(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
2018 年 7 月 26 日 (26.07.2018)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2018/133380 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 3/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2017/095984

(22) 国际申请日: 2017 年 8 月 4 日 (04.08.2017)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710031017.7 2017年1月17日 (17.01.2017) CN

(71) 申请人: 北京大学深圳研究生院(PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽镇丽水路深圳大学城北大校区, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 王荣刚(WANG, Ronggang); 中国广东省深圳市南山区西丽镇丽水路深圳大学城北大校区, Guangdong 518055 (CN)。 王悦名(WANG, Yueming); 中国广东省深圳市南山区西丽镇丽水路深圳大学城北大校区, Guangdong 518055 (CN)。 王振宇(WANG, Zhenyu); 中国广东省深圳市南山区西丽镇丽水路深圳大学城北大校区, Guangdong 518055 (CN)。 高文(GAO, Wen); 中国广东省深圳市南山区西丽镇丽水路深圳大学城北大校区, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京万象新悦知识产权代理事务所 (普通合伙) (BEIJING WANXIANGXINYUE INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区颐和园路1号北京资源燕园宾馆六层1625号, Beijing 100080 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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, 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)。

(54) **Title:** PANORAMIC VIDEO MAPPING METHOD BASED ON MAIN VIEWPOINT

(54) **发明名称**: 基于主视点的全景视频映射方法

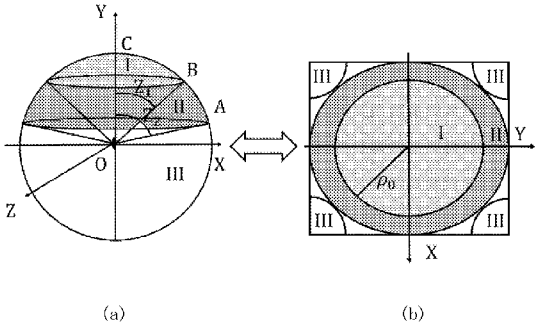


图 1

(57) **Abstract:** Disclosed are a panoramic video forward mapping method and a panoramic video inverse mapping method, wherein same relate to the field of virtual reality (VR) videos. In the present invention, in the forward mapping method, a region I, a region II and a region III on a spherical surface are mapped to corresponding regions on a plane, wherein the region I corresponds to a region with an angle in the range of 0° to Z1, and the region II corresponds to a region with an angle in the range of Z1 to Z2, and the region III corresponds to a region with an angle in the range of Z2 to 180°. In the panoramic video forward mapping method, the spherical surface corresponding to a panorama image A is mapped to a square image B on the plane; and in the panoramic video inverse mapping method, the square image B on the plane is mapped back to the spherical surface for rendering and playing. By means of the present invention, the resolution of a video can be reduced, and the code rate of encoding a panoramic video and the complexity of encoding and decoding are effectively reduced, thus achieving the purpose of reducing the code rate of encoding and ensuring the video quality in a ROI region.

[见续页]

WO 2018/133380 A1

本国际公布:
— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明公布了全景视频正映射方法和全景视频反映射方法，涉及虚拟现实(VR)视频领域。本发明中，正映射方法基于主视点，将球面上的区域I、II、III分别映射到平面上相应的区域，其中区域I对应夹角0°～Z_1的区域，区域II对应夹角Z_1～Z_2的区域，区域III对应夹角Z_2～180°的区域。全景视频正映射方法将全景图像A所对应的球面映射到平面方形图像B上；全景视频反映射方法将平面方形图像B映射回球面，进行渲染播放。本发明可大大降低视频的分辨率，有效地降低全景视频编码的码率和编解码的复杂度，达到减少编码码率并保证ROI区域的视频质量的目的。

基于主视点的全景视频映射方法

技术领域

本发明涉及虚拟现实（VR）视频领域，尤其涉及一种基于主视点的全景视频映射方法，可用于全景视频，在保证全景视频的主视点区域质量不变的前提下，能够大大减少全景视频的文件大小和编码的码率。

背景技术

随着虚拟现实技术的日益发展，对虚拟现实视频的需求日益增加。全景视频提供了360°的可视范围，但是，观看者在一段时间内只观看一定区域内的视频。以上这些情况下，观看者观看的视频区域可称为主视点区域，主视点区域往往只是360°全景视频的一部分。

由于360°的要求更广的视角，因此，全景视频相比于传统的平面视频，需要更高的分辨率，其编码所需的码率也相较传统的平面视频高出许多，并且视频编解码的复杂度也大大提高。现有的映射方法难以降低全景视频编码的码率和编解码的复杂度，也难以保证主视点区域的视频质量。

发明内容

为了克服上述现有技术的不足，本发明提供一种新的全景图像正映射及相应的反映射方法，全景图像正映射方法在保证主视点区域视频质量不变的情况下，大大降低视频的分辨率，从而有效地降低全景视频编码的码率和编解码的复杂度，达到减少全景视频编码的码率并保证主视点区域的视频质量的目的。全景图像反映射技术提供了从平面映射回球面的方法，通过此方法可以对本发明中的平面图像进行渲染观看。

本发明提供的技术方案是：

一种基于主视点的全景视频正映射方法，将全景图像A所对应的球面映射到平面方形图像B上；主视点中心的经度和纬度为$(lon，lat)$，根据与主视点中心到球心连线的夹角，将球面分成三个区域：分别记为区域I、区域II和区域III，区域I对应夹角$0°\sim Z_1$的区域，区域II对应夹角$Z_1\sim Z_2$的区域，区域III对应夹角$Z_2\sim 180°$的区域；然后将区域I映射为图像B上以图像中心为圆心，半径为ρ_0的圆；将区域II映射为图像B上以图像中心为圆心，内半径为ρ_0；外半径为图像尺寸一半的圆环；区域III映射为以图像B四个角为圆心的四个四分之一圆，四分之一圆与区域II对应的圆环的外圈相切；特别的，当$Z_1 = 0°$时，$\rho_0 = 0$，此时不存在区

域 I，只存在区域 II，III；当$Z_1 = Z_2$时，ρ_0为图像尺寸的一半，此时没有区域 II，只存在区域 I，III；采用上述方法映射后，图像 B 中有部分区域未使用，可填充成任意的像素值；

针对上述全景视频正映射过程，进一步地，将全景图像 A 所对应的球面映射到平面方形图像 B（其分辨率$\mathrm{N} \times \mathrm{N}$）上的具体方法为针对平面图像 B 中的每一个像素点$(X，Y)$，根据$(X，Y)$计算其对应的球面坐标 Coordinate，球面坐标 Coordinate 与$(X，Y)$的关系可表示为：$\mathrm{Coordinate} = \mathrm{F}(X，\mathrm{Y}) = f_T\left(\mathrm{f_M}(\mathrm{X}，\mathrm{Y})\right)$，其中$\mathrm{f_M}$表示计算主视点中心为北纬 90 度（或南纬 90 度）时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的坐标，对应以下的步骤 11），$\mathrm{f_T}$表示旋转的操作，对应以下的步骤 12），然后根据球面坐标 Coordinate 取球面上对应位置的像素值（或附近像素通过插值计算得到相应像素值），作为平面图像 B 中像素点$(X，Y)$的像素值。上述方法的具体过程包括如下步骤 11）~13）：

11）计算得到主视点中心为北纬 90 度时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的坐标；具体包括如下步骤：

A）计算平面图像 B 中的每个像素点$(X，Y)$到平面图像 B 中心的距离ρ；

B）根据ρ的值判断像素点$(X，Y)$所在的区域，当像素点$(X，Y)$在区域 I 或区域 II 中时，转入步骤 C），反之计算像素点$(X，Y)$到图像四个角的距离，取其中最小的距离记作ρ'，根据ρ'的值判断像素点$(X，Y)$是否在区域 III 中，当像素点$(X，Y)$在区域 III 中时，转入步骤 C）；当像素点$(X，Y)$不在区域 III 中时，像素点$(X，Y)$为未使用像素，填充成任意值（如果像素靠近 II，III 的区域边界，优选地，可填充成 II，III 区域边界上像素的值或按照 II，III 区域的映射方式计算出像素值），结束操作；

C）根据像素点$(X，Y)$所在的区域以及ρ或ρ'的值，来计算当前点与主视点中心夹角Z的值；

D）根据公式$\mathrm{latitude} = 90° - \mathrm{Z}$（主视点中心为北纬 90 度）或$\mathrm{latitude} = -90° + \mathrm{Z}$（主视点中心为南纬 90 度），计算得到像素点$(X，Y)$对应的纬度；

E）如果像素点$(X，Y)$在区域 I 或区域 II 中，根据平面上区域 I，II 选取的经度为 0 的方

向（经度为 0 的方向可自行设置）以及X,Y的值，计算得到当前像素点的经度 longitude；如果像素点$(X，Y)$在区域 III 中，根据四个四分之一圆所对应的角度（其对应的角度可自行设置，但需要覆盖整个 360° 的范围）和X,Y的值，计算得到当前像素点的经度 longitude；

F）根据像素点的经度和纬度得到该像素点在球面的坐标，该坐标为主视点中心为北纬 90 度或南纬 90 度时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的坐标；

12）对步骤 F）所得到的坐标进行旋转，得到主视点中心为$(lon，lat)$时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$所对应的坐标；

13）根据步骤 2）中旋转后的坐标，取球面上对应位置的像素值（或通过插值计算得到相应像素值），作为平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$的像素值。

针对上述全景视频正映射过程，进一步地，全景图像 A 的映射格式包括但不限于经纬图、立方体映射图像、多路相机采集的全景视频。

针对上述全景视频正映射过程，进一步地，所述方法中的参数lon，lat，Z_1，Z_2和ρ_0的值均可自行设置。

针对上述全景视频正映射过程，进一步地，步骤 A）计算平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$到平面图像 B 中心的距离ρ，具体将平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$归一化到-1 到 1，归一化后的坐标为$(X'，Y')$，再计算点$(X'，Y')$到平面图像 B 中心的距离为$\rho=\sqrt{(X')^2+(Y')^2}$。

针对上述全景视频正映射过程，进一步地，步骤 B）判断像素点$(X，Y)$所在的区域的方法为：当$\rho<\rho_0$时，所述像素点$(X，Y)$位于区域 I 中；当$1\geq\rho>\rho_0$时，所述像素点$(X，Y)$位于区域 II 中；当$\rho>1$时，计算像素点$(X，Y)$到平面图像 B 四个角的距离，取其中最小的距离记作ρ'，当$\rho'\leq\sqrt{2}-1$时，像素点$(X，Y)$位于区域 III 中，当$\rho'>\sqrt{2}-1$时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$为未使用像素，填充成任意值（如果像素靠近 II，III 区域边界，建议填充成 II，III 区域边界上像素的值或按照 II，III 区域的映射方式计算出像素值）。上述步骤中，满足$\rho=\rho_0$的点归为区域 I 或归为区域 II 均可；

针对上述全景视频正映射过程，进一步地，步骤C）根据像素点(X, Y)所在的区域以及ρ或ρ'的值，来计算方位角Z的值的方法为：如果像素点(X, Y)位于区域 I 中，方位角为$Z = 2arcsin\frac{\rho}{C_0}$，$C_0$由边界条件：$\rho = \rho_0$时，$Z = Z_1$来确定；如果像素点$(X, Y)$位于区域 II 中，方位角$Z$由$\rho^2 = C_1 + C_0 \int sinZ\, f_1(Z)dZ$求解得到，公式中的$C_0$，$C_1$由边界条件：$\rho = \rho_0$时，$Z = Z_1$和$\rho = 1$时，$Z = Z_2$来确定；如果像素点$(X, Y)$位于区域 III 中，方位角$Z$由$\rho'^2 = C_1 + C_0 \int sinZ\, f_2(Z)dZ$求解得到，公式中的$C_0$，$C_1$由边界条件：$\rho' = 0$时，$Z = 180°$和$\rho' = \sqrt{2} - 1$时，$Z = Z_2$来确定；上述步骤中，$f_1(Z)$和$f_2(Z)$是关于 Z 的任意函数；

针对上述全景视频正映射过程，进一步地，步骤 12）所述旋转，具体根据经度和纬度计算得到点在单位球面上的直角坐标$(X_{球}, Y_{球}, Z_{球})$，再将坐标$(X_{球}, Y_{球}, Z_{球})$乘旋转矩阵（该旋转矩阵满足以下条件：北纬 90 度（或南纬 90 度）的点的坐标乘上该旋转矩阵后得到的坐标为主视点中心(lon, lat)处的坐标），得到平面图像 B 中的像素点(X, Y)对应到球面上的直角坐标$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$（也可通过此直角坐标求出对应的经度和纬度）。

另一方面，全景视频反映射过程，基于主视点，将平面方形图像 B 映射回球面；设方形图像 B 的主视点中心的经度和纬度为(lon, lat)，区域 I 为图像 B 上以图像中心为圆心，半径为ρ_0的圆，对应球面上与主视点中心道球心连线夹角为$0°\sim Z_1$的区域；区域 II 为图像 B 上以图像中心为圆心，内半径为ρ_0，外半径为图像尺寸一半的圆环，对应球面上与主视点中心道球心连线夹角为$Z_1\sim Z_2$的区域；区域 III 为以图像 B 四个角为圆心的四个四分之一圆，四分之一圆与区域 II 对应的圆环的外圈相切，对应球面上与主视点中心道球心连线夹角为$Z_2\sim 180°$的区域；所述参数lon，lat，Z_1，Z_2和ρ_0的值包括但不限于从码流中获取。

全景视频反映射具体方法为：对于球面上的点，根据其坐标 Coordinate 计算其对应到平面的坐标(X, Y)，平面坐标(X, Y)与 Coordinate 的关系表示为：$(X, Y) = F'(Coordinate) = f_M'\left(f_T'(Coordinate)\right)$，其中$f_T'$表示旋转操作对应以下的步骤 21），$f_M'$表示映射的操作，对应以下的步骤 22）到 24），然后根据平面坐标(X, Y)取平面上对应位置的像素值（或附近像素通过插值计算得到相应像素值），作为球面上 Coordinate 处像素点的像素值，以上球面坐标

Coordinate 可表示为$(\text{longitude}', \text{latitude}')$或$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$，上述方法的具体步骤如下：

21）对球面上的点进行旋转，得到假设当前主视点中心为北纬 90 度（或南纬 90 度），其所对应的经纬度$(\text{longitude}, \text{latitude})$；

22）根据纬度latitude，计算出与北纬 90 度（或南纬 90 度）的夹角Z，然后根据Z的值判断当前点所在的区域（区域 I，区域 II 或区域 III）；

23）根据当前点所对应的区域以及Z的值，计算出当前点对应到平面上后距离平面图像 B 中心的距离ρ或距离平面图像 B 四个角的最小距离ρ'；

24）根据步骤 23）中求出的ρ或ρ'以及经度longitude，来求出当前点对应到平面图像 B 上后的坐标(X, Y)；

25）取平面图像 B 上(X, Y)处的像素值（或附近像素进行插值），作为球面上坐标为$(\text{longitude}', \text{latitude}')$或$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$的点的像素值；

针对上述全景视频反映射过程，进一步地，步骤 21）所述旋转，具体将球面坐标$(\text{longitude}', \text{latitude}')$或$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$转换为直角坐标$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$，再将坐标$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$乘以旋转矩阵（该旋转矩阵满足以下条件：能将主视点中心(lon, lat)处的点旋转到北纬 90 度（或南纬 90 度）处），得到旋转后的直角坐标$(X_{球}, Y_{球}, Z_{球})$，然后根据直角坐标$(X_{球}, Y_{球}, Z_{球})$算出对应的经纬度$(\text{longitude}, \text{latitude})$。

针对上述全景视频反映射过程，进一步地，步骤 22）根据纬度latitude计算出与北纬 90 度（或南纬 90 度）的夹角Z，然后根据Z的值判断当前点所在的区域（区域 I，区域 II 或区域 III），其具体的方法为：由公式$\text{Z} = 90° - \text{latitude}$（主视点中心为北纬 90 度）或$\text{Z} = \text{latitude} + 90°$（主视点中心为南纬 90 度）计算出$Z$的值；如果$0° \leq Z < Z_1$，则其位于区域 I 中；如果$Z_1 < Z < Z_2$，则其位于区域 II 中；如果$Z_2 < Z \leq 180°$，则其位于区域 III 中；如果$Z = Z_1$，可归为区域 I 或区域 II，如果$Z = Z_2$，可归为区域 II 或区域 III，但需要与正映射一致。

针对上述全景视频反映射过程，进一步地，步骤 23）根据当前点所对应的区域以及Z的值，计算出当前点对应到平面上后距离平面图像 B 中心的距离ρ或距离平面图像 B 四个角的最小

距离ρ'的具体方法为：当前点位于区域 I 中时，ρ由公式$\rho = C_0 \sin\frac{Z}{2}$计算得到，$C_0$由边界条件：$\rho = \rho_0$时，$Z = Z_1$来确定；当前点位于区域 II 中时，$\rho$由公式$\rho^2 = C_1 + C_0 \int sinZ\, f_1(Z) dZ$求解得到，其中的$C_0$，$C_1$由边界条件：$\rho = \rho_0$时，$Z = Z_1$和$\rho = 1$时，$Z = Z_2$来确定；当前点位于区域 III 中时，$\rho'$由公式$\rho'^2 = C_1 + C_0 \int sinZ\, f_2(Z) dZ$求解得到，其中的$C_0$，$C_1$由边界条件：$\rho' = 0$时，$Z = 180°$和$\rho' = \sqrt{2} - 1$时，$Z = Z_2$来确定。上述步骤中，$f_1(Z)$和$f_2(Z)$是关于 Z 的任意函数。

针对上述全景视频反映射过程，进一步地，步骤 24）求解坐标(X, Y)的值，具体的如果点位于区域 I 或 II 中，根据longitude得到当前点与平面上区域 I 或 II 所选的经度为 0 的方向的夹角，根据夹角的大小以及ρ的值求解出当前点映射到平面上的坐标(X, Y)的值；如果点位于区域 III 中，根据longitude、ρ'的值以及四个四分之一圆所对应的角度得到当前点映射到平面上的坐标(X, Y)的值。区域 I 或 II 所选的经度为 0 的方向以及四个四分之一圆所对应的角度应与正映射过程一致。

本发明实施例中，采用基于主视点的全景视频映射方法，包括全景视频正映射过程和全景视频反映射方法过程；通过正映射过程的上述步骤，可将图像 A（球面上的区域）分别映射到平面图像 B（平面上的相应区域），通过反映射过程的上述步骤，可将平面图像 B 映射回球面进行渲染观看。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：

本发明提供一种新的全景图像正映射技术及反映射技术，在保证主视点区域视频质量不变的情况下，大大降低视频的分辨率，从而有效地降低全景视频编码的码率和编解码的复杂度，达到减少全景视频编码的码率并保证主视点区域的视频质量的目的。

具体地，本发明具有以下优点：

（一）本发明中的全景图像映射参数Z_1，Z_2，ρ_0，$f_1(Z)$和$f_2(Z)$均是可调的，即主视点区域的范围一集采样密度的变化速度是可调的。

（二）在合理选择映射的参数Z_1，Z_2，ρ_0，$f_1(Z)$和$f_2(Z)$时（比如$Z_1 = 60°$，$Z_2 = 90°$，$\rho_0 = sin60°$，$f_1(Z) = f_2(Z) = cos\frac{Z}{2}$时），即可保证主视点区域及有较好的质量，又能有效地

降低非主视点区域的采样密度，大大减小图像的分辨率，从而有效地降低全景视频编码的码率和编解码的复杂度。

在上述参数条件下，我们将分辨率为 4096x2048 的图像映射成分辨率为 1536×1536 的图像，像素数下降了约 72%，在测试中，编码的所需的码率下降了约 55%，主视点区域的视频质量基本不变。

（三）通过反映射方法，可将本发明中的平面图像 B 映射回球面进行渲染观看。

附图说明

图 1 是全景图像映射与球面对应关系的示意图，通过本发明提供的全景图像正映射方法，将球面上的 I, II, III 区域分别映射到平面上的 I, II, III 区域；通过本发明提供的全景图像反映射方法，将平面上的 I, II, III 区域分别映射回球面上的 I, II, III 区域；

其中，（a）为球面上的全景图像的示意图；（b）为经本发明方法映射后的图像的示意图；（a)中的区域 I 为以点 C 为中心的主视点区域，其对应从 0° 到Z_1的区域；Z_1为（a)图中∠BOC的度数，可自行设置；本发明将其映射到（b）中的区域 I 的圆面上，（b）中的 I 区域圆面半径为ρ_0，可自行设置；（a）球面上的 II 区域为第一级的非主视点区域，其对应从Z_1到Z_2之间的区域，Z_2为（a）图中∠AOC的度数，可自行设置；本发明将其映射到（b）方形中的 II 区域的圆环上；（a）球面上的 III 区域为第二级非主视点区域，其对应从R′到 180° 之间的区域，本发明将其映射到（b）方形中的 III 区域的圆面上，方形中的 III 区域的圆面由四个 1/4 圆面组成；（b）方形中除 I、II、III 区域之外的区域为未使用区域，填充成任意的像素值。

图 2 是本发明中的映射与球面上面积对应的示意图；其中，（a）为球面上一小块区域面积计算的示意图；（b）为平面上一小块区域面积计算的示意图；单位球面上一个较小区域的面积可表示为$S_{球} = sinZd\alpha dZ$，将其映射到平面中的圆面上后对应的面积为$S_{圆面} = \rho d\alpha d\rho$，二者面积之比为$\frac{S_{圆面}}{S_{球}} = \frac{\rho d\rho}{sinZdZ}$；当其面积之比为一个常数，即$\frac{\rho d\rho}{sinZdZ} = C$时，解出$\rho$与$Z$的关系为$\rho = C_0 sin\frac{Z}{2}$，这保证了主视点区域中的采样密度是一样的；当令其面积之比为一个值随 Z 增加而非递增的函数$f(Z)$，即$\frac{\rho d\rho}{sinZdZ} = f(Z)$时，解出$\rho$与$Z$的关系为$\rho^2 = C_1 + C_0 \int sinZ\, f(Z)dZ$，这保证了离主视点区域越远，采样密度越低。

图 3 是本发明正映射方法的流程图。

图 4 是本发明反映射方法的流程图。

图 5 是本发明实施例中进行正映射和反映射计算的示意图；

其中，I，II 区域选择 X 轴正方向为 longitude 为 0° 的方向，通过映射计算得到 III 区域上 longitude 的对应关系。

图 6 是本发明实施例进行正映射得到的效果图。

具体实施方式

下面结合附图，通过实施例进一步描述本发明，但不以任何方式限制本发明的范围。

本发明实施例提供了一种基于主视点的全景图像映射方法，包括全景图像正映射方法以及相应的反映射方法，以下分别介绍正映射方法以及反映射方法的实施例。

全景图像正映射方法如图 1 所示，通过本发明提供的全景图像正映射方法，将球面上的 I, II, III 区域分别映射到平面上的 I, II, III 区域。图 1 中，左边为球面上的全景图像的示意图，右边为本发明方法映射后的图像的示意图。球面上的 I 区域为以点 C 为中心的主视点区域，其对应从 0° 到Z_1（Z_1为图中∠BOC的度数，可自行设置）之间的区域，本发明将其映射到方形中的 I 区域的圆面上（I 区域圆面半径为ρ_0，可自行设置）；球面上的 II 区域为第一级的非主视点区域，其对应从Z_1到Z_2（Z_2为图中∠AOC的度数，可自行设置）之间的区域，本发明将其映射到方形中的 II 区域的圆环上；球面上的 III 区域为第二级非主视点区域，其对应从R′到 180° 之间的区域，本发明将其映射到方形中的 III 区域的圆面上（方形中的 III 区域的圆面由四个 1/4 圆面组成）；方形中除 I，II，II 区域之外的区域为未使用区域，可填充成任意的像素值。

如图 2 所示，单位球面上一个较小区域的面积可表示为$S_{球} = sinZd\alpha dZ$，其映射到平面中的圆面上后对应的面积为$S_{圆面} = \rho d\alpha d\rho$，他们的面积之比为$\frac{S_{圆面}}{S_{球}} = \frac{\rho d\rho}{sinZdZ}$。在方形中的 I 区域对应的圆面中，令其面积之比为一个常数，即$\frac{\rho d\rho}{sinZdZ} = C$，解出$\rho$与$Z$的关系为$\rho = C_0 sin\frac{Z}{2}$，这保证了方形中 I 区域的圆面中（主视点区域中）的采样密度是一样的。在方形中的 II，III 区域对应的圆面中，令其面积之比为一个值随 Z 增加而非递增的函数$f(Z)$（方形中的 II，III 区域的$f(Z)$函数可以不同），即$\frac{\rho d\rho}{sinZdZ} = f(Z)$，解出$\rho$与$Z$的关系为$\rho^2 = C_1 + C_0 \int sinZ\, f(Z)dZ$，这保证了离主视点区域越远，采样密度越低。

在实施例中，我们将某种映射格式的全景图像 A（如经纬图，立方体映射图像等）所对应的球面映射到本发明中设计的全景映射对应的平面图像 B（平面图像 B 的分辨率为N × N）。

其具体的流程如下（其中第一步到第六步为计算主视点中心为北纬 90 度时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的坐标，第七步经过旋转将坐标旋转到当前主视点中心所对应的坐标）：

第一步：将平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$归一化到-1 到 1，归一化后的坐标为$(X'，Y')$（这里可以不进行归一化，但归一化以后后面的公式更便于推导）。

第二步：计算点$(X'，Y')$到平面图像 B 中心的距离$\rho = \sqrt{(X')^2 + (Y')^2}$。

第三步：如果$\rho \le \rho_0$，则点位于区域 I 中，方位角$Z = 2arcsin\frac{\rho}{C_0}$（公式中的$C_0$由边界条件：$\rho = \rho_0$时，$Z = Z_1$来确定）；如果$1 \ge \rho > \rho_0$，则点位于区域 II 中，方位角$Z$由$\rho^2 = C_1 + C_0\int sinZ\, f_1(Z)dZ$求解出（公式中的$C_0$，$C_1$由边界条件：$\rho = \rho_0$时，$Z = Z_1$和$\rho = 1$时，$Z = Z_2$来确定）；如果$\rho > 1$，计算点$(X'，Y')$到平面图像 B 四个角的距离，取其中最小的距离记作ρ'，如果$\rho' \le \sqrt{2} - 1$，则点位于区域 III 中，方位角Z由$\rho'^2 = C_1 + C_0\int sinZ\, f_2(Z)dZ$求解出（公式中的$C_0$，$C_1$由边界条件：$\rho' = 0$时，$Z = 180°$和$\rho' = \sqrt{2} - 1$时，$Z = Z_2$来确定），如果$\rho' > \sqrt{2} - 1$，则平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$为未使用像素这，可填充成任意值。

第四步：根据公式$\text{latitude} = 90° - \text{Z}$计算出该点对应的纬度，latitude为正时表示北纬，latitude为负时表示南纬。

第五步：根据X'，Y'的值计算出当前点的经度 longitude，longitude 为正表示东经，longitude 为负表示西经。

第六步：根据经度和纬度便可知道该点在球面的坐标，即为主视点中心为北纬 90 度时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的坐标。

第七步：根据经度纬度计算出点在单位球面上的笛卡尔坐标$(X_{球}，Y_{球}，Z_{球})$，再将坐标$(X_{球}，Y_{球}，Z_{球})$乘上从北纬 90 度旋转到主视点中心所对应的旋转矩阵得到平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的笛卡尔坐标$(X_{球}'，Y_{球}'，Z_{球}')$（这里也可以对经度纬度坐标直

接进行旋转，但对笛卡尔坐标进行旋转在计算上比较简单）。

第八步：根据球面上坐标$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$取球面上对应位置的像素值（或通过插值计算得到相应像素值），作为平面图像 B 中的像素点(X, Y)的像素值。

图 3 是本发明正映射方法的流程图。本实施例正映射过程的具体计算如下：

第一步：将平面图像 B（分辨率为N × N）中的像素点(X, Y)归一化到-1 到 1，归一化后的坐标为(X', Y')，其计算公式如下：

$$X' = \frac{2X}{N} - 1 \quad \text{(式 1)}$$

$$Y' = \frac{2Y}{N} - 1 \quad \text{(式 2)}$$

第二步：计算点(X', Y')到平面图像 B 中心的距离：

$$\rho = \sqrt{(X')^2 + (Y')^2} \quad \text{(式 3)}$$

其中，ρ为点(X', Y')到平面图像 B 中心的距离。

第三步：如果$\rho \le \rho_0$，则点位于区域 I 中；如果$1 \ge \rho > \rho_0$，则点位于区域 II 中；如果$\rho > 1$，计算点(X', Y')到平面图像 B 四个角的距离，取其中最小的距离记作ρ'，如果$\rho' \le \sqrt{2} - 1$，则点位于区域 III 中，如果$\rho' > \sqrt{2} - 1$，则平面图像 B 中的像素点(X, Y)为未使用像素，可填充成任意值，然后直接跳过后面的步骤。如果点位于区域 I，II，III 中，则根据ρ或ρ'和 Z 的关系解出 Z 的值，其计算的关系如下：

区域 I 中：$Z = 2arcsin\frac{\rho}{C_0}$ (式 4)

区域 II 中：$\rho^2 = C_1 + C_0 \int sinZ\, f_1(Z) dZ$ (式 5)

区域 III 中：$\rho'^2 = C_1 + C_0 \int sinZ\, f_2(Z) dZ$ (式 6)

以上公式中的C_0, C_1由边界条件解出，区域 I，II，III 的边界条件如下：

区域 I 中：$Z_1 = 2arcsin\frac{\rho_0}{C_0}$ (式 7)

区域 II 中：$\rho_0{}^2 = (C_1 + C_0 \int sinZ\, f_1(Z)dZ)|_{Z=Z_1}$ and $1^2 = (C_1 + C_0 \int sinZ\, f_1(Z)dZ)|_{Z=Z_2}$

(式 8)

区域 III 中: $(\sqrt{2}-1)^2 = (C_1 + C_0 \int sinZ\, f_2(Z)dZ)|_{Z=Z_2}$ and $0 = (C_1 + C_0 \int sinZ\, f_2(Z)dZ)|_{Z=180°}$ (式 9)

第四步：根据 Z 计算出该点对应的纬度latitude，latitude为正时表示北纬，latitude为负时表示南纬，计算公式如下：

$$\text{latitude} = 90° - \text{Z} \quad \text{(式 10)}$$

第五步：根据X'，Y'的值计算出当前点的经度 longitude，longitude 为正表示东经，longitude 为负表示西经。平面图像 B 中的 I，II 区域上 longitude 为 0° 的方向和 III 区域上 longitude 的对应关系可自行设置。本实施例中 I，II 区域选择 X 轴正方向为 longitude 为 0° 的方向，III 区域上 longitude 的对应关系如图 5 所示，其具体的计算公式：

区域 I，II 中：$\text{longitude} = arctan\frac{Y'}{X'}$ (式 11)

区域 III 中：$\text{longitude} = \begin{cases} -arctan\frac{Y'+1}{X'+1} - 90° \text{左上角的 } 1/4 \text{ 圆} \\ -arctan\frac{Y'+1}{X'-1} + 90° \text{左下角的 } 1/4 \text{ 圆} \\ -arctan\frac{Y'-1}{X'+1} + 90° \text{右上角的 } 1/4 \text{ 圆} \\ -arctan\frac{Y'-1}{X'-1} - 90° \text{右下角的 } 1/4 \text{ 圆} \end{cases}$ (式 12)

第六步：根据经度和纬度便可知道该点在球面的坐标，即为主视点中心为北纬 90 度时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的坐标。

第七步：根据经度纬度计算出点在单位球面上的笛卡尔坐标$(X_{球}，Y_{球}，Z_{球})$（坐标系的 X,Y,Z 轴如图 1 所示），其计算如下：

$$X_{球} = \sin(\text{longitude}) \times \cos(\text{latitude}) \quad \text{(式 13)}$$

$$Y_{球} = sin(\text{latitude}) \quad \text{(式 14)}$$

$$Z_{球} = \cos(\text{longitude}) \times \cos(\text{latitude}) \quad \text{(式 15)}$$

再将坐标$(X_{球}，Y_{球}，Z_{球})$乘上从北纬 90 度旋转到主视点中心所对应的旋转矩阵得到平面

图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的笛卡尔坐标$(X_{球}'，Y_{球}'，Z_{球}')$。

第八步：根据球面上坐标$(X_{球}'，Y_{球}'，Z_{球}')$取球面上对应位置的像素值（或通过插值计算得到相应像素值），作为平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$的像素值。

至此，该本发明正映射方法实施例的所有步骤完成，实施例展示效果如图 6 所示。

另一方面，全景图像反映射方法将平面方形图像 B 映射回球面。在本实施例中，设方形图像 B 的主视点中心的经度和纬度为$(lon，lat)$，分辨率为N × N，区域 I 为图像 B 上以图像中心为圆心，半径为ρ_0的圆，对应球面上与主视点中心道球心连线夹角为$0°\sim Z_1$的区域；区域 II 为图像 B 上以图像中心为圆心，内半径为ρ_0，外半径为图像尺寸一半的圆环，对应球面上与主视点中心道球心连线夹角为$Z_1\sim Z_2$的区域；区域 III 为以图像 B 四个角为圆心的四个四分之一圆，四分之一圆与区域 II 对应的圆环的外圈相切，对应球面上与主视点中心道球心连线夹角为$Z_2\sim 180°$的区域；所述参数lon，lat，Z_1，Z_2和ρ_0的值包括但不限于从码流中获取。

图 4 是本发明反映射方法的流程图。反映射方法实施例具体的流程如下：

第一步：将球面上坐标为$(\text{longitude}'，\text{latitude}')$或$(X_{球}'，Y_{球}'，Z_{球}')$的点的坐标转换为直角坐标$(X_{球}'，Y_{球}'，Z_{球}')$，其计算公式如下（坐标系的 X,Y,Z 轴如图 1 所示，如果输入是$(X_{球}'，Y_{球}'，Z_{球}')$，则不需要进行转换）：

$$X_{球}' = \sin(\text{longitude}') \times \cos(\text{latitude}') \quad \text{(式 16)}$$

$$Y_{球}' = sin(\text{latitude}') \quad \text{(式 17)}$$

$$Z_{球}' = \cos(\text{longitude}') \times \cos(\text{latitude}') \quad \text{(式 18)}$$

第二步：将坐标$(X_{球}'，Y_{球}'，Z_{球}')$乘以从主视点中心$(lon，lat)$旋转到北纬 90 度（或南纬 90 度）所对应的旋转矩阵，得到旋转后的直角坐标$(X_{球}''，Y_{球}''，Z_{球}'')$；

第三步：对$(X_{球}''，Y_{球}''，Z_{球}'')$进行归一化，归一化后的直角坐标为$(X_{球}，Y_{球}，Z_{球})$，其计算的关系如下：

$$\left(X_{球}，\ Y_{球}，\ Z_{球}\right)=\frac{\left(X_{球}{}'',\ Y_{球}{}'',\ Z_{球}{}''\right)}{\sqrt{\left(X_{球}{}''\right)^2+\left(Y_{球}{}''\right)^2+\left(Z_{球}{}''\right)^2}} \quad (式\ 19)$$

第三步：然后根据直角坐标$\left(X_{球}，\ Y_{球}，\ Z_{球}\right)$算出对应的经纬度(longitude，latitude)，其计算的关系如下：

$$\text{latitude}=\arcsin\left(Y_{球}\right) \quad (式\ 20)$$

$$\text{longitude}=\arctan\left(\frac{X_{球}{}'}{Z_{球}{}'}\right) \quad (式\ 21)$$

第四步：由公式$Z=90°-\text{latitude}$算出当前点与主视点中心的夹角；

第五步：根据Z的值判断当前点所在的区域，如果$0°\le Z\le Z_1$，则其位于区域 I 中；如果$Z_1<Z\le Z_2$，则其位于区域 II 中；如果$Z_2<Z\le 180°$，则其位于区域 III 中；

第六步：如果该点位于区域 I、II 中，则计算当前点对应到平面上后距离平面图像 B 中心的距离ρ，如果该点位于区域 III 中，则计算当前点对应到平面上后距离平面图像 B 四个角的最小距离ρ'，ρ或ρ'由以下公式解出：

区域 I 中：$Z=2arcsin\frac{\rho}{C_0}$ (式 22)

区域 II 中：$\rho^2=C_1+C_0\int sinZ\,f_1(Z)dZ$ (式 23)

区域 III 中：$\rho'^2=C_1+C_0\int sinZ\,f_2(Z)dZ$ (式 24)

以上公式中，的C_0，C_1由边界条件求解出，边界条件如下：

区域 I 中：$Z_1=2arcsin\frac{\rho_0}{C_0}$ (式 25)

区域 II 中：$\rho_0{}^2=(C_1+C_0\int sinZ\,f_1(Z)dZ)|_{Z=Z_1}$ and $1^2=(C_1+C_0\int sinZ\,f_1(Z)dZ)|_{Z=Z_2}$ (式 26)

区域 III 中:$\left(\sqrt{2}-1\right)^2=(C_1+C_0\int sinZ\,f_2(Z)dZ)|_{Z=Z_2}$ and $0=(C_1+C_0\int sinZ\,f_2(Z)dZ)|_{Z=180°}$ (式 27)

第七步：根据longitude，ρ或ρ'的值计算出当前点在平面上的坐标$(X，\ Y)$，具体的如果点位于区域 I 或 II 中，根据longitude得到当前点与平面上区域 I 或 II 所选的经度为 0 的方向的夹角，根据夹角的大小以及ρ的值求解出当前点映射到平面上的坐标$(X，\ Y)$的值；如果点位于区域 III 中，根据longitude、ρ'的值以及四个四分之一圆所对应的角度得到当前点映射到

平面上的坐标$(X'，Y')$的值。本实施例中I，II区域选择X轴正方向为longitude为0°的方向，III区域上longitude的对应关系如图5所示，其具体的计算公式：

区域I，II中：$X'=\rho cos(\text{longitude}), Y'=\rho sin(\text{longitude})$ (式28)

区域III中：$$\begin{cases} \begin{matrix} X'=\rho' cos(-\text{longitude}-90°)-1 \\ Y'=\rho' sin(-\text{longitude}-90°)-1 \end{matrix} 左上角的1/4圆 \\ \begin{matrix} X'=\rho' cos(90°-\text{longitude})+1 \\ Y'=\rho' sin(90°-\text{longitude})-1 \end{matrix} 左下角的1/4圆 \\ \begin{matrix} X'=\rho' cos(90°-\text{longitude})-1 \\ Y'=\rho' sin(90°-\text{longitude})+1 \end{matrix} 右上角的1/4圆 \\ \begin{matrix} X'=\rho' cos(-\text{longitude}-90°)+1 \\ Y'=\rho' sin(-\text{longitude}-90°)+1 \end{matrix} 右下角的1/4圆 \end{cases}$$ (式29)

第八步：上一步中算出的$(X'，Y')$是归一化到-1到1后的坐标，需反归一化，反归一化的计算如下：

$$X=\frac{N\times(X'+1)}{2}$$ (式30)

$$Y=\frac{N\times(Y'+1)}{2}$$ (式31)

第九步：取平面图像B上$(X，Y)$处的像素值（或附近像素进行插值），作为球面上坐标为$(\text{longitude}'，\text{latitude}')$或$(X_{球}'，Y_{球}'，Z_{球}')$的点的像素值；

至此，通过上述正映射过程和反映射过程的所有步骤，本发明实施例的正映射过程可将图像A（球面上的区域）映射到平面图像B（平面上的相应区域），本发明实施例的反映射过程可将平面图像B映射回球面进行渲染观看。

需要注意的是，公布实施例的目的在于帮助进一步理解本发明，但是本领域的技术人员可以理解：在不脱离本发明及所附权利要求的精神和范围内，各种替换和修改都是可能的。因此，本发明不应局限于实施例所公开的内容，本发明要求保护的范围以权利要求书界定的范围为准。

权利要求书

1、一种全景视频正映射方法，基于主视点，将全景图像 A 所对应的球面映射到平面方形图像 B 上；其中，主视点中心的经度和纬度为$(lon，lat)$，根据与主视点中心到球心连线的夹角，将球面分成三个区域：分别记为区域 I、区域 II 和区域 III，区域 I 对应夹角$0°\sim Z_1$的区域，区域 II 对应夹角$Z_1\sim Z_2$的区域，区域 III 对应夹角$Z_2\sim 180°$的区域；然后将区域 I 映射为图像 B 上以图像中心为圆心，半径为ρ_0的圆；将区域 II 映射为图像 B 上以图像中心为圆心，内半径为ρ_0，外半径为图像尺寸一半的圆环；区域 III 映射为以图像 B 四个角为圆心的四个四分之一圆，四分之一圆与区域 II 对应的圆环的外圈相切；当$Z_1 = 0°$时，$\rho_0 = 0$，此时不存在区域 I，只存在区域 II 和 III；当$Z_1 = Z_2$时，ρ_0为图像尺寸的一半，此时没有区域 II，只存在区域 I 和 III；经所述方法正映射后，图像 B 中有部分区域未使用，将未使用区域填充成任意的像素值。

2、如权利要求 1 所述全景视频正映射方法，其特征是，将全景图像 A 所对应的球面映射到分辨率为$N \times N$的平面方形图像 B 上的具体方法为：针对平面图像 B 中的每一个像素点$(X，Y)$，包括如下步骤：

1）计算得到主视点中心为北纬 90 度或南纬 90 度时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的坐标；具体包括如下步骤：

A）计算平面图像 B 中的每个像素点$(X，Y)$到平面图像 B 中心的距离ρ；

B）根据ρ的值判断像素点$(X，Y)$所在的区域，当像素点$(X，Y)$在区域 I 或区域 II 中时，转入步骤 C），反之计算像素点$(X，Y)$到图像四个角的距离，取其中最小的距离记作ρ'，根据ρ'的值判断像素点$(X，Y)$是否在区域 III 中，当像素点$(X，Y)$在区域 III 中时，转入步骤 C）；当像素点$(X，Y)$不在区域 III 中时，像素点$(X，Y)$为未使用像素，填充成任意值，结束操作；

C）根据像素点$(X，Y)$所在的区域以及ρ或ρ'的值，来计算当前点与主视点中心夹角Z的值；

D）当主视点中心为北纬 90 度时根据公式$\text{latitude} = 90° - \text{Z}$，或者当主视点中心为南纬

90 度时根据公式$\text{latitude} = -90° + Z$，计算得到像素点$(X，Y)$对应的纬度；

E）如果像素点$(X，Y)$在区域 I 或区域 II 中，根据平面上区域 I，II 选取的经度为 0 的方向以及X,Y的值，计算得到当前像素点的经度 longitude；如果像素点$(X，Y)$在区域 III 中，根据四个四分之一圆所对应的角度和X,Y的值，计算得到当前像素点的经度 longitude；上述区域 I，II 中经度为 0 的方向自行设置，区域 III 中四个四分之一圆所对应的经度自行设置；

F）根据像素点的经度和纬度得到该像素点在球面的坐标，该坐标为主视点中心为北纬 90 度或南纬 90 度时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的坐标；

2）对步骤 F）所得到的坐标进行旋转，得到主视点中心为$(lon，lat)$时，平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$所对应的坐标；

3）根据步骤 2）中旋转后的坐标，取球面上对应位置的像素值或通过插值计算得到相应像素值，作为平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$的像素值。

3、如权利要求 1 所述全景视频正映射方法，其特征是，所述全景图像 A 的映射格式包括但不限于经纬图、立方体映射图像、多路相机采集的全景视频。

4、如权利要求 1 所述全景视频正映射方法，其特征是，所述方法中的参数lon,lat,Z_1,Z_2和ρ_0的值均可自行设置。

5、如权利要求 2 所述全景视频正映射方法，其特征是，步骤 A）计算平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$到平面图像 B 中心的距离ρ，具体将平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$归一化到-1 到 1，归一化后的坐标为$(X'，Y')$，再计算点$(X'，Y')$到平面图像 B 中心的距离为$\rho = \sqrt{(X')^2 + (Y')^2}$。

6、如权利要求 2 所述全景视频正映射方法，其特征是，步骤 B）判断像素点$(X，Y)$所在的区域的方法为：当$\rho < \rho_0$时，所述像素点$(X，Y)$位于区域 I 中；当$1 \geq \rho > \rho_0$时，所述像素点$(X，Y)$位于区域 II 中；当$\rho > 1$时，计算像素点$(X，Y)$到平面图像 B 四个角的距离，取其中最小的距离记作ρ'，当$\rho' \leq \sqrt{2} - 1$时，像素点$(X，Y)$位于区域 III 中；当$\rho' > \sqrt{2} - 1$时，平

面图像 B 中的像素点$(X，Y)$为未使用像素，填充成任意值；上述步骤中，满足$\rho=\rho_0$的点归为区域 I 或归为区域 II。

7、如权利要求 2 所述全景视频正映射方法，其特征是，步骤 C）根据像素点$(X，Y)$所在的区域、ρ或ρ'的值，来计算当前点与主视点中心夹角Z的值的方法具体为：

当像素点$(X，Y)$位于区域 I 中时，Z由公式$Z=2arcsin\frac{\rho}{C_0}$计算得到，$C_0$由边界条件：$\rho=\rho_0$时，$Z=Z_1$来确定；

当像素点$(X，Y)$位于区域 II 中时，Z由公式$\rho^2=C_1+C_0\int sinZ\,f_1(Z)dZ$求解得到，其中的$C_0$，$C_1$由边界条件：$\rho=\rho_0$时，$Z=Z_1$和$\rho=1$时，$Z=Z_2$来确定；$f_1(Z)$是关于 Z 的任意函数；

当像素点$(X，Y)$位于区域 III 中时，方位角Z由$\rho'^2=C_1+C_0\int sinZ\,f_2(Z)dZ$求解得到，其中的$C_0$，$C_1$由边界条件：$\rho'=0$时，$Z=180°$和$\rho'=\sqrt{2}-1$时，$Z=Z_2$来确定；$f_2(Z)$是关于 Z 的任意函数。

8、如权利要求 2 所述全景视频正映射方法，其特征是，步骤 2）所述旋转，具体根据经度和纬度计算得到点在单位球面上的直角坐标$(X_{球}，Y_{球}，Z_{球})$，再将坐标$(X_{球}，Y_{球}，Z_{球})$乘以从北纬 90 度或南纬 90 度旋转到主视点中心$(lon，lat)$所对应的旋转矩阵，得到平面图像 B 中的像素点$(X，Y)$对应到球面上的直角坐标$(X_{球}'，Y_{球}'，Z_{球}')$。

9、一种全景视频反映射方法，基于主视点，将平面方形图像 B 反映射回球面；其中，设方形图像 B 的主视点中心的经度和纬度为$(lon，lat)$，区域 I 为图像 B 上以图像中心为圆心，半径为ρ_0的圆，将其反映射成球面上与主视点中心道球心连线夹角为$0°\sim Z_1$的区域；区域 II 为图像 B 上以图像中心为圆心，内半径为ρ_0，外半径为图像尺寸一半的圆环，将其反映射成球面上与主视点中心道球心连线夹角为$Z_1\sim Z_2$的区域；区域 III 为以图像 B 四个角为圆心的四个四分之一圆，四分之一圆与区域 II 对应的圆环的外圈相切，将其反映射成球面上与主视点中心道球心连线夹角为$Z_2\sim 180°$的区域；当$\rho_0=0$时，$Z_1=0$，此时不存在区域 I，只存在

区域 II 和 III；当ρ_0为图像尺寸的一半时，$Z_1 = Z_2$，此时没有区域 II，只存在区域 I 和 III；所述参数lon，lat，Z_1，Z_2和ρ_0的值包括但不限于从码流中获取。

10、如权利要求 9 所述全景视频反映射方法，其特征是，将平面方形图像 B 反映射回球面的具体方法为对于球面上的点，其坐标为$(\text{longitude}', \text{latitude}')$或$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$，进行如下的步骤：

1）对球面上的点进行旋转，得到假设当前主视点中心为北纬 90 度或南纬 90 度，其所对应的经纬度$(\text{longitude}, \text{latitude})$；

2）根据纬度latitude，计算出与北纬 90 度或南纬 90 度的夹角Z，然后根据Z的值判断当前点所在的区域；

3）根据当前点所对应的区域以及Z的值，计算出当前点对应到平面上后距离平面图像 B 中心的距离ρ或距离平面图像 B 四个角的最小距离ρ'；

4）根据步骤 3）中求出的ρ或ρ'以及经度longitude，来求出当前点对应到平面图像 B 上后的坐标(X, Y)；

5）取平面图像 B 上(X, Y)处的像素值或附近像素进行插值，作为球面上坐标为$(\text{longitude}', \text{latitude}')$或$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$的点的像素值；

对球面上所有点执行以上步骤 1）~5），由此完成全景视频的反映射。

11、如权利要求 10 所述全景视频反映射方法，其特征是，步骤 1）所述旋转，具体将坐标$(\text{longitude}', \text{latitude}')$或$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$转换为直角坐标$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$，再将坐标$(X_{球}', Y_{球}', Z_{球}')$乘以从主视点中心$(lon, lat)$旋转到北纬 90 度或南纬 90 度所对应的旋转矩阵，得到旋转后的直角坐标$(X_{球}, Y_{球}, Z_{球})$，然后根据直角坐标$(X_{球}, Y_{球}, Z_{球})$算出对应的经纬度$(\text{longitude}, \text{latitude})$。

12、如权利要求 10 所述全景视频反映射方法，其特征是，步骤 2）根据纬度latitude计算出与北纬 90 度或南纬 90 度的夹角Z，然后根据Z的值判断当前点所在的区域的方法为：

当主视点中心为北纬 90 度时，由公式$\text{Z} = 90° - \text{latitude}$计算出$Z$的值；当主视点中心为

南纬 90 度时，由公式$Z = \text{latitude} + 90°$计算出$Z$的值；

当$0° \le Z < Z_1$时，当前点位于区域 I 中；当$Z_1 < Z < Z_2$时，当前点位于区域 II 中；当$Z_2 < Z \le 180°$时，当前点位于区域 III 中；当$Z = Z_1$时，当前点位于区域 I 或区域 II 中；当$Z = Z_2$时，当前点位于区域 II 或区域 III。

13、如权利要求 10 所述全景视频反映射方法，其特征是，步骤 3）根据当前点所对应的区域以及Z的值，计算出当前点对应到平面上后距离平面图像 B 中心的距离ρ或距离平面图像 B 四个角的最小距离ρ'的具体方法为：

当前点位于区域 I 中时，ρ由公式$\rho = C_0 \sin\frac{Z}{2}$计算得到，$C_0$由边界条件：$\rho = \rho_0$时，$Z = Z_1$来确定；

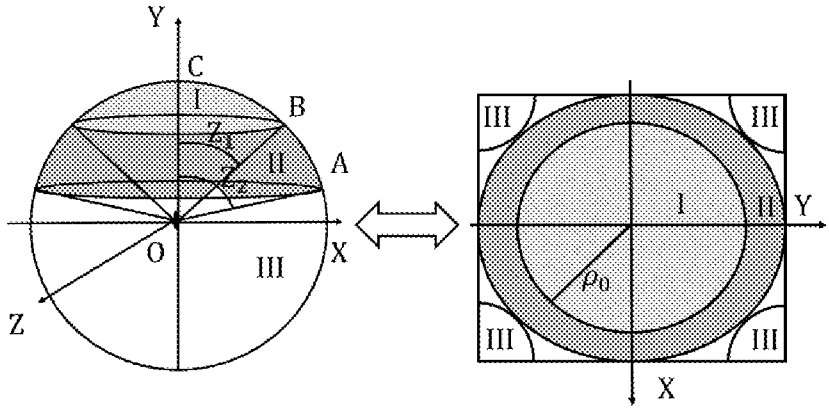
当前点位于区域 II 中时，ρ由公式$\rho^2 = C_1 + C_0 \int sinZ\, f_1(Z) dZ$求解得到，其中的$C_0$，$C_1$由边界条件：$\rho = \rho_0$时，$Z = Z_1$和$\rho = 1$时，$Z = Z_2$来确定；$f_1(Z)$是关于 Z 的任意函数；

当前点位于区域 III 中时，ρ'由公式$\rho'^2 = C_1 + C_0 \int sinZ\, f_2(Z) dZ$求解得到，其中的$C_0$，$C_1$由边界条件：$\rho' = 0$时，$Z = 180°$和$\rho' = \sqrt{2} - 1$时，$Z = Z_2$来确定；$f_2(Z)$是关于 Z 的任意函数。

14、如权利要求 10 所述全景视频反映射方法，其特征是，步骤 4）求解坐标(X, Y)的值，具体方法是：

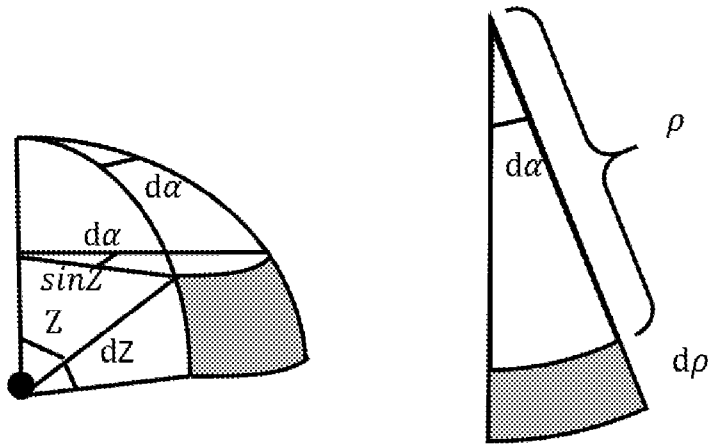
当点位于区域 I 或 II 中时，根据longitude得到当前点与平面上区域 I 或 II 所选的经度为 0 的方向的夹角，再根据夹角的大小和ρ的值求解出当前点映射到平面上的坐标(X, Y)的值；

当点位于区域 III 中时，根据longitude、ρ'的值和四个四分之一圆所对应的角度，得到当前点映射到平面上的坐标(X, Y)的值。


Y
C
I
B
A
II
O
III
X
Z
III
III
I
II
Y
ρ_0
III
III
X

(a) (b)

图 1


dα
dα
sinZ
Z
dZ
ρ
dα
dρ

(a) (b)

图 2

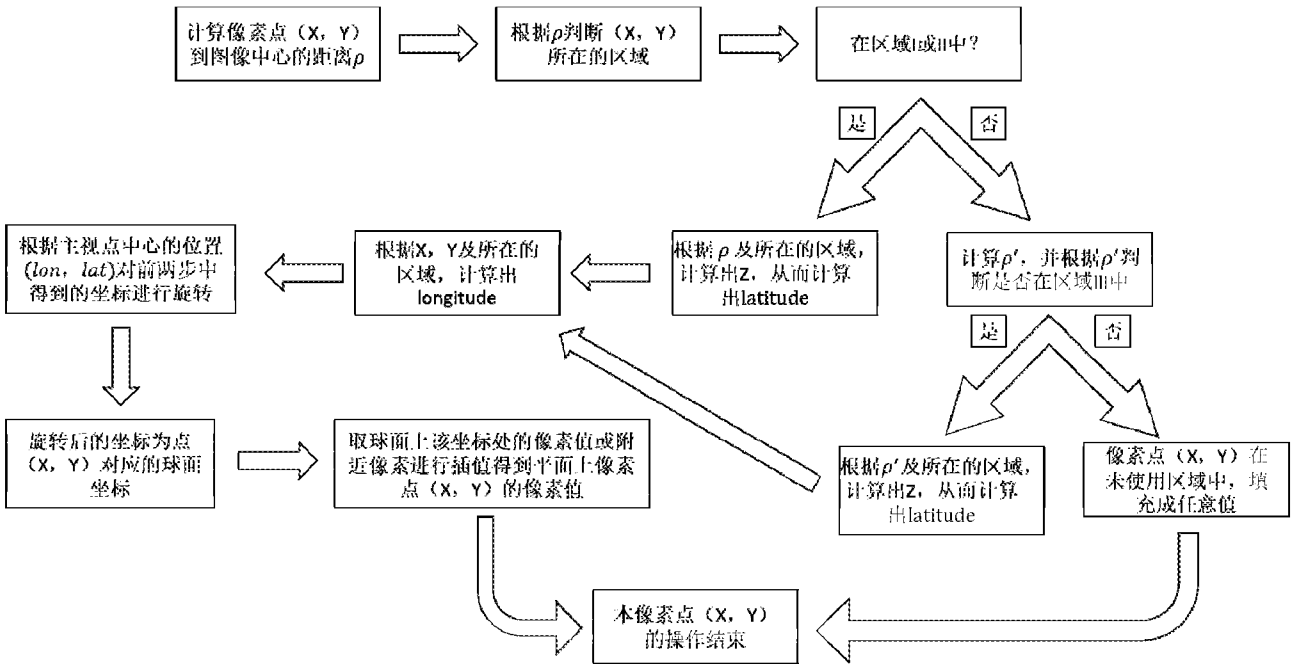

计算像素点（X，Y）到图像中心的距离ρ
根据ρ判断（X，Y）所在的区域
在区域I或II中？
是
否
根据ρ及所在的区域，计算出Z，从而计算出latitude
计算ρ′，并根据ρ′判断是否在区域III中
根据X，Y及所在的区域，计算出longitude
根据主视点中心的位置(lon，lat)对前两步中得到的坐标进行旋转
是
否
旋转后的坐标为点（X，Y）对应的球面坐标
取球面上该坐标处的像素值或附近像素进行插值得到平面上像素点（X，Y）的像素值
根据ρ′及所在的区域，计算出Z，从而计算出latitude
像素点（X，Y）在未使用区域中，填充成任意值
本像素点（X，Y）的操作结束

图 3

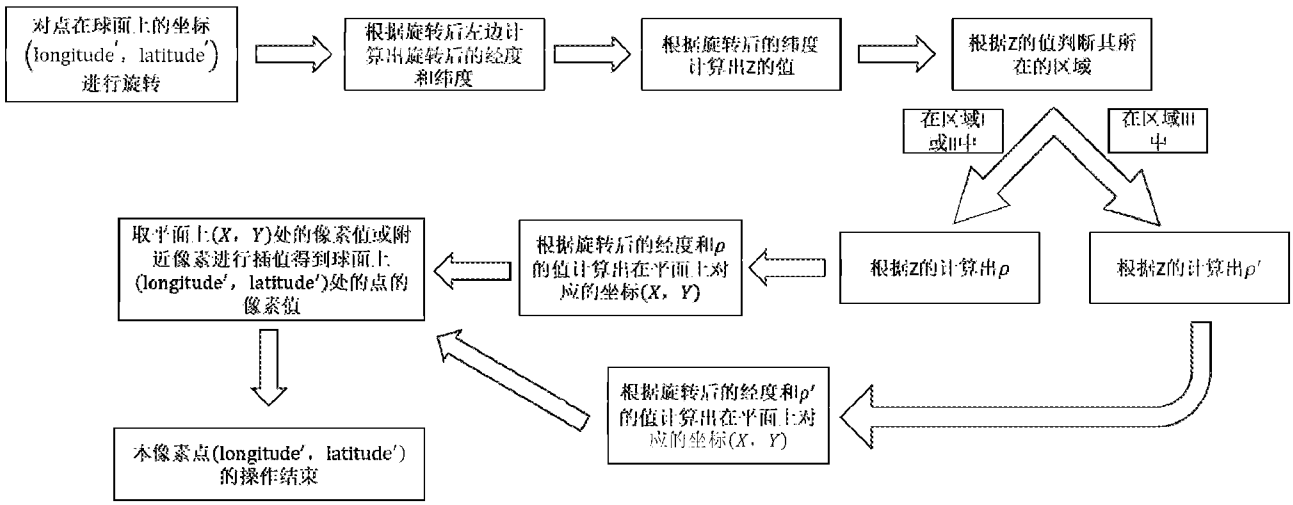

对点在球面上的坐标(longitude′，latitude′)进行旋转
根据旋转后左边计算出旋转后的经度和纬度
根据旋转后的纬度计算出Z的值
根据Z的值判断其所在的区域
在区域I或II中
在区域III中
根据Z的计算出ρ
根据Z的计算出ρ′
根据旋转后的经度和ρ的值计算出在平面上对应的坐标(X，Y)
取平面上(X，Y)处的像素值或附近像素进行插值得到球面上(longitude′，latitude′)处的点的像素值
根据旋转后的经度和ρ′的值计算出在平面上对应的坐标(X，Y)
本像素点(longitude′，latitude′)的操作结束

图 4

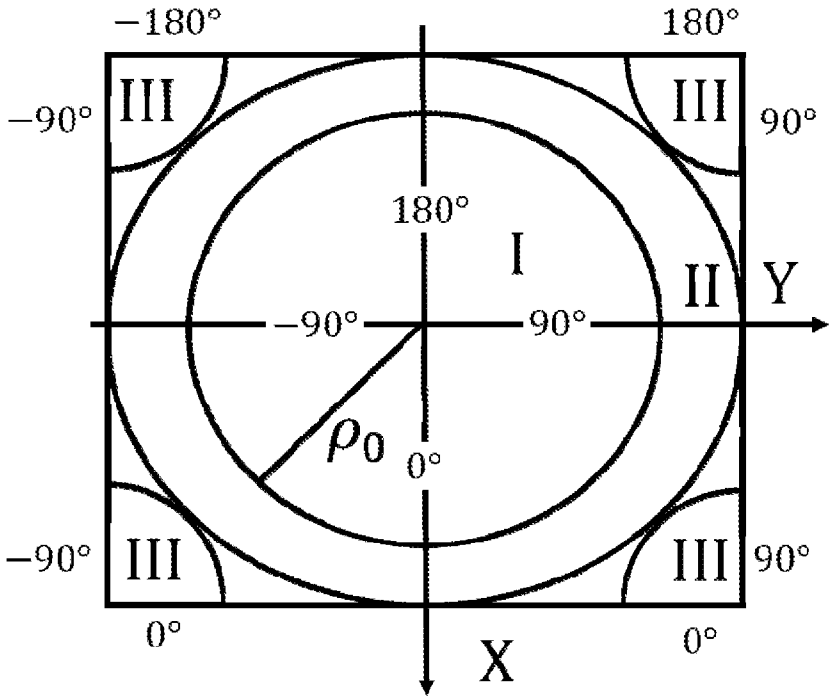


图 5

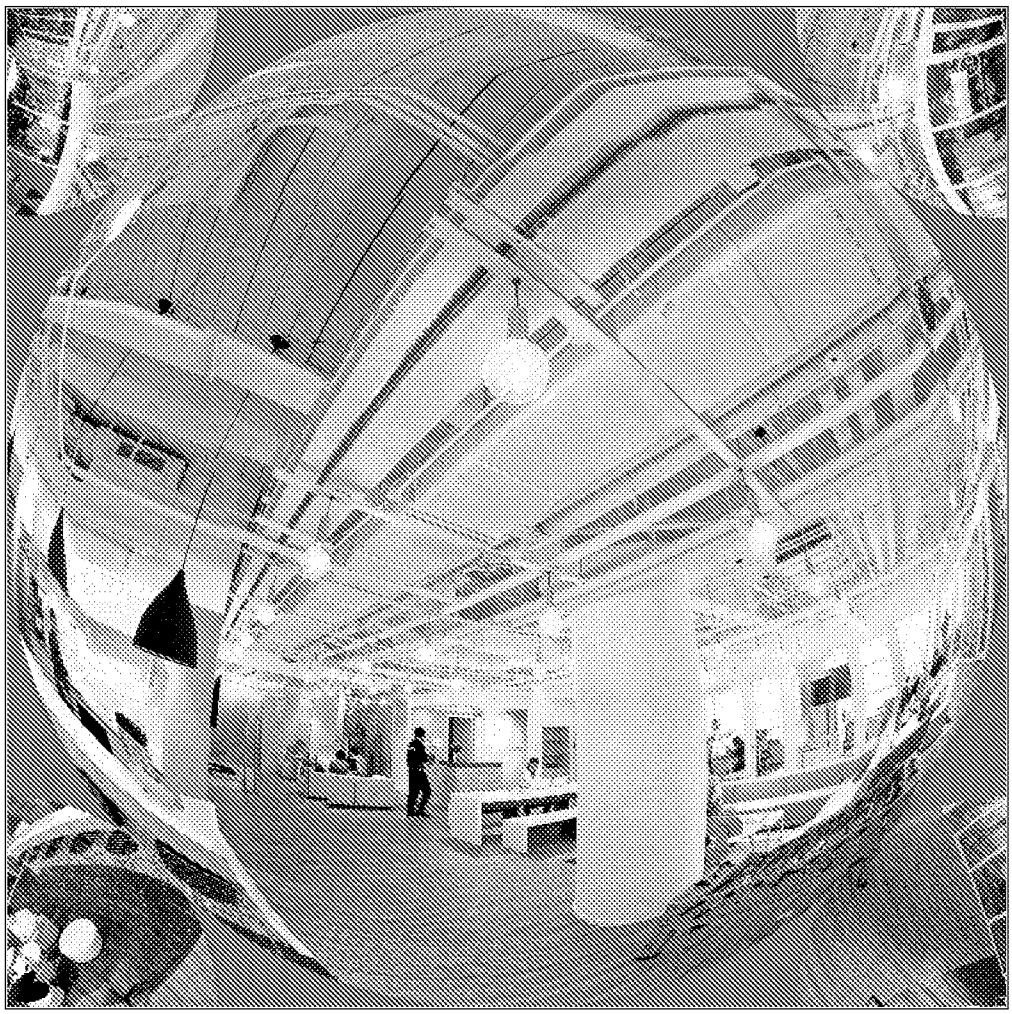


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/095984

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 3/00 (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; H04N

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, IEEE: 虚拟现实, VR, 视频, 全景, 映射, 中心, 圆心, 不存在区域, 未使用区域, 没有使用区域, 区域, 复杂度, 码率, ROI, 质量, 主视点, panoramic, video, map+, main view point, center, circ?l, area, region, rate, complexity, quality

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 106846245 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL), 13 June 2017 (13.06.2017), entire document	1-14
A	CN 105069761 A (TCL CORPORATION), 18 November 2015 (18.11.2015), description, paragraphs [0002] and [0049]-[0080], and figures 1-5	1-14
A	CN 106127691 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL), 16 November 2016 (16.11.2016), entire document	1-14
A	CN 104835117 A (HEFEI UNIVERSITY OF TECHNOLOGY), 12 August 2015 (12.08.2015), entire document	1-14
A	CN 101777193 A (NATIONAL UNIVERSITY OF DEFENSE TECHNOLOGY), 14 July 2010 (14.07.2010), entire document	1-14
A	US 2003095338 A1 (SINGH, S. et al.), 22 May 2003 (22.05.2003), entire document	1-14
A	US 2010134516 A1 (SONY CORP.), 03 June 2010 (03.06.2010), entire document	1-14

☐ 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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
14 September 2017	30 September 2017
Name and mailing address of the ISA 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 CHEN, Ronghua Telephone No. (86-10) 61648252

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/095984

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 106846245 A	13 June 2017	None	
CN 105069761 A	18 November 2015	None	
CN 106127691 A	16 November 2016	None	
CN 104835117 A	12 August 2015	None	
CN 101777193 A	14 July 2010	None	
US 2003095338 A1	22 May 2003	US 7058239 B2	06 June 2006
US 2010134516 A1	03 June 2010	GB 2465791 A	02 June 2010
		US 8130244 B2	06 March 2012
		GB 0821821 D0	07 January 2009

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2017/095984

A. 主题的分类

G06T 3/00(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; H04N

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,EPODOC,CNKI,IEEE: 虚拟现实，VR，视频，全景，映射，中心，圆心，不存在区域，未使用区域，没有使用区域，区域，复杂度，码率，ROI，质量，主视点，panoramic，video，map+，main view point，center，circ?l，area，region，rate，complexity，quality

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 106846245 A (北京大学深圳研究生院) 2017年 6月 13日 (2017-06-13) 全文	1-14
A	CN 105069761 A (TCL集团股份有限公司) 2015年 11月 18日 (2015-11-18) 说明书第[0002]，[0049]-[0080]段，图1-5	1-14
A	CN 106127691 A (北京大学深圳研究生院) 2016年 11月 16日 (2016-11-16) 全文	1-14
A	CN 104835117 A (合肥工业大学) 2015年 8月 12日 (2015-08-12) 全文	1-14
A	CN 101777193 A (中国人民解放军国防科学技术大学) 2010年 7月 14日 (2010-07-14) 全文	1-14
A	US 2003095338 A1 (SINGH, SANJIV 等) 2003年 5月 22日 (2003-05-22) 全文	1-14
A	US 2010134516 A1 (SONY CORP.) 2010年 6月 3日 (2010-06-03) 全文	1-14

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2017年 9月 14日	2017年 9月 30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 陈荣华 电话号码 (86-10)61648252

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/095984

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	106846245	A	2017年 6月 13日	无			
CN	105069761	A	2015年 11月 18日	无			
CN	106127691	A	2016年 11月 16日	无			
CN	104835117	A	2015年 8月 12日	无			
CN	101777193	A	2010年 7月 14日	无			
US	2003095338	A1	2003年 5月 22日	US	7058239	B2	2006年 6月 6日
US	2010134516	A1	2010年 6月 3日	GB	2465791	A	2010年 6月 2日
				US	8130244	B2	2012年 3月 6日
				GB	0821821	D0	2009年 1月 7日