



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1745589 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 02

(21) 申请号 200380107903. X

G06T 15/10(2006. 01)

(22) 申请日 2003. 12. 24

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

US 4573191 A, 1986. 02. 25, 全文.

02080580. 0 2002. 12. 30 EP

US 5929859 A, 1999. 07. 27, 说明书第6栏16行至第10栏51行和第12栏28行至15栏50行, 附图1-5.

(85) PCT申请进入国家阶段日

US 20020101417 A1, 2002. 08. 01, 说明书42-47段、63-66段、78-92段和157-190段, 附图4, 7-9和13-14.

2005. 06. 29

(86) PCT申请的申请数据

US 6256068 B1, 2001. 07. 03, 说明书第5栏13行至6栏50行, 第10栏44行至11栏12行, 附图1、8和9.

PCT/IB2003/006214 2003. 12. 24

(87) PCT申请的公布数据

JP 2001256482 A, 2001. 09. 21, 全文.

W02004/059991 EN 2004. 07. 15

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

审查员 严佳琳

(72) 发明人 R·P·M·伯雷蒂 F·E·厄恩斯特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 程天正 刘杰

(51) Int. Cl.

H04N 13/00(2006. 01)

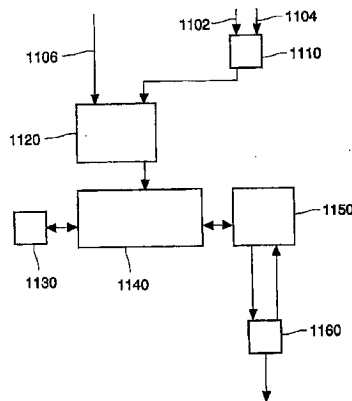
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 8 页

(54) 发明名称

用于立体图像的视频滤波

(57) 摘要

一种图像处理系统通过依赖于深度的变换从输入图像生成输出图像。输入端 1110 对于每个输入像素接收相关的输入像素值和输入像素深度。每个输入像素与各个重建滤波器覆盖区有关。视频处理器通过对每个输入像素把输入像素变换 1120 成变换的输入像素以作为相关的输入像素深度的函数以及把相关滤波器覆盖区变换成变换的滤波器覆盖区以作为相关的输入像素深度的函数而创建输出像素。处理器还使用变换的滤波器覆盖区对多个变换的输入像素执行重建滤波操作 1150。输出端 1160 用来提供用于以后呈现的输出图像。



1. 一种用于通过依赖于深度的变换从与输入观看点有关的输入图像生成与输出观看点有关的至少一个输出图像的图像处理系统；该图像分别被表示为输入像素阵列和输出像素阵列；该图像处理系统包括：

用于接收输入图像的输入端，其中输入图像包括对于每个输入像素的相关的输入像素值和输入像素深度；每个输入像素与相应的重建滤波器覆盖区有关；

用来通过以下步骤创建输出图像的输出像素的视频处理器：

对于每个输入像素，把输入像素值变换成变换的输入像素以作为相关的输入像素深度的函数，以及把相关滤波器覆盖区变换成变换的滤波器覆盖区以作为相关的输入像素深度的函数，所述对输入像素的变换涉及输入像素的移位，所述对相关滤波器覆盖区的变换涉及覆盖区的尺寸的改变；以及

使用变换的滤波器覆盖区来对多个变换的输入像素执行重建滤波操作；以及

用来提供用于以后的呈现的输出图像的输出端。

2. 如权利要求 1 中要求的图像处理系统，其中视频处理器用来确定哪些变换的滤波器覆盖区完全未被阻断，以及视频处理器用来根据完全未被阻断的变换的滤波器覆盖区执行重建滤波操作。

3. 如权利要求 2 中要求的图像处理系统，其中视频处理器用来确定哪些变换的滤波器覆盖区被部分地阻断，以及重建滤波操作也是基于被部分地阻断的变换的滤波器覆盖区，其中每个部分地阻断的变换的滤波器覆盖区被分配以一个正比于变换的滤波器覆盖区的未阻断部分的加权因子。

4. 如权利要求 2 或 3 中要求的图像处理系统，其中视频处理器用来确定哪些变换的滤波器覆盖区完全被阻断，以及用来仅仅对未完全被阻断的变换的滤波器覆盖区执行重建滤波操作。

5. 如权利要求 2 或 3 中要求的图像处理系统，其中输入图像与输入观看点有关，以及输出图像与输出观看点有关，像素由  $x$  坐标和  $y$  坐标表示；视频处理器用来沿  $x$  轴以与从输入观看点到输出观看点的位移相反的方向顺序处理一行的输入像素；该处理包括：

保持  $x$  坐标范围，该范围表示对于相对于预定的开始位置的已处理的输入像素，已被至少一个变换的输入像素阻断的最远的  $x$  坐标，其中如果处理方向是从左到右，则最远的  $x$  坐标是最高的  $x$  坐标；以及如果处理方向是从右到左，则最远的  $x$  坐标是最低的  $x$  坐标；以及

如果相关的输入像素的处理不导致增加  $x$  坐标范围，则确定一个变换的输入像素从输出观看点被阻断。

6. 如权利要求 5 中要求的图像处理系统，其中输入端用来接收隐藏图像，其中隐藏图像包括对于每个隐藏像素的相关的隐藏像素值和隐藏像素深度；视频处理器用来确定输出像素是否从输出观看点被去阻断，以及对于被去阻断的输出像素，在变换的隐藏的图像像素上执行重建滤波。

7. 如权利要求 6 中要求的图像处理系统，其中如果变换的输入像素  $x$  坐标范围增加到大于预定的阈值，则视频处理器用来确定输出像素被去阻断。

8. 如权利要求 1-3 中任一个要求的图像处理系统，其中视频处理器用来通过使用方框滤波器或高阶滤波器执行重建滤波操作。

9. 如权利要求 1-3 中任一要求的图像处理系统,其中视频处理器用来在其中每个输出像素按照预定的滤波器形状和预滤波覆盖区被滤波的情形下执行预滤波操作;预滤波操作包括对于每个输入像素确定一组其预滤波器覆盖区与输入像素的变换的重建滤波器覆盖区相重叠的相关的输出像素,以及将输入像素的贡献提供给由相应的滤波器形状加权的所确定的该组的每个输出像素。

10. 如权利要求 9 中要求的图像处理系统,其中像素阵列的像素行是用于在接连的显示线上水平显示,以及预滤波器形状只具有水平范围;视频处理器用来按行顺序处理输入像素。

11. 如权利要求 10 中要求的图像处理系统,其中预滤波器形状也具有垂直范围。

## 用于立体图像的视频滤波

### 发明领域

[0001] 本发明涉及一种图像处理系统,该图像处理系统用于通过依赖于深度的变换从与输入观看点有关的输入图像生成与输出观看点有关的至少一个输出图像。

### [0002] 发明背景

[0003] 对于在 2D 显示器上显示图像时提供深度感的兴趣正在快速地增长,特别是在虚拟现实应用和计算机游戏中。提供诸如影响一个物体的亮度级别或尺寸的深度提示的各种形式是熟知的。特别是,作为用于提供深度感的技术的立体影像 (Stereopsis) 或立体视觉受到很多注意。通过把从两个稍微分离的位置观察而得到的同一个场景的两个 2D 图像呈现给人,给出立体影像。两个图像中的一个图像呈现给左眼,另一个图像呈现给右眼。两个图像是在视差上相关的。术语“视差”是指视在移位或物体的视在方向的差别,正如从不与物体在一条直线上的两个不同的点看到的。视差使得人感觉出场景中物体的深度。

[0004] 用于显示立体图像的许多显示技术是已知的。通过使用时间平行技术,两个输出图像同时呈现到一个或两个显示器。例如,两个图像可以用互补的彩色被滤色并被叠加在一个显示器上。观察者佩戴具有匹配投影滤色器的眼镜。替换地,两个图像可以一起被显示在一个显示器上并使用用来把每个图像引导到正确的眼睛的观看器进行观看。作为另一个例子,可以使用两个显示器来呈现两个不同极化的图像,通过相应的极化的眼镜观看这些图像。替换地,两个图像可以通过使用具有用于每个眼睛的分离的显示器的头戴式设备被呈现。也可以使用时分复用技术,其中左和右图像被交替地显示在一个显示器上。作为一个例子,一个图像被写在监视器的偶数扫描线,而另一个图像被写在监视器的奇数扫描线。当右眼图像被显示时使用快门系统阻断左眼,以及当左眼图像被显示时阻断左眼。快门系统可被安装在观看者戴的眼镜上。替换地,具有可控制极化的快门被放置在显示器的前面,以及观看者佩戴具有偏振眼镜的头戴式设备。

[0005] 适合于呈现来自不同观看点的 2D 图像的可能的视频格式是加有深度信息的 2D 视频格式。典型地,2D 输入图像以像素阵列的形式给出。例如,它可以使用照相机或计算机图形学而得到。对于输入图像的每个像素,附加的深度信息是可提供的,或类似地,对于场景中的每个点,给出该点到照相机(或到另一个参考点、线或面,例如投影屏)的距离。这样的格式通常称为 2.5D 视频格式。深度信息允许把原先的图像建模为低反差图像 (flat image) 的样本组,而且也作为投影在地面 (terrain) 上的图像的样本组。图 2A 显示被采样的地面的截面图。光线从照相机的位置被投射到屏幕的每个像素。沿着光线的箭头的长度表示像素样本的深度值,也称为纹元 (纹理元素)。2.5D 视频格式代表全部 3D 模型世界的子组。从其它观看点的呈现可以通过把地面投影到来自想要的观看点的图像面而完成。根据从眼睛的观看点和从照相机点观看同一个物体时的视差,左眼图像和右眼图像的像素可以从输入图像的像素通过移位像素而得到。通过把坐标系统的水平轴选择为平行于连接两个眼睛的直线,只进行水平移位。像素的移位量取决于深度信息。图 2B 显示在观看点变换后投影的输入像素的密度在输出域中是不均匀的。因此,需要一个重新采样的过程。被设计来用于处理广播视频信号的现有的视频处理硬件/软件能够产生高质量输出图像。这样

的 HW/SW 能够把图像缩放成不同的显示格式,例如 4 : 3 和 16 : 9,以及对于这样的变换的信号进行重新采样和限带。按图像的水平扫描线进行视频处理。

### 发明概要

[0006] 本发明的目的是提供能够执行观看点变换而不引入视觉上的人工产物的视频处理系统和方法。优选地,这样的变换以低成本执行,以及可以与被设计来用于处理广播视频信号的现有的视频处理硬件 / 软件集成在一起。

[0007] 为了满足本发明的目的,一种图像处理系统用来通过依赖于深度的变换从与输入观看点有关的输入图像生成与输出观看点有关的至少一个输出图像;图像分别被表示为输入像素阵列和输出像素阵列;图像处理系统包括:用于接收输入图像的输入端,其中输入图像包括对于每个输入像素的相关的输入像素值和输入像素深度;每个输入像素与相应的重建滤波器覆盖区 (footprint) 有关;一个视频处理器用来通过以下步骤创建输出图像的输出像素:

[0008] 对于每个输入像素,把输入像素值变换成变换的输入像素以作为相关的输入像素深度的函数,以及把相关滤波器覆盖区变换成变换的滤波器覆盖区以作为相关的输入像素深度的函数;以及

[0009] 使用变换的滤波器覆盖区对于多个变换的输入像素执行重建滤波操作;以及

[0010] 输出端,用来提供用于以后呈现的输出图像。

[0011] 按照本发明,每个输入像素是与例如可以相应于像素的长度的初始滤波器覆盖区有关的。这个滤波器覆盖区根据像素深度被变换。这个变换典型地是从输入观看点到输出观看点的视差变换。变换不仅移位输入像素,而且也改变滤波器覆盖区段尺寸(例如,覆盖区段扩大或缩小)。因此,在变换后,覆盖区可以部分地或全部地重叠。因此,距观看点较近的输入像素可以部分地或全部地覆盖从观看点进一步被去除的输入像素。按照输出像素网格(被表示为阵列),变换的输入像素通常也不再对准。输出像素是根据变换的输入像素覆盖区被重建的。被设计用来处理不同的图像比率 (image ratio) 的现有的视频重建滤波器能够使用扩大或缩小的覆盖区来重建输出信号。这样的现有的滤波器可被使用,被馈送以由依赖于深度的变换而确定的滤波器覆盖区尺寸。

[0012] 按照从属权利要求 2 的措施,处理器确定哪些变换的滤波器覆盖区没有从输出观看点完全被阻断。它使用这些覆盖区以用于重建滤波。通过只使用完全可见的覆盖区,速度得以提高。

[0013] 按照从属权利要求 3 的措施,也使用部分阻断的覆盖区,可见的部分成正比。这提高输出图像的质量。

[0014] 按照从属权利要求 4 的措施,完全阻断的覆盖区从滤波中被消除,并且它对输出信号不产生影响。

[0015] 按照从属权利要求 5 的措施,以与从输入观看点到输出观看点的移位相反的方向顺序处理每行像素,就使得容易检测阻断。这可以通过保持表示至今已被变换的像素和它们的覆盖区的最远的 x 坐标的一维范围而完成。如果下一个覆盖区的变换导致增加范围,则变换的下一个覆盖区至少部分未被阻断。这样,可以容易地决定是否从滤波排除像素。优选地, x 轴是水平的,以及照相机移位也是水平的。如果希望的话,其它方向也是可能的。

[0016] 按照从属权利要求 6 的措施,也可以接收隐藏的图像,其中隐藏的图像包括对于每个隐藏像素的相关的隐藏像素值和隐藏像素深度。视频处理器可以确定输出像素从输出观看点是否被去阻断,以及对于去阻断的输出像素在变换的隐藏图像像素上执行重建滤波。这样,变换后在输入图像上出现的空洞(hole)用来自隐藏图像的像素填充。这些隐藏图像像素被处理(变换和滤波)为好像它们是从输入图像取得的。优选地,隐藏图像由几个隐藏层组成。

[0017] 按照从属权利要求 7 的措施,如果变换的输入像素将 x 坐标范围增加到大于预定的阈值,视频处理器用来确定输出的图像被去除阻断。优选地,如果变换后输入像素的 x 坐标离输出图像上最后的像素位置移出 1.5 个像素以上,则空洞太大以及用来自隐藏层的信息来填充。

[0018] 按照从属权利要求 8 的措施,优选地,重建滤波器是基于方框(box)滤波器或高阶滤波器。

[0019] 按照从属权利要求 9 的措施,重建的信号在呈现之前被预先滤波。预滤波器具有对于每个输出像素规定的覆盖区。如果这个覆盖区与输入像素的变换的重建滤波器覆盖区相重叠,则这个输入像素对输出像素的数值产生影响。该影响按照预滤波器形状被加权。这样的重新采样过程被称为前向纹理映射或纹元溅射(texel splatting)。纹元溅射可以容易地与高阶滤波器集成在一起。传统的纹元溅射的缺点是与处理阻断的硬集成。传统上,前向纹理映射方法通过使用用来存储对于输出像素的贡献和深度信息的分段缓存器来处理阻断。缓存器累积整个场景的贡献,并把它们从前到后归类。在处理整个场景之后,该缓存器可以被用来从前到后呈现场景。这个方法的缺点在于,分段缓存器的尺寸正比于视频滤波器的覆盖区的面积乘以输出图像的尺寸。通过使用按照本发明的方法,不需要分段缓存器,从而使得应用高阶滤波更容易。

[0020] 按照从属权利要求 10 的措施,预滤波器优选地仅仅水平地操作,使得能够进行像素的简单的顺序处理和与当前的电视中的视频处理很好地匹配。为了达到更高的质量,预滤波器可以扩展到一个以上的行的像素。

[0021] 参照下文描述的实施例,本发明的这些和其它方面是明显的并将被阐明。

[0022] 附图简述

[0023] 在附图中:

[0024] 图 1 显示并入图像处理系统的常规系统的方框图,

[0025] 图 2A-2B 显示从不同的观看点观看的地面,

[0026] 图 3A-3C 显示透视投影,

[0027] 图 4A-4B 说明当从不同的位置观看时物体的增加的重叠,

[0028] 图 5A-5B 说明当从不同的位置观看物体时空洞的外观,

[0029] 图 6 进一步说明投影到平面上,

[0030] 图 7 说明阻断的检测,

[0031] 图 8 显示重建滤波,

[0032] 图 9 显示预滤波器形状,

[0033] 图 10 显示由预滤波器执行的纹元溅射,

[0034] 图 11 显示优选实施例的方框图,

[0035] 图 12 显示由从不同的观看点记录的两个输入图像编辑的输出图像，

[0036] 图 13 说明在 2.5D 基本图像的依赖于深度的变换后可能出现空洞，

[0037] 图 14 显示使用隐藏层对于空洞的填充，

[0038] 图 15 显示第一图像的运动补偿，

[0039] 图 16 显示用于隐藏层的深度值的生成，以及

[0040] 图 17 显示隐藏层对于基本输入图像的坐标的运动补偿。

[0041] 优选实施例详细说明

[0042] 为了解释按照本发明的系统，参照图 1 到 4 将描述依赖于深度的变换。在这个一般说明中，像素被看作一个点（无尺度）。图 1 显示其中可以有利地使用按照本发明的图像处理系统的传统的系统的方框图。该传统的系统包括用于存储 2D 输入图像 110 的存储器 100，例如图形存储器。输入图像 110 由被划分成行和列的像素的阵列组成。对于每个像素，像素值是给定的。表示像素值的各种方法是已知的，例如 RGB（红、绿、蓝）或 YUV 编码。像素值可被完全地存储，例如使用每个像素 16 或 24 个比特。替换地，可以使用彩色查找表（CLUT）方案来用较少的比特如 8 比特编码像素值。除了像素值以外，对于每个像素，深度值被存储在存储器 100 中以作为输入深度 120。深度值例如可以使用每个像素 16 比特被存储。如果需要，分开的存储器可用来存储输入深度 120。输入图像 110 和输入深度 120 可以以任何适当的方式被生成。作为例子，可以使用位于不同位置的两个照相机，优选地每个照相机代表不同的眼睛。从由照相机得到的 2D 图像中可以形成一个图像加深度信息。然后，深度信息除了与传统地只提供一个 2D 图像相兼容以外，还优选地被提供来允许通过使用传统的 2D 显示系统或立体图像显示系统来观看场景。在游戏计算机或个人计算机上，输入图像 110 和输入深度 120 通常通过从被存储在存储器中的 3D 模型得出信息的 3D 呈现过程而被生成。典型地，该存储器是计算机的主存储器的一部分。诸如电信装置、音频 / 视频广播或有线网络之类的通信装置可用来把输入图像 110 和输入深度 120 提供给图像处理系统。

[0043] 处理器 160 使用输入图像 110 和输入深度 120 来生成至少一个输出图像。在图 1 示出的例子中产生左图像 170 和右图像 180。左图像 170 代表在从与观察者的左眼一致的观看点看到的 3D 场景的 2D 表示。同样，右图像 180 代表在从与观察者的右眼一致的观看点看到的 3D 场景的 2D 表示。处理器 160 可以把输出图像构建在存储器 190 如图形存储器中。按照本发明的系统能够按像素行进行处理，减小了存储器要求。所以，存储器可以使用用于只存储图像的一个扫描行的行缓存器来形成。这样，图像数据可以作为数据流被处理。如果应用垂直滤波，则需要存储若干行。通常，D/A 变换器 200 把输出图像呈现在适当的显示器 210 上，例如立体图像显示器。在广播接收机中，处理器 160 可以对在像素级别上时间同步的输入图像和输入深度进行处理以提供这个信息。通过使用用于存储作为输入图像 110 和输入深度 120 的相应复制的输入图像 220 和输入深度 230 的存储器 205，同步可以被放松。然后，处理器 160 可以与输入图像 110 和输入深度 120 无关地对输入图像 220 和输入深度 230 进行处理。在适当的时刻，例如在创建全新的图像时，输入图像 110 和输入深度 120 被复制到相应的输入图像 220 和输入深度 230。在其中存储器 100 和存储器 205 被物理地组合成一个存储器块的情形下，例如可以通过重新指定指针寄存器来进行复制而不用物理地复制数据。将会看到，不用保存整个图像拷贝，也可以根据采用的滤波器来存储一行

或几行的若干像素。

[0044] 输入图像到输出图像的依赖于深度的变换是与 3D 物体的位移互相关联的。这里描述的变换也称为视差变换。因为例如观察者相对于场景的位置的改变、观察者相对于场景的取向的改变,从而由于物体和观察者的相对速度而引起物体相对于彼此之间位置的改变、或这些改变的组合,所以引起位移。

[0045] 图 2A 显示从照相机观看点 205 看到的和被投影在图像平面 210 上的地面 200。通常,图像平面由均匀的像素形成(可能在 x 和 y 方向上有不同的密度)。在这个例子中,对于图像平面的每个像素,地面的相应的纹元(纹理元素)被确定(从照相机通过地面投向像素的射线的交叉点)。深度可以以任何适当的形式(例如,代表从纹元到像素的长度、纹元到照相机的距离、纹元到投影面的距离等)来代表。深度也可以以任何适当的形式进行编码,例如,可以使用线性尺度上的 16 比特编码,其中具有最小允许深度的物体的深度被编码为 0000H(十六进制)和具有最大允许深度的物体的深度被编码为 FFFFH。本领域技术人员如果想要的话,将能够选择适当的其它的表示法。图 2B 说明如果从观看点 220 观看相同的地面时将出现的情形。正如将会看到的,可能出现阻断 230(纹元不再可见)、缩小 240 和放大 250。如果原先的物体不是地面而是真实的 3D 物体,以上结果同样成立。

[0046] 图 3A 显示透视投影。显示的是具有 x 轴 300、y 轴 310 和 z 轴 320 的 3D 坐标系。2D 图像由以行和列排列的离散的像素阵列组成。在这个上下文中的像素是按照本发明的图像处理考虑的最小的实体。图像中特定行的每个相应像素可以仅仅呈现为一系列离散位置的一个相应位置。图像中每行像素平行于 x 轴 300,所以一行中的各个像素根据它们各自的 x 坐标被区分。每列像素平行于指向垂直于 x 轴 300 的方向的 y 轴 310。场景的深度是沿 z 轴 320 进行测量的,它垂直于 x 轴 300 和 y 轴 310。各个 z 值被指定给每个特定的像素,以便表示对于该特定像素的场景的深度。为了说明像素的视差位移,坐标系统的原点  $O = (0, 0, 0)$  和取向被选择为使得由点  $P = (x, y, z)$  表示的 3D 物体可以从观察点  $O_1 = (D, 0, 0)$  进行观看。平面  $z = z_p$  被选择为聚焦面 340(观察者的眼睛聚焦的平面)。通常,显示的平面被选择为与聚焦面一致。从观察点  $O_1$  观看的 2D 图像由 3D 物体在聚焦面上的投影形成,它也被称为投影面。点 P 被投影成  $P_1 = (x_p, y_p, z_p)$ 。

[0047] 图 3B 显示在平面  $y = 0$  上图 3A 的投影。P 被投影成  $P' = (x, 0, z)$ ;  $P'' = (D, 0, z)$ 。从三角形  $O_1, P', P''$ , 可以得出  $z_p/z = (x_p - D)/(x - D)$ , 给出  $x_p = D + (x - D) \cdot z_p/z$ 。

[0048] 图 3C 显示在平面  $x = D$  上图 3A 的投影。P 被投影成  $P' = (D, y, z)$ ;  $P'' = (D, 0, z)$ 。从三角形  $O_1, P', P''$ , 可以得出  $z_p/z = y_p/y$ , 给出  $y_p = y \cdot z_p/z$ 。

[0049] 这给出  $P_1 = (D + (x - D) \cdot z_p/z, y \cdot z_p/z, z_p)$ 。同样,  $P_2 = (-D + (x + D) \cdot z_p/z, y \cdot z_p/z, z_p)$ 。类似的公式在 [IEEE Computer graphics & Applications, Tutorial: Time-Multiplexed Stereoscopic Computer Graphics(时分复用立体图像计算机图形学), March 1992] 中给出。从这些公式得出,通过选择 x 轴平行于穿过观察点的直线,  $P_1$  和  $P_2$  的 y 坐标是相同的。这样,当从由  $O_1$  观看的图像得出由  $O_2$  观看的图像时,不出现垂直视差。通常,通过这样选择 x 轴,视差的计算被简化。输出图像的像素可以从输入图像得出。假设输入图像相应于从  $O_1$  观看的图像,以及输出图像相应于从  $O_2$  观看的图像。还假设对于输入像素  $p_i = (x_i, y_i)$ , 像素值是给定的,以及 3D 点  $P(x, y_i, z_i)$  的深度  $z_i$  是给定的,由此得出  $p_i$ 。具有  $y_0 = y_i$  的相应的输出像素  $p_0 = (x_0, y_0)$  涉及相同的 3D 点  $P(x, y_i, z_i)$ 。这给出:



[0050]  $x_i = D + (x - D) \cdot z_p / z_i$ , 以及

[0051]  $x_o = -D + (x + D) \cdot z_p / z_i$ .

[0052] 这意味着,  $x_o$  可以按以下方式从  $x_i$  得出:  $x_o = x_i - 2D + 2D \cdot z_p / z_i = x_i + 2D(z_p / z_i - 1)$ 。所以, 输出图像可以通过执行以下的水平位移  $d$  (仅仅在  $x$  方向上) 而从输入图像中得出:

[0053]  $d = 2D(z_p / z - 1)$ . (1)

[0054] 从这个公式可以看到, 位移正比于深度的倒数。在该公式中,  $2D$  相应于在观察点  $O_1$  和  $O_2$  之间的偏移。这也相应于在最远允许点 ( $z = \infty$ ) 处的视差。

[0055] 图 4A 显示从观察点  $O_1$  观看的场景, 其相应于输入图像, 其中附近的物体 400 部分覆盖另一个去除的物体 410。为了清晰起见, 图上未示出  $y$  坐标。由于重叠, 输入图像包括物体 400 的所有像素, 以及仅仅某些像素 410, 正如由观看的图像显示的。图 4B 显示相应于输出图像的从观察点  $O_2$  观看的相同的场景。正如从图 4B 看到的, 重叠被增加。如果图 4B 的输出图像 430 是从图 4A 的输入图像 420 得出的, 则这个增加的重叠将部分或全部被一个相应于前景物体 400 的输入像素阻断的相应于背景物体 410 的输入像素反映。由于重建的像素的覆盖区确实具有尺寸, 所以重叠可以是局部的。在重叠的区域中, 有几个用于输出图像的像素值的候选者。按照本发明的系统使用重建滤波器来对输出像素位置 (即按照输出图像的网格) 确定在变换后部分地或全部地重叠输出像素位置的输入像素。

[0056] 与输入图像的不同像素被移位到相同的输出像素位置形成对比, 图 5 显示其中由于不存在输入像素来填充输出图像 530 中的位置而在输出图像 530 中出现“空洞”的例子。图 5A 显示, 在输入图像 520 中, 背景物体 510 至少部分地被前景物体 500 遮挡。在图 5B 上, 在物体 500 和 510 之间没有出现重叠 (或较小的重叠), 如在从观察点  $O_2$  观看的输出图像 530 表示的。

[0057] 对于特别是在广播电视系统中使用的、从不同的观看点的高质量重新呈现, 希望执行以下四个步骤:

[0058] 1. 从采样的地面数据重建连续信号

[0059] 2. 使连续信号变形到想要的观看点

[0060] 3. 对于变形的信号进行限带

[0061] 4. 对于限带信号进行采样

[0062] 通过使用纹元溅射, 但避免使用分段缓存器, 可以执行重新采样过程的全部四个步骤, 由此以低的花费改进图像质量。根据呈现时间或需要的额外的硅来考虑的集成的预滤波的花费正比于预滤波器覆盖区的尺寸乘以输出图像的长度。步骤 1 和 2 在下面更详细地描述的重建滤波操作中将组合。所描述的重建滤波操作支持高阶视频滤波, 同时根据观看点变换重新采样原先的图像。对于这个操作, 希望能够检测像素的阻断。按照本发明的系统使用有效的方法检测阻断。这个检测方法可以与重建滤波相组合地被使用, 但它也可用于其它视频处理系统。步骤 3 和 4 将通过使用预滤波被执行。

[0063] 检测阻断

[0064] 按照本发明的阻断检测被设计用于水平照相机变换 (支持 3D 电视的水平视差的变换) 的特殊情形, 其中输入图像的变形限于水平方向。这允许按扫描线次序处理输入图像。下面更详细地描述对于从各个观看点把一维分段直线地面投影到一个图像线的 '1.5D' 问题的检测。一维地面是从输入图像的扫描线连同相应的深度值一起被得出的。按照本发

明,可以在遍历 (traversal) 这个扫描线的期间在进行中 (on the fly) 确定阻断。图 6 显示对于观看点  $v$  的输入样本点  $a$  在图像线上的投影  $p_v(a)$ 。原先的照相机观看点被表示为  $v_0$ 。在对于其它观看点的扫描线次序和阻断之间的关系可被表示为如下:假设  $a, b$  是对于原先的照相机位置  $v_0$  在深度地面的输入扫描线上的随后的样本,以使得  $p_{v_0}(a) < p_{v_0}(b)$ , 以及  $v_1 > v_0$  是想要的照相机观看点,于是对于被来自观看点  $v_1$  的线段  $(a; b)$  阻断的样本点  $c$ , 则有  $p_{v_1}(c) < p_{v_0}(a)$  成立。为了使得线段  $(a; b)$  是从观看点  $v_1$  可看见的,需要  $v_1$  是在由  $(a; b)$  支持的线的同一边以作为  $v_0$ 。因此,  $p_{v_1}(a) < p_{v_1}(b)$ 。从  $c$  的阻断得出  $p_{v_1}(a) < p_{v_1}(c) < p_{v_1}(b)$ 。通过构建,  $c$  是从观看点  $v_0$  可看见的,所以或者  $p_{v_0}(c) < p_{v_0}(a)$ , 或者  $p_{v_0}(c) > p_{v_0}(b)$ 。由于  $v_1 > v_0$ ,  $p_{v_1}(b) < p_{v_0}(b)$ , 这意味着  $p_{v_0}(c) > p_{v_0}(b)$  不能成立。因此实际上,  $p_{v_0}(c) < p_{v_0}(a)$ 。由此可得出,对于想要的观看点  $v_1 > v_0$ , 对具有降低的  $x$  坐标输入扫描线的遍历将使我们在阻断的部分之前遇到地面的阻断部分。所以,阻断可以如下地解决,如图 7 所示。首先,引入一个用来保持在输出域中投影的像素的  $x$  范围  $700$  的变量。然后,可以得出结论,如果被变换的像素不使该范围加长,则它必定被以前处理的像素阻断。对于观看点变换  $v_1 < v_0$ , 理由是类似的:在这种情形下,扫描线以增加的  $x$  坐标被遍历。

#### [0065] 重建滤波器

[0066] 在优选实施例中,纹元映射以两个阶段执行。第一阶段是重新采样过程的步骤 1 和 2 的结合。第一阶段使用重建滤波器。重建滤波器的覆盖区可以是方框。这被显示于图 8。这个图显示输出像素的网格。每个输出像素被显示为矩形,代表被像素覆盖的图像面。在优选实施例中,这样的矩形形成用于重建滤波的方框的基础。将会看到,也可以使用不同于与一个像素的面相匹配的这些形状的其他覆盖区,例如不同的形状,覆盖一个以上的像素(高阶滤波),等等。按照本发明,获取输入像素的覆盖区并进行变换。这不仅改变位置,而且也改变这些输入覆盖区的尺寸。示例性变换的尺寸和位置在图 8 上以具有虚线的矩形示出。实点说明在变换后无尺度输入像素坐标的位置(典型地与输入像素覆盖区的中部一致)。作为变换的一部分,计算输出域中方框的尺寸。它取决于投影的像素在图像线上的密度。在简单的实施例中,在重建滤波期间,在地面遍历期间看来似乎阻断的输入像素被丢弃以及不进行重建。在优选实施例中,使用更精细的重建,特别是正比于图像的一阶重建像素的非阻断部分的贡献。图 8 显示方框重建和阻断处理的结果。方框的尺寸是原先像素的贡献的度量。例如,输入像素 820 的重建的覆盖区(即变换后的覆盖区)由分段 840 表示。在这个例子中,重建的覆盖区大约是输出像素的覆盖区的 75%。在这种情形下,输入像素对输出图像的贡献被设置为 0.75 倍。输入像素 830 的重建的覆盖区部分落在输出像素 810 中,以及部分落在 810 的右面的输出像素中。输入像素 830 的重建的覆盖区大约是输出像素 810 的覆盖区的 25%,以及大约是相邻的输出像素的覆盖区的 75%。输入像素 830 的总的贡献是 25% + 75%。因此,输入像素 830 被乘以 1 倍。

#### [0067] 预滤波器

[0068] 第二阶段是在呈现输出图像之前通过使用预滤波器执行重新采样框架的步骤 3 和 4。每个输出像素使用预滤波器覆盖区被滤波。在优选实施例中,这个覆盖区延伸到几个像素。滤波器可以仅仅在水平方向上延伸。图 9 显示一种延伸三个像素、中心在它属于的像素上、以及覆盖两个相邻的像素的滤波器的形状。在优选实施例中,预滤波器覆盖区也在垂直方向上延伸。通过使用如图 9 所示的简单形状,输出像素的预滤波器覆盖区覆盖八个

相邻的像素。将会看到,可以使用任何适当的形状和覆盖区范围。

[0069] 如图 10 所示,输入像素 1000 的贡献然后被溅射到(即被分布到)其预滤波器覆盖区与输出域中重建的方框重叠的像素。像素 1000 的重建的方框用加亮的矩形 1010 显示。在这种情形下,12 个输出像素接收贡献。对于这些输出像素的每个像素,通过使用用来加权输入像素值的它们的各个预滤波器的形状而确定贡献。如上所述,有可能把输入像素只溅射到在同一个扫描线上的输出像素。优选地,也执行垂直滤波,以更进一步改进图像质量。

[0070] 图 11 显示优选实施例的示意性硬件布局。输入图像作为具有颜色值 1102 和深度 1104 的像素序列被接收,并被存储在线缓存器 1110。这个图像是从观看点  $v_0$  被记录的。另外接收新的观看点  $x$  坐标  $v_1$  1106。块 1120 显示通过计算  $p_{v_1}(x)$  执行输入像素(和它们的覆盖区)的变换的遍历逻辑。变换的范围被存储在寄存器 1130 中。块 1140 确定究竟是有阻断、放大还是缩小:

[0071]  $p_{v_1}(x) < \text{范围} \rightarrow \text{阻断}$

[0072]  $p_{v_1}(x) > \text{范围} + 1 \rightarrow \text{放大}$

[0073] 其它  $\rightarrow$  缩小

[0074] 块 1150 显示滤波器(重建滤波器和预滤波器)。滤波的信号在呈现之前被存储在输出线缓存器 1160 中。将会看到,块 1120、1140 和 1150 的功能也可以由可编程(视频)处理器如 DSP 来执行。

[0075] “空洞”人工产物

[0076] 当呈现从稍微不同的虚拟照相机位置被提供为“图像 + 深度”(2.5)数据的输入图像时,会出现对于某些输出像素没有变换输入数据(去阻断)。原则上,这样的空洞人工产物可以通过用通过在空洞的左面和右面可提供的水平(和/或垂直)相邻像素值的内插得到的像素值来取代而被去除。作为简单的替换例,用具有最大  $z$  值的可提供的相邻像素的数值来替代。这样的替代在观察者观看从前景物体后面呈现的背景物体时与真实的生活经验一致。如上所述,由预滤波器执行的纹元溅射是执行这样的内插的先进的方法。将会看到,如果空洞太大,内插就不能给出良好的结果。大的空洞可以出现在深度上具有大的改变的深度边界。为了在呈现期间填充这样的空洞,希望具有来自在当前的输入图像中没有看到的、但从另一个观察点(例如第二照相机)可看见的空间位置的信息。

[0077] 本来,发送包含关于这些隐藏部分的信息的额外数据是已知的。一个这样做的已知的方法是使用几个层表示活动图像,其中每个层存储具有匹配的活动区的物体。从活动图像中的光流计算物体和层。这些层在多个帧上被累积。被完全地或很大地阻断的物体通常将全部在一个更深的层中被表示。Nelson L. Chang 和 Avidah Zakhor, "View generation for three-dimensional scene from video sequences(从视频序列生成三维场景的图像)", 1997, IEEE Transactions on Image Processing, vol. 6, p. 584-598 描述基于某个参考帧的、以多个级别的场景。第一个级别是参考帧的可见部分。因此级别 1 包括所有附近的物体,而且也包括另外的被去除的物体的所有的可见部分。通常,级别  $k$  包含对于参考图像被阻断  $k-1$  次的那些像素(即从参考图像的观看点)。与传统的分层的方法相比较,可以声称,利用本方法,3 个级别通常是足够的。这些层是从相应于多个视图的独立计算的三维模型被构建的。在这个后者的方法中,冗余信息量被大大地减小。在其余部分中,描述了在其中不能提供完全的 3 维物体的情形下用于生成这样的隐藏层的有效的方法,以及在即使

只给出深度次序信息的情形下用于呈现来自不同观看点的图像的有效的方法。按照本发明的生成方法优选地与 Chang 的分层相组合。这种分层不作进一步描述,而在此包括以供参考。

[0078] 图 12 说明按照本发明的用于在使用立体照相机记录图像的情形下示例性建立的方法。左照相机提供基本图像(图 12A),以及右照相机提供来自辅助观看点的图像(图 12C)。将会看到,也可以使用其它的方法来检索附加图像。原则上,发送基本图像。希望能够呈现来自不同的观看点的图像(图 12B),所述不同观看点例如是在两个原先的观看点之间的观看点。要被显示的大多数像素可以取自基本(左)图像(图像的明亮的和暗的部分),然而,中间部分 1210 在基本图像上是看不见的,以及必须取自辅助(右)图像。然而,附加图像没有全部发送,以便减小传输带宽并减小呈现设备中的处理。代替地,如图 13 所示,发送基本图像(图 13A)和按像素深度的映射(图 13B)(图像+深度,“2.5D”)。为了呈现来自新的点的图像,像素的主要部分再次取自基本图像。然而,现在没有用来填充空洞的辅助图像。因此,在呈现的图像上出现空洞 1310(图 13C),因为在中间图像上可看见的部分场景在基本图像上被阻断。如上所述,可以使用包含在基本图像中被前景物体隐藏的信息的附加层。这样,仍旧有可能使用基本图像的图像+深度表示法,但附加信息保证空洞可被填充,如图 14 所示。图 14A 和 14B 分别相应于图 13A 和 B。图 14C 和 D 分别给出对于隐藏层的像素值和深度。图 14E 相应于图 13C,其中空洞 1310 现在通过使用来自隐藏层的信息被填充。

[0079] 生成隐藏层

[0080] 在视频数据的 2D 到 3D 变换中的两个基本步骤是分段和运动估计。每个分段的运动可以在随后的阶段中用于通过来自运动的结构深度或通过动态阻断的深度排序。分析过程被显示于图 15、16 和 17。为了说明的目的,假设所有的分段只在水平方向上运动。首先计算原先的图像的分段,并执行从原先图像到匹配图像的运动估计。原则上,分段和运动估计是熟知的,这里不作详细描述。在这种操作期间,原则上对于图 12A 的基本图像的每个像素,检验这个像素是否可以在图 12C 的附加图像中找到。如果是的话,确定运动矢量。代替执行每个像素这样的操作,也可以对相同深度的每个分段执行操作。

[0081] 接着,基本图像对于附加图像的照相机位置进行运动补偿。这相当于按它们的计算的运动矢量移位分段,如图 15 所示。为了简化起见,运动矢量可被舍入成整数运动。为了提高精度,可以使用线性内插方案。假设基本图像相应于左眼,这给予我们提供预测的右图像、预测的分段映射和预测的深度映射(如果照相机参数是可提供的)或活动区。将会看到,对于依赖于深度的变换,通常深度和运动是等价的。现在可得出结论,某些像素不具有分配给它们的预测分段。这些是被去阻断的像素。优选地,在同一个扫描线上的随后的去阻断的像素一起被编组在伪分段中。

[0082] 接着,把深度值分配给伪分段(或伪分段的各个像素)。优选地,深度是基于两个相邻的非阻断的像素的深度值而被确定的:在左面和在右面。有利地,具有最大的深度的非阻断的相邻的分段/像素的深度或运动矢量被分配给阻断的伪分段。应当指出,这只需要知道深度排序。将会看到,在边界上的伪分段可被分配以它们单个邻居的深度值。这样,背景分段被扩展到去阻断的像素(即把背景分段的深度给予去阻断的像素),如图 16 所示。

[0083] 在优选实施例中,为了减轻噪声的影响,去阻断的像素的区域首先被侵蚀,然后被

扩张一个像素（形态滤波器）。这样，具有导致看来好像是去阻断的像素的错误深度的各个像素被校正。

[0084] 现在对于真正被去阻断的像素，深度值是已知的。通过参照附加图像，知道这些像素的位置。优选地，按照与如上所述相同的方法，对于这些去阻断的像素进行逆运动补偿。这样，去阻断的像素对于基本图像的照相机位置进行运动补偿，以生成隐藏层和隐藏深度映射，如图 17 所示。结果，现在用具有参考第一图像以及深度或运动矢量的位置的去阻断像素创建隐藏层。通过表示来自第一图像的观看点的隐藏层，用于把第一图像变换成来自可选择的观看点的输出图像的变换也可应用于隐藏层，以生成来自该新的观看点的去阻断像素。来自选择的观看点的输出图像可以不同于图 12C 的附加图像的观看点。

[0085] 可能出现在逆运动补偿后的去阻断像素不在原先的图像的范围外（在它的边界外面）。在这样的情形下，可以创建查找表来存储在隐藏层上未占用的位置处去阻断像素的数据。最后，如果去阻断像素不在原先的图像的范围外（在它的边界外面），我们可以生成查找表并存储在隐藏层上未占用的位置处的去阻断像素的数据。查找表保持该映射。

[0086] 将会看到，与基本图像相比较，隐藏层通常包含相对较少的像素。代替发送作为完全的图像的隐藏层，优选地，通过使用诸如游程长度编码之类的任何适当的技术来压缩隐藏层。通过使用这样的编码方案，可以用基本图像外面的坐标来包括具有去阻断像素的基本图像的边界。

[0087] 将会看到，虽然描述了用于固定的立体照相机的方法（其中基本图像用左照相机记录而附加图像用右照相机记录），但相同的技术也可以应用于其它情形。例如，有可能把该技术应用到用活动照相机拍摄的场景。这实际上生成在原先的图像中不存在但在匹配的图像中存在的、包含所有的场景信息的隐藏层（在这种情形下，运动估计不是在来自不同的观看点的两个同时记录的图像之间，而是在时间顺序图像之间）。然后，运动至少部分由照相机的运动引起。类似地，深度信息可以根据图像的时间序列从运动的物体得出。

[0088] 也将会看到，虽然本发明被描述为用于水平运动，但同样的技术可被应用于垂直或任意运动。

[0089] 呈现附加图像

[0090] 用于呈现附加图像的基本过程优选地类似于基本图像的第一层的呈现被执行。如上所述，来自另一个观看点的呈现可被看作为将原先的图像重新采样到由来自想要的观看点的投影所施加的采样网格。如上所述，在观看点变换后，投影的输入像素的密度在输出域中不是均匀的。因此，需要重新采样过程。在重新采样过程期间，遇到被缩小或被阻断的原先的图像的区域，或遇到被放大或被去阻断的区域。在其余部分，给出呈现由于观看点变换而被放大的区域的优选的方法的说明。放大的区域可以用来自隐藏层的输入填充。所描述的呈现方法具有适度的恶化，以及还可以支持用于在想要的观看点呈现去阻断的区域的高阶重建视频滤波器的集成。在其余部分，假设隐藏层中的特性是在基本层的坐标框架中规定的，允许在上述的用于单个分层的 2.5D 视频序列的呈现过程内隐藏层的呈现的集成的简单的方法。本领域技术人员将能够调整该方法，如果隐藏层以不同的方式被规定的话。在说明中，也假设呈现的图像的观看点是处在那些原先的和匹配的图像之间，从而给出最高的质量。原则上，如果不是这种情形，也可以使用该方法。然而，重建滤波器于是对于最后的图像的放大区域起到主要的作用。

[0091] 在说明中,也假设通过照相机的水平变换达到新的观看点。这意味着重新采样过程只需要处理水平视差,以及图像的每条扫描线可以分开处理。简言之,呈现过程包括:

[0092] - 在单次扫描中遍历输入扫描线。

[0093] - 保持在处理扫描线期间以单个变量呈现输出扫描线的范围;这个范围单调增加,即呈现者永远不必重新呈现输出扫描线的部分。

[0094] - 在遍历扫描线期间对每个输入图像像素计算放大因子。

[0095] - 出现阻断的像素可被丢弃;其它像素可以立即馈送到 FIR 视频滤波器块,该 FIR 视频滤波器块对输出扫描线预滤波并以屏幕分辨率(输出图像的分辨率)采样输出扫描线。

[0096] 可以指出,当有相对较大的放大因子时只需要来自隐藏层的样本。在优选实施例中,阈值被设置为 1.5 的放大倍数。对于较低的放大倍数,没有信息从隐藏层被恢复;对于较高的放大倍数,有信息(如果可提供的话)从隐藏层被恢复。

[0097] 为了能够有效地从隐藏层填充贡献,最好交织处理基本图像层和隐藏层。对于这两种扫描,保持输出扫描线范围。如上所述,该范围是“在变换后最远的 x 坐标”。基本图像的范围被称为 base\_extent;隐藏层的范围被称为 hidden\_extent。在以下的伪代码中,变量“extent”表示在输出图像中变换到达的最远的范围,其中这个位置由来自基本图像或来自隐藏层的像素覆盖。这样,仅仅在基本图像扫描线上的单次扫描与在隐藏层图像扫描线上的单次扫描交织地执行。以下的伪代码表示用于从照相机观看点到输出图像的更加左面的观察点的变换的交织扫描的处理。

[0098] 呈现扫描线:

[0099] ▶初始化

[0100] 1. base\_extent = 0;

[0101] 2. hidden\_extent = 0;

[0102] 3. extent = 0;

[0103] ▶处理扫描线

[0104] 4. until scanline finished

[0105] ▶寻找可看见的样本

[0106] 4.1 while base\_extent < extent

[0107] 4.1.1 (output\_base\_x;base\_luminance) = FetchNextSample(base\_layer)

[0108] 4.1.2 if output\_base\_x > base\_extent

[0109]       base\_extent ← output\_x

[0110] 4.2 while hidden\_extent < extent

[0111] 4.2.1 (output\_hidden\_x;hidden\_luminance) = FetchNextSample  
[0112]       (hidden\_layer)

[0113] 4.2.2 if output\_hidden\_x > hidden\_extent

[0114]       hidden\_extent ← output\_x

[0115] ▶确定放大率

[0116] 4.3 if base\_extent < extent+1.5

[0117] ▶呈现基本层

[0118] 4.3.2 Render(output\_base\_x;base\_luminance) ;

[0119] 4.3.3 extent ← base\_extent

[0120] 4.4 else if hidden\_extent < extent+1.5

[0121] ▶呈现隐藏层

[0122] 4.4.1 Render(output\_hidden\_x;hidden\_luminance) ;

[0123] 4.4.2 extent ← hidden\_extent

[0124] 4.5 else

[0125] 4.5.1 Magnify

[0126] 以上伪代码表示一条扫描线的处理。步骤4涉及寻找在变换后不阻断的基本图像的下一个像素。只要像素被阻断 ( $\text{base\_extent} < \text{extent}$ ),就在步骤4.1.1取基本图像的下一个像素,进行变换并将变换的x坐标指定给变量output\_base\_x。如果这增加base\_extent,则在步骤4.1.2调节base\_extent。如果找到在变换后不被阻断的像素,则步骤4.1的循环结束。步骤4.2对于隐藏层执行完全相同的操作。所以在进到步骤4.3时,在基本层和隐藏层找到在变换后不被阻断的像素。现在对于从基本图像呈现像素给予优先权。如上所述,这样的像素只在它不造成太大的空洞时才被使用。为此,在步骤4.3检验在变换后像素是否处在离以前呈现的像素的1.5个像素内。如果是的话,则没有太大的空洞,并在步骤4.3.2呈现来自基本图像的像素,以及在步骤4.3.3把总的范围变量设置为新的点(即设置为base\_extent)。另一方面,如果空洞大于1.5个像素宽,则测试隐藏层是否具有好的候选者(即处在离上一次呈现的输出像素小于1.5个像素的像素)。如果是的话,在步骤4.4.1取这个像素,以及将extent变量设置为hidden\_extent变量的数值。如果基本图像或隐藏层都没有好的候选者,则需要放大操作(例如使用内插)。

[0127] 以上给出的说明集中在其中变换只在水平方向上进行的通常的情形。本领域技术人员可以容易地把相同的概念应用到垂直变换。在任意方向上的变换可以以两个顺序的通道(水平和垂直通道)完成。如果希望这样做的话,这些通道可以交织地进行,以减小存储和带宽要求。

[0128] 应当指出,上述的实施例只是说明而不是限制本发明,以及本领域技术人员将能够设计许多替换实施例而不背离所附权利要求书的范围。在权利要求书中,被放置在括号之间的任何标注符号不应当解释为限制权利要求。单词“包括”和“包含”并不排除与在权利要求中列出的不同的其它单元或步骤的存在。本发明可以借助于包括几种不同的元件的硬件和借助于适当编程的计算机被实施。在系统/装置/设备权利要求枚举几个装置的情形下,这些装置中的几个可以用同一个硬件项实施。计算机程序产品可被存储/分布在适当的介质上,诸如光学存储器,但也可以以其它形式被分发,比如经由因特网或无线电信系统被分发。

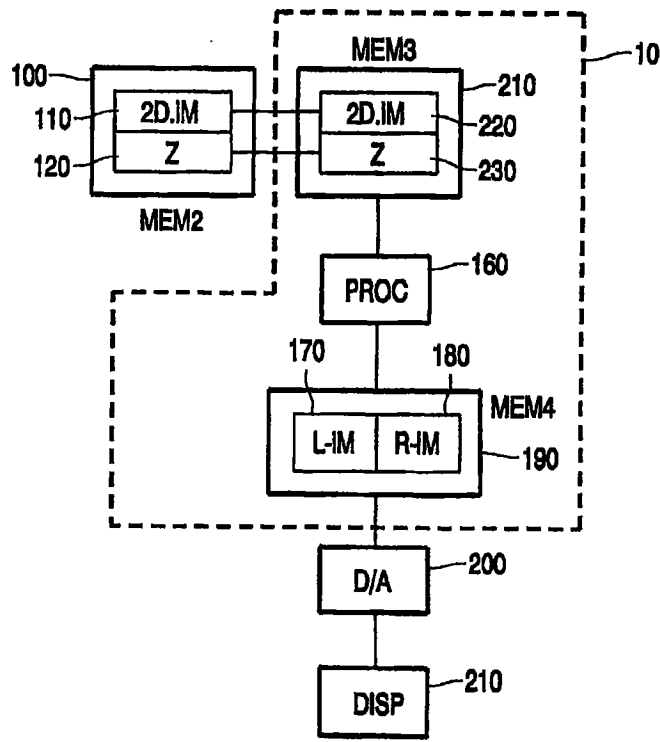


图 1

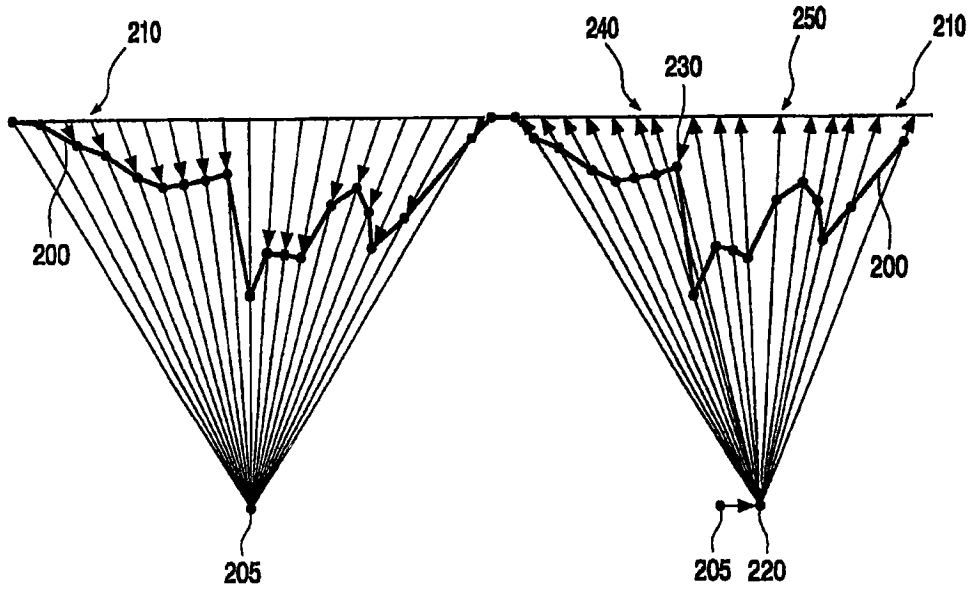


图 2A

图 2B



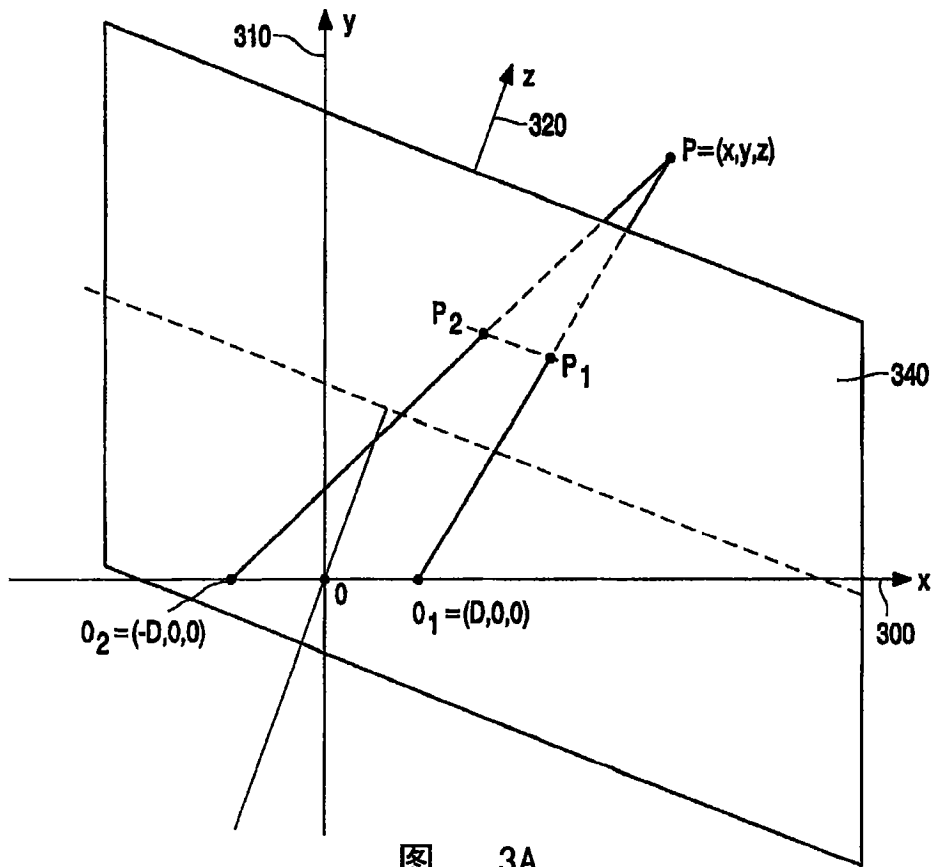


图 3A

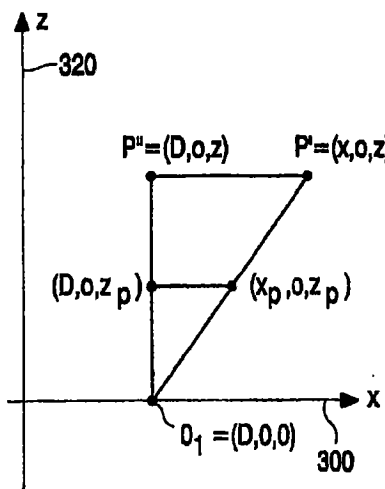


图 3B

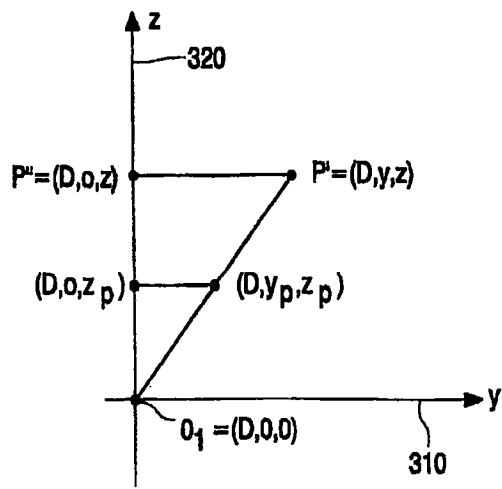


图 3C

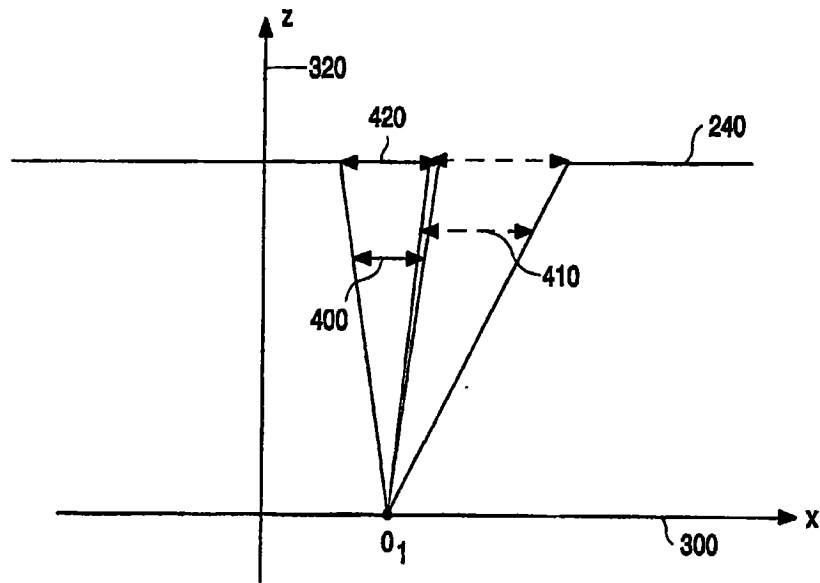


图 4A

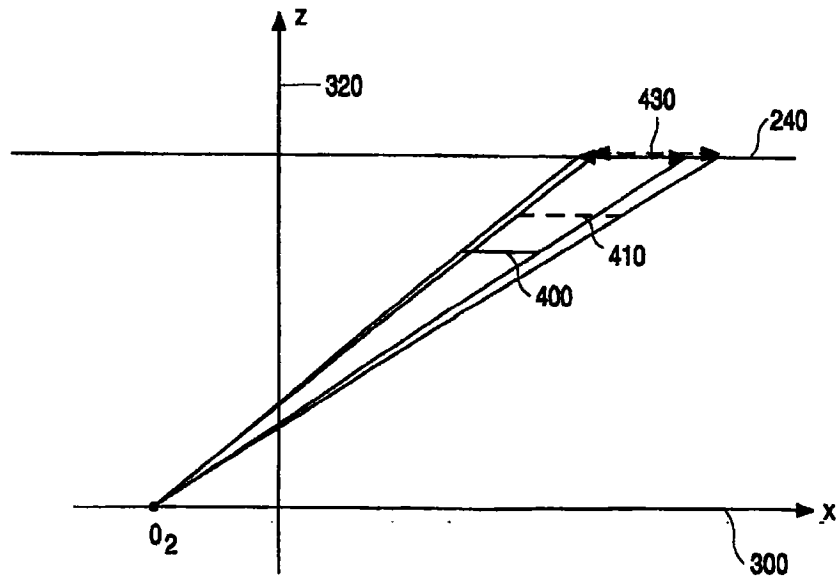


图 4B

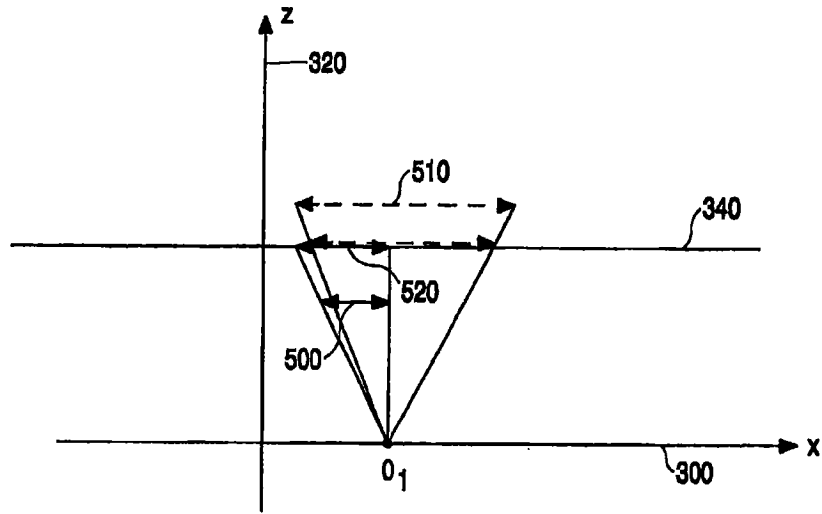


图 5A

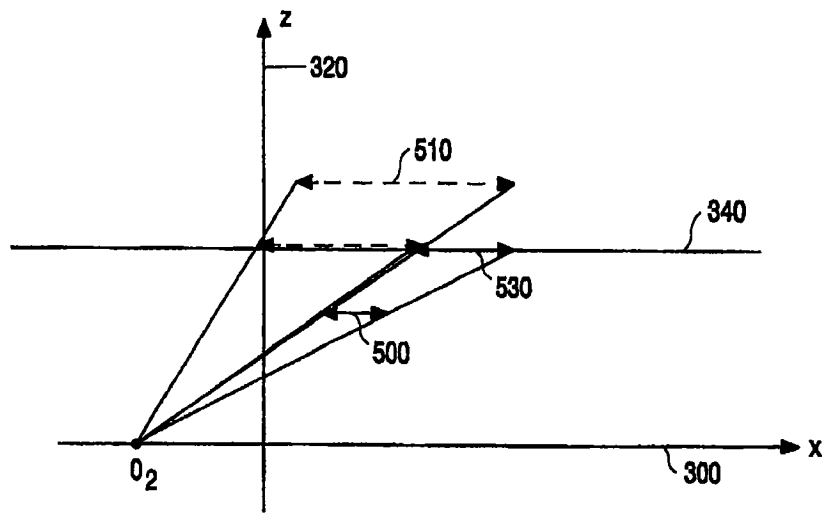


图 5B

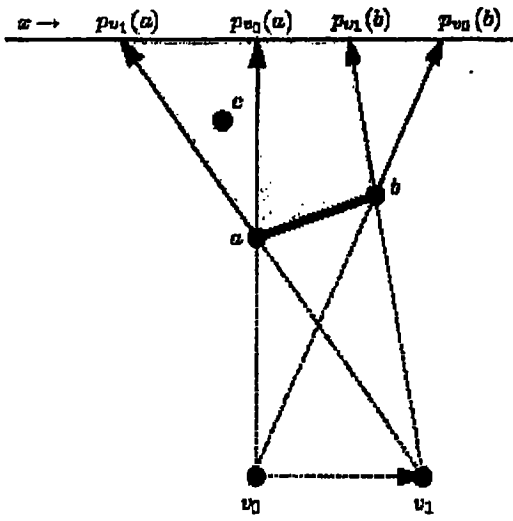


图 6

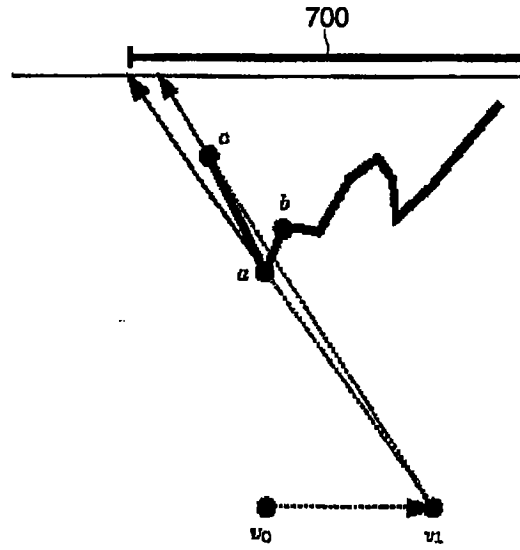


图 7

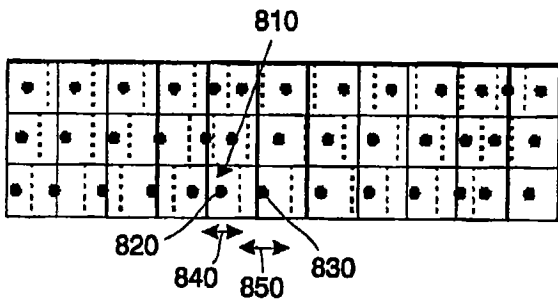


图 8

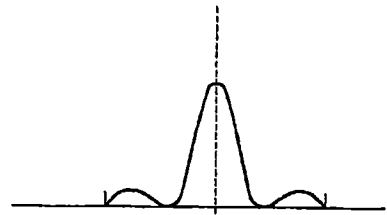


图 9

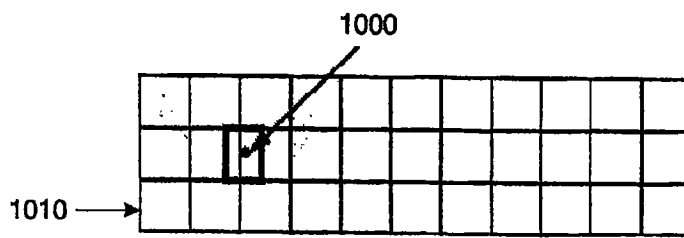


图 10

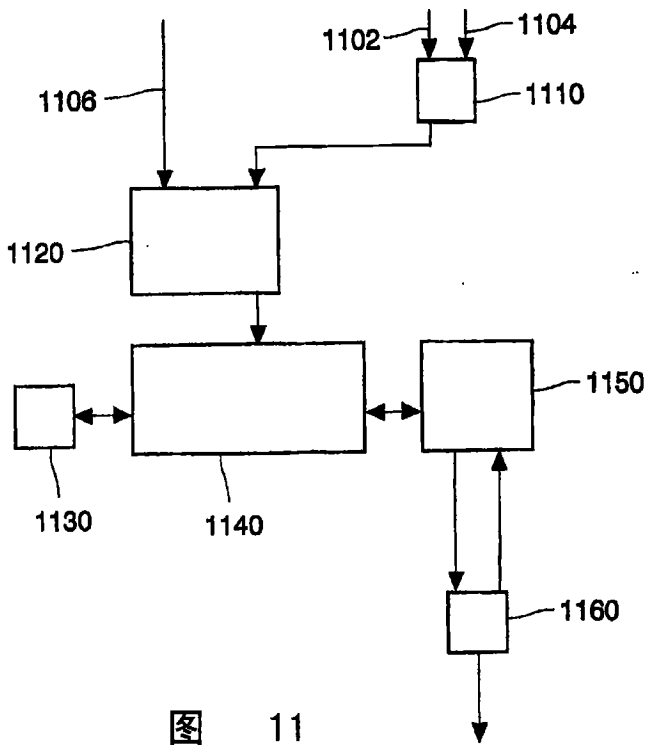


图 11



图 13A



图 12A



图 12B



图 12C



图 13B



1310

图 13C



图 14A

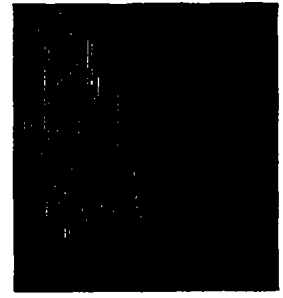


图 14B

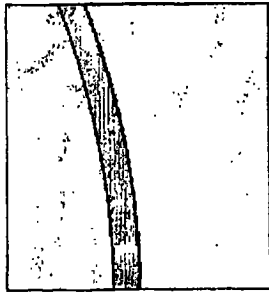


图 14C

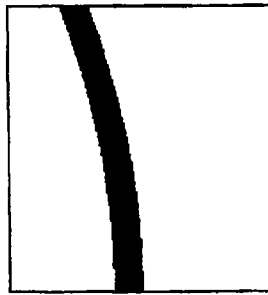


图 14D



图 14E

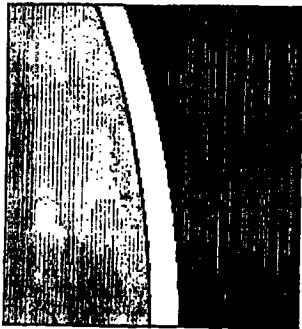


图 15A



图 15B

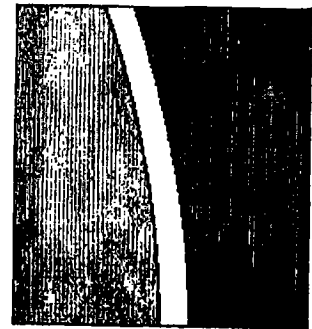


图 16A

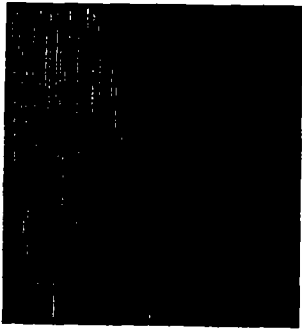


图 16B

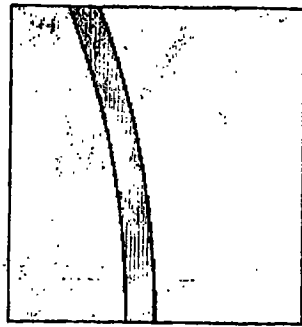


图 17A

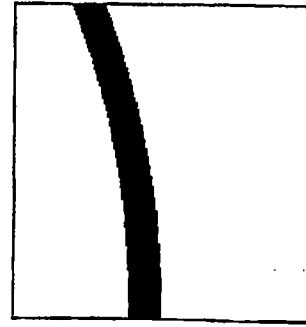


图 17B