



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108227348 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(21)申请号 201810068245.6

(22)申请日 2018.01.24

(71)申请人 长春华懋科技有限公司

地址 130000 吉林省长春市高新区锦河街
155号中国吉林东北亚文化创意科技
园

(72)发明人 张旭 高海鹏

(74)专利代理机构 吉林省长春市新时代专利商
标代理有限公司 22204

代理人 唐盼

(51)Int.Cl.

G03B 21/14(2006.01)

权利要求书1页 说明书4页

(54)发明名称

基于高精度视觉云台的几何畸变自动校正
方法

(57)摘要

基于高精度视觉云台的几何畸变自动校正方法,包括以下步骤:建立投影图像坐标空间、图像检测坐标空间、原始图像坐标空间、投影屏幕坐标空间;利用投影图像坐标与图像检测坐标之间的转换关系以及原始图像坐标空间与投影屏幕坐标空间之间的转换关系,获得原始图像坐标空间与投影图像坐标空间的转换关系;利用高精度视觉云台对控制点图像进行图像检测,再利用转换函数 $B2B3^{-1}B1^{-1}$,得到控制点几何畸变水平角度矩阵和垂直角度矩阵;根据控制点几何校正矩阵和贝塞尔曲面模型,计算投影图像所有像素点的几何校正值;在计算机把图像输送给投影仪缓存之前,利用所有像素点的几何校正值,对原始图像进行几何预校正。该方法校正时间快,够精确控制画面的视觉效果。

1. 基于高精度视觉云台的几何畸变自动校正方法,其特征在于:具体包括以下步骤:

步骤S1、建立投影图像坐标空间、图像检测坐标空间:其中,所述投影图像坐标空间为投影仪缓存接收到图像,用于投影显示的图像坐标空间,以 (x_p, y_p) 表示;投影图像左上角为 $(0, 0)$ 像素为起点,水平方向为横坐标,垂直方向为纵坐标;所述图像检测坐标空间是利用高精度机器视觉云台转动至目标角度,用其携带的数字相机拍摄投影屏幕目标控制点图像而形成的坐标空间,以 (x_c, y_c) 表示;

步骤S2、采用贝塞尔曲面模型求取投影图像坐标空间与图像检测坐标空间之间的转换关系,转换关系由公式(1)所示:

$$(x_c, y_c) = B1(x_p, y_p) \quad (1)$$

其中, $B1$ 为投影图像坐标空间与图像检测坐标空间之间的转换函数;

步骤S3、建立原始图像坐标空间、投影屏幕坐标空间;所述原始图像坐标空间为未经过任何校正处理的待投影显示的图像源,以 (x_o, y_o) 表示,左上角为 $(0, 0)$ 像素为起点,水平方向为横坐标,垂直方向为纵坐标;所述投影屏幕坐标空间为投影图像经过光路投射到投影屏幕上,所有像素点目标水平角度和垂直角度的球坐标空间,以 (x_s, y_s) 表示,以眼位为球心点,与水平方向夹角为水平角度,与垂直方向夹角为垂直角度;

步骤S4、采用贝塞尔曲面模型求取原始图像坐标空间与投影屏幕坐标空间之间的转换关系,转换关系由公式(2)所示:

$$(x_o, y_o) = B2(x_s, y_s) \quad (2)$$

其中, $B2$ 为原始图像坐标空间与投影屏幕坐标空间之间的转换函数;

步骤S5、采用贝塞尔曲面模型求取投影屏幕坐标空间与图像检测坐标空间的转换关系,转换关系由公式(3)所示:

$$(x_c, y_c) = B3(x_s, y_s) \quad (3)$$

其中, $B3$ 为投影屏幕坐标空间与图像检测坐标空间之间的转换函数;

步骤S6、原始图像坐标空间与图像检测坐标空间的转换,由公式(2)和公式(3)推导出原始图像坐标空间和图像检测坐标空间之间对应点的转换关系,由公式(4)所示

$$(x_o, y_o) = B2B3^{-1}(x_c, y_c) \quad (4)$$

步骤S7、原始图像坐标空间与投影图像坐标空间的转换,由公式(1)和公式(4)可以推导出原始图像坐标空间和投影图像坐标空间之间对应点的转换关系,由公式(5)所示

$$(x_o, y_o) = B2B3^{-1}B1^{-1}(x_p, y_p) \quad (5)$$

步骤S8、控制点几何校正矩阵,利用高精度视觉云台对控制点图像进行图像检测,再利用转换函数 $B2B3^{-1}B1^{-1}$,得到控制点几何畸变水平角度矩阵和垂直角度矩阵,即控制点几何校正矩阵;

步骤S9、特征点匹配,根据控制点几何校正矩阵和贝塞尔曲面模型,计算投影图像所有像素点的几何校正值;

步骤S10、几何畸变校正,在计算机把图像输送给投影仪缓存之前,利用所有像素点的几何校正值,对原始图像进行几何预校正处理即可。

基于高精度视觉云台的几何畸变自动校正方法

技术领域

[0001] 本发明属于投影图像处理领域,具体涉及一种基于高精度视觉云台的几何畸变自动校正方法。

背景技术

[0002] 多通道大视场投影显示系统以其大视场、高临场感的视觉效果,在虚拟战场环境仿真、军事训练模拟、数字城市规划、三维地理信息系统等方面得到了越来越广泛的应用。近年来,多通道大视场投影显示系统开始向展览展示、调度控制、安防监控、指挥控制、工业控制、教育培训、会议中心、战场指挥等领域发展。多通道大视场投影显示系统以多通道视景同步技术、几何畸变校正技术、数字图像边缘融合技术、投影图像亮度均衡和颜色校正技术为支撑,将成像计算机生成的数字图像实时输出并显示在一个超大幅面的平面或曲面投影幕墙上,使观看者和参与者获得更大的显示尺寸、更宽的视野、更多的显示内容、更高的显示分辨率、更具冲击力和沉浸感的视觉效果。

[0003] 通常情况下,大屏幕显示系统的画面是由多台投影仪投射的画面拼接而成,两个投影仪所投射出的画面之间会有缝隙;很多情况下大屏幕并不是平面的,而是柱状环幕或球状幕,这样就使投射出的图像产生几何畸变,需要经过专业的图像校正处理,即在投影前对图像进行几何畸变校正,最终生成一个完整、一体、无失真的多通道无缝拼接图像。现有的投影显示系统的图像校正方法为传统的手动校正方法,然而采用手动方式进行几何畸变校正,整个系统调试时间长,而且校正后投影图像画面整体效果差。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于高精度机器视觉云台的几何畸变自动校正方法,以解决现有手动校正调试时间长,调试后画面效果不好的技术难题。采用该校正方法不仅能够在规定时间内完成整个画面投影图像的几何畸变校正,而且能够精确控制画面的视觉效果,从而形成一幅完整无几何失真的投影图像。

[0005] 为实现上述目的,本发明提供的基于高精度视觉云台的几何畸变自动校正方法,具体包括以下步骤:

[0006] 步骤S1、建立投影图像坐标空间、图像检测坐标空间:其中,所述投影图像坐标空间为投影仪缓存接收到图像,用于投影显示的图像坐标空间,以 (x_p, y_p) 表示;投影图像左上角为 $(0, 0)$ 像素为起点,水平方向为横坐标,垂直方向为纵坐标;所述图像检测坐标空间是利用高精度机器视觉云台转动至目标角度,用其携带的数字相机拍摄投影屏幕目标控制点图像而形成的坐标空间,以 (x_c, y_c) 表示;

[0007] 步骤S2、采用贝塞尔曲面模型求取投影图像坐标空间与图像检测坐标空间之间的转换关系,转换关系由公式(1)所示:

[0008] $(x_c, y_c) = B1(x_p, y_p)$ (1)

[0009] 其中,B1为投影图像坐标空间与图像检测坐标空间之间的转换函数;

[0010] 步骤S3、建立原始图像坐标空间、投影屏幕坐标空间；所述原始图像坐标空间为未经过任何校正处理的待投影显示的图像源，以 (x_o, y_o) 表示，左上角为 $(0, 0)$ 像素为起点，水平方向为横坐标，垂直方向为纵坐标；所述投影屏幕坐标空间为投影图像经过光路投射到投影屏幕上，所有像素点目标水平角度和垂直角度的球坐标空间，以 (x_s, y_s) 表示，以眼位为球心点，与水平方向夹角为水平角度，与垂直方向夹角为垂直角度；

[0011] 步骤S4、采用贝塞尔曲面模型求取原始图像坐标空间与投影屏幕坐标空间之间的转换关系，转换关系由公式 (2) 所示：

$$[0012] \quad (x_o, y_o) = B2(x_s, y_s) \quad (2)$$

[0013] 其中，B2为原始图像坐标空间与投影屏幕坐标空间之间的转换函数；

[0014] 步骤S5、采用贝塞尔曲面模型求取投影屏幕坐标空间与图像检测坐标空间的转换关系，转换关系由公式 (3) 所示：

$$[0015] \quad (x_c, y_c) = B3(x_s, y_s) \quad (3)$$

[0016] 其中，B3为投影屏幕坐标空间与图像检测坐标空间之间的转换函数；

[0017] 步骤S6、原始图像坐标空间与图像检测坐标空间的转换，由公式 (2) 和公式 (3) 推导出原始图像坐标空间和图像检测坐标空间之间对应点的转换关系，由公式 (4) 所示

$$[0018] \quad (x_o, y_o) = B2B3^{-1}(x_c, y_c) \quad (4)$$

[0019] 步骤S7、原始图像坐标空间与投影图像坐标空间的转换，由公式 (1) 和公式 (4) 可以推导出原始图像坐标空间和投影图像坐标空间之间对应点的转换关系，由公式 (5) 所示

$$[0020] \quad (x_o, y_o) = B2B3^{-1}B1^{-1}(x_p, y_p) \quad (5)$$

[0021] 步骤S8、控制点几何校正矩阵，利用高精度视觉云台对控制点图像进行图像检测，再利用转换函数 $B2B3^{-1}B1^{-1}$ ，得到控制点几何畸变水平角度矩阵和垂直角度矩阵，即控制点几何校正矩阵；

[0022] 步骤S9、特征点匹配，根据控制点几何校正矩阵和贝塞尔曲面模型，计算投影图像所有像素点的几何校正值；

[0023] 步骤S10、几何畸变校正，在计算机把图像输送给投影仪缓存之前，利用所有像素点的几何校正值，对原始图像进行几何预校正处理即可。

[0024] 本发明的优点和积极效果：本发明利用贝塞尔曲面模型表示各个坐标空间之间对应点的非线性转换关系，推导出投影图像与原始图像之间的转换函数。该几何畸变校正方法不仅适合于平面投影屏幕，也适合于曲面投影屏幕；实验结果表明，该方法在投影图像几何畸变校正过程中合理、正确、高效。

具体实施方式

[0025] 为使本领域技术人员清楚理解本发明的技术方案及其优点和效果，下面对本发明进一步详细描述，但并不用于限定本发明的保护范围。

[0026] 本发明提供的基于高精度视觉云台的几何畸变自动校正方法，具体包括以下步骤：

[0027] 步骤S1、建立投影图像坐标空间、图像检测坐标空间：其中，所述投影图像坐标空间为投影仪缓存接收到图像，用于投影显示的图像坐标空间，以 (x_p, y_p) 表示；投影图像左上角为 $(0, 0)$ 像素为起点，水平方向为横坐标，垂直方向为纵坐标；所述图像检测坐标空间是

利用高精度机器视觉云台转动至目标角度,用其携带的数字相机拍摄投影屏幕目标控制点图像而形成的坐标空间,以 (x_c, y_c) 表示;具体为:利用其携带的数字相机拍摄投影屏幕目标控制点图像,计算控制点位置,直至对准控制点中心,即数字相机十字中心与被检测控制点中心重合,得到该控制点的水平角度和垂直角度,以 (x_c, y_c) 表示,以眼位为球心点,与水平方向夹角为水平角度,与垂直方向夹角为垂直角度;

[0028] 步骤S2、采用贝塞尔曲面模型求取投影图像坐标空间与图像检测坐标空间之间的转换关系,转换关系由公式(1)所示:

$$[0029] \quad (x_c, y_c) = B1(x_p, y_p) \quad (1)$$

[0030] 其中, $B1$ 为投影图像坐标空间与图像检测坐标空间之间的转换函数;利用转换函数 $B1$, 即可得知投影图像上某个控制点的投影图像坐标空间 (x_p, y_p) , 利用高精度机器视觉云台进行图像检测,进行图像处理和图像识别,得到该控制点在图像检测坐标空间中的位置 (x_c, y_c) , 即控制点水平角度和垂直角度值;

[0031] 步骤S3、建立原始图像坐标空间、投影屏幕坐标空间;所述原始图像坐标空间为未经过任何校正处理的待投影显示的图像源,以 (x_o, y_o) 表示,左上角为 $(0, 0)$ 像素为起点,水平方向为横坐标,垂直方向为纵坐标;所述投影屏幕坐标空间为投影图像经过光路投射到投影屏幕上,所有像素点目标水平角度和垂直角度的球坐标空间,以 (x_s, y_s) 表示,以眼位为球心点,与水平方向夹角为水平角度,与垂直方向夹角为垂直角度;

[0032] 步骤S4、采用贝塞尔曲面模型求取原始图像坐标空间与投影屏幕坐标空间之间的转换关系,转换关系由公式(2)所示:

$$[0033] \quad (x_o, y_o) = B2(x_s, y_s) \quad (2)$$

[0034] 其中, $B2$ 为原始图像坐标空间与投影屏幕坐标空间之间的转换函数,在理想情况下取 $B2=1$, 原始图像坐标空间的像素点 (x_o, y_o) 与投影屏幕坐标空间像素点 (x_s, y_s) 一一对应;通常情况下,原始图像经几何校正(将原始图像进行合理的几何预校正处理,抵消投影仪镜头、投影光路、投影屏幕非平面等产生的图像畸变)后,能够在投影屏幕目标位置上正确投影显示规定的内容,在投影屏幕上显示的投影图像与原始图像相比,没有几何畸变;

[0035] 步骤S5、采用贝塞尔曲面模型求取投影屏幕坐标空间与图像检测坐标空间的转换关系,转换关系由公式(3)所示:

$$[0036] \quad (x_c, y_c) = B3(x_s, y_s) \quad (3)$$

[0037] 其中, $B3$ 为投影屏幕坐标空间与图像检测坐标空间之间的转换函数,理想情况下取 $B3=1$;理想情况下,采用高精度机器视觉云台上携带的数字相机拍摄目标屏幕上的投影控制点,并转动云台对准控制点中心,当前云台所读取的水平角度值和垂直角度值为图像检测坐标空间值,也是投影屏幕坐标空间值,即在屏幕坐标空间内像素点 (x_s, y_s) 与图像检测坐标空间像素点 (x_c, y_c) 一一对应;

[0038] 步骤S6、原始图像坐标空间与图像检测坐标空间的转换,由公式(2)和公式(3)推导出原始图像坐标空间和图像检测坐标空间之间对应点的转换关系,由公式(4)所示

$$[0039] \quad (x_o, y_o) = B2B3^{-1}(x_c, y_c) \quad (4)$$

[0040] 步骤S7、原始图像坐标空间与投影图像坐标空间的转换,由公式(1)和公式(4)可以推导出原始图像坐标空间和投影图像坐标空间之间对应点的转换关系,由公式(5)所示

$$[0041] \quad (x_o, y_o) = B2B3^{-1}B1^{-1}(x_p, y_p) \quad (5)$$

[0042] 步骤S8、控制点几何校正矩阵,利用高精度视觉云台对控制点图像进行图像检测,再利用转换函数 $B_2B_3^{-1}B_1^{-1}$,得到控制点几何畸变水平角度矩阵和垂直角度矩阵,即控制点几何校正矩阵;

[0043] 步骤S9、特征点匹配,根据控制点几何校正矩阵和贝塞尔曲面模型,计算投影图像所有像素点的几何校正值;

[0044] 步骤S10、几何畸变校正,在计算机把图像输送给投影仪缓存之前,利用所有像素点的几何校正值,对原始图像进行几何预校正处理,这样在目标屏幕上显示的投影图像就符合实际要求,无任何几何畸变、图像内容完整、位置正确。