



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103745448 B

(45)授权公告日 2016.08.17

(21)申请号 201310716535.4

CN 102802003 A, 2012.11.28,

(22)申请日 2013.12.24

CN 103308942 A, 2013.09.18,

CN 103248908 A, 2013.08.14,

(73)专利权人 四川大学

审查员 谢明远

地址 610065 四川省成都市武侯区一环路南一段24号

(72)发明人 王琼华 臧尚飞 赵悟翔 张杰

(51) Int. Cl.

G06T 5/50(2006.01)

G06T 3/40(2006.01)

G06T 17/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 102819820 A, 2012.12.12,

CN 103455973 A, 2013.12.18,

CN 102890829 A, 2013.01.23,

CN 101286225 A, 2008.10.15,

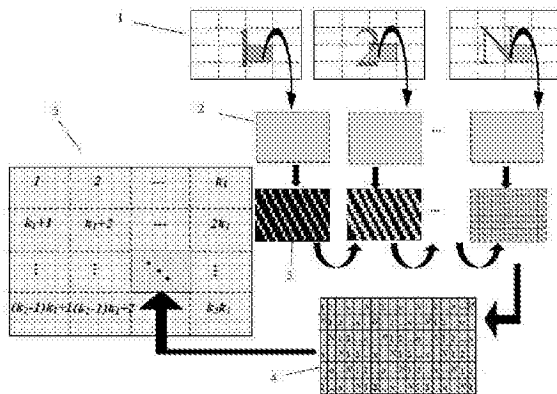
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

光栅3D显示中超高分辨率合成图像的快速生成方法

(57)摘要

本发明公开了一种光栅3D显示中超高分辨率合成图像的快速生成方法。该方法在GPU的并行架构下,根据光栅的排列方式,计算各个区域中每张视差图像所需渲染像素的索引位置,采用Pixel Shader(像素着色器)通过分区域渲染拼接快速生成高分辨率的合成图像。该发明包括三个基本步骤:第一步,计算所需分割的区域阵列和每个区域的大小;第二步,按区域阵列映射视差图像;第三步,分区域渲染并拼接快速生成超高分辨率的合成图像。



1.一种光栅3D显示中超高分辨率合成图像的快速生成方法,其特征是利用GPU并行处理数据能力与分区域拼接技术快速叠加渲染生成超高分辨率的合成图像,该特征的实现包括三个基本步骤:

第一步,确定所需分割的区域阵列和每个区域的大小:根据所需要生成分辨率为 $X \times Y$ 的合成图像和显卡所能创建分辨率为 $X_{\max} \times Y_{\max}$ 的最大纹理,所需分割的区域阵列 $k_1 \times k_2$ 由 $k_1 \geq \text{ceil}(X/X_{\max}), k_2 \geq \text{ceil}(Y/Y_{\max})$ 计算,每个区域的分辨率为 $X' \times Y'$ 由 $X' = X/K_1, Y' = Y/K_2$ 计算;

第二步,按区域阵列映射视差图像:基于纹理映射技术,按区域阵列 $k_1 \times k_2$,建立顶点数为 $4 \times k_1 \times k_2$ 的矩形网格,用于映射视差图像的像素数据,每张视差图像分区域的映射关系由每个区域的顶点矩阵

$$\begin{bmatrix} P_i(1) \\ P_i(2) \\ P_i(3) \\ P_i(4) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & (i\%k_1-1)/k_1 & (i\%k_2-1)/k_2 \\ X' & 0 & 0 & (i\%k_1)/k_1 & (i\%k_2-1)/k_2 \\ 0 & Y' & 0 & (i\%k_1-1)/k_1 & (i\%k_2)/k_2 \\ X' & Y' & 0 & (i\%k_1)/k_1 & (i\%k_2)/k_2 \end{bmatrix}$$

给出,其中, i 为区域阵列中区域的序号数, $i \in [1, k_1 \times k_2]$,顶点矩阵由顶点向量格式为 $P=(x, y, z, u, v)$ 的四个顶点向量构成,其中, (x, y, z) 表示该区域的顶点坐标, (u, v) 表示视差图像的纹理坐标;

第三步,分区域渲染并拼接快速生成超高分辨率的合成图像:首先,建立大小为 $X' \times Y'$ 的纹理用来处理每个区域的像素数据,通过Pixel Shader(像素着色器)常量表传入视差图像数的总张数 N ,光栅相对于垂直方向的倾斜角度 θ ,和当前渲染区域序号 $i(1, 2, \dots, k_1 \times k_2)$;接着,基于光栅的排列方式,分别计算视差图像 $n(1, 2, \dots, N)$ 在区域 i 中所要渲染像素的索引位置,在区域 i 中,视差图像 n 中所要渲染像素的索引位置即所要渲染的像素在合成图像中的水平偏移量 δ 由公式

$$\delta(s, t) = \{((i-1)\%k_1) \times X' + s + (\text{round}((i-1)/k_1) \times Y' + t) \times \tan \theta\} \% N - n + N \text{ 计算, 其中, } s$$

和 t 分别表示在区域 i 内水平和垂直方向索引坐标,其取值范围为 $0 \leq s \leq X', 0 \leq t \leq Y'$,依次对该区域的 N 张视差图像进行渲染叠加生成区域 i 的区域合成图像,依次类推,在GPU的并行架构下,按照视差图像中所要渲染像素的索引位置关系 $\delta(s, t)_{i, n}$,采用Pixel Shader在区域阵列 $k_1 \times k_2$ 的各个区域中对此区域的 N 张视差图像进行渲染叠加生成各个区域的合成图像,最后将各个区域的合成图像按区域阵列 $k_1 \times k_2$ 的排列方式拼接生成分辨率为 $X \times Y$ 的合成图像。

光栅3D显示中超高分辨率合成图像的快速生成方法

技术领域

[0001] 本发明涉及裸眼3D(三维)显示技术领域,更具体地说,涉及光栅3D显示中超高分辨率合成图像的快速生成方法。

背景技术

[0002] 光栅3D显示无需观看者佩戴任何助视设备即能观看到立体图像,它是基于柱面光栅或狭缝光栅的一种多视点自由立体显示。其中,用于光栅3D显示的合成图像是将多张视差图像的像素或子像素按照光栅的光学结构,以一定的规律排列所生成的图像。合成图像经光栅的分光作用,使观看者在观看区域内左右眼同时看到不同的视差图像经大脑融合从而感知到具有立体效果的3D图像。

[0003] 随着各种超高分辨率显示技术的成熟,3D图像的分辨率和观看自由度(与视点数目相关)已经是裸眼3D显示的两个重要目标。然而,现有的多视点光栅3D显示的3D分辨率和观看自由度都相对较低。因此,需要快速生成超高分辨率的合成图像用于光栅3D显示来解决这些问题。由于受计算机固有性能的限制,现有的方法所生成的合成图像的分辨率也受到了限制,或者生成合成图像的效率低下。

[0004] 对于超高分辨率合成图像的生成,利用CPU(中央处理器)处理,速率慢且实时性差;利用GPU(图形处理器)并行处理,可以解决速率慢的问题,但是所生成的合成图像的分辨率却受计算机显卡所能创建纹理的最大分辨率的限制,因此也无法直接快速生成超高分辨率的合成图像。为了解决合成图像的分辨率受计算机固有性能的限制,本发明提出了一种光栅3D显示中超高分辨率合成图像的快速生成方法。

发明内容

[0005] 本发明提出了一种光栅3D显示中超高分辨率合成图像的快速生成方法,该方法在GPU的并行架构下,根据光栅的排列方式,计算每张视差图像中所要渲染的像素的索引位置,采用Pixel Shader(像素着色器)分区域对每张视差图像进行渲染叠加,生成相应区域的合成图像,最后将各个区域的合成图像拼接生成超高分辨率的合成图像。

[0006] 该方法的具体步骤包括:

[0007] 第一步,确定所需分割的区域阵列和每个区域的大小。根据需要生成合成图像的分辨率 $X \times Y$ 和显卡所能创建纹理的最大分辨率 $X_{\max} \times Y_{\max}$,计算分区域区域阵列 $k_1 \times k_2$ (k_1 为行, k_2 为列)由公式(1)和(2)给出:

$$[0008] \quad k_1 \geq \text{ceil}(X/X_{\max}) \quad (1)$$

$$[0009] \quad k_2 \geq \text{ceil}(Y/Y_{\max}) \quad (2)$$

[0010] 其中, $\text{ceil}()$ 表示向上取整的函数。所分割的每个区域大小相同,其分辨率为 $X' \times Y'$,由公式(3)和(4)给出:

$$[0011] \quad X' = X/k_1 \quad (3)$$

$$[0012] \quad Y' = Y/k_2 \quad (4)$$

[0013] 第二步,按区域阵列映射视差图像。基于纹理映射技术,建立视差图像分区域映射的关系,用于映射每张视差图像的像素数据,具体过程为:根据步骤一所确定的区域阵列 $k_1 \times k_2$,建立顶点数为 $4 \times k_1 \times k_2$ 的矩形网格,每个网格区域的顶点矩阵由4个顶点向量构成,其格式为 $P=(x, y, z, u, v)$,其中, (x, y, z) 表示网格区域的顶点坐标, (u, v) 表示视差图像的纹理坐标。视差图像的分区域映射关系由每个区域的顶点矩阵确定。在区域阵列中,各个区域的顶点矩阵由公式(5)给出:

$$[0014] \quad \begin{bmatrix} P(1) \\ P(2) \\ P(3) \\ P(4) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & (i\%k_1-1)/k_1 & (i\%k_2-1)/k_2 \\ X' & 0 & 0 & (i\%k_1)/k_1 & (i\%k_2-1)/k_2 \\ 0 & Y' & 0 & (i\%k_1-1)/k_1 & (i\%k_2)/k_2 \\ X' & Y' & 0 & (i\%k_1)/k_1 & (i\%k_2)/k_2 \end{bmatrix} \quad (5)$$

[0015] 其中, $i \in [1, k_1 \times k_2]$, i 为区域阵列中区域的序号数。基于公式(5)即可完成对每张视差图像像素数据的分区域映射,如附图1所示。

[0016] 第三步,分区域渲染并拼接快速生成超高分辨率的合成图像。根据光栅的排列方式,计算每张视差图像中所要渲染像素的索引位置,在 $k_1 \times k_2$ 个区域中分别对各个区域所完成映射的每张视差图像进行渲染叠加,生成各个区域的合成图像,最后将其拼接生成超高分辨率的合成图像。具体过程为:首先,在应用程序中建立大小为 $X' \times Y'$ 的纹理用来处理每个区域的像素数据。通过Pixel Shader常量表传入视差图像数的总张数 N ,光栅相对于竖直方向的倾斜角度 θ ,和当前渲染区域序号 $i(1, 2, \dots, k_1 \times k_2)$ 。接着,在区域 i 中,对此区域所完成映射的视差图像 $n(1, 2, \dots, N)$ 按照其所要渲染像素的索引位置,依次对其进行渲染叠加生成区域 i 的合成图像,其中,如附图(2)所示,第 n 幅视差图像中所要渲染像素的索引位置,即所要渲染的像素在合成图像中的水平偏移量 δ ,由公式(6)给出:

$$[0017] \quad \delta(s, t)_{i,n} = \{((i-1)\%k_1) \times X' + s + (\text{round}((i-1)/k_1) \times Y' + t) \times \tan \theta\} \% N - n + N \quad (6)$$

[0018] 其中, $\text{round}()$ 为四舍五入的取整函数, s 和 t 分别表示在区域 i 内水平和竖直方向索引坐标,其取值范围为 $0 \leq s \leq X'$, $0 \leq t \leq Y'$ 。依次类推,如附图3所示,分别在区域阵列 $k_1 \times k_2$ 中的各个区域中,按照公式(6)计算各个区域的 N 张视差图像中所要渲染像素的索引位置,并对各个区域完成映射的 N 幅视差图像依次进行渲染叠加,生成各个区域的合成图像,最后将其拼接生成分辨率为 $X \times Y$ 的合成图像。

[0019] 该发明方法既可以快速生成常规分辨率的合成图像更可以快速生成超高分辨率的合成图像,用于光栅3D显示。

附图说明

[0020] 附图1视差图像分区域映射示意图。

[0021] 附图2在区域 i 中第 n 幅视差图像所要渲染像素的索引位置示意图。

[0022] 附图3分区域快速拼接生成超高分辨率合成图像的原理示意图。

[0023] 上述附图中的图示标号为:

[0024] 1视差图像,2完成映射的视差图像,3渲染叠加的视差图像,4区域合成图像,5合成图像。

[0025] 应该理解上述附图只是示意性的,并没有按比例绘制。

具体实施方式

[0026] 下面详细说明本发明提出的一种光栅3D显示中超高分辨率合成图像的快速生成方法的实施例,对本发明进行进一步的具体描述。有必要在此指出的是,以下实施例只用于本发明做进一步的说明,不能理解为对本发明保护范围的限制,该领域技术熟练人员根据上述本发明内容对本发明做出一些非本质的改进和调整,仍属于本发明的保护范围。

[0027] 本实施例制作完成分辨率为 21120×11880 ,视点数为48的合成图像,用于光栅3D立体显示,其中所采用的光栅为柱透镜光栅,尺寸为32线每英寸,光栅相对于竖直方向的倾斜角度为 $\arctan(-0.34)$ 。本实施中应用程序所调用的API均来自于Direct3D SDK(软件开发工具包)。本实施例中的GPU所采用显卡的型号为:NVIDIA GTX460。

[0028] 在本实施例前,首先使用3D动画渲染和制作软件3DS Max制作48幅视差图像。为充分利用GPU并行处理数据的能力,本实例采用HLSL(高级着色语言)编写Pixel Shader程序分区域对48幅视差图像渲染叠加,生成相应区域的合成图像,最后将各个区域的合成图像拼接生成分辨率为 21120×11880 的合成图像,用于光栅3D的显示。

[0029] 本实例按以下步骤实施:

[0030] 第一步,枚举显卡所能创建的纹理的最大分辨率为 8192×8192 。根据公式(1)(2), $k_1 \geq \text{ceil}(30720/8192) \geq 4$, $k_2 \geq \text{ceil}(17280/8192) \geq 3$,确定分区域的区域阵列为 4×3 ,同时根据公式(3)(4)计算每个区域的大小为 7680×5760 。

[0031] 第二步,根据步骤一所确定的区域阵列 4×3 ,创建顶点数为48的矩形网格,基于Direct3D纹理映射技术,按照公式(5)每个区域顶点矩阵中各个顶点的几何坐标与纹理坐标的映射关系,分别将48幅视差图像的像素数据映射到区域阵列为 4×3 的各个区域中。

[0032] 第三步,编写Pixel Shader 程序,并建立大小为 7680×5760 的纹理,通过Pixel Shader常量表传入视差图像总数48,光栅相对于竖直方向的倾斜角度为 $\arctan(-0.34)$,和当前渲染区域序号 $i(1, 2, \dots, 12)$ 。开启 α 混色功能,设置纹理寻址方式为边框寻址,设置纹理过滤器为线性纹理过滤方式。在GPU中,首先从区域序号为1的区域开始,对映射在此区域的第1幅视差图像进行渲染,其所要渲染的像素的索引位置由:

[0033]
$$\delta(s, t) = \{((0\%4) \times 7680 + x + (\text{round}(0/3) \times 5760 + y) \times -0.34)\%48 - 1 + 48\}$$
 计算,其中, δ 为所要渲染的像素在合成图像中的水平偏移量, (s, t) 为区域1中的索引坐标,其取值范围为 $0 \leq s \leq 7680$, $0 \leq t \leq 5760$,依次类推,按照公式(6)在区域序号为1的区域中,分别对其余2-48幅视差图像进行渲染叠加,生成区域1的合成图像。重复上述的过程分别在其余的11个区域内对相应中完成映射的48幅视差图像依次进行渲染叠加,生成相应区域合成图像,最终将相应区域的合成图像按照区域阵列 4×3 拼接,生成分辨率为 21120×11880 的合成图像用于光栅3D显示。

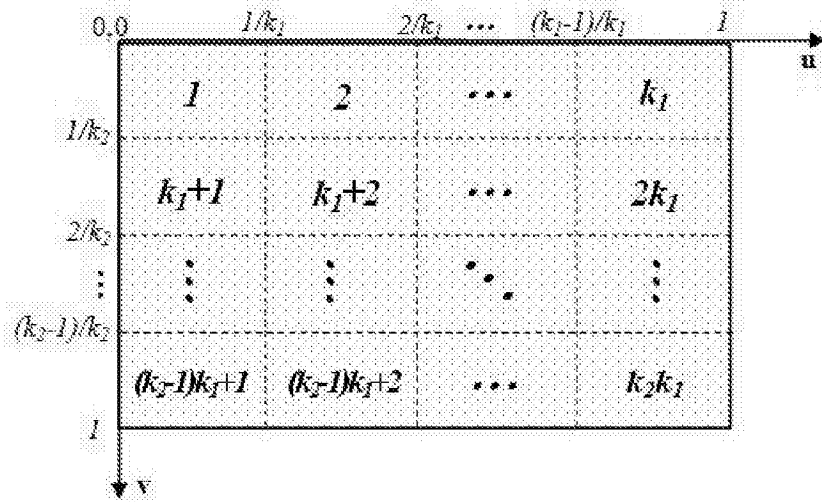


图1

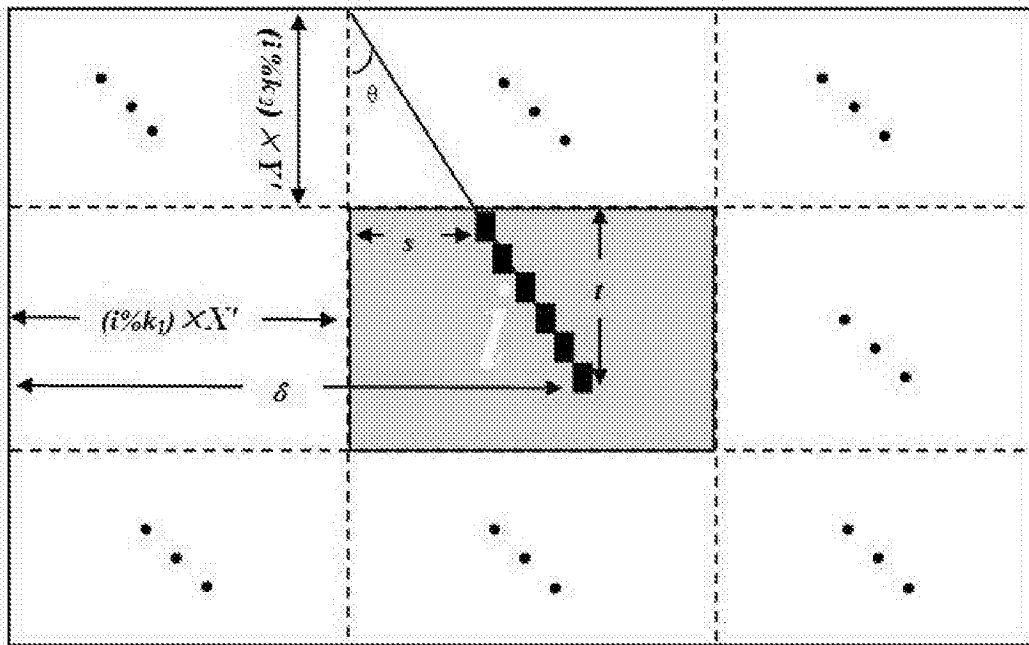


图2

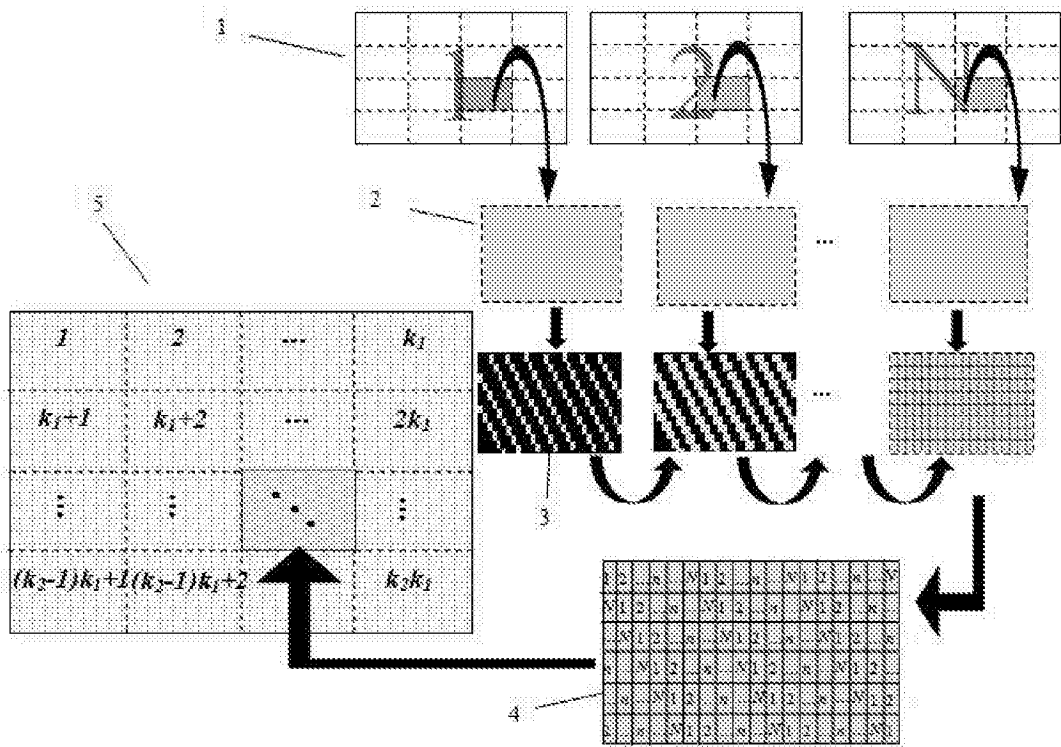


图3