



(21) 申请号 202411778503.1

(22) 申请日 2024.12.05

(71) 申请人 厦门市产品质量监督检验院

地址 361000 福建省厦门市思明区湖滨南路170号三楼

(72) 发明人 庄鹏 尧刚 庄庆瑞 葛莉茹
郑剑平 江小剑(74) 专利代理机构 深圳市博锐专利事务所
44275

专利代理师 唐燕玲

(51) Int. Cl.

G09G 3/32 (2016.01)

权利要求书2页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法及
存储介质

(57) 摘要

本发明公开了一种基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法及存储介质,方法包括:分别在预设的各视角下测量得到对应的亮色度校正系数;根据预设的周期,通过摄像头拍摄得到待校正显示屏前的人群图像;对所述人群图像进行人脸识别,并根据人脸识别结果,确定人群几何中心;根据所述摄像头的参数,确定所述人群几何中心对应的视角;根据所述人群几何中心对应的视角,确定对应的亮色度校正系数,并根据所述对应的亮色度校正系数,对待校正显示屏进行亮色度校正。本发明可保证LED显示屏在不同视角下的最佳显示效果。

分别在预设的各视角下测量得到对应的亮色度
校正系数根据预设的周期,通过摄像头拍摄得到待校正
显示屏前的人群图像对所述人群图像进行人脸识别,并根据人脸识
别结果,确定人群几何中心根据所述摄像头的参数,确定所述人群几何中
心对应的视角根据所述人群几何中心对应的视角,确定对应
的亮色度校正系数,并根据所述对应的亮色度
校正系数,对待校正显示屏进行亮色度校正

1. 一种基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法,其特征在于,包括:
分别在预设的各视角下测量得到对应的亮色度校正系数;
根据预设的周期,通过摄像头拍摄得到待校正显示屏前的人群图像;
对所述人群图像进行人脸识别,并根据人脸识别结果,确定人群几何中心;
根据所述摄像头的参数,确定所述人群几何中心对应的视角;
根据所述人群几何中心对应的视角,确定对应的亮色度校正系数,并根据所述对应的亮色度校正系数,对待校正显示屏进行亮色度校正。
2. 根据权利要求1所述的校正方法,其特征在于,所述根据所述摄像头的参数,确定所述人群几何中心对应的视角之前,进一步包括:
根据预设的图像畸变矫正参数,对所述人群几何中心进行畸变矫正。
3. 根据权利要求1所述的校正方法,其特征在于,所述分别在预设的各视角下测量得到对应的亮色度校正系数,包括:
遍历预设的一组视角,依序获取预设的一视角作为当前视角;
待校正显示屏转动至当前视角,并显示未校正图像,将待校正显示屏显示未校正图像时各像素的亮色度作为各像素的初始亮色度;
将待校正显示屏中预设区域的各像素的亮色度的平均值作为校正目标亮色度;
分别根据所述校正目标亮色度以及各像素的初始亮色度,计算各像素的校正系数,并根据各像素的校正系数,得到当前视角对应的亮色度校正系数矩阵。
4. 根据权利要求1所述的校正方法,其特征在于,所述对所述人群图像进行人脸识别,并根据人脸识别结果,确定人群几何中心,包括:
通过预设的深度学习模型,对所述人群图像进行人脸识别,得到人脸定位位置,并计算各人脸定位位置的算术平均值,得到人群几何中心。
5. 根据权利要求1所述的校正方法,其特征在于,所述根据所述摄像头的参数,确定所述人群几何中心对应的视角,包括:
根据所述摄像头的参数,将所述人群几何中心从图像坐标系映射至世界坐标系,得到所述人群几何中心在世界坐标系中的世界坐标;
根据所述人群几何中心的世界坐标,计算所述人群几何中心对应的视角;
其中,所述摄像头设置于待校正显示屏上方,所述摄像头的镜头光轴与待校正显示屏的中心法线位于同一平面,且所述同一平面与地面垂直,所述摄像头的参数包括安装高度、水平视场角、垂直视场角、安装俯仰角以及图像分辨率。
6. 根据权利要求5所述的校正方法,其特征在于,所述根据所述摄像头的参数,将所述人群几何中心从图像坐标系映射至世界坐标系,得到所述人群几何中心在世界坐标系中的世界坐标,包括:
根据所述水平视场角、垂直视场角和图像分辨率,计算水平焦距、垂直焦距和图像中心坐标;
根据所述水平焦距、垂直焦距和图像中心坐标,将所述人群几何中心从图像坐标系映射至摄像头坐标系,得到所述人群几何中心在摄像头坐标系中的坐标;
根据所述安装高度和安装俯仰角,将所述人群几何中心从摄像头坐标系映射至世界坐标系,得到所述人群几何中心在世界坐标系中的世界坐标;

其中,所述世界坐标系的原点为摄像头光心在地面上的投影点,X轴正方向为水平向右方向,Y轴正方向为垂直向上方向,Z轴正方向为拍摄方向在水平面上的投影的方向;

所述摄像头坐标系的原点为摄像头光心,X轴正方向为水平向右方向,Y轴正方向为垂直向上方向,Z轴正方向为拍摄方向在水平面上的投影的方向;

所述图像坐标系的原点为图像左上角,u轴正方向为水平向右方向,v轴正方向为垂直向下方向。

7.根据权利要求6所述的校正方法,其特征在于,通过第一映射公式,将所述人群几何中心从图像坐标系映射至摄像头坐标系;通过第二映射公式,将所述人群几何中心从摄像头坐标系映射至世界坐标系;

所述第一映射公式为:

$$\begin{pmatrix} x_{c0} \\ y_{c0} \\ z_{c0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{f_x} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{f_y} & 0 \\ -\frac{c_w}{f_x} & \frac{c_h}{f_y} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_0 \\ v_0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

所述第二映射公式为:

$$\begin{pmatrix} x_{w0} \\ y_{w0} \\ z_{w0} \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} x_{c0} \\ y_{c0} \\ z_{c0} \end{pmatrix} + T$$

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

$$T = \begin{pmatrix} 0 \\ H \\ 0 \end{pmatrix}$$

其中, $(u_0, v_0, 1)$ 表示所述人群几何中心在图像坐标系中的坐标; (x_{c0}, y_{c0}, z_{c0}) 表示所述人群几何中心在摄像头坐标系中的坐标; (x_{w0}, y_{w0}, z_{w0}) 表示所述人群几何中心在世界坐标系中的世界坐标; f_x 表示水平焦距, f_y 表示垂直焦距; (c_w, c_h) 表示图像中心坐标; θ 表示摄像头的安装俯仰角; H 表示摄像头的安装高度。

8.根据权利要求7所述的校正方法,其特征在于,所述人群几何中心对应的视角 $FOV = \arctan(x_{w0}/z_{w0})$ 。

9.根据权利要求1所述的校正方法,其特征在于,所述根据所述人群几何中心对应的视角,确定对应的亮色度校正系数,包括:

若所述人群几何中心对应的视角处于预设的一视角对应的范围内,则获取所述一视角对应的亮色度校正系数,并根据所述对应的亮色度校正系数,对待校正显示屏进行亮色度校正。

10.一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,所述程序被处理器执行时实现如权利要求1-9任一项所述的方法。

基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及光电显示技术领域,尤其涉及一种基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法及存储介质。

背景技术

[0002] LED显示在亮度、对比度、色域、响应时间、可扩展性等性能上全面超越其它显示技术,但由于巨量像素(特别是Mini/Micro LED显示屏,不仅具有海量的LED芯片,而且芯片尺寸微小),使得无法对LED芯片进行逐一筛选,导致各个芯片亮度和色度不一致,采用这种芯片制造的显示模块及显示屏的亮度和色度(以下简称亮色度)一致性较差,在使用之前必须进行亮色度校正。

[0003] 在LED显示屏显示画面过程中,通过控制系统和驱动芯片实现显示屏的逐点控制,驱动芯片控制LED显示屏像素中红、绿、蓝三基色的发光强度来实现不同比例的亮度混合,显示出不同的颜色,而显示屏的所有像素显示各异就构成了鲜活、生动的图像。LED显示屏的像素级采集校正就是对每个显示像素中的红、绿、蓝三基色的亮色度进行采集,获取红、绿、蓝三基色的亮度信息和色度信息,通过计算获得每个像素三基色的亮色度相对比例,构建校正系数,将校正系数输入控制系统中,实现对每个像素三基色的亮色度校正。

[0004] 目前,LED显示屏亮色度校正都是在显示屏法线(即 0° 视角)方向上进行,也就是显示屏控制系统中只存储法线方向测量得到的校正系数,没有其他视角下的校正系数,也没有能够感知显示屏前观众所处位置的视角的功能。校正后,显示屏在法线方向可以达到较高的亮色度均匀性,但是当视角偏离法线方向时,由于RGB三色芯片光分布不同以及相邻像素之间发光串扰等原因,LED显示屏仍然会出现较严重的亮色度不均匀性,极大影响显示屏的显示质量,如图1所示。而且随着视角的增大,亮色度不均匀性会更严重,极大降低显示屏的显示质量,严重影响观众的观看感受。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是:提供一种基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法及存储介质,可保证LED显示屏在不同视角下的最佳显示效果。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明采用的技术方案为:一种基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法,包括:

 分别在预设的各视角下测量得到对应的亮色度校正系数;

 根据预设的周期,通过摄像头拍摄得到待校正显示屏前的人群图像;

 对所述人群图像进行人脸识别,并根据人脸识别结果,确定人群几何中心;

 根据所述摄像头的参数,确定所述人群几何中心对应的视角;

 根据所述人群几何中心对应的视角,确定对应的亮色度校正系数,并根据所述对应的亮色度校正系数,对待校正显示屏进行亮色度校正。

[0007] 本发明还提出一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述程序被处

理器执行时实现如上所述的方法。

[0008] 本发明的有益效果在于:通过对显示屏前的人群进行人脸识别定位,能够定位显示屏前每个观众所处的位置,并确定所有观众的最佳视角;通过在多种视角下测量对应的亮色度校正系数,可以根据观众的最佳视角调用相应校正系数,对显示屏的亮色度进行校正,使LED显示屏在不同观看视角下都能够实现最佳的图像显示效果,极大提高了LED显示屏的显示质量和观众的观赏效果。

附图说明

[0009] 图1为现有技术中LED显示屏亮色度校正示意图;
图2为本发明的一种基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法的流程图;
图3为本发明实施例一的方法流程图;
图4为本发明实施例一的世界坐标系、摄像头坐标系和图像坐标系的示意图;
图5为本发明实施例一的视角范围示意图。

具体实施方式

[0010] 为详细说明本发明的技术内容、所实现目的及效果,以下结合实施方式并配合附图予以说明。

[0011] 请参照图2,一种基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法,包括:
分别在预设的各视角下测量得到对应的亮色度校正系数;
根据预设的周期,通过摄像头拍摄得到待校正显示屏前的人群图像;
对所述人群图像进行人脸识别,并根据人脸识别结果,确定人群几何中心;
根据所述摄像头的参数,确定所述人群几何中心对应的视角;
根据所述人群几何中心对应的视角,确定对应的亮色度校正系数,并根据所述对应的亮色度校正系数,对待校正显示屏进行亮色度校正。

[0012] 从上述描述可知,本发明的有益效果在于:通过视角感知和多视角校正系数,可保证LED显示屏在不同视角下的最佳显示效果。

[0013] 进一步地,所述根据所述摄像头的参数,确定所述人群几何中心对应的视角之前,进一步包括:

根据预设的图像畸变矫正参数,对所述人群几何中心进行畸变矫正。

[0014] 由上述描述可知,通过畸变矫正,使得人群几何中心更接近于其在现实世界中的真实位置,可大大提高后续视角计算的准确度;并且,在计算出人群几何中心后再进行畸变矫正,即仅对人群几何中心进行畸变矫正,可提高计算效率。

[0015] 进一步地,所述分别在预设的各视角下测量得到对应的亮色度校正系数,包括:
遍历预设的一组视角,依序获取预设的一视角作为当前视角;
待校正显示屏转动至当前视角,并显示未校正图像,将待校正显示屏显示未校正图像时各像素的亮色度作为各像素的初始亮色度;
将待校正显示屏中预设区域的各像素的亮色度平均值作为校正目标亮色度;
分别根据所述校正目标亮色度以及各像素的初始亮色度,计算各像素的校正系数,并根据各像素的校正系数,得到当前视角对应的亮色度校正系数矩阵。

[0016] 进一步地,所述对所述人群图像进行人脸识别,并根据人脸识别结果,确定人群几何中心,包括:

通过预设的深度学习模型,对所述人群图像进行人脸识别,得到人脸定位位置,并计算各人脸定位位置的算术平均值,得到人群几何中心。

[0017] 在一个可选的实施例中,深度学习模型可采用P2P-Net。

[0018] 进一步地,所述根据所述摄像头的参数,确定所述人群几何中心对应的视角,包括:

根据所述摄像头的参数,将所述人群几何中心从图像坐标系映射至世界坐标系,得到所述人群几何中心在世界坐标系中的世界坐标;

根据所述人群几何中心的世界坐标,计算所述人群几何中心对应的视角;

其中,所述摄像头设置于待校正显示屏上方,所述摄像头的镜头光轴与待校正显示屏的中心法线位于同一平面,且所述同一平面与地面垂直,所述摄像头的参数包括安装高度、水平视场角、垂直视场角、安装俯仰角以及图像分辨率。

[0019] 进一步地,所述根据所述摄像头的参数,将所述人群几何中心从图像坐标系映射至世界坐标系,得到所述人群几何中心在世界坐标系中的世界坐标,包括:

根据所述水平视场角、垂直视场角和图像分辨率,计算水平焦距、垂直焦距和图像中心坐标;

根据所述水平焦距、垂直焦距和图像中心坐标,将所述人群几何中心从图像坐标系映射至摄像头坐标系,得到所述人群几何中心在摄像头坐标系中的坐标;

根据所述安装高度和安装俯仰角,将所述人群几何中心从摄像头坐标系映射至世界坐标系,得到所述人群几何中心在世界坐标系中的世界坐标;

其中,所述世界坐标系的原点为摄像头光心在地面上的投影点,X轴正方向为水平向右方向,Y轴正方向为垂直向上方向,Z轴正方向为拍摄方向在水平面上的投影的方向;

所述摄像头坐标系的原点为摄像头光心,X轴正方向为水平向右方向,Y轴正方向为垂直向上方向,Z轴正方向为拍摄方向在水平面上的投影的方向;

所述图像坐标系的原点为图像左上角,u轴正方向为水平向右方向,v轴正方向为垂直向下方向。

[0020] 进一步地,通过第一映射公式,将所述人群几何中心从图像坐标系映射至摄像头坐标系;通过第二映射公式,将所述人群几何中心从摄像头坐标系映射至世界坐标系;

所述第一映射公式为:

$$\begin{pmatrix} x_{c0} \\ y_{c0} \\ z_{c0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{f_x} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{f_y} & 0 \\ -\frac{c_w}{f_x} & \frac{c_h}{f_y} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_0 \\ v_0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

[0021] 所述第二映射公式为:

$$\begin{pmatrix} x_{w0} \\ y_{w0} \\ z_{w0} \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} x_{c0} \\ y_{c0} \\ z_{c0} \end{pmatrix} + T$$

$$[0022] \quad R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

$$[0023] \quad T = \begin{pmatrix} 0 \\ H \\ 0 \end{pmatrix}$$

[0024] 其中, $(u_0, v_0, 1)$ 表示所述人群几何中心在图像坐标系中的坐标; (x_{c0}, y_{c0}, z_{c0}) 表示所述人群几何中心在摄像头坐标系中的坐标; (x_{w0}, y_{w0}, z_{w0}) 表示所述人群几何中心在世界坐标系中的世界坐标; f_x 表示水平焦距, f_y 表示垂直焦距; (c_w, c_h) 表示图像中心坐标; θ 表示摄像头的安装俯仰角; H 表示摄像头的安装高度。

[0025] 由上述描述可知, 通过将人群几何中心从图像坐标系映射到摄像头坐标系, 再映射到世界坐标系, 可得到人群几何中心在实际场景中的位置。

[0026] 进一步地, 所述人群几何中心对应的视角 $FOV = \arctan(x_{w0}/z_{w0})$ 。

[0027] 进一步地, 所述根据所述人群几何中心对应的视角, 确定对应的亮色度校正系数, 包括:

若所述人群几何中心对应的视角处于预设的一视角对应的范围内, 则获取所述一视角对应的亮色度校正系数, 并根据所述对应的亮色度校正系数, 对待校正显示屏进行亮色度校正。

[0028] 由上述描述可知, 由于不可能也不必要为每个视角测量对应的校正系数, 因此, 当视角位于某一视角范围内, 就选取该视角范围所对应的校正系数。

[0029] 本发明还提出一种计算机可读存储介质, 其上存储有计算机程序, 所述程序被处理器执行时实现如上所述的方法。

[0030] 实施例一

请参照图3-5, 本发明的实施例一为: 一种基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法, 如图3所示, 包括如下步骤:

S1: 分别在预设的各视角下测量得到对应的亮色度校正系数。

[0031] 设定一组不同的视角, 将LED显示屏分别转动至不同的视角, 在每个视角下, 显示屏先显示未经亮色度校正的图像, 然后在该视角下对显示屏进行测量并生成相应的亮色度校正系数。具体地, 包括如下步骤:

S101: 遍历预设的一组视角, 依序获取一视角作为当前视角。

[0032] S102: 待校正显示屏转动至当前视角, 并显示未校正图像, 将待校正显示屏显示未校正图像时各像素的亮度作为各像素的初始亮色度。

[0033] S103: 将待校正显示屏中预设区域的各像素的亮色度平均值作为校正目标亮色度。

[0034] 本实施例中, 选取显示屏中心区域的各像素的亮色度平均值作为校正目标亮色度。在其他实施例中, 也可以选取其他区域的亮色度平均值作为校正目标亮色度。

[0035] S104:分别根据校正目标亮色度以及各像素的初始亮色度,计算各像素的校正系数,并根据各像素的校正系数,得到当前视角对应的亮色度校正系数矩阵。

[0036] 本实施例中,像素*i*的校正系数根据校正目标亮色度与像素*i*的初始亮色度进行计算,显示屏中所有像素的校正系数即形成校正系数矩阵。

[0037] 通过上述步骤即可得到当前视角对应的亮色度校正系数矩阵,然后将待校正显示屏转动至下一视角,继续测量得到下一视角对应的亮色度校正系数矩阵,即继续遍历预设的一组视角,依序获取下一视角作为当前视角,然后执行步骤S102-S104。以此类推,直至遍历完预设的一组视角,得到预设的各视角对应的亮色度校正系数矩阵,并存储至LED显示屏控制系统,形成亮色度校正系数库。

[0038] S2:根据预设的周期,通过摄像头拍摄得到待校正显示屏前的人群图像。

[0039] 本实施例中,摄像头安装在LED显示屏正上方,镜头光轴与LED显示屏的中心法线位于同一平面,且该平面与地面垂直。

[0040] 具体地,可根据预设的时间间隔,定时拍摄显示屏前的人群图像,并将拍摄的图像文件保存到指定的文件夹。可实时检测该文件夹中是否有新增图像文件,当有新增图像文件时,对新增的图像文件进行人脸识别定位,即执行步骤S3。

[0041] S3:对所述人群图像进行人脸识别,并根据人脸识别结果,确定人群几何中心。

[0042] 可通过深度学习模型进行人脸识别定位。本实施例中,采用P2P-Net深度学习模型对摄像头采集的人群图像进行人脸识别定位,主要包括以下几个步骤:

1、图像输入

若在训练阶段,则将样本图像输入到P2P-Net深度学习模型;若在应用阶段,则将摄像头采集的图像输入到P2P-Net深度学习模型。

[0043] 2、特征提取

P2P-Net首先使用预训练的VGG16网络作为主干网络来提取输入图像的特征。VGG16为卷积神经网络,可通过一系列卷积层和池化层来提取图像的层次化特征。这些特征包含了图像的颜色、纹理、形状等视觉信息。

[0044] 3、候选点生成

在特征提取的基础上,P2P-Net通过候选点生成网络(Point Proposal Network, PPN)在特征图上滑动一个小的卷积核(如 3×3),在每个滑动位置生成一个候选点,该候选点代表可能的个体位置。

[0045] 4、特征上采样

为了提高定位精度,P2P-Net采用上采样策略,将低分辨率的特征图通过反卷积或上采样操作转换成高分辨率的特征图。这样可以保留更多的细节信息,有助于个体位置的精确定位。

[0046] 5、预测点坐标和置信度

分为坐标回归和置信度两个分支。坐标回归分支通过在特征图上应用一系列卷积层预测每个候选点相对于原始位置的偏移量;置信度分支通过在特征图上应用一系列卷积层预测每个候选点为真实个体的概率。

[0047] 6、匹配算法

P2P-Net使用匈牙利算法找到预测点与真实点之间成本最低的匹配方式,确保每

个真实点最多匹配一个预测点,反之亦然。

[0048] 7、定位输出

置信度分数超过预设阈值的候选点为有效的个体位置,P2P-Net根据置信度分数和坐标偏移量输出每个个体的精确位置,即人脸定位位置。其中,置信度分数的阈值通过confidence_threshold参数定义,取默认值0.5。

[0049] 进一步地,在训练过程中,P2P-Net采用损失函数衡量模型的预测性能并指导模型的优化。本实施例中,损失包括分类损失(用于确定候选点是否为人脸)和坐标回归损失(用于定位),分类损失的计算公式为:

$$L_{cls} = -\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [y_i \log(\hat{p}_i) + (1-y_i) \log(1-\hat{p}_i)]$$

[0050] 其中, y_i 表示第*i*个预测点的真实标签(0表示非人脸,1表示人脸); $\hat{p}_i$ 表示第*i*个预测点为人脸的概率,N表示预测点的数量。

[0051] 坐标回归损失计算公式为:

$$L_{reg} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \begin{cases} \frac{1}{2} (x_i - \hat{x}_i)^2, & \text{当 } |x_i - \hat{x}_i| < 1 \\ |x_i - \hat{x}_i| - 0.5, & \text{其他} \end{cases}$$

[0052] 其中, x_i 表示第*i*个预测点的真实坐标值, $\hat{x}_i$ 表示第*i*个预测点的预测坐标值,N表示预测点的数量。

[0053] 本实施例中,总损失 L_{total} 为坐标回归损失 L_{reg} 和分类损失 L_{cls} 的加权和,即损失函数表示为:

$$L_{total} = \omega_1 \cdot L_{reg} + \omega_2 \cdot L_{cls}$$

[0054] 其中, ω_1 和 ω_2 表示权重系数,用于平衡坐标回归损失和分类损失的重要性。

[0055] 在训练过程中,通过最小化总损失来优化模型参数。权重的选择通常取决于具体任务的需求,如果定位精度比分类精度更重要,可以增加坐标回归损失的权重。训练开始时,可将所有权重设置为相同的值,如 $\omega_1 = \omega_2 = 1$ 。

[0056] 通过训练好的深度学习模型,对摄像头在当前周期拍摄到的人群图像进行人脸识别定位,可得到一组人脸定位位置,即人群中各个个体的坐标(在图像中的坐标),通过计算这些坐标的算术平均值,即可得到人群几何中心(u_0, v_0),计算公式为:

$$u_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_i$$

$$[0057] \quad v_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i$$

[0058] 其中, (u_i, v_i) 表示第*i*个人脸定位位置的坐标,n表示显示屏前的观众数量。

[0059] S4: 根据预设的图像畸变矫正参数,对所述人群几何中心进行畸变矫正。

[0060] 由于摄像机镜头本身的畸变可能会严重影响测量的精度,导致计算出的视角与实

实际情况存在偏差,因此需要进行畸变矫正。

[0061] 摄像头镜头的畸变主要包括径向畸变和切向畸变。径向畸变是由于镜头形状导致光线弯曲的结果,使得图像边缘的物体比实际更大或更小;切向畸变则是由于镜头和成像传感器不完全平行,导致成像时像素偏移。

[0062] 本实施例中,通过cv2.undistortPoints函数进行畸变矫正。cv2.undistortPoints函数是OpenCV库中用于畸变校正的工具,它根据摄像头的内参和畸变系数,对畸变的像素坐标进行校正,恢复其在无畸变图像中的真实位置。

[0063] 具体地,首先,通过摄像头标定过程,获得摄像头的内参矩阵和畸变系数,其中,内参矩阵包含了摄像头的焦距和光心坐标,畸变系数描述了摄像头镜头的畸变程度。然后,使用cv2.undistortPoints函数,输入畸变的像素坐标(即人群几何中心的坐标)、内参矩阵和畸变系数,输出校正后的像素坐标。该函数通过复杂的数学模型计算,能够精确地校正畸变引起的像素坐标偏移。

[0064] 通过进行畸变矫正,使得人群几何中心的像素坐标更接近于其在现实世界中的真实位置,这极大地提高了视角计算的准确度。尤其是在边缘区域,未矫正的像素坐标会因为严重的畸变而导致较大的误差,而畸变矫正后这些误差被有效减少,从而保证了算法整体的性能。

[0065] S5:根据所述摄像头的参数,确定畸变矫正后的人群几何中心对应的视角。

[0066] 首先,确定摄像头的参数,本实施例中,摄像头的参数包括安装高度H(摄像头光心距离地面的高度)、水平视场角 α (摄像头在水平方向的视角范围)、垂直视场角 β (摄像头在垂直方向的视角范围)、安装俯仰角 θ (即摄像头光轴与水平面的夹角,当光轴与水平面共面时, $\theta=0^\circ$;当摄像头下俯时, $\theta>0^\circ$;当摄像头上仰时, $\theta<0^\circ$)以及图像分辨率 $w \times h$ (在宽度方向为 w 像素,高度方向为 h 像素)。

[0067] 然后,如图4所示,定义世界坐标系、摄像头坐标系和图像坐标系,具体如下:

世界坐标系 $O_w X_w Y_w Z_w$:以地面为基准,摄像头光心在地面上的投影点为原点 O_w ,水平朝向拍摄方向为 Z_w 轴正方向,水平向右方向为 X_w 轴正方向,垂直于 $X_w Z_w$ 平面向上方向为 Y_w 轴正方向。

[0068] 摄像头坐标系 $O_c X_c Y_c Z_c$:以摄像头光心为原点 O_c ,水平朝向拍摄方向为 Z_c 轴正方向,水平向右方向为 X_c 轴正方向,垂直于 $X_c Z_c$ 平面向上方向为 Y_c 轴正方向。

[0069] 图像坐标系 ouv :以图像左上角为原点 o ,水平向右方向为 u 轴正方向,垂直向下方向为 v 轴正方向。

[0070] 接着,根据水平视场角 α 、垂直视场角 β 和图像分辨率,计算水平焦距 f_x 、垂直焦距 f_y 和图像中心坐标 (c_w, c_h) ,具体计算公式如下:

$$f_x = \frac{w}{2 \tan(\alpha/2)}$$

$$[0071] \quad f_y = \frac{h}{2 \tan(\beta/2)}$$

$$[0072] \quad c_w = \frac{w}{2}$$

$$[0073] \quad c_h = \frac{h}{2}$$

[0074] 然后,根据水平焦距 f_x 、垂直焦距 f_y 和图像中心坐标 (c_w, c_h) ,将畸变矫正后的人群几何中心 (u'_0, v'_0) 从图像坐标系映射至摄像头坐标系,得到人群几何中心在摄像头坐标系中的坐标 (x_{c0}, y_{c0}, z_{c0}) ,具体映射公式如下:

$$\begin{pmatrix} x_{c0} \\ y_{c0} \\ z_{c0} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{f_x} & 0 & 0 \\ 0 & \frac{1}{f_y} & 0 \\ -\frac{c_w}{f_x} & \frac{c_h}{f_y} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u'_0 \\ v'_0 \\ 1 \end{pmatrix}$$

[0075] 再根据安装高度 H 和安装俯仰角 θ ,将人群几何中心从摄像头坐标系映射至世界坐标系,得到人群几何中心在世界坐标系中的世界坐标 (x_{w0}, y_{w0}, z_{w0}) ,具体映射公式如下:

$$\begin{pmatrix} x_{w0} \\ y_{w0} \\ z_{w0} \end{pmatrix} = R \begin{pmatrix} x_{c0} \\ y_{c0} \\ z_{c0} \end{pmatrix} + T$$

[0076] 其中, R 表示旋转矩阵, T 表示平移向量。由于摄像头的偏航角(Yaw)和滚转角(Roll)为 0° ,只有俯仰角(Pitch)用于调整摄像头绕X轴的转动角度,因此旋转矩阵 R 为:

$$R = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\theta & -\sin\theta \\ 0 & \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix}$$

[0077] 平移向量 T 为:

$$T = \begin{pmatrix} 0 \\ H \\ 0 \end{pmatrix}$$

[0078] 最后,根据人群几何中心在世界坐标系中的世界坐标 (x_{w0}, y_{w0}, z_{w0}) ,计算人群几何中心对应的视角FOV,具体计算公式如下:

$$FOV = \arctan\left(\frac{x_{w0}}{z_{w0}}\right)$$

[0079] S6:根据所述人群几何中心对应的视角,确定对应的亮色度校正系数,并根据所述对应的亮色度校正系数,对待校正显示屏进行亮色度校正

具体地,将上述步骤得到的视角存储至指定文件夹。实时监测该文件夹中是否有新的视角,当有新增的视角时,读取该视角。本实施例中,当视角位于某一视角范围时,就选取该范围对应的校正系数,即判定视角所处的区域,从而确定需要调用的亮色度校正系数。

[0080] 例如,如图5所示,假设显示屏控制系统已存储 0° 、 $\pm A_1$ 、 $\pm A_2$ 、 $\pm A_3$ 这7个视角对应的亮色度校正系数, $-\alpha_3$ 、 $-\alpha_2$ 、 $-\alpha_1$ 、 α_1 、 α_2 、 α_3 为视角边界值,亮色度校正系数调用规则如下:

当视角 $FOV < -\alpha_3$ 时,调用 $-A_3$ 视角对应的亮色度校正系数;

当视角FOV在 $[-\alpha_3, -\alpha_2)$ 时,调用 $-A_2$ 视角对应的亮色度校正系数;
当视角FOV在 $[-\alpha_2, -\alpha_1)$ 时,调用 $-A_1$ 视角对应的亮色度校正系数;
当视角FOV在 $[-\alpha_1, \alpha_1]$ 时,调用 0° 视角对应的亮色度校正系数;
当视角FOV在 $(\alpha_1, \alpha_2]$ 时,调用 A_1 视角对应的亮色度校正系数;
当视角FOV在 $(\alpha_2, \alpha_3]$ 时,调用 A_2 视角对应的亮色度校正系数;
当视角FOV $>\alpha_3$ 时,调用 A_3 视角对应的亮色度校正系数。

[0081] 最后,根据确定的亮色度校正系数,LED显示屏控制系统对LED显示屏进行亮色度校正。

[0082] 在实际应用场景中,视角感知误差在 $\pm 2^\circ$ 之内,亮色度校正时间可调,最快亮色度校正时间可 $<1s$,完全可以实现LED显示屏的实时校正。

[0083] 本实施例中,先建立LED显示屏在不同视角下的校正系数库,通过深度学习模型对显示屏前每个观众进行定位,进而得到针对所有观众的最佳视角,根据最佳视角,调用相应亮色度校正系数对显示屏进行校正,最终实现LED显示屏在不同视角下的最佳显示效果。

[0084] 本实施例采用视角感知技术和多视角校正技术,能够定位显示屏前每个观众所处位置,进而得到针对所有观众的最佳视角,并实现LED显示屏在不同视角下的实时校正,保证LED显示屏在不同视角下都能具有最佳显示效果,极大提高了LED显示屏的显示质量和观众的观赏效果。

[0085] 实施例二

本实施例是对应上述实施例的一种计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,所述程序被处理器执行时实现如上述实施例中基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法的各个步骤,且能达到相同的技术效果,此处不再累述。

[0086] 综上所述,本发明提供的一种基于多视角的LED显示屏亮色度校正方法及存储介质,通过对显示屏前的图像进行人脸识别定位,能够定位显示屏前每个观众所处的位置,并确定所有观众的最佳视角;通过在多种视角下测量对应的亮色度校正系数,可以根据观众的最佳视角调用相应校正系数,对显示屏的亮色度进行校正,使LED显示屏在不同观看视角下都能够实现最佳的图像显示效果,极大提高了LED显示屏的显示质量和观众的观赏效果。

[0087] 以上所述仅为本发明的实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等同变换,或直接或间接运用在相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

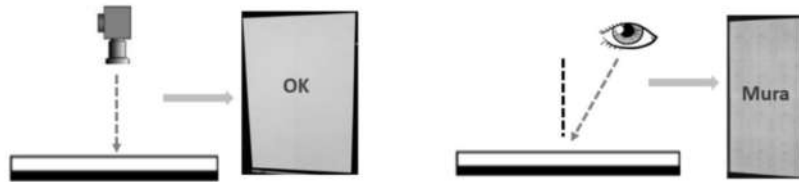


图1

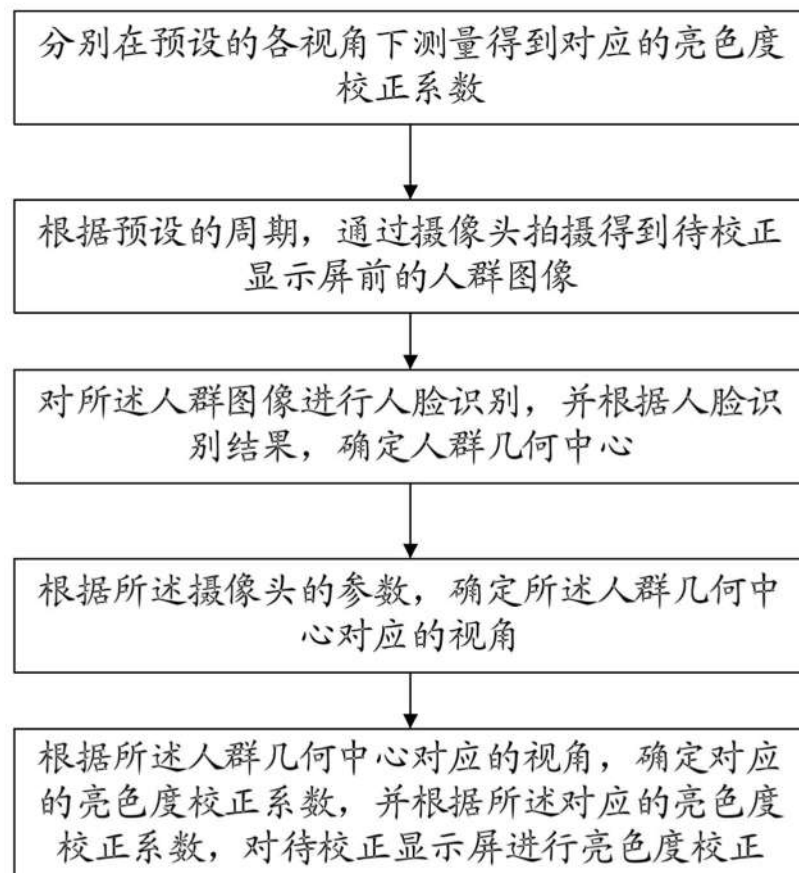


图2

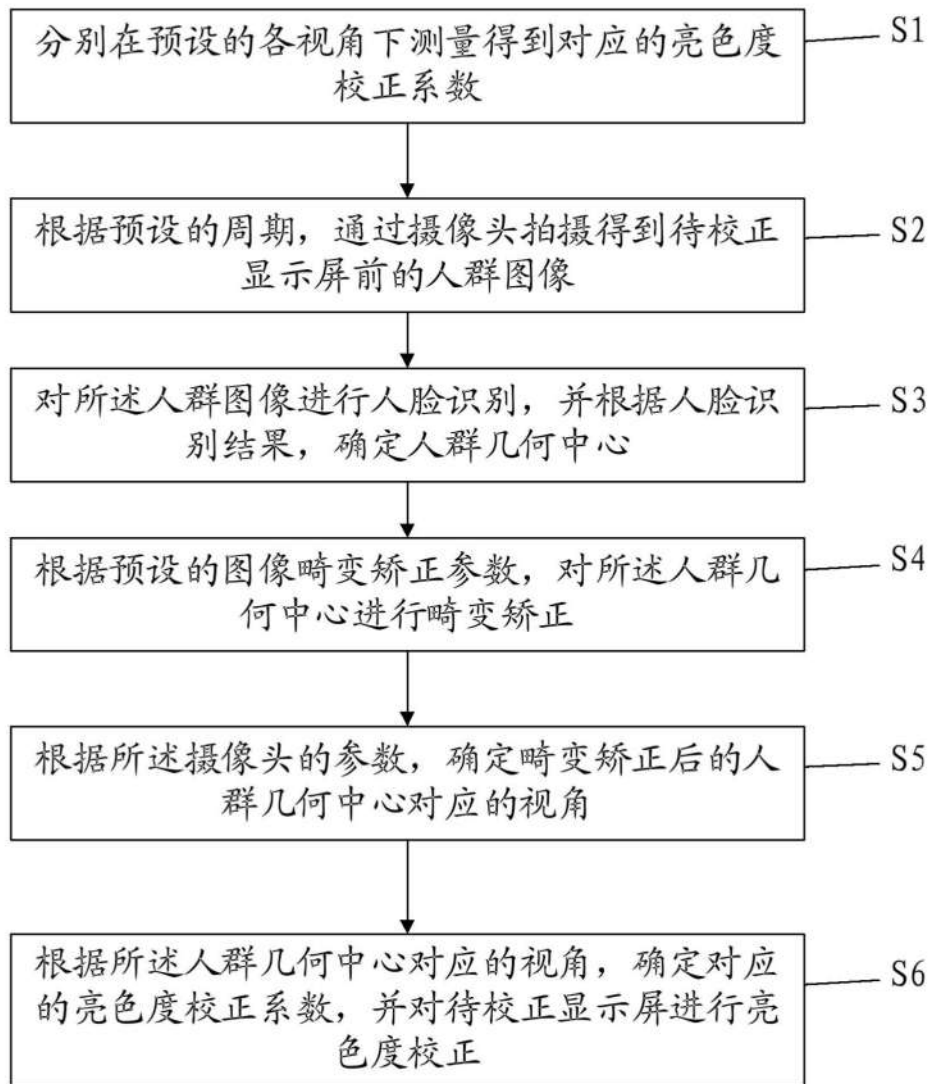


图3

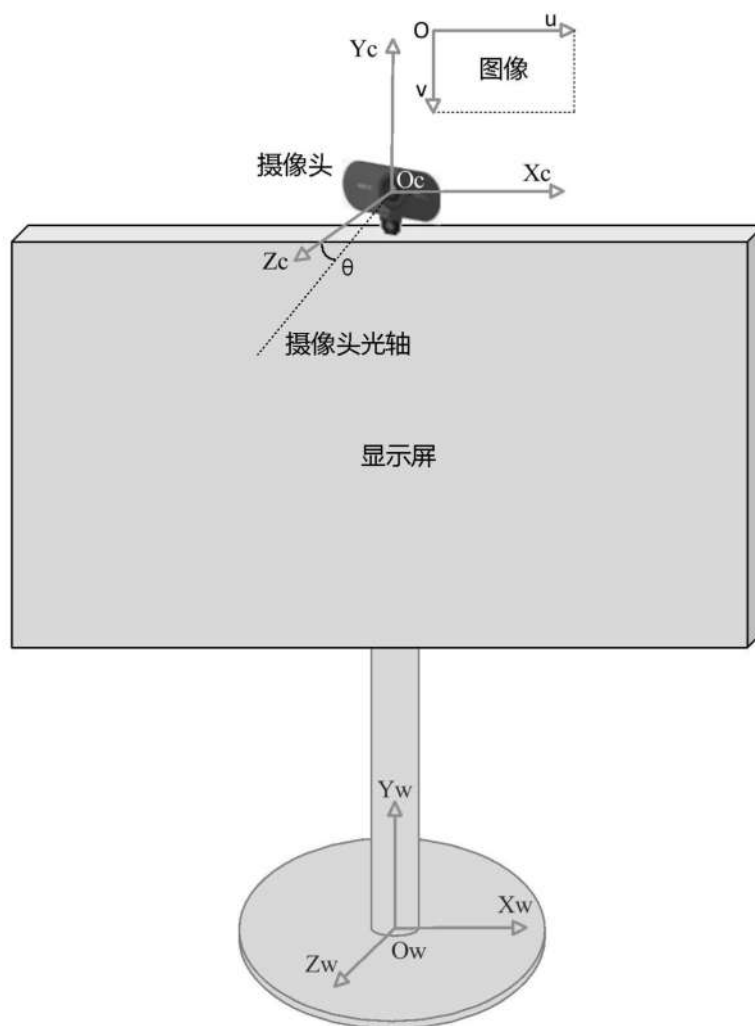


图4

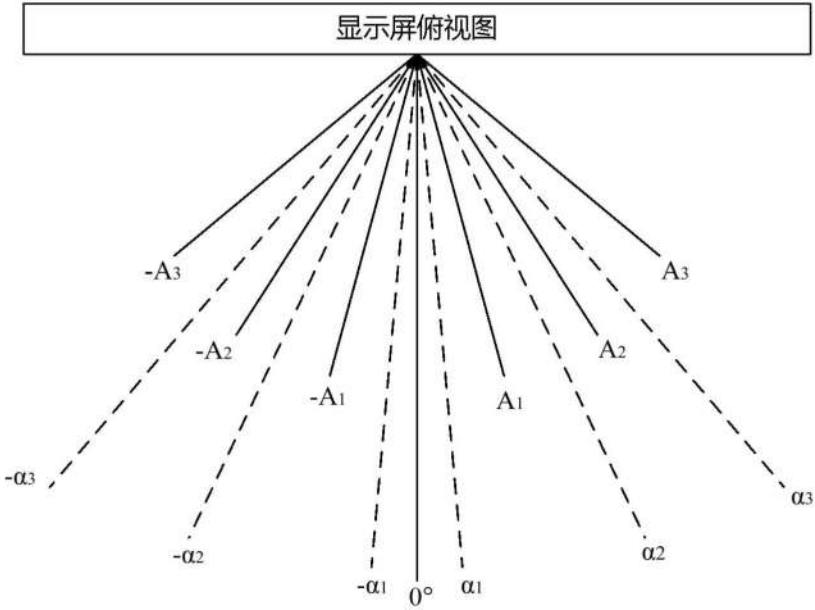


图5