

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2017 年 6 月 29 日 (29.06.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/107524 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06T 7/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/096628
- (22) 国际申请日: 2016 年 8 月 25 日 (25.08.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510964756.2 2015 年 12 月 21 日 (21.12.2015) CN
- (71) 申请人: 乐视控股 (北京) 有限公司 (LE HOLDINGS (BEIJING) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国北京市朝阳区姚家园路 105 号 3 号楼 10 层 1102, Beijing 100025 (CN)。乐视致新电子科技 (天津) 有限公司 (LE SHI ZHI XIN ELECTRONIC TECHNOLOGY (TIANJIN) LIMITED) [CN/CN]; 中国天津市滨海新区生态城动漫中路 126 号动漫大厦 B1 区 2 层 201-427, Tianjin 300467 (CN)。
- (72) 发明人: 张修宝 (ZHANG, Xiubao); 中国天津市滨海新区生态城动漫中路 126 号动漫大厦 B1 区 2 层 201-427, Tianjin 300467 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市恒申知识产权事务所 (普通合伙) (HENSEN INTELLECTUAL PROPERTY FIRM); 中国广东省深圳市福田区南园路 68 号上步大厦 10H, Guangdong 518000 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA,

[见续页]

(54) Title: IMAGING DISTORTION TEST METHOD AND APPARATUS FOR VIRTUAL REALITY HELMET

(54) 发明名称: 虚拟现实头盔的成像畸变测试方法及装置

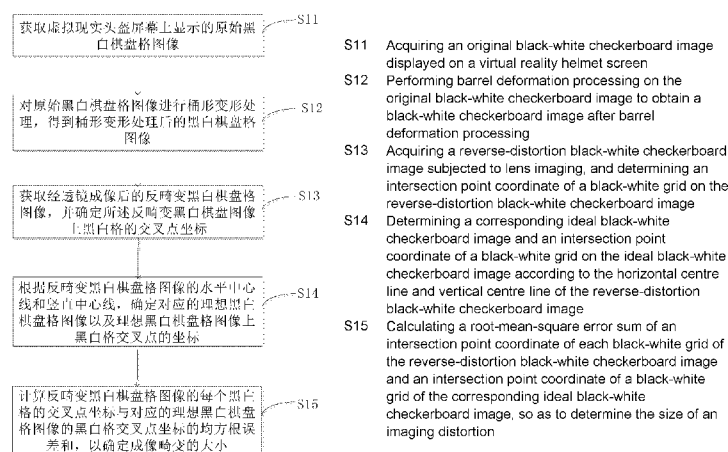


图 3

(57) Abstract: An imaging distortion test method and apparatus for a virtual reality helmet. The method comprises: inputting an original black-white checkerboard image; acquiring a reverse-distortion black-white checkerboard image displayed on a screen after barrel deformation processing is performed thereon via a virtual reality helmet and subjected to lens imaging; determining, according thereto, a coordinate of a black-white grid intersection point containing a distortion, and determining a relatively ideal intersection point coordinate according to the intersection point of the horizontal centre line and vertical centre line thereof; and calculating a root-mean-square error sum of corresponding points in the two types of intersection points so as to determine the size of an imaging distortion. According to the imaging distortion test method and apparatus for a virtual reality helmet, the particularity of a black-white checkerboard image is used to firstly acquire a reverse-distortion black-white checkerboard image and then determine a coordinate of an intersection point containing a distortion and a relatively ideal intersection point coordinate, and the size of an imaging distortion of a virtual reality helmet can be tested according to the size of an error corresponding to the two types of intersection point coordinates.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/107524 A1

RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 关于申请人有权要求在先申请的优先权(细则 4.17(iii))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

一种虚拟现实头盔的成像畸变测试方法及装置,所述方法包括:输入原始黑白棋盘格图像,获取经虚拟现实头盔对其桶形变形处理后显示在屏幕上,且经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像,由其确定含畸变的黑白棋盘格交叉点坐标,并由其水平中心线和垂直中心线上的交叉点确定相对理想的交叉点坐标,计算上述两类交叉点对应点的均方根误差和,以确定成像畸变的大小。虚拟现实头盔的成像畸变测试方法及装置利用黑白棋盘格图像的特殊性,先获取反畸变黑白棋盘格图像,再确定含畸变的交叉点坐标和相对理想的交叉点坐标,根据上述两类交叉点坐标对应误差的大小,可以测试出虚拟现实头盔的图像畸变大小。

虚拟现实头盔的成像畸变测试方法及装置

本申请要求在 2015 年 12 月 21 日提交中国专利局、申请号 201510964756.2、发明名称为“虚拟现实头盔的成像畸变测试方法及装置”的中国专利申请的优先权，该申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明实施例涉及虚拟现实技术领域，尤其涉及一种虚拟现实头盔的成像畸变测试方法及装置。

背景技术

随着虚拟现实技术（Virtual Reality，简称 VR）的迅速发展，出现了一种头盔式显示器，也称为虚拟现实头盔。利用虚拟现实头盔，将人的对外界的视觉、听觉封闭，引导用户产生一种身在虚拟环境中的感觉。其显示原理是左右眼屏幕分别显示左右眼的图像，人眼获取这种带有差异的信息后在脑海中产生立体感。虚拟现实头盔作为虚拟现实的显示设备，具有小巧和封闭性强的特点，在军事训练、虚拟驾驶及虚拟城市等项目中具有广泛的应用。

发明人在实现本发明的过程中发现现有的虚拟现实头盔中与双眼对应的位置分别设置有凸透镜，根据凸透镜的特性，经过凸透镜成像的图像会发生枕形形变，因此现有技术中通常采用先将原始图像进行桶形变形处理，再经过凸透镜成像的方法，使用户得到的图像近似于原始图像。将原始图像进行桶形变形处理的技术已经是非常成熟的技术。

但是，用户最终得到的图像只是原始图像的近似图像，目前缺乏对于这种处理方法得到的近似图像的成像效果的量化的评价。

发明内容

本发明实施例提供一种虚拟现实头盔的成像畸变测试方法及装置，以克服现有技术中用户最终得到的图像只是原始图像的近似图像，目前缺乏对于

这种处理方法得到的近似图像的成像效果的量化的评价的技术问题。

本发明提供一种虚拟现实头盔的成像畸变测试方法，所述虚拟现实头盔的屏幕与人眼之间设置有助于图像放大的透镜，所述虚拟现实头盔上显示的黑白棋盘格图像由相间的黑白格组成，包括：

获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像；

对所述原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理，得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像；

获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像，并确定所述反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标；

根据所述反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线，确定对应的理想黑白棋盘格图像以及所述理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标；

计算所述反畸变黑白棋盘格图像每个黑白格交叉点坐标与对应的所述理想黑白棋盘格图像的黑白格交叉点坐标的均方根误差和，以确定成像畸变的大小。

进一步可选地，所述计算所述反畸变黑白棋盘格图像每个黑白格的交叉点坐标与对应的所述理想黑白棋盘格图像的黑白格的交叉点坐标的均方根误差和之前还包括：

对所述反畸变黑白棋盘格图像进行边界检测，以确定所述反畸变黑白棋盘格图像的黑白格的交叉点的坐标；

对所述理想黑白棋盘格图像进行边界检测，以确定所述理想黑白棋盘格图像每个黑白格交叉点的坐标。

进一步可选地，所述根据所述反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线，确定对应的理想黑白棋盘格图像包括：

检测所述反畸变黑白棋盘格图像的水平格数和竖直格数；

以所述反畸变黑白棋盘格图像上的水平中心线和竖直中心线为基准，按照所述水平格数和竖直格数确定所述理想黑白棋盘格图像。

进一步可选地，所述均方根误差和的计算公式如下：

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (dx_i^2 + dy_i^2)}$$

其中，n 为所述黑白格交叉点的数量，i 为所述黑白格交叉点的序号， dx_i

为所述黑白棋盘格的第 i 个交叉点的水平方向的误差, dy_i 为所述黑白棋盘格的第 i 个交叉点的垂直方向的误差。

本发明还提供一种虚拟现实头盔的成像畸变测试装置, 包括:

获取模块, 用于获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像;

变形模块, 用于对所述原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理, 得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像;

所述获取模块, 还用于获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像, 并确定所述反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标;

确定模块, 根据所述反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线, 确定对应的理想黑白棋盘格图像以及所述理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标;

计算模块, 计算所述反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点坐标与对应的所述理想黑白棋盘格图像的黑白格交叉点坐标的均方根误差和, 以确定成像畸变的大小。

进一步可选地, 所述计算模块具体用于:

对所述反畸变黑白棋盘格图像进行边界检测, 以确定所述反畸变黑白棋盘格图像的黑白格的交叉点的坐标;

对所述理想黑白棋盘格图像进行边界检测, 以确定所述理想黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点的坐标。

进一步可选地, 所述确定模块具体用于:

检测所述反畸变黑白棋盘格图像的水平格数和竖直格数;

以所述反畸变黑白棋盘格图像上的水平中心线和竖直中心线为基准, 按照所述水平格数和竖直格数确定所述理想黑白棋盘格图像。

进一步可选地, 所述均方根误差计算公式如下:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (dx_i^2 + dy_i^2)}$$

其中, n 为所述黑白格交叉点的数量, i 为所述黑白格交叉点的序号, dx_i 为所述黑白棋盘格的第 i 个交叉点的水平方向的误差, dy_i 为所述黑白棋盘格的第 i 个交叉点的垂直方向的误差。

本发明实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法及装置, 利用黑白棋盘格图像的特殊性, 先获取与原始图像对应的经过桶形形变后的黑白棋盘格

图像，再获取透过透镜显示的反畸变黑白棋盘格图像，再确定理想黑白棋盘格图像，根据黑白格交叉点坐标均方根误差和的大小，可以测试出虚拟现实头盔的图像畸变大小。

为实现上述目的，本发明实施例还提供了一种虚拟现实头盔的成像畸变测试设备，所述虚拟现实头盔的屏幕与人眼之间设置有助于图像放大的透镜，所述虚拟现实头盔上显示的黑白棋盘格图像由相间的黑白格组成，所述设备包括：一个或者多个处理器；

存储器；

一个或者多个程序，所述一个或者多个程序存储在所述存储器中，当被所述一个或者多个处理器执行时：

获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像；

对所述原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理，得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像；

获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像，并确定所述反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标；

根据所述反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线，确定对应的理想黑白棋盘格图像以及所述理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标；

计算所述反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点坐标与对应的所述理想黑白棋盘格图像的黑白格交叉点坐标的均方根误差和，以确定成像畸变的大小。

本发明实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试设备，利用黑白棋盘格图像的特殊性，先获取与原始图像对应的经过桶形形变后的黑白棋盘格图像，再获取透过透镜显示的反畸变黑白棋盘格图像，再确定理想黑白棋盘格图像，根据黑白格交叉点坐标均方根误差和的大小，可以测试出虚拟现实头盔的图像畸变大小。

本发明实施例还提供了一种非暂态计算机可读存储介质，所述非暂态计算机可读存储介质存储计算机指令，所述计算机指令用于使所述计算机执行：

获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像；

对所述原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理，得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像；

获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像，并确定所述反畸变黑白棋盘图像上黑白格的交叉点坐标；

根据所述反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线，确定对应的理想黑白棋盘格图像以及所述理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标；

计算所述反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点坐标与对应的所述理想黑白棋盘格图像的黑白格交叉点坐标的均方根误差和，以确定成像畸变的大小。

本实施例提供的非暂态计算机可读存储介质，利用黑白棋盘格图像的特殊性，先获取与原始图像对应的经过桶形形变后的黑白棋盘格图像，再获取透过透镜显示的反畸变黑白棋盘格图像，再确定理想黑白棋盘格图像，根据黑白格交叉点坐标均方根误差和的大小，可以测试出虚拟现实头盔的图像畸变大小。

本发明实施例还提供了一种计算机程序产品，所述计算机程序产品包括存储在非暂态计算机可读存储介质上的计算程序，所述计算机程序包括程序指令，当所述程序指令被计算机执行时，使所述计算机执行：

获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像；

对所述原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理，得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像；

获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像，并确定所述反畸变黑白棋盘图像上黑白格的交叉点坐标；

根据所述反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线，确定对应的理想黑白棋盘格图像以及所述理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标；

计算所述反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点坐标与对应的所述理想黑白棋盘格图像的黑白格交叉点坐标的均方根误差和，以确定成像畸变的大小。

本实施例提供的计算机程序产品，利用黑白棋盘格图像的特殊性，先获

取与原始图像对应的经过桶形形变后的黑白棋盘格图像，再获取透过透镜显示的反畸变黑白棋盘格图像，再确定理想黑白棋盘格图像，根据黑白格交叉点坐标均方根误差和的大小，可以测试出虚拟现实头盔的图像畸变大小。

附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图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性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为本发明的理想的黑白棋盘格图像的示意图；

图 2 为本发明的桶形变形后的黑白棋盘格图像的示意图；

图 3 为本发明的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法的实施例一的示意图；

图 4 为本发明的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法的实施例二的示意图；

图 5 为本发明的虚拟现实头盔的成像畸变测试装置的实施例一的示意图。

图 6 本发明实施例提供的虚拟现实头盔的成像畸变测试设备的硬件结构示意图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

现有的虚拟现实头盔，为防止屏幕上原始图像经过透镜后产生枕形畸变，需要先对原始图像进行预处理，即先对原始图像进行桶形变形处理，该桶形变形处理后的图像经过透镜后可反畸变成与原始图像相接近的反畸变黑白棋盘格图像。但是对于该反畸变黑白棋盘格图像的畸变校正情况缺乏量化的评

测，本发明针对此问题，提出一种虚拟现实头盔的成像畸变测试方法及装置，利用黑白棋盘格图像的特殊性，由于黑白棋盘格即使在变形以后也能够准确地确定每个黑白格交叉点的坐标，因此根据交叉点的畸变情况，即可获知整个虚拟现实头盔所显示头像的反畸变情况，原始的黑白棋盘格图像如图 1 所示，桶形形变后的黑白棋盘格图像如图 2 所示。具体实施例如下：

图 3 为本发明的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法实施例一的示意图，如图 3 所示，本实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法，具体可以包括如下步骤：

S11，获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像。

在具体实施时，本实施例利用黑白棋盘格图像的特殊性，由于黑白棋盘格即使在变形以后也能够准确地确定每个黑白格交叉点的坐标，因此根据交叉点的畸变情况，即可获知整个图像的畸变情况。首先需要获取虚拟现实头盔屏幕上显示的是没有经过处理的原始黑白棋盘格图像。

S12，对原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理，得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像。

在具体实施时，由于虚拟现实头盔中设置的透镜一般为凸透镜，且该凸透镜的凸面朝向屏幕图像，另一面朝向人眼。根据公知常识可知，经过凸透镜后显示的图像会发生枕形变形。为获得正常显示的图像，预先对原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理，以抵消凸透镜所产生的枕形变形。

S13，获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像，并确定反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标。

在具体实施时，反畸变黑白棋盘格图像实际就是人眼所接收到的图像，这个图像据透镜的折射率等参数是可以确定的。根据计算机图像处理方法还可以确定反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标。

S14，根据反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线，确定对应的理想黑白棋盘格图像以及理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标。

在具体实施时，根据公知常识，经过桶形变形的图像中心点向外突，周边向内缩，但是其水平中心线和竖直中心线却不会变形。反畸变黑白棋盘格图像虽然经过透镜的反畸变处理，但仍是存在误差的图像，根据黑白棋盘格的特征，黑白棋盘格的格数即使变形后仍是确定的，保持水平中心线和竖直

中心线不变，将整个图像按照黑白棋盘格的格数等分整个图像，即可获得理想黑白棋盘格图像。

S15，计算反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格的交叉点坐标与对应的理想黑白棋盘格图像的交叉点坐标的均方根误差和，以确定成像畸变的大小。

在具体实施时，根据现有技术即可确定反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格的交叉点坐标与对应的理想黑白棋盘格图像的交叉点坐标，根据交叉点坐标可计算出所有交叉点的均方根误差和，均方根误差和越大，畸变越大，均方根误差和越小，畸变越小。本实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法，利用黑白棋盘格图像的特殊性，先获取与原始图像对应的经过桶形形变后的黑白棋盘格图像，再获取透过透镜显示的理想的黑白棋盘格图像，根据黑白格交叉点坐标误差的大小，可以测试出虚拟现实头盔的图像畸变大小。

图 4 为本发明的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法的实施例二的流程图，本实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法在上述实施例一的基础上，进一步更加详细地介绍本发明的技术方案。如图 4 所示，本实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法，具体可以包括如下步骤：

S21，获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像。

在具体实施时，本实施例利用黑白棋盘格图像的特殊性，由于黑白棋盘格即使在变形以后也能够准确地确定每个黑白格交叉点的坐标，因此根据交叉点的畸变情况，即可获知整个图像的畸变情况。首先需要获取虚拟现实头盔屏幕上显示的是没有经过处理的原始黑白棋盘格图像。

S22，对原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理，得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像。

在具体实施时，为抵消透镜对原始图像发生的变形，预先使原始的黑白棋盘格图像发生桶形变形。从而透过透镜获得理想的黑白棋盘格图像。

S23，获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像，并确定反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标。

在具体实施时，反畸变黑白棋盘格图像实际就是人眼所接收到的图像，这个图像据透镜的折射率等参数是可以确定的。根据计算机图像处理方法还

可以确定反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标。

S24, 检测经过桶形变形处理后的黑白棋盘格图像的水平格数和竖直格数。

在具体实施时, 图像虽然经过变形, 但是图像中的元素不会有损失, 只是在边界处发生变形。对于黑白棋盘格图像来说, 发生变形后的黑白棋盘格图像的水平格数和竖直格数是保持不变的。

S25, 以反畸变黑白棋盘格图像上的水平中心线和竖直中心线为基准, 按照水平格数和竖直格数确定理想黑白棋盘格图像。

在具体实施时, 根据公知常识, 经过桶形变形的图像中心点向外突, 周边向内缩, 但是其水平中心线和竖直中心线却不会变形。根据桶形变形图像的特性, 再根据黑白棋盘格的特性, 即黑白棋盘格的格数即使变形后仍是确定的, 即可确定理想黑白棋盘格图像。可保持水平中心线和竖直中心线不变, 将整个图像按照黑白棋盘格的格数等分整个图像, 即可获得理想黑白棋盘格图像。

S26, 对反畸变黑白棋盘格图像进行边界检测, 以确定反畸变黑白棋盘格图像的交叉点的坐标。

在具体实施时, 边界检测是图像处理和计算机视觉中的基本问题, 边界检测的目的是标识数字图像中亮度变化明显的点。据此, 采用边界检测方法, 可以得到反畸变黑白棋盘格图像中各个黑白格交叉点的坐标。

S27, 对理想黑白棋盘格图像进行边界检测, 以确定理想黑白棋盘格图像的每个黑白格的交叉点的坐标。

在具体实施时, 根据在步骤 S25 中介绍的边界检测法, 同样可以确定理想黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点的坐标。

S28, 计算反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格的交叉点坐标与对应的理想黑白棋盘格图像的交叉点坐标的均方根误差和, 以确定成像畸变的大小黑白格交叉点黑白格交叉点黑白格交叉点。

在具体实施时, 根据桶形变形处理后的黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点坐标与理想黑白棋盘格图像的交叉点坐标的对应关系, 确定理想黑白棋盘格图像上的交叉点坐标的均方根误差。

具体地, 均方根误差计算公式如下:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (dx_i^2 + dy_i^2)}$$

其中，n 为黑白格交叉点的数量，i 为黑白格交叉点的序号， dx_i 为黑白棋盘格的第 i 个交叉点的水平方向的误差， dy_i 为黑白棋盘格的第 i 个交叉点的垂直方向的误差。

本发明的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法及装置，利用黑白棋盘格图像的特殊性，先获取与原始图像对应的经过桶形形变后的黑白棋盘格图像，再获取透过透镜显示的理想的黑白棋盘格图像，利用边界检测法可以确定黑白格交叉点坐标和理想黑白棋盘格图像中黑白格交叉点的坐标，从而可以计算出理想黑白棋盘格中各个黑白格交叉点的误差，继而计算出所有黑白格交叉点的均方根误差。

图 5 为本发明的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法的实施例一的示意图，如图 5 所示，本实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法可以包括获取模块 11、变形模块 12、确定模块 13 和计算模块 14。

其中，

获取模块 11，用于获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像；变形模块 12，与获取模块 11 相连，用于对原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理，得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像；获取模块 11，还用于获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像，并确定反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标；确定模块 13，与变形模块 12 相连，用于根据反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线，确定对应的理想黑白棋盘格图像以及理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标；计算模块 14 与确定模块 13 相连，用于计算反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点坐标与对应的理想黑白棋盘格图像的黑白格交叉点坐标的均方根误差和，以确定成像畸变的大小。

本实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试装置，利用黑白棋盘格图像的特殊性，先获取与原始图像对应的经过桶形形变后的黑白棋盘格图像，再获取透过透镜显示的理想的黑白棋盘格图像，根据黑白格交叉点坐标误差的大小，可以测试出虚拟现实头盔的图像畸变大小。

本实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试装置的实施例二的示意图与图 5 一致，具体可参见图 5，本实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试装置在上

述图 5 所示的实施例一的基础上,进一步更加详细地介绍本发明的技术方案。如图 5 所示,本实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试装置可以包括获取模块 11、变形模块 12、确定模块 13 和计算模块 14。

其中,

获取模块 11,用于获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像;变形模块 12,与获取模块 11 相连,用于对原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理,得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像;获取模块 11,还用于获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像,并确定反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标;确定模块 13,与变形模块 12 相连,用于根据反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线,确定对应的理想黑白棋盘格图像以及理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标;计算模块 14 与确定模块 13 相连,用于计算反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点坐标与对应的理想黑白棋盘格图像的黑白格交叉点坐标的均方根误差和,以确定成像畸变的大小。

进一步可选地,计算模块 14 具体用于:

对反畸变黑白棋盘格图像进行边界检测,以确定反畸变黑白棋盘格图像的黑白格的交叉点的坐标;

对理想黑白棋盘格图像进行边界检测,以确定理想黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点的坐标。

进一步可选地,确定模块 13 具体用于:

检测反畸变黑白棋盘格图像的水平格数和竖直格数;

以反畸变黑白棋盘格图像上的水平中心线和竖直中心线为基准,按照水平格数和竖直格数确定理想黑白棋盘格图像。

进一步可选地,均方根误差计算公式如下:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (dx_i^2 + dy_i^2)}$$

其中,n 为黑白格交叉点的数量,i 为黑白格交叉点的序号, dx_i 为黑白棋盘格的第 i 个交叉点的水平方向的误差, dy_i 为黑白棋盘格的第 i 个交叉点的垂直方向的误差。

本实施例的虚拟现实头盔的成像畸变测试装置,通过采用上述模块实现虚拟现实头盔的成像畸变测试的实现机制与上述图 4 所示实施例的虚拟现实

头盔的成像畸变测试的实现机制相同，详细可以参考上述图 4 所示实施例的记载，在此不再赘述。

图 6 是本申请实施例提供的一种虚拟现实头盔的成像畸变测试设备的硬件结构示意图，如图 6 所示，该成像畸变测试设备包括：

一个或多个处理器 610 以及存储器 620，图 6 中以一个处理器 610 为例。

成像畸变测试设备还可以包括：输入装置 630 和输出装置 640。

处理器 610、存储器 620、输入装置 630 和输出装置 640 可以通过总线或者其他方式连接，图 6 中以通过总线连接为例。

存储器 620 作为一种非暂态计算机可读存储介质，可用于存储非暂态软件程序、非暂态计算机可执行程序以及模块，如本申请实施例中的虚拟现实头盔的成像畸变测试方法对应的程序指令/模块（例如，附图 5 所示的获取模块 11、变形模块 12、确定模块 13 和计算模块 14）。处理器 610 通过运行存储在存储器 620 中的非暂态软件程序、指令以及模块，从而执行相关的各种功能应用以及数据处理，即实现上述方法实施例中虚拟现实头盔的成像畸变测试方法。

存储器 620 可以包括存储程序区和存储数据区，其中，存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需要的应用程序；

存储数据区可存储根据虚拟现实头盔的成像畸变测试装置的使用所创建的数据等。此外，存储器 620 可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非暂态存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非暂态固态存储器件。在一些实施例中，存储器 620 可选包括相对于处理器 610 远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至虚拟现实头盔的成像畸变测试装置。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

输入装置 630 可接收输入的数字或字符信息，以及产生与虚拟现实头盔的成像畸变测试装置的用户设置以及功能控制有关的键信号输入。输出装置 640 可包括显示屏等显示设备。

所述一个或者多个模块存储在所述存储器 620 中，当被所述一个或者多个处理器 610 执行时，执行上述任意方法实施例中的虚拟现实头盔的成

像畸变测试方法。

上述产品可执行本申请实施例所提供的方法，具备执行方法相应的功能模块和有益效果。未在本实施例中详尽描述的技术细节，可参见本申请实施例所提供的方法。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体(Read-Only Memory, ROM)或随机存储记忆体(Random Access Memory, RAM)等。

最后需要说明的是，本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的程序可存储于一计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，所述的存储介质可为磁碟、光盘、只读存储记忆体 (ROM)或随机存储记忆体 (RAM)等。

最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种虚拟现实头盔的成像畸变测试方法，应用于虚拟现实头盔，所述虚拟现实头盔的屏幕与人眼之间设置有助于图像放大的透镜，所述虚拟现实头盔上显示的黑白棋盘格图像由相间的黑白格组成，其特征在于，包括：

获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像；

对所述原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理，得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像；

获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像，并确定所述反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标；

根据所述反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线，确定对应的理想黑白棋盘格图像以及所述理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标；

计算所述反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点坐标与对应的所述理想黑白棋盘格图像的黑白格交叉点坐标的均方根误差和，以确定成像畸变的大小。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述计算所述反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格的交叉点坐标与对应的所述理想黑白棋盘格图像的黑白格的交叉点坐标的均方根误差和之前还包括：

对所述反畸变黑白棋盘格图像进行边界检测，以确定所述反畸变黑白棋盘格图像的黑白格的交叉点的坐标；

对所述理想黑白棋盘格图像进行边界检测，以确定所述理想黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点的坐标。

3、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述根据所述反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线，确定对应的理想黑白棋盘格图像包括：

检测所述反畸变黑白棋盘格图像的水平格数和竖直格数；

以所述反畸变黑白棋盘格图像上的水平中心线和竖直中心线为基准，按照所述水平格数和竖直格数确定所述理想黑白棋盘格图像。

4、根据权利要求1-3任一所述的方法，其特征在于，所述均方根误差和

的计算公式如下：

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (dx_i^2 + dy_i^2)}$$

其中，n 为所述黑白格交叉点的数量，i 为所述黑白格交叉点的序号， dx_i 为所述黑白棋盘格的第 i 个交叉点的水平方向的误差， dy_i 为所述黑白棋盘格的第 i 个交叉点的垂直方向的误差。

5、一种虚拟现实头盔的成像畸变测试装置，其特征在于，包括：

获取模块，用于获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像；

变形模块，用于对所述原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理，得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像；

10 所述获取模块，还用于获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像，并确定所述反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标；

确定模块，根据所述反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线，确定对应的理想黑白棋盘格图像以及所述理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标；

15 计算模块，计算所述反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点坐标与对应的所述理想黑白棋盘格图像的黑白格交叉点坐标的均方根误差和，以确定成像畸变的大小。

6、根据权利要求 5 所述的装置，其特征在于，所述计算模块具体用于：

20 对所述反畸变黑白棋盘格图像进行边界检测，以确定所述反畸变黑白棋盘格图像的黑白格的交叉点的坐标；

对所述理想黑白棋盘格图像进行边界检测，以确定所述理想黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点的坐标。

7、根据权利要求 5 所述的装置，其特征在于，所述确定模块具体用于：检测所述反畸变黑白棋盘格图像的水平格数和竖直格数；

25 以所述反畸变黑白棋盘格图像上的水平中心线和竖直中心线为基准，按照所述水平格数和竖直格数确定所述理想黑白棋盘格图像。

8、根据权利要求 5-7 任一所述的装置，其特征在于，所述均方根误差计算公式如下：

$$S = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (dx_i^2 + dy_i^2)}$$

其中, n 为所述黑白格交叉点的数量, i 为所述黑白格交叉点的序号, dx_i 为所述黑白棋盘格的第 i 个交叉点的水平方向的误差, dy_i 为所述黑白棋盘格的第 i 个交叉点的垂直方向的误差。

9、一种虚拟现实头盔的成像畸变测试设备, 所述虚拟现实头盔的屏幕与人眼之间设置有助于图像放大的透镜, 所述虚拟现实头盔上显示的黑白棋盘格图像由相间的黑白格组成, 其特征在于, 所述设备包括: 一个或者多个处理器;

存储器;

一个或者多个程序, 所述一个或者多个程序存储在所述存储器中, 当被所述一个或者多个处理器执行时:

获取虚拟现实头盔屏幕上显示的原始黑白棋盘格图像;

对所述原始黑白棋盘格图像进行桶形变形处理, 得到桶形变形处理后的黑白棋盘格图像;

获取经透镜成像后的反畸变黑白棋盘格图像, 并确定所述反畸变黑白棋盘格图像上黑白格的交叉点坐标;

根据所述反畸变黑白棋盘格图像的水平中心线和竖直中心线, 确定对应的理想黑白棋盘格图像以及所述理想黑白棋盘格图像上黑白格交叉点的坐标;

计算所述反畸变黑白棋盘格图像的每个黑白格交叉点坐标与对应的所述理想黑白棋盘格图像的黑白格交叉点坐标的均方根误差和, 以确定成像畸变的大小。

10、一种非暂态计算机可读存储介质, 其特征在于, 所述非暂态计算机可读存储介质存储计算机指令, 所述计算机指令用于使所述计算机执行权利要求 1-4 任一所述方法。

11、一种计算机程序产品, 其特征在于, 所述计算机程序产品包括存储在非暂态计算机可读存储介质上的计算程序, 所述计算机程序包括程序指令, 当所述程序指令被计算机执行时, 使所述计算机执行权利要求 1-4 任一所述的方法。

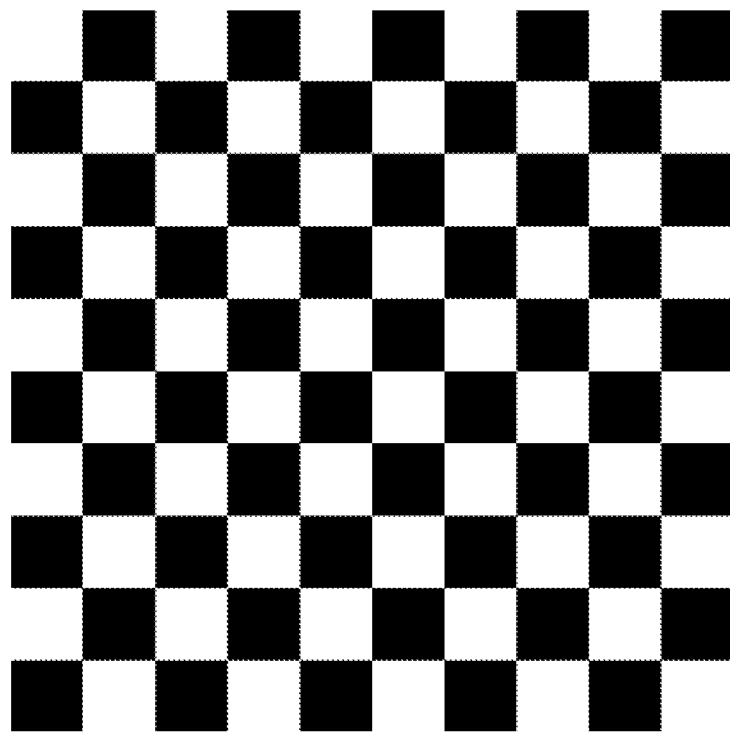


图 1

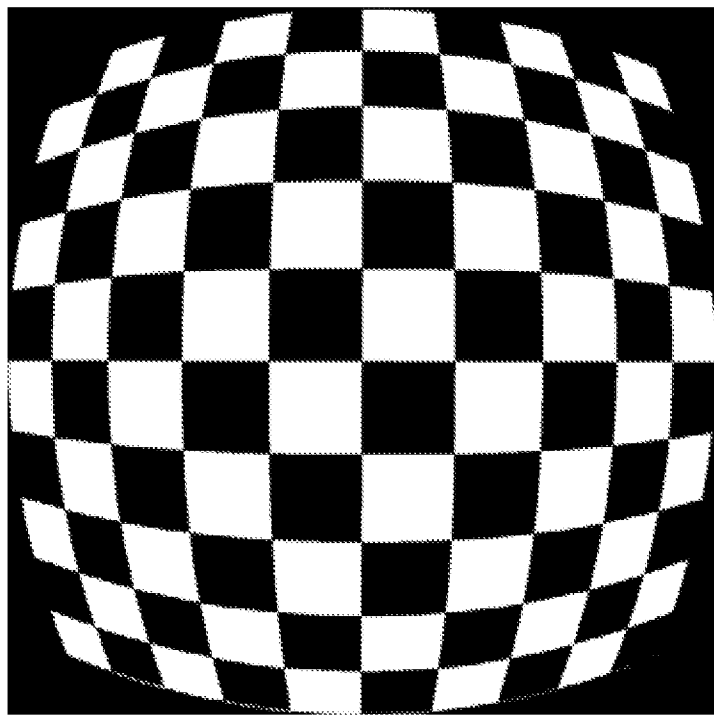


图 2

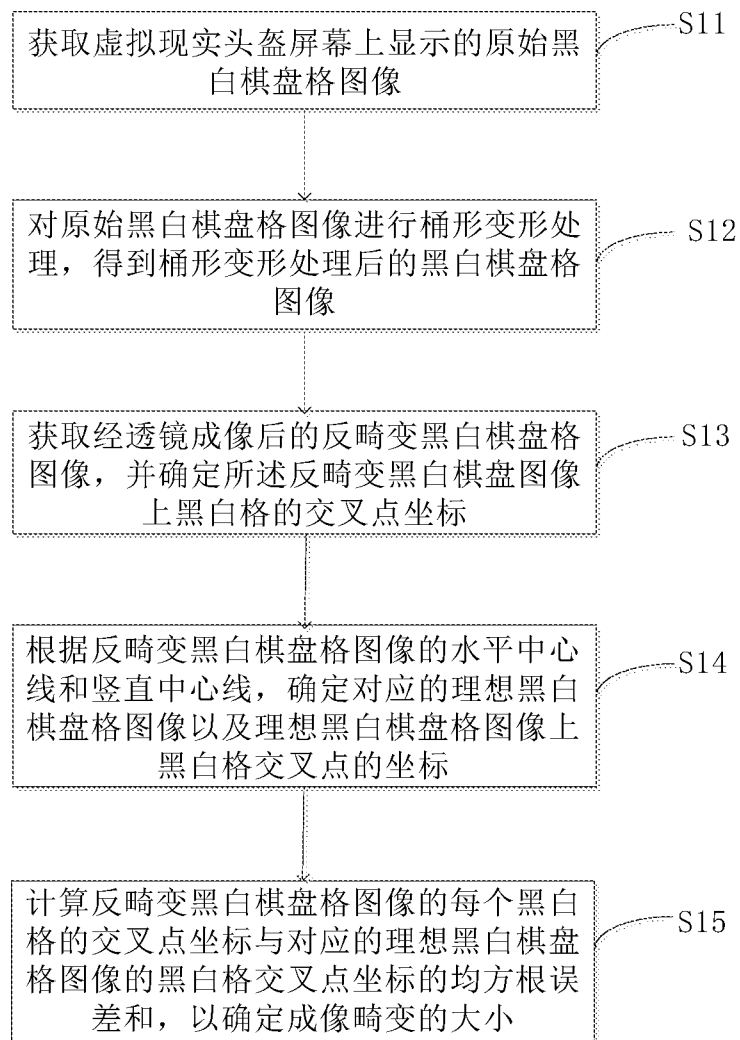


图 3

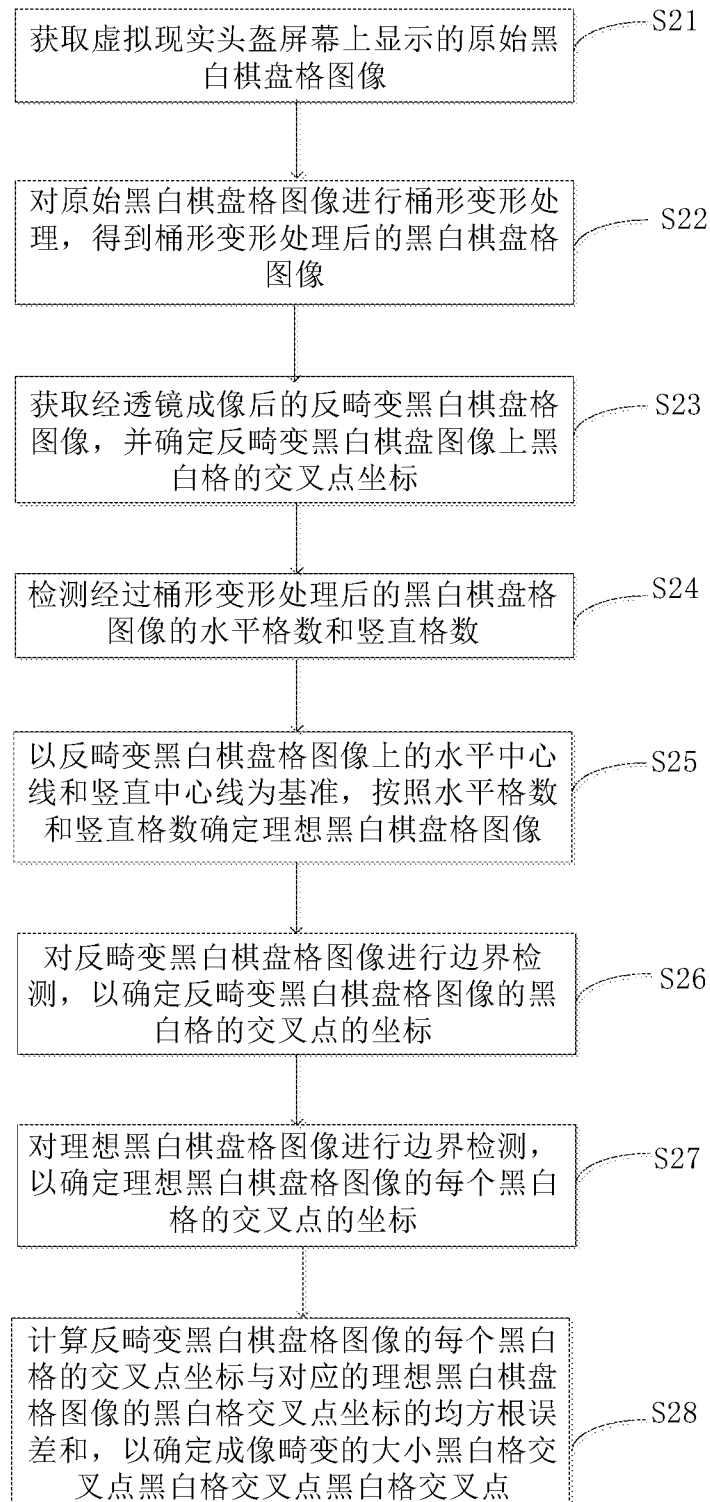


图 4

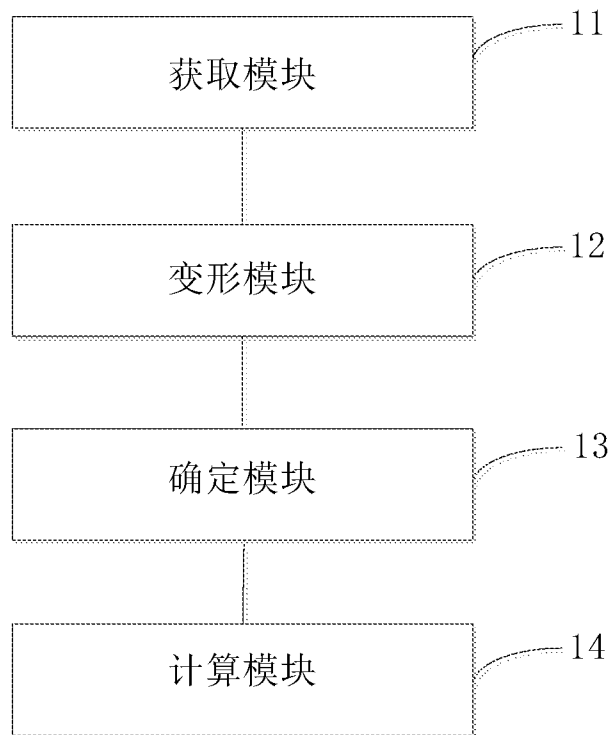


图 5

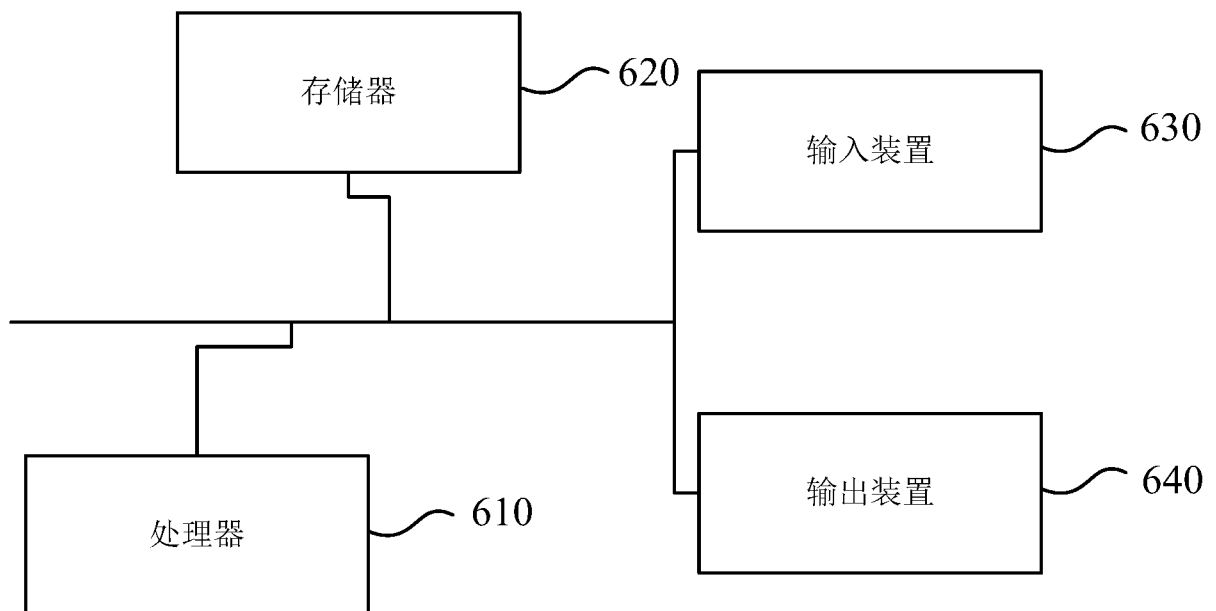


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/096628

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 7/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT; WPI; EPODOC; CNKI: virtual reality, circumstance, barrel shape, transform, chessboard, visual, distort+, deform+, virtual, reality, helmet?, VR

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 105869142 A (LESHI ZHIXIN ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY (TIANJIN) CO., LTD.), 17 August 2016 (17.08.2016), claims 1-8	1-11
A	CN 103792674 A (ZHEJIANG UNIVERSITY), 14 May 2014 (14.05.2014), description, paragraphs 0040-0061	1-11
A	CN 104793741 A (VR TECHNOLOGY HOLDINGS LIMITED), 22 July 2015 (22.07.2015), the whole document	1-11
A	US 2014278065 A1 (ROBERT BOSCH GMBH), 18 September 2014 (18.09.2014), the whole document	1-11
A	CN 103971352 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 06 August 2014 (06.08.2014), the whole document	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 19 October 2016 (19.10.2016)	Date of mailing of the international search report 24 November 2016 (24.11.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No.: (86-10) 62019451	Authorized officer YU, Liwen Telephone No.: (86-10) 61648090

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/096628

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105869142 A	17 August 2016	None	
CN 103792674 A	14 May 2014	None	
CN 104793741 A	22 July 2015	None	
US 2014278065 A1	18 September 2014	WO 2014159330 A1	02 October 2014
		EP 2973420 A1	20 January 2016
CN 103971352 A	06 August 2014	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2016/096628

A. 主题的分类

G06T 7/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06T G06F

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT;WPI;EPDOC;CNKI:畸变, 虚拟现实, 虚拟, 环境, 桶形, 变形, 棋盘, 头盔, visual, distort+, deform+, virtual, reality, helmet?, VR

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 105869142 A (乐视致新电子科技天津有限公司) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 权利要求1-8	1-11
A	CN 103792674 A (浙江大学) 2014年 5月 14日 (2014 - 05 - 14) 说明书第0040-0061段	1-11
A	CN 104793741 A (深圳市虚拟现实科技有限公司) 2015年 7月 22日 (2015 - 07 - 22) 全文	1-11
A	US 2014278065 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 2014年 9月 18日 (2014 - 09 - 18) 全文	1-11
A	CN 103971352 A (华南理工大学) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 全文	1-11

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2016年 10月 19日

国际检索报告邮寄日期

2016年 11月 24日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

俞立文

电话号码 (86-10)61648090

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2016/096628

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105869142	A	2016年 8月 17日	无			
CN	103792674	A	2014年 5月 14日	无			
CN	104793741	A	2015年 7月 22日	无			
US	2014278065	A1	2014年 9月 18日	WO	2014159330	A1	2014年 10月 2日
				EP	2973420	A1	2016年 1月 20日
CN	103971352	A	2014年 8月 6日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)