取需要被识别的人的人脸轮廓的 n 个特征点;

[0119] (1.4) 计算需要被识别的人的人脸轮廓的每个特征点与实验室门禁验证系统中存储的所有的可被辨识的人的人脸轮廓的差距;

$$[0120] \quad \varpi_{i,j} = |H_j - Hbd_{i,j}|$$

[0121] $\varpi_{i,j}$ 为需要被识别的人的人脸轮廓的第 j 个特征点与实验室门禁验证系统中存储的第 i 个人的第 j 个特征点的人脸轮廓的差距;

[0122] (1.5) 人脸轮廓数据辨识度 LB :

$$[0123] \quad \max \varpi_j = \max(\varpi_{1,j}, \varpi_{2,j}, \varpi_{3,j}, \dots, \varpi_{i,j}, \dots, \varpi_{m,j})$$

$$[0124] \quad \min \varpi_j = \min(\varpi_{1,j}, \varpi_{2,j}, \varpi_{3,j}, \dots, \varpi_{i,j}, \dots, \varpi_{m,j})$$

$$[0125] \quad LB_i = \sum_{j=1}^n \frac{H_j \max \varpi_j + \min \varpi_j}{\varpi_{i,j} + H_j \max \varpi_j}$$

$$[0126] \quad LB = \max(LB_1, LB_2, LB_3, \dots, LB_i \dots LB_j)$$

[0127] 其中, $\max \varpi_j$ 、 $\min \varpi_j$ 、 LB_i 为中间参数;

[0128] 通过 LB 的大小评估被辨识的人的人脸轮廓曲线符合度, LB 越小说明被辨识人的吻合度越低。

[0129] 确认人脸五官数据辨识度 RB , 包括:

[0130] 首先获取人脸的五官的位置

[0131] (2.1) 将人脸图像利用 2D 高斯滤波模板和原始的图像进行卷积处理, 用来消除人脸图像的噪音;

[0132] (2.2) 对所述人脸图像进行灰度处理, 并将灰度化后的图像的每个位置沿着水平向左和水平向下两个方向的像素值的增长率;

[0133] (2.3) 计算每个位置的综合增长率;

$$[0134] \quad f(x, y) = \sqrt{(H_z^2 + H_x^2)}$$

[0135] 其中, $f(x, y)$ 为所述人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的综合增长率, H_z 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向左方向的像素值的增长率, H_x 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置

沿着水平向下方向的像素值的增长率；

[0136] (2.4) 计算每个位置的增长方向；

$$[0137] \quad \theta(x, y) = \arcsin \frac{H_x}{H_z}$$

[0138] 其中, $\theta(x, y)$ 人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向左和增长方向之间的夹角；

[0139] (2.5) 遍历整个人脸图像, 比较人脸图像的灰度后的像素点的值是否大于他的增长方向上的前后两个位置的像素点的值, 将不是的设置 0；

[0140] (2.6) 将经过 (2.5) 处理后的图像中像素点的值大于预设值 T1 的点作为五官的位置点, 从而获得所述五官的坐标位置；

[0141] 然后将获取的五官的坐标位置与预设的标准五官的坐标位置之间欧氏距离的倒数, 作为人脸五官数据辨识度 RB。

[0142] 确认人脸肤色数据辨识度 FB, 包括：

[0143] (3.1) 根据人脸五官数据辨识度 RB、人脸轮廓数据辨识度 LB 的辨识结果提取人脸肤色数据库对应的肤色数据：

$$[0144] \quad K = \{Z, fs_min, fs_max\}$$

[0145] 其中, K 为肤色数据数据集, Z 为提取的人脸肤色的亮度, fs_min 为提取的人脸肤色的像素最小值, fs_max 为提取的人脸肤色的像素最大值；

[0146] (3.2) 获取需被辨识的人的像素点的值, 并计算每个像素点的值的权值；

$$[0147] \quad W_{-xs_{x,y}} = \frac{H_{-xs_{x,y}}}{sum(H_{-xs})}$$

[0148] $W_{-xs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的像素点的灰度值的权值，

[0149] $H_{-xs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的像素点的灰度值；

[0150] H_{-xs} 为人脸图像所有位置的像素点的灰度值；

[0151] (3.3) 计算肤色所属值；

$$[0152] \quad G_{fs_{x,y}} = \begin{cases} 0, & fs_min \geq H_{-xs_{x,y}} \text{ and } H_{-xs_{x,y}} \geq fs_max \\ \frac{Z}{\sqrt{2\pi|cov|}} e^{-\frac{1}{2}(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})cov^{-1}(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})^T}, & \text{其它} \end{cases}$$

[0153] 其中, $G_{fs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的肤色所属概率, cov 为对 H_{-xs} 按列做协方差后的协方差矩阵, \bar{H} 为对 H_{-xs} 按列做均值后的向量, $(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})^T$ 对 $H_{-xs_{x,y}} - \bar{H}$ 做转置；

[0154] (3.4) 确认人脸肤色数据辨识度 FB

$$[0155] \quad FB = \sum_{(x,y) \in V} G_{fs_{x,y}} * W_{-xs_{x,y}}$$

[0156] 其中, $(x, y) \in v$ 为人脸图像坐标为 (x, y) 的取值为人脸图像的所有坐标点。

[0157] 辨识度综合处理模块, 根据人脸轮廓数据辨识度LB、人脸五官数据辨识度RB、人脸肤色数据辨识度FB获得实验室门禁验证辨识度TB;

[0158] 所述的获得实验室门禁验证辨识度TB为:

$$[0159] \quad TB = \frac{a(LB + RB + FB)^b}{\max(LB) + \max(RB) + \max(FB)}$$

[0160] 其中, a, b 为预设系数, 预设值为 1 ± 0.02 , $\max(LB)$ 为LB能取到的最大值, $\max(RB)$ 为RB能取到的最大值, $\max(FB)$ 为FB能取到的最大值。

[0161] 若实验室门禁验证辨识度TB \geq 阈值T, 则门禁解除禁止; 若实验室门禁验证辨识度TB $<$ 阈值T, 则门禁保持禁止。

[0162] 一种实验室门禁验证系统, 所述人脸轮廓识别模块中包括识别电路,

[0163] 所述识别电路包括: 第一电阻R1、第二电阻R2、第三电阻R3、第四电阻R4、第五电阻R5、第六电阻R6、第七电阻R7、第八电阻R8、第九电阻R9、第十电阻R10、第一电容C1、第二电容C2、第三电容C3、第四电容C4、第五电容C5、第一NPN晶体管Q1、第二NPN晶体管Q2、第三NPN晶体管Q3、第四NPN晶体管Q4、二极管L、第一运算放大器B1、第二运算放大器B2、第三运算放大器B3、第四运算放大器B4、第一放大器A1、第二放大器A2、识别器、电源VCC、地GND;

[0164] 其中, 所述电源VCC分别与识别器、第二电阻R2、第五电阻R5、第一电容C1的输入端连接, 第二电阻R2的输出端分别与第三电阻R3的输入端、第一NPN晶体管Q1的集电极连接, 第一电容C1的输出端与第一NPN晶体管Q1的基极连接, 第一NPN晶体管Q1的发射极与第一电阻R1输入端连接;

[0165] 所述第三电阻R3的输出端与第一运算放大器B1的正向输入端连接, 第一运算放大器B1的反向输入端分别与第四电阻R4、第六电阻R6的输入端连接, 第一运算放大器B1的输出端分别与第六电阻R6的输出端、第二放大器A2的输入端连接;

[0166] 所述第五电阻R5的输出端与第一放大器A1的输入端连接, 第一放大器A1的输出端与第二运算放大器B2的正向输入端连接, 第二运算放大器B2的反向输入端接地GND, 第二运算放大器B2输出端分别与第二放大器A2的输出端、第二NPN晶体管Q2的基极、第八电阻R8的输入端、第二电容C2的输入端连接;

[0167] 所述识别器的输出端与第七电阻R7的输入端连接, 第七电阻R7的输出端分别与第二NPN晶体管Q2的集电极、二极管L的正极连接, 第二NPN晶体管Q2的发射极接地GND, 二极管L的负极分别与第十电阻R10、第五电容C5的输入端连接;

[0168] 所述第八电阻R8的输出端与第三运算放大器B3的正向输入端连接, 第三运算放大器B3的反向输入端与第三电容C3的输入端连接, 第三运算放大器B3的输出端分别与第四电容C4、第九电阻R9的输入端连接, 第九电阻R9、第十电阻R10、第五电容C5的输出端分别与第三NPN晶体管Q3、第四NPN晶体管Q4的集电极连接;

[0169] 所述第四运算放大器B4的正向输入端与第三电容C3的输出端连接, 所述第四运算放大器B4的反向输入端与第二电容C2的输出端连接, 所述第四运算放大器B4的输出端分别与第四电容C4的输出端、第三NPN晶体管Q3的基极连接, 第三NPN晶体管Q3的发射极与第四NPN晶体管Q4的基极连接;

[0170] 所述第一电容C1的输入端、第一电阻R1的输出端、第四电阻R4的输出端、第四NPN

晶体管Q4的发射极分别与地连接。

[0171] 本发明的有益效果在于：

[0172] 基于人脸识别技术的门禁系统，会因为环境变量的变化例如光照明暗程度等原因，造成图像质量不足，使得识别的准确率会受到影响。且系统在将实际影响转换成数字图像时会出现噪声干扰人脸识别算法的进行，因此首先需要对图像处理算法进行深入研究来保证图像质量。系统的实时性问题，一直是智能门禁系统所关注的焦点，实时性好的系统能够带来更好的用户体验，并且可以避免因系统延时造成的用户不耐烦而误损害机器。因此本系统在设计时需要选择合适的图像处理算法，并充分发挥异构计算各处理器的优势来提高系统的实时性。

[0173] 将本算法移植到嵌入式平台是基于ZYNQ平台的ARM和FPGA架构，对算法进行改进方便与FPGA单元相结合，满足识别的准确性与实时性。

附图说明

[0174] 图1为本发明的实验室门禁验证系统的结构连接图；

[0175] 图2为本发明的实验室门禁验证方法的示意图；

[0176] 图3为本发明的实验室门禁验证系统的识别电路的电路图。

具体实施方式

[0177] 下面结合附图对本发明做进一步描述。

[0178] 本发明是基于可见光的智能物联网门禁系统，结合了可见光采集技术、物联网技术、嵌入式

[0179] 应用技术等来实现了具有高安全性、可靠性和便捷性的门禁验证系统，通过网络将门禁控制和后台监控服务器进行联网，实现门禁系统集中管理和控制，基于TCP/IP网络协议使得门

[0180] 禁信息交换速度更快，所支持门禁控制联网数量更大，可以跨地域或者跨城联网，实现远程、

[0181] 跨地域实时监控。本系统总体上可分为人脸轮廓识别模块；人脸五官辨识模块；人脸肤色辨识模块；辨识度综合处理模块。各部分根据系统功能和系统需求的不同，采用独立设计方案实现。同时，为各个部分之间的通信，本系统针对性的使用通信协议和数据帧模式，方便系统进行各部分通信的同时，在系统可靠性、稳定性和安全性方面又得到了进一步的增强。

[0182] 本系统总体设计思路：

[0183] 人脸轮廓识别模块，识别人脸轮廓数据，确认人脸轮廓数据辨识度LB；

[0184] 人脸五官辨识模块，识别人脸的五官位置、形状数据，确认人脸五官数据辨识度RB；

[0185] 人脸肤色辨识模块，识别人脸的肤色信息，确认人脸肤色数据辨识度FB；

[0186] 辨识度综合处理模块，根据人脸轮廓数据辨识度LB、人脸五官数据辨识度RB、人脸肤色数据辨识度FB获得实验室门禁验证辨识度TB；

[0187] 若实验室门禁验证辨识度 $TB \geq$ 阈值T，则门禁解除禁止；若实验室门禁验证辨识度

TB<阈值T,则门禁保持禁止。

[0188] 门禁系统最重要就是能够可靠安全地保护人们的生命财产。相对于目前市场上已经广泛存在的多种门禁系统,本系统为了进一步提高安全性,创新地采用了3种方案来增强系统的安全保障,可简单概括为将人脸信息分解为三类数据进行综合验证的机制。

[0189] 进一步的,所述人脸轮廓识别模块,识别人脸轮廓数据,确认人脸轮廓数据辨识度LB,包括以下步骤:

[0190] (1.1) 获取所述实验室门禁验证系统中存储的所有的可被辨识人的人脸轮廓的n个特征点,计算人脸轮廓的每个特征点的波动水平;

$$[0191] \quad \overline{Hbd}_j = \sum_{i=1}^m \frac{(Hbd_{i,j})}{m}, \quad \sigma_j = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{(Hbd_{i,j} - \overline{Hbd}_j)^2}{m}}$$

[0192] 其中, \overline{Hbd}_j 为中间参数, $Hbd_{i,j}$ 为实验室门禁验证系统中存储的第i个人的人脸轮廓的第j个特征点, σ_j 为人脸轮廓的第j个特征点的波动水平, m为所述实验室门禁验证系统中存储的人脸总量, $i=1,2,3\dots m, j=1,2,3\dots n$;

[0193] (1.2) 计算人脸轮廓的每个特征点的调整系数;

$$[0194] \quad H_j = \frac{n * \sigma_j}{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \dots + \sigma_j + \dots + \sigma_n}$$

[0195] H_j 为人脸轮廓的j个特征点的调整系数;

[0196] (1.3) 获取需要被识别的人的人脸轮廓的n个特征点;

[0197] (1.4) 计算需要被识别的人的人脸轮廓的每个特征点与实验室门禁验证系统中存储的所有的可被辨识人的人脸轮廓的差距;

$$[0198] \quad \varpi_{i,j} = |H_j - Hbd_{i,j}|$$

[0199] $\varpi_{i,j}$ 为需要被识别的人的人脸轮廓的第j个特征点与实验室门禁验证系统中存储的第i个人的第j个特征点的人脸轮廓的差距;

[0200] (1.5) 计算人脸轮廓数据辨识度LB:

$$[0201] \quad \max \varpi_j = \max(\varpi_{1,j}, \varpi_{2,j}, \varpi_{3,j}, \dots, \varpi_{i,j}, \dots, \varpi_{m,j})$$

$$[0202] \quad \min \varpi_j = \min(\varpi_{1,j}, \varpi_{2,j}, \varpi_{3,j}, \dots, \varpi_{i,j}, \dots, \varpi_{m,j})$$

$$[0203] \quad LB_i = \sum_{j=1}^n \frac{H_j \max \varpi_j + \min \varpi_j}{\varpi_{i,j} + H_j \max \varpi_j}$$

$$[0204] \quad LB = \max(LB_1, LB_2, LB_3, \dots, LB_i \dots LB_j)$$

[0205] 其中, $\max \varpi_j$ 、 $\min \varpi_j$ 、 LB_i 为中间参数;

[0206] 通过人脸轮廓数据辨识度LB的大小评估被辨识人的人脸轮廓曲线符合度, LB越小说明被辨识人的吻合度越低。

[0207] 利用上述技术将人脸轮廓转变为n个人脸轮廓的特征点,从而使得将人脸轮廓一个笼统的概念转变为一个实质的数据,从而使得可以通过所述数据来进行计算得到LB,且在所述过程中,只提取了少量的特征点,使得计算量能够大幅度的减小,同时,在所述过程中,通过计算计算人脸轮廓的每个特征点的调整系数时,根据实验室门禁验证系统中不同人的脸轮廓的n个特征点的值的变化给予不同的系数,对于提取的特征点,某个位置的特征点,如果所有人都差不多,则所述特征点所含有的信息量较低,给予较小的系数,不同的人所述位置的特征点差距很大,则所述特征点所含有的信息量较大,从而给予较大的系数。

[0208] 所述人脸五官辨识模块识别人脸的五官位置、形状数据,确认人脸五官数据辨识度RB,包括以下步骤:

[0209] 首先获取人脸的五官的位置:

[0210] (2.1) 将人脸图像利用2D高斯滤波模板和原始的图像进行卷积处理,用来消除人脸图像的噪音;

[0211] (2.2) 对所述人脸图像进行灰度处理,并将灰度化后的图像的每个位置计算沿着水平向左和水平向下两个方向的像素值的增长率;

[0212] (2.3) 计算每个位置的综合增长率;

$$[0213] \quad f(x, y) = \sqrt{(H_z^2 + H_x^2)}$$

[0214] 其中, $f(x, y)$ 为所述人脸图像坐标为 (x, y) 的位置的综合增长率, H_z 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向左方向的像素值的增长率, H_x 为人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向下方向的像素值的增长率;

[0215] (2.4) 计算每个位置的增长方向;

$$[0216] \quad \theta(x, y) = \arcsin \frac{H_x}{H_z}$$

[0217] 其中, $\theta(x, y)$ 人脸图像坐标为 (x, y) 的位置沿着水平向左和增长方向之间的夹角;

[0218] (2.5) 遍历整个人脸图像,比较灰度后的人脸图像的每个位置的像素点的值是否大于所述位置的增长方向上的前后两个位置的像素点的值,若大于前后两个位置的像素点的值,则将所述位置的像素点的值不做改变,否则将所述位置的像素点的值赋值为0;

[0219] (2.6) 将经过(2.5)处理后的图像中像素点的值大于预设值T1的点作为五官的位置点,从而获得所述五官的坐标位置;

[0220] 然后将获取的五官的坐标位置与预设的标准五官的坐标位置之间的欧氏距离的倒数,作为人脸五官数据辨识度RB。

[0221] 利用上述技术,可以准确的得到五官数据辨识度RB,且在获得五官数据辨识度RB的过程中,首先对所述人脸的五官智能的提取,提取过程中,通过(2.1)可以先将获取到的人脸图像进行噪音消除,使得后面用于五官识别的人脸图像所含有的干扰信息大幅度减少,使人脸图像更容易进行智能识别,且对于每个人脸图像,且对于人脸图像每个位置的像素点,利用位置的增长方向寻找出每个位置像素点朝着哪个方向变动最大,从而能找到五官的在图像上面的走势点,也就是五官的轮廓,同时判断所述像素点是不是大于位

置的增长方向前后的值,若大于则保留所述像素值,否则不保留,从而使除开五官外的像素值都进行剔除了,使得所述五官像素值能容易得到,从而能自动的获取人脸的五官的位置。

[0222] 所述人脸肤色辨识模块,识别人脸的肤色信息,确认人脸肤色数据辨识度FB;包括:

[0223] (3.1) 根据人脸五官数据辨识度RB、人脸轮廓数据辨识度LB的辨识结果提取人脸肤色数据库对应的肤色数据:

[0224] $K = \{Z, fs_min, fs_max\}$

[0225] 其中,K为肤色数据数据集,Z为提取的人脸肤色的亮度,fs_min为提取的人脸肤色的像素最小值,fs_max为提取的人脸肤色的像素最大值;

[0226] (3.2) 获取需被辨识的人的像素点的值,并计算每个像素点的值的权值:

$$[0227] \quad W_{-xs_{x,y}} = \frac{H_{-xs_{x,y}}}{sum(H_{-xs})}$$

[0228] $W_{xs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为(x,y)的位置的像素点的灰度值的权值,

[0229] $H_{xs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为(x,y)的位置的像素点的灰度值;

[0230] H_{xs} 为人脸图像所有位置的像素点的灰度值;

[0231] (3.3) 计算肤色所属值:

$$[0232] \quad G_{fs_{x,y}} = \begin{cases} 0, & fs_min \geq H_{-xs_{x,y}} \text{ and } H_{-xs_{x,y}} \geq fs_max \\ \frac{Z}{\sqrt{2\pi|cov|}} e^{-\frac{1}{2}(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})cov^{-1}(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})^T}, & \text{其它} \end{cases}$$

[0233] 其中, $G_{fs_{x,y}}$ 为人脸图像坐标为(x,y)的位置的肤色所属概率,cov为对 H_{xs} 按列做协方差后的协方差矩阵, \bar{H} 为对 H_{xs} 按列做均值后的向量, $(H_{-xs_{x,y}} - \bar{H})^T$ 对 $H_{-xs_{x,y}} - \bar{H}$ 做转置;

[0234] (3.4) 确认人脸肤色数据辨识度FB;

$$[0235] \quad FB = \sum_{(x,y) \in v} G_{fs_{x,y}} * W_{-xs_{x,y}}$$

[0236] 其中, $(x,y) \in v$ 为人脸图像坐标为(x,y)的取值为人脸图像的所有坐标点。

[0237] 利用上述技术可以容易的得到人脸肤色数据辨识度FB,在所述过程中,首先根据像素点的值计算肤色所属值,从而判断某个像素点的值是用来确定肤色的概率,判断某个像素点的值是用来确定肤色的概率值的同时,还需要判断该肤色值是否在通过人脸五官数据辨识度RB、人脸轮廓数据辨识度LB的辨识结果提取人脸肤色的范围内,若不在这个范围内,则所述位置的像素点用来确定是否为肤色的概率为0,同时通过每个像素点的值的权值和肤色所属值来确定整个人脸图像的人脸肤色数据辨识度FB。

[0238] 根据以下公式获得所述实验室门禁验证辨识度TB:

$$[0239] \quad TB = \frac{a(LB + RB + FB)^b}{\max(LB) + \max(RB) + \max(FB)}$$

[0240] 其中, a, b 为预设系数, 预设值为 1 ± 0.02 , $\max(LB)$ 为 LB 能取到的最大值, $\max(RB)$ 为 RB 能取到的最大值, $\max(FB)$ 为 FB 能取到的最大值。

[0241] 若实验室门禁验证辨识度 $TB \geq$ 阈值 T , 则门禁解除禁止; 若实验室门禁验证辨识度 $TB <$ 阈值 T , 则门禁保持禁止。

[0242] 有益效果: 利用上述技术可以根据 LB, RB, FB 来确定辨识度 TB , 从而用来控制实验室门禁的解除或者保持禁止。

[0243] 进一步的, 所述的人脸轮廓识别模块, 识别人脸轮廓数据, 确认人脸轮廓数据辨识度 LB , 包括:

[0244] (1.1) 查询被辨识人的人脸轮廓数据指标 $X_m, m=1, 2, 3$, 其中 X_m 为被辨识人的第一至第三人脸轮廓模型;

[0245] (1.2) 计算被辨识人的人脸轮廓指标调整系数 R_i ;

$$[0246] \quad R_1 = (X_1 - p_1) / p_1; R_2 = (X_2 - p_2) / p_2; R_3 = (X_3 - p_3) / p_3;$$

[0247] p_1 是 X_1 的人脸轮廓比率调整系数; p_2 是 X_2 的人脸轮廓比率调整系数; p_3 是 X_3 的人脸轮廓比率调整系数;

[0248] (1.3) 计算被辨识人的的加权人脸轮廓比率调整系数 P ;

$$[0249] \quad P = 1 + R_1 X_1 + R_2 X_2 + R_3 X_3;$$

[0250] (1.4) 调取被辨识人的人脸轮廓的人脸轮廓模型平均值 V , 得到被辨识人的人脸轮廓的价值乘数 U ,

$$[0251] \quad U = VP;$$

[0252] (1.5) 调取所有采集的被辨识人的人脸轮廓线数据 $v_i, i \in (1, 2, \dots, n)$ 确认人脸轮廓数据辨识度 LB :

$$[0253] \quad LB = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n};$$

[0254] 通过 LB 的大小评估被辨识人的人脸轮廓曲线符合度, LB 越小说明被辨识人的吻合度越低。

[0255] 所述的确认人脸五官数据辨识度 RB , 包括:

[0256] (2.1) 设人脸五官像素 i_v 的坐标为 (X_{i_v}, Y_{i_v}) , 设与坐标不吻合的人脸五官像素的 g 个像素点的坐标为 $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_g, Y_g), g \geq 3$;

[0257] (2.2) 该与坐标不吻合的人脸五官像素与相关联的 m 个人脸五官像素的欧氏距离为:

$$[0258] \quad \begin{cases} (X_1 - X_{i_v})^2 + (Y_1 - Y_{i_v})^2 = R_1^2 \\ \vdots \\ (X_g - X_{i_v})^2 + (Y_g - Y_{i_v})^2 = R_g^2 \end{cases};$$

[0259] 对上式进行推导得:

$$[0260] \quad \begin{cases} X_1^2 - X_g^2 - 2X_{i_v}(X_1 - X_g) + Y_1^2 - Y_g^2 - 2Y_{i_v}(Y_1 - Y_g) = R_1^2 - R_g^2 \\ \vdots \\ X_{g-1}^2 - X_g^2 - 2X_{i_v}(X_{g-1} - X_g) + Y_{g-1}^2 - Y_g^2 - 2Y_{i_v}(Y_{g-1} - Y_g) = R_{g-1}^2 - R_g^2 \end{cases};$$

[0261] 将该式通过简化结构进行计算得到与坐标不吻合的人脸五官像素的调整坐标:

$$[0262] \quad \hat{X}_{iv} = (F^T F)^{-1} F^T e E;$$

$$[0263] \quad E = \begin{bmatrix} X_{iv} \\ Y_{iv} \end{bmatrix};$$

$$[0264] \quad e = 2 \times \begin{bmatrix} R_1^2 - R_g^2 + X_1^2 - X_g^2 + Y_1^2 - Y_g^2 \\ \vdots \\ R_{g-1}^2 - R_g^2 + X_{g-1}^2 - X_g^2 + Y_{g-1}^2 - Y_g^2 \end{bmatrix};$$

$$[0265] \quad F = 2 \times \begin{bmatrix} X_1 - X_g & Y_1 - Y_g \\ \vdots & \vdots \\ X_{g-1} - X_g & Y_{g-1} - Y_g \end{bmatrix};$$

[0266] (2.3) 设人脸五官像素 i_u 与标准存储人脸五官像素模型的偏差距离 r ,数据采集图像系统的通信误差为 r_0 ;人脸采集系统的功率平均值为 $P(r_0)$;与坐标不吻合的人脸五官像素的图像接收功率为 $P(r)$;则:

$$[0267] \quad \frac{P(r_0)}{P(r)} = \left(\frac{r}{r_0}\right)^\alpha;$$

[0268] α 为图像采集路径损耗指数,通过计算获得人脸五官像素 i_u 与标准存储人脸五官像素模型的偏差距离 r ;

[0269] (2.4) 计算确认人脸五官数据辨识度 RB ;

$$[0270] \quad RB = d_0 \times 10^{\frac{H_0 - \frac{1}{P} \sum_{i=1}^{i_v} [H_0 - 10a(i) \lg(\frac{r}{r_0}) - X_\sigma] + X_\sigma}{10a(i)}}};$$

[0271] d_0 为系统与采集的人脸的检测距离, X_σ 为随机值的正太分布取法,其标准偏差为 $[3, 6]$, $a(i)$ 为人脸五官的数据采集损失率; H_0 为系统采集原始人脸五官数据的原始信号强度。

[0272] 所述的确认人脸肤色数据辨识度 FB ,包括:

[0273] (3.1) 根据人脸五官数据辨识度 RB 、人脸轮廓数据辨识度 LB 的辨识结果提取人脸肤色数据库对应的肤色数据:

$$[0274] \quad K = \{k_0, k_1, k_2, \dots, k_v\};$$

[0275] k_v 为肤色数据库储存数据; k_0 为标准肤色数据, k_0 的偏差数据包括:

$$[0276] \quad me(k_0) = \{k_{01}, k_{02}, k_{02}, \dots, k_{0t}\};$$

[0277] t 为偏差数据的数量;

[0278] (3.2) 估计 K 和被测肤色数据 s_q 之间的色差,

$$[0279] \quad C_s = \arg \max_{1 \leq j \leq m} \text{Rele}(K, G(me(k_0))) ; j \in \{1, \dots, t\}$$

[0280] $\text{Rele}(W, G(me(k_0)))$ 表示人脸肤色数据库对应的肤色数据与被测肤色数据的相关度, $G(s_q)$ 表示通过采集得到的被测肤色数据的相关值集合;

[0281] (3.3) 确认人脸肤色数据辨识度 FB

$$[0282] \quad FB = \sum_{j=1}^v \frac{\text{Wei}(K, C_s)}{D(K, C_s)};$$

[0283] Wei 表示 K 与 C_s 之间的相关度, $D(K, C_s)$ 表示 K 与 C_s 之间的色差值。

[0284] 所述的获得实验室门禁验证辨识度 TB 为:

$$[0285] \quad TB = \frac{P}{AOC}$$

[0286] 主体辨识度系数 $P = \alpha(LB + RB)^t$

[0287] 弱辨识度系数 $AOC = 24.2 \times FB^2$ 。

[0288] 本发明还涉及一种实验室门禁验证方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0289] (1) 识别人脸轮廓数据,确认人脸轮廓数据辨识度LB;

[0290] (1.1) 查询被辨识人的人脸轮廓数据指标 $X_m, m = 1, 2, 3$,其中 X_m 为被辨识人的第一至第三人脸轮廓模型;

[0291] (1.2) 计算被辨识人的人脸轮廓指标调整系数 R_i ;

[0292] $R_1 = (X_1 - p_1) / p_1; R_2 = (X_2 - p_2) / p_2; R_3 = (X_3 - p_3) / p_3$;

[0293] p_1 是 X_1 的人脸轮廓比率调整系数; p_2 是 X_2 的人脸轮廓比率调整系数; p_3 是 X_3 的人脸轮廓比率调整系数;

[0294] (1.3) 计算被辨识人的的加权人脸轮廓比率调整系数P:

[0295] $P = 1 + R_1 X_1 + R_2 X_2 + R_3 X_3$;

[0296] (1.4) 调取被辨识人的人脸轮廓的人脸轮廓模型平均值V,得到被辨识人的人脸轮廓的价值乘数U,

[0297] $U = VP$;

[0298] (1.5) 调取所有采集的被辨识人的人脸轮廓线数据 $v_i, i \in (1, 2, \dots, n)$ 确认人脸轮廓数据辨识度LB:

[0299] $LB = \frac{\sum_{i=1}^n v_i}{n}$;

[0300] 通过LB的大小评估被辨识人的人脸轮廓曲线符合度,LB越小说明被辨识人的吻合度越低;

[0301] (2) 识别人脸的五官位置、形状数据,确认人脸五官数据辨识度RB;

[0302] (2.1) 设人脸五官像素 i_v 的坐标为 (X_{i_v}, Y_{i_v}) , 设与坐标不吻合的人脸五官像素的g个像素点的坐标为 $(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_g, Y_g), g \geq 3$;

[0303] (2.2) 该与坐标不吻合的人脸五官像素与相关联的m个人脸五官像素的欧氏距离为:

[0304]
$$\begin{cases} (X_1 - X_{i_v})^2 + (Y_1 - Y_{i_v})^2 = R_1^2 \\ \vdots \\ (X_g - X_{i_v})^2 + (Y_g - Y_{i_v})^2 = R_g^2 \end{cases}$$

[0305] 对上式进行推导得:

[0306]
$$\begin{cases} X_1^2 - X_g^2 - 2X_{i_v}(X_1 - X_g) + Y_1^2 - Y_g^2 - 2Y_{i_v}(Y_1 - Y_g) = R_1^2 - R_g^2 \\ \vdots \\ X_{g-1}^2 - X_g^2 - 2X_{i_v}(X_{g-1} - X_g) + Y_{g-1}^2 - Y_g^2 - 2Y_{i_v}(Y_{g-1} - Y_g) = R_{g-1}^2 - R_g^2 \end{cases}$$

[0307] 将该式通过简化结构进行计算得到与坐标不吻合的人脸五官像素的调整坐标:

[0308] $\hat{X}_{i_v} = (F^T F)^{-1} F^T e E$;

[0309] $E = \begin{bmatrix} X_{i_v} \\ Y_{i_v} \end{bmatrix}$;

[0310] $e = 2 \times \begin{bmatrix} R_1^2 - R_g^2 + X_1^2 - X_g^2 + Y_1^2 - Y_g^2 \\ \vdots \\ R_g^2 - R_{g-1}^2 + X_{g-1}^2 - X_g^2 + Y_{g-1}^2 - Y_g^2 \end{bmatrix}$;

$$[0311] \quad F = 2 \times \begin{bmatrix} X_1 - X_g & Y_1 - Y_g \\ \vdots & \vdots \\ X_{g-1} - X_g & Y_{g-1} - Y_g \end{bmatrix};$$

[0312] (2.3) 设人脸五官像素 i_u 与标准存储人脸五官像素模型的偏差距离 r ,数据采集图像系统的通信误差为 r_0 ;人脸采集系统的功率平均值为 $P(r_0)$;与坐标不吻合的人脸五官像素的图像接收功率为 $P(r)$;则:

$$[0313] \quad \frac{P(r_0)}{P(r)} = \left(\frac{r}{r_0}\right)^\alpha;$$

[0314] α 为图像采集路径损耗指数,通过计算获得人脸五官像素 i_u 与标准存储人脸五官像素模型的偏差距离 r ;

[0315] (2.4) 计算确认人脸五官数据辨识度 RB ;

$$[0316] \quad RB = d_0 \times 10^{\frac{H_0 - \frac{1}{F} \sum_{i=1}^v [H_0 - 10a(i) \lg(\frac{r}{r_0}) - X_\sigma] + X_\sigma}{10a(i)}};$$

[0317] d_0 为系统与采集的人脸的检测距离, X_σ 为随机值的正太分布取法,其标准偏差为 $[3, 6]$, $a(i)$ 为人脸五官的数据采集损失率; H_0 为系统采集原始人脸五官数据的原始信号强度;

[0318] (3) 人脸肤色辨识模块,识别人脸的肤色信息,确认人脸肤色数据辨识度 FB ;

[0319] (3.1) 根据人脸五官数据辨识度 RB 、人脸轮廓数据辨识度 LB 的辨识结果提取人脸肤色数据库对应的肤色数据:

$$[0320] \quad K = \{k_0, k_1, k_2, \dots, k_v\};$$

[0321] k_v 为肤色数据库储存数据; k_0 为标准肤色数据, k_0 的偏差数据包括:

$$[0322] \quad me(k_0) = \{k_{01}, k_{02}, k_{02}, \dots, k_{0t}\};$$

[0323] t 为偏差数据的数量;

[0324] (3.2) 估计 K 和被测肤色数据 s_q 之间的色差,

$$[0325] \quad C_s = \arg \max_{1 \leq j \leq m} \text{Rele}(K, G(me(k_0))) ; j \in \{1, \dots, t\}$$

[0326] $\text{Rele}(W, G(me(k_0)))$ 表示人脸肤色数据库对应的肤色数据与被测肤色数据的相关度, $G(s_q)$ 表示通过采集得到的被测肤色数据的相关值集合;

[0327] (3.3) 确认人脸肤色数据辨识度 FB

$$[0328] \quad FB = \sum_{j=1}^v \frac{\text{Wei}(K, C_s)}{D(K, C_s)};$$

[0329] Wei 表示 K 与 C_s 之间的相关度, $D(K, C_s)$ 表示 K 与 C_s 之间的色差值;

[0330] 辨识度综合处理模块,根据人脸轮廓数据辨识度 LB 、人脸五官数据辨识度 RB 、人脸肤色数据辨识度 FB 获得实验室门禁验证辨识度 TB ;

[0331] 若实验室门禁验证辨识度 $TB \geq$ 阈值 T ,则门禁解除禁止;若实验室门禁验证辨识度 $TB <$ 阈值 T ,则门禁保持禁止。

[0332] 所述的获得实验室门禁验证辨识度 TB 为:

$$[0333] \quad TB = \frac{P}{AOC}$$

[0334] 主体辨识度系数 $P = \alpha (LB + RB)^t$

[0335] 弱辨识度系数 $AOC = 24.2 \times FB^2$ 。

[0336] 上述方法将人脸的三种不同的信息数据进行采集和处理,并提出了通过系数关系取得综合验证值,该信息提取过程和验证过程精确度更高,基于人脸识别技术的门禁系统,会因为环境变量的变化例如光照明暗程度等原因,造成图像质量不足,使得识别的准确率会受到影响。且系统在将实际影响转换成数字图像时会出现噪声干扰人脸识别算法的进行,因此首先需要对图像处理算法进行深入研究来保证图像质量。系统的实时性问题,一直是智能门禁系统所关注的焦点,实时性好的系统能够带来更好的用户体验,并且可以避免因系统延时造成的用户不耐烦而误损害机器。因此本系统在设计时需要选择合适的图像处理算法,并充分发挥异构计算各处理器的优势来提高系统的实时性。将本算法移植到嵌入式平台是基于ZYNQ平台的ARM和FPGA架构,对算法进行改进方便与FPGA单元相结合,满足识别的准确性与实时性。

[0337] 本发明实施例提供一种实验室门禁验证系统,所述人脸轮廓识别模块中包括识别电路,如图3所示,

[0338] 所述识别电路包括:第一电阻R1、第二电阻R2、第三电阻R3、第四电阻R4、第五电阻R5、第六电阻R6、第七电阻R7、第八电阻R8、第九电阻R9、第十电阻R10、第一电容C1、第二电容C2、第三电容C3、第四电容C4、第五电容C5、第一NPN晶体管Q1、第二NPN晶体管Q2、第三NPN晶体管Q3、第四NPN晶体管Q4、二极管L、第一运算放大器B1、第二运算放大器B2、第三运算放大器B3、第四运算放大器B4、第一放大器A1、第二放大器A2、识别器、电源VCC、地GND;

[0339] 其中,所述电源VCC分别与识别器、第二电阻R2、第五电阻R5、第一电容C1的输入端连接,第二电阻R2的输出端分别与第三电阻R3的输入端、第一NPN晶体管Q1的集电极连接,第一电容C1的输出端与第一NPN晶体管Q1的基极连接,第一NPN晶体管Q1的发射极与第一电阻R1输入端连接;

[0340] 所述第三电阻R3的输出端与第一运算放大器B1的正向输入端连接,第一运算放大器B1的反向输入端分别与第四电阻R4、第六电阻R6的输入端连接,第一运算放大器B1的输出端分别与第六电阻R6的输出端、第二放大器A2的输入端连接;

[0341] 所述第五电阻R5的输出端与第一放大器A1的输入端连接,第一放大器A1的输出端与第二运算放大器B2的正向输入端连接,第二运算放大器B2的反向输入端接地GND,第二运算放大器B2输出端分别与第二放大器A2的输出端、第二NPN晶体管Q2的基极、第八电阻R8的输入端、第二电容C2的输入端连接;

[0342] 所述识别器的输出端与第七电阻R7的输入端连接,第七电阻R7的输出端分别与第二NPN晶体管Q2的集电极、二极管L的正极连接,第二NPN晶体管Q2的发射极接地GND,二极管L的负极分别与第十电阻R10、第五电容C5的输入端连接;

[0343] 所述第八电阻R8的输出端与第三运算放大器B3的正向输入端连接,第三运算放大器B3的反向输入端与第三电容C3的输入端连接,第三运算放大器B3的输出端分别与第四电容C4、第九电阻R9的输入端连接,第九电阻R9、第十电阻R10、第五电容C5的输出端分别与第三NPN晶体管Q3、第四NPN晶体管Q4的集电极连接;

[0344] 所述第四运算放大器B4的正向输入端与第三电容C3的输出端连接,所述第四运算放大器B4的反向输入端与第二电容C2的输出端连接,所述第四运算放大器B4的输出端分别

与第四电容C4的输出端、第三NPN晶体管Q3的基极连接,第三NPN晶体管Q3的发射极与第四NPN晶体管Q4的基极连接;

[0345] 所述第一电容C1的输入端、第一电阻R1的输出端、第四电阻R4的输出端、第四NPN晶体管Q4的发射极分别与地连接。

[0346] 上述技术方案的有益效果是:通过设置第三NPN晶体管Q3、第四NPN晶体管Q4,可以滤除识别电路中的异常信号,使得第三NPN晶体管、第四NPN晶体管的电压导通,起到保护作用;

[0347] 通过设置第一运算放大器B1、第二运算放大器B2、第一放大器A1、第二放大器A2,提高了识别电路对外界的抗干扰能力,且提高了该识别电路的稳定性,通过设置识别器,可有效的对人脸进行识别。

[0348] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉该技术的人在本发明所揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

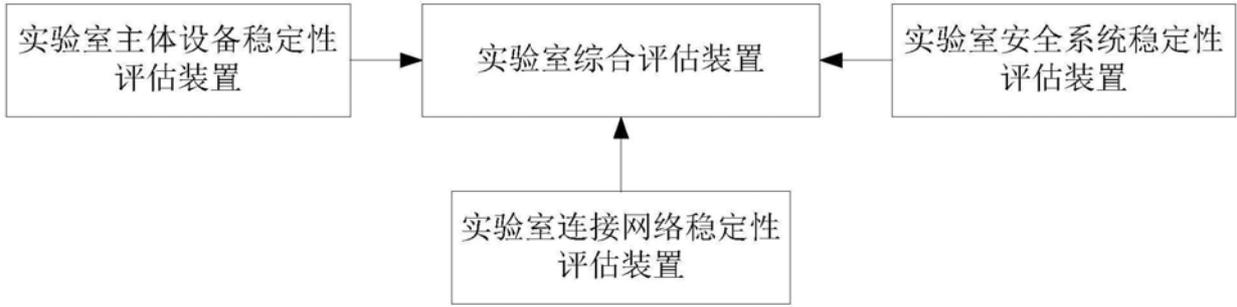


图1



图2

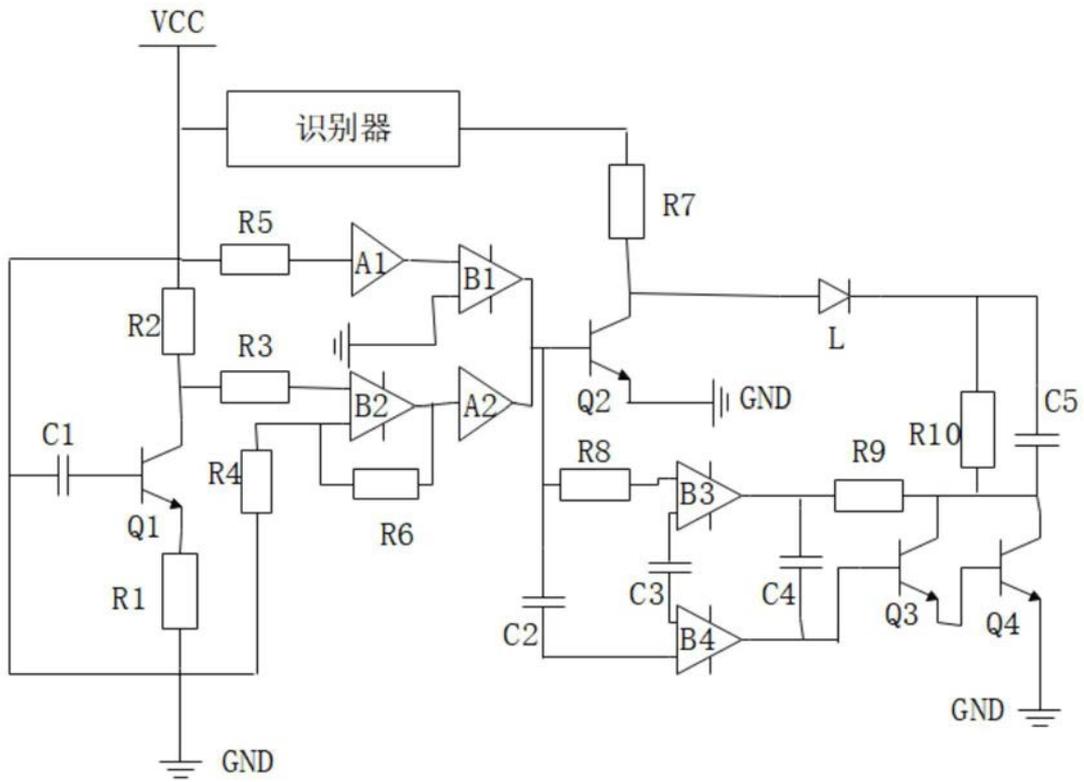


图3