(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 118890482 A
(43)申请公布日 2024.11.01

(21)申请号 202410905172.7

(22)申请日 2019.01.21

(30)优先权数据
18305050.9 2018.01.19 EP
18305282.8 2018.03.15 EP

(62)分案原申请数据
201980018118.8 2019.01.21

(71)申请人 交互数字VC控股公司
地址 美国特拉华州

(72)发明人 J-C·切维特 J·拉赫平萨赫
蔡康颖

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所 11105
专利代理师 赵碧洋

(51)Int.Cl.
H04N 19/182(2014.01)
H04N 19/33(2014.01)
H04N 19/503(2014.01)
H04N 19/80(2014.01)
H04N 19/88(2014.01)

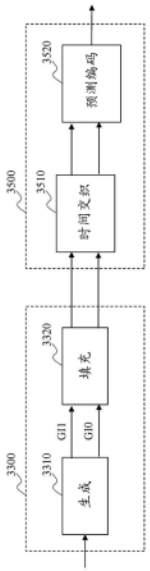
权利要求书1页 说明书19页 附图8页

(54)发明名称

处理点云的方法、程序产品、计算机可读介质和装置

(57)摘要

公开了处理点云的方法、程序产品、计算机可读介质和装置。所述方法包括接收包括与第二深度图像交织的第一深度图像的视频流,其中所述第一深度图像表示与点云帧相关联的第一点的第一深度值集合,所述第一点是距离投影平面较近的点云的点,并且其中第所述二深度图像表示与所述点云帧相关联的第二点的第二深度值集合,所述第二点是距离所述投影平面较远的所述点云的点;以及通过使用所述第一深度图像的像素值来对所述第二深度图像的像素值滤波。



CN 118890482 A

1.一种方法,包括:

接收包括与第二深度图像交织的第一深度图像的视频流,其中所述第一深度图像表示与点云帧相关联的第一点的第一深度值集合,所述第一点是距离投影平面较近的点云的点,并且其中第所述二深度图像表示与所述点云帧相关联的第二点的第二深度值集合,所述第二点是距离所述投影平面较远的所述点云的点;以及

通过使用所述第一深度图像的像素值来对所述第二深度图像的像素值滤波。

2.根据如权利要求1所述的方法,其中,对所述第二深度图像的像素值进行滤波是基于所述第一深度图像的像素值与所述第二深度图像的像素值之间的差。

3.根据权利要求2所述的方法,其中,对像素值进行滤波包括所述差的限幅。

4.根据权利要求3所述的方法,其中,所述限幅基于给定范围。

5.根据权利要求4所述的方法,其中,所述给定范围从0延伸到表面厚度。

6.根据权利要求4所述的方法,其中,传输所述给定范围的至少一个边界。

7.根据权利要求1所述的方法,还包括:

对与所述点云帧相关联的所述第一深度图像的所述第一深度值集合和所述第二深度图像的所述第二深度值集合进行解交织。

8.一种计算机程序产品,包括存储在非暂时性计算机可读介质上的指令,当程序由一个或多个处理器执行时,所述指令使得所述一个或多个处理器执行根据权利要求1所述的方法。

9.一种非暂时性计算机可读介质,包括用于使一个或多个处理器执行根据权利要求1所述的方法的指令。

10.一种装置,包括:

处理器,被配置为:

接收包括与第二深度图像交织的第一深度图像的视频流,其中所述第一深度图像表示与点云帧相关联的第一点的第一深度值集合,所述第一点是距离投影平面较近的点云的点,并且其中第所述二深度图像表示与所述点云帧相关联的第二点的第二深度值集合,所述第二点是距离所述投影平面较远的所述点云的点;以及

通过使用所述第一深度图像的像素值来对所述第二深度图像的像素值滤波。

11.根据权利要求10所述的装置,其中,对所述第二深度图像的像素值进行滤波是基于所述第一深度图像的像素值与所述第二深度图像的像素值之间的差。

12.根据权利要求11所述的装置,其中,对像素值进行滤波包括所述差的限幅。

13.根据权利要求12所述的装置,其中,所述限幅基于给定范围。

14.根据权利要求13所述的装置,其中,所述给定范围从0延伸到表面厚度。

15.根据权利要求13所述的装置,其中,传输所述给定范围的至少一个边界。

16.根据权利要求10所述的装置,其中,所述处理器还被配置为:

对与所述点云帧相关联的所述第一深度图像的所述第一深度值集合和所述第二深度图像的所述第二深度值集合进行解交织。

处理点云的方法、程序产品、计算机可读介质和装置

[0001] 本申请是申请日为2019年1月21日、申请号为201980018118.8、发明名称为“处理点云”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本实施例中的至少一个总体上涉及点云的处理。

背景技术

[0003] 本部分旨在向读者介绍本领域的各个方面,这些方面可能与以下描述和/或要求保护的本实施例中的至少一个的各个方面相关。相信该讨论有助于向读者提供背景信息,以促进更好地理解至少一个实施例的各个方面。

[0004] 点云可以被用于各种目的,诸如文化遗产/建筑物,其中以3D来扫描如雕像或建筑物之类的对象,以便在不发送或访问对象的情况下共享对象的空间配置。而且,这是确保保留对象知识以防对象可能被破坏的方式;例如,庙宇被地震破坏。这种点云通常是静态的、有色的和巨大的。

[0005] 另一个用例是在地形和制图中,其中,使用3D表示允许地图不限于平面,并且可以包括地势。Google Maps(谷歌地图)现在是3D地图的良好的例子,但使用网格代替点云。然而,点云可以是3D地图的合适的数据格式,并且这种点云通常是静态的、有色的和巨大的。

[0006] 汽车工业和自动驾驶汽车也是可以使用点云的领域。自动驾驶汽车应当能够“探测”其环境,以基于其近邻的实际情况做出良好的驾驶决策。如LIDAR(光检测和测距)之类的典型传感器产生由决策引擎使用的动态点云。这些点云并非旨在供人类查看,并且它们通常是小的,不一定是有色的,并且是动态的,具有高捕获频率。这些点云可以具有其它属性,如由LIDAR提供的反射率,因为该属性提供了关于感测对象的材料的良好信息,并可以帮助做出决策。

[0007] 虚拟现实和沉浸式世界近来已成为热门话题,并且被许多人预见为2D平面视频的未来。基本想法是让观看者沉浸在围绕观看者的环境中,这与观看者只能观看观看者前面的虚拟世界的标准TV相反。依据环境中观看者的自由度,沉浸性有若干等级。点云是分发虚拟现实(VR)世界的良好格式候选。

[0008] 在许多应用中,重要的是能够通过仅消耗合理数量的比特率(或用于存储应用的存储空间)将动态点云分发给终端用户(或将它们存储在服务器中),同时维持可接受的(或优选地非常好的)体验质量。为了使许多沉浸式世界的分布链切实可行,这些动态点云的有效压缩是关键点。

[0009] 考虑到前述内容而设计了至少一个实施例。

发明内容

[0010] 以下给出了至少一个本实施例的简化发明内容,以提供对本公开的一些方面的基本理解。本发明内容不是实施例的广泛概述。其并非旨在标识实施例的关键或重要元素。以

下发明内容仅以简化形式给出了至少一个本实施例的一些方面,作为本文其他地方提供的更详细描述的序言。

[0011] 根据至少一个实施例的总体方面,提供了一种方法,该方法包括:接收包括与第二深度图像交织的第一深度图像的视频流,其中所述第一深度图像表示与点云帧相关联的第一点的第一深度值集合,所述第一点是距离投影平面较近的点云的点,并且其中第所述二深度图像表示与所述点云帧相关联的第二点的第二深度值集合,所述第二点是距离所述投影平面较远的所述点云的点;以及通过使用所述第一深度图像的像素值来对所述第二深度图像的像素值滤波。

[0012] 还提供了一种计算机程序产品,包括存储在非暂时性计算机可读介质上的指令,当程序由一个或多个处理器执行时,所述指令使得所述一个或多个处理器执行所述方法。

[0013] 还提供了一种一种非暂时性计算机可读介质,包括用于使一个或多个处理器执行所述方法的指令。

[0014] 还提供了一种装置,包括:处理器,被配置为:接收包括与第二深度图像交织的第一深度图像的视频流,其中所述第一深度图像表示与点云帧相关联的第一点的第一深度值集合,所述第一点是距离投影平面较近的点云的点,并且其中第所述二深度图像表示与所述点云帧相关联的第二点的第二深度值集合,所述第二点是距离所述投影平面较远的所述点云的点;以及通过使用所述第一深度图像的像素值来对所述第二深度图像的像素值滤波。

[0015] 根据至少一个实施例的总体方面,提供了一种方法,该方法包括:填充表示点云帧的较近点的深度值的第一深度图像和表示点云帧的较远点的深度值的第二深度图像。该方法还包括编码视频流,该视频流包括所述编码的第一和第二图像的时间交织。

[0016] 还提供了一种方法,该方法包括:解码视频流以提供表示点云帧的较近点的深度值的第一深度图像和表示点云帧的较远点的深度值的第二深度图像;以及

[0017] -通过使用第一深度图像的像素值对第二深度图像的像素值进行滤波。

[0018] 至少一个本实施例中的一个或多个还提供了实现以上方法的装置、计算机程序产品、非暂时性计算机可读介质、以及承载表示点云帧的点的深度值的数据以及表示表面厚度的数据的信号,该表面厚度定义了点云中沿相同投影线投影在投影平面上的两个点的深度值之间的最大差。

[0019] 从以下结合附图对示例的以下描述,本实施例中的至少一个的特定性质以及本实施例中的所述至少一个的其他目的、优点、特征和用途将变得显而易见。

附图说明

[0020] 在附图中,图示了若干实施例的示例。附图示出:

[0021] -图1图示了根据本实施例中的至少一个的基于两层的点云编码结构的示例的示意性框图;

[0022] -图2图示了根据本实施例中的至少一个的基于两层的点云解码结构的示例的示意性框图;

[0023] -图3图示了根据本实施例中的至少一个的基于图像的点云编码器的示例的示意性框图;

[0024] -图4图示了根据本实施例中的至少一个的基于图像的点云解码器的示例的示意性框图;

[0025] -图5示意性地图示了根据本实施例中的至少一个的表示基本层BL的比特流的语法的示例;

[0026] -图6图示了其中实现各个方面和实施例的系统的示例的示意性框图;

[0027] -图7图示了根据本实施例中的至少一个的步骤3200、3300和3500的子步骤的示意性框图;以及

[0028] -图8图示了根据本实施例中的至少一个的步骤4200和4500的子步骤的示意性框图。

具体实施方式

[0029] 在下文中将参考附图更充分地描述本实施例中的至少一个,在附图中示出了本实施例中的至少一个的示例。然而,实施例可以以许多替代形式来实施,并且不应被解释为限于本文阐述的示例。因此,应当理解,无意将实施例限制为所公开的特定形式。相反,本公开旨在覆盖落入本申请的精神和范围内的所有修改、等同形式和替代形式。

[0030] 当附图被呈现为流程图时,应当理解,它还提供了相应设备的框图。类似地,当附图被呈现为框图时,应当理解,它还提供了相应方法/过程的流程图。相似或相同的元件用相同的附图标记指代。

[0031] 以下描述和预期的方面可以以许多不同的形式实施。下面的图1-图8提供了一些实施例,但是可以预期其他实施例,并且对图1-图8的讨论并不限制实施方式的广度。

[0032] 至少一个方面通常涉及点云编码和解码,并且至少另一个方面通常涉及传输所生成或编码的比特流。

[0033] 更准确地,在此下面描述的各种方法和其他方面可以用于修改模块,例如,如图3所示的补丁打包模块PPM、几何形状图像生成器GIG、填充过程、图4所示的视频解码器VDEC和几何形状生成模块GGM。

[0034] 此外,本方面不限于诸如与点云压缩有关的MPEG-I第5部分之类的MPEG标准,并且可以应用于例如现有的或将来开发的其他标准和建议书,以及任何此类标准和建议书的扩展(包括MPEG-I第5部分)。除非另外指出或在技术上排斥,否则本申请中描述的方面可以单独或组合使用。

[0035] 在下文中,图像数据是指例如特定图像/视频格式的2D样本的一个或若干个阵列的数据。特定图像/视频格式可以指定关于图像(或视频)的像素值的信息。例如,特定图像/视频格式还可以指定可以由显示器和/或任何其他设备用来可视化和/或解码图像(或视频)的信息。图像通常包括呈第一2D样本阵列形状的第一分量,通常代表图像的辉度(或亮度)。图像还可以包括呈其他2D样本阵列形状的第二分量和第三分量,通常代表图像的色度(或色品)。一些实施例使用2D颜色样本阵列的集合来表示相同信息,诸如传统的三色RGB表示。

[0036] 在一个或多个实施例中,像素值由C个值的向量表示,其中C是分量的数量。向量的每个值通常用多个比特表示,这些比特可以定义像素值的动态范围。

[0037] 图像块是指属于图像的像素的集合。图像块的像素值(或图像块数据)是指属于该

图像块的像素的值。尽管矩形是常见的,但是图像块可以具有任意形状。

[0038] 点云可以由具有唯一坐标并且还可以具有一个或多个属性的、3D体积空间内的3D样本的数据集表示。

[0039] 该数据集的3D样本可以由其空间位置(3D空间中的X、Y和Z坐标)以及可能地由一种或多种关联属性(诸如,例如以RGB或YUV颜色空间表示的颜色、透明度、反射率、两分量法线向量、或表示该样本的特征的任何特征)进行定义。例如,3D样本可以由6个分量(X,Y,Z,R,G,B)或等效地由(X,Y,Z,y,U,V)定义,其中(X,Y,Z)定义了点在3D空间中的坐标,(R,G,B)或(y,U,V)定义了该3D样本的颜色。相同类型的属性可以出现多次。例如,多个颜色属性可以提供来自不同视点的颜色信息。

[0040] 点云可以是静态的或者是动态的,这取决于云是否随时间变化。静态点云或动态点云实例通常表示为点云帧。应当注意,在动态点云的情况下,点的数量通常不是恒定的,而是相反,通常随着时间而变化。更一般地,如果任何事项(诸如例如点的数量、一个或多个点的位置、或任何点的任何属性)随时间变化,则可以认为点云是动态的。

[0041] 作为示例,2D样本可以由6个分量(u,v,Z,R,G,B)或等效地由(u,v,Z,y,U,V)进行定义。(u,v)定义了2D样本在投影平面的2D空间中的坐标。Z是投影到该投影平面上的3D样本的深度值。(R,G,B)或(y,U,V)定义了该3D样本的颜色。

[0042] 图1图示了根据本实施例中的至少一个的基于两层的点云编码结构1000的示例的示意性框图。

[0043] 基于两层的点云编码结构1000可以提供表示输入点云帧IPCF的比特流B。可能地,所述输入点云帧IPCF表示动态点云的帧。然后,所述动态点云的帧可以由基于两层的点云编码结构1000独立于另一个帧进行编码。

[0044] 基本上,基于两层的点云编码结构1000可以提供将比特流B构造为基本层BL和增强层EL的能力。基本层BL可以提供输入点云帧IPCF的有损表示,并且增强层EL可以通过对未由基本层BL表示的孤立点进行编码,来提供无损表示。作为可能的替代方案,增强层EL可以通过对未由基本层BL表示的附加点进行编码,来提供输入点云帧IPCF的更高质量(但有损)的表示。

[0045] 基本层BL可以由如图3所示的基于图像的编码器3000提供,该基于图像的编码器3000可以提供表示输入点云帧IPCF的3D样本的几何形状/属性的几何形状/纹理图像,并且可以允许丢弃孤立的3D样本。基本层BL可以由如图4所示的基于图像的解码器4000解码,该基于图像的解码器4000可以提供中间重构点云帧IRPCF。

[0046] 然后,返回到图1中的基于两层的点云编码1000,比较器COMP可以将输入点云帧IPCF的3D样本与中间重构点云帧IRPCF的3D样本进行比较,以检测/定位丢失/孤立的3D样本。接下来,编码器ENC可以对丢失的3D样本进行编码并且可以提供增强层EL。最后,可以通过复用器MUX将基本层BL和增强层EL复用在一起,以生成比特流B。

[0047] 根据实施例,编码器ENC可以包括检测器,该检测器可以检测中间重构点云帧IRPCF的3D参考样本R并将其关联到丢失的3D样本M。编码器ENC也可以是基于图像的编码器。

[0048] 例如,与丢失的3D样本M相关联的3D参考样本R可以是根据给定度量的M的其最近的邻居。

[0049] 根据实施例,编码器ENC然后可以将丢失的3D样本M的空间位置及其属性编码为根据所述3D参考样本R的空间位置和属性所确定的差。

[0050] 在变型中,那些差可以被分别编码。

[0051] 例如,对于丢失的3D样本M,利用空间坐标x(M)、y(M)和z(M),可以如下计算x坐标差Dx(M)、y坐标位置差Dy(M)、z差Dz(M)、R属性分量差Dr(M)、G属性分量差Dg(M)和B属性分量差Db(M):

[0052] Dx(M)=x(M)-x(R),

[0053] 其中,x(M)是在图3提供的几何形状图像中的3D样本M、相应地R的x坐标,

[0054] Dy(M)=y(M)-y(R)

[0055] 其中,y(M)是在图3提供的几何形状图像中的3D样本M、相应地R的y坐标,

[0056] Dz(M)=z(M)-z(R)

[0057] 其中,z(M)是在图3提供的几何形状图像中的3D样本M、相应地R的z坐标,

[0058] Dr(M)=R(M)-R(R).

[0059] 其中,R(M)、相应地R(R)是3D样本M、相应地R的颜色属性的r颜色分量,

[0060] Dg(M)=G(M)-G(R).

[0061] 其中,G(M)、相应地G(R)是3D样本M、相应地R的颜色属性的g颜色分量,

[0062] Db(M)=B(M)-B(R).

[0063] 其中,B(M)、相应B(R)为3D样本M、相应地R的颜色属性的b颜色分量。

[0064] 图2图示了根据本实施例中的至少一个的基于两层的点云解码结构2000的示例的示意性框图。

[0065] 基于两层的点云解码结构2000的行为取决于其能力。

[0066] 具有有限能力的基于两层的点云解码结构2000可以通过使用解复用器DMUX从比特流B仅访问基本层BL,然后可以通过由点云解码器4000对基本层BL进行解码,来提供输入点云帧IPCF的真实(但有损)版本RPCF,如图4所图示。

[0067] 具有完全能力的基于两层的点云解码结构2000可以通过使用解复用器DMUX从比特流B访问基本层BL和增强层EL二者。如图4所示,点云解码器4000可以从基本层BL确定重构点云帧RPCF。解码器DEC可以从增强层EL确定补充点云帧CPCF。然后,组合器COM可以将重构点云帧RPCF和补充点云帧CPCF组合在一起,从而提供输入点云帧IPCF的无损(或更高质量)表示(重构)CRPCF。

[0068] 图3图示了根据本实施例中的至少一个的基于图像的点云编码器3000的示例的示意性框图。

[0069] 基于图像的点云编码器3000利用现有的视频编解码器来压缩动态点云的几何形状和纹理(属性)信息。这通过将点云数据实质上转换为不同视频序列的集合来实现。

[0070] 在特定实施例中,可以使用现有的视频编解码器来生成和压缩两个视频(一个用于捕获点云数据的几何形状信息,并且另一个用于捕获纹理信息)。现有视频编解码器的示例是HEVC主配置文件编码器/解码器(ITU-T H.265ITU电信标准化部门(02/2018),系列H:视听和多媒体系统,视听服务的基础设施-运动视频编码,高效视频编码,ITU-T H.265建议书)。

[0071] 通常还分别生成和压缩用于解释两个视频的附加元数据。这种附加元数据包括例

如占用图OM和/或辅助补丁信息PI。

[0072] 然后,所生成的视频比特流和元数据可以复用在一起,以生成组合的比特流。

[0073] 应该注意的是,元数据通常表示少量的整体信息。大部分信息在视频比特流中。

[0074] 这种点云编码/解码过程的示例由ISO/IEC JTC1/SC29/WG11MPEG2018/N 18030和N 17996(2018年10月,澳门)中定义的测试模型类别2算法(也称为V-PCC)给出。

[0075] 在步骤3100中,补丁生成模块PGM可以通过使用提供最佳压缩的策略将表示输入点云帧IPCF的数据集的3D样本分解为给定投影平面上的2D样本,来生成至少一个补丁。

[0076] 补丁可以定义为2D样本的集合。

[0077] 例如,在V-PCC中,首先估计每个3D样本的法线,例如,如Hoppe等人所描述(Hugues Hoppe,Tony DeRose,Tom Duchamp,John McDonald,Werner Stuetzle.Surface reconstruction from unorganized points.ACM SIGGRAPH 1992Proceedings,71-78)。接下来,通过将每个3D样本与包含输入点云帧IPCF的3D样本的3D包围盒的六个定向平面之一相关联,获得输入点云帧IPCF的初始聚类。更准确地,每个3D样本被聚类并与具有最接近法线(即,使点法线和平面法线的点积最大化)的定向平面相关联。然后,将3D样本投影到其关联平面上。在它们的平面中形成连接区域的3D样本的集合称为连接组件。连接组件是具有相似法线和相同的关联定向平面的至少一个3D样本的集合。然后,初始聚类通过基于其法线及其最近的相邻样本的聚类迭代地更新与每个3D样本相关联的聚类而被改善。最后的步骤包括从每个连接组件生成一个补丁,这是通过将每个连接组件的3D样本投影到与所述连接组件相关联的定向平面上来进行的。

[0078] 补丁与辅助补丁信息PI相关联,辅助补丁信息PI表示为每个补丁定义的辅助补丁信息,以解释对应于几何形状和/或属性信息的投影2D样本。

[0079] 例如,在V-PCC中,辅助补丁信息PI包括:1)指示包含连接组件的3D样本的3D包围盒的六个定向平面之一的信息;2)与平面法线相关的信息;3)确定连接组件相对于补丁的3D位置的信息,以深度、切向位移和双切向位移表示;4)诸如定义了包含补丁的2D包围盒的投影平面中的坐标(u0,v0,u1,v1)之类的信息。

[0080] 在步骤3200中,补丁打包模块PPM可以将至少一个生成的补丁以使未使用空间最小化的方式、没有任何交叠地映射(放置)到2D网格(也称为画布)上,并且可以保证2D网格的每个T×T(例如,16×16)块与唯一补丁相关联。2D网格的给定最小块尺寸T×T可以指定放置在该2D网格上的不同补丁之间的最小距离。2D网格分辨率可以取决于输入点云的尺寸,并且其宽度W和高度H以及块尺寸T可以作为元数据向解码器发送。

[0081] 辅助补丁信息PI还可以包括与2D网格的块和补丁之间的关联有关的信息。

[0082] 在V-PCC中,辅助信息PI包括用于确定2D网格的块与补丁索引之间的关联的块到补丁索引信息。

[0083] 包含属于补丁的2D样本的T×T块可以被认为是相应占用图OM中的被占用块。然后,占用图OM的块可以指示块是否被占用,即,包含属于补丁的2D样本。

[0084] 图像生成过程(步骤3300和3400)利用至少一个生成的补丁到在步骤3200期间计算出的2D网格上的映射,以将输入点云帧IPCF的几何形状和纹理存储为图像。

[0085] 在步骤3300中,几何形状图像生成器GIG可以从输入点云帧IPCF、占用图OM和辅助补丁信息PI生成至少一个几何形状图像G1。几何形状图像生成器GIG可以利用占用图信息,

以检测(定位)被占用块并且从而检测(定位)几何形状图像G1中的非空像素。

[0086] 几何形状图像G1可以表示输入点云帧IPCF的几何形状,并且可以是例如以YUV420-8比特格式表示的W×H像素的单色图像。

[0087] 为了更好地处理将多个3D样本投影(映射)到投影平面的相同2D样本(沿着相同的投影方向(线))的情况,可以生成称为层的多个图像。因此,补丁的2D样本可以具有与之相关联的不同深度值D1、...、Dn,并且生成多个几何形状图像。

[0088] 在V-PCC中,补丁的2D样本投影到两个层上。第一层,也称为近层,可以存储例如与具有最低深度的2D样本相关联的深度值D0。第二层,称为远层,可以存储例如与具有最高深度的2D样本相关联的深度值D1与D0之间的差。因此,第二深度图像存储的信息在与[D0,D0+Δ]范围内的深度值相对应的区间[0,Δ]内,其中Δ是描述表面厚度的用户定义的参数。

[0089] 这样,第二层可以包含明显的轮廓状高频特征。因此,这清楚地表明,很难通过使用传统视频编码器来编码第二深度图像,因此,从所述解码的第二深度图像很差地重构深度值,这导致重构点云帧的几何形状的质量差。

[0090] 根据实施例,几何形状图像生成模块GIG可以通过使用辅助补丁信息PI来编码(推导)与第一层和第二层的2D样本相关联的深度值。

[0091] 在V-PCC中,可以用深度δ(u,v)、切向位移s(u,v)和双切向位移r(u,v)如下地表示3D样本在具有相应连接组件的补丁中的位置:

[0092] $\delta(u,v)=\delta0+g(u,v)$

[0093] $s(u,v)=s0-u0+u$

[0094] $r(u,v)=r0-v0+v$

[0095] 其中,g(u,v)是几何形状图像的亮度分量,(u,v)是在投影平面上与3D样本相关联的像素,(δ0,s0,r0)是3D样本所属的连接组件的相应补丁的3D位置,并且(u0,v0,u1,v1)是定义了包含与所述连接组件相关联的补丁的投影的2D包围盒的、所述投影平面中的坐标。

[0096] 因此,几何形状图像生成模块GIG可以将与层(第一或第二或两者)的2D样本相关联的深度值编码(推导)为由以下给出的亮度分量g(u,v):$g(u,v)=\delta(u,v)-\delta0$。注意,可以采用该关系,以从重构几何形状图像g(u,v)以及附带的辅助补丁信息PI中重构3D样本位置(δ0,s0,r0)。

[0097] 根据实施例,投影模式可以用于指示是否第一几何形状图像GI0可以存储第一层或第二层的2D样本的深度值并且第二几何形状图像GI1可以存储与第二层或第一层的2D样本相关联的深度值。

[0098] 例如,当投影模式等于0时,那么第一几何形状图像GI0可以存储第一层的2D样本的深度值,并且第二几何形状图像GI1可以存储与第二层的2D样本关联的深度值。相应地,当投影模式等于1时,那么第一几何形状图像GI0可以存储第二层的2D样本的深度值,并且第二几何形状图像GI1可以存储与第一层的2D样本相关联的深度值。

[0099] 根据实施例,帧投影模式可以用于指示是固定投影模式用于所有补丁,或者是其中每个补丁可以使用不同投影模式的可变投影模式。

[0100] 投影模式和/或帧投影模式可以作为元数据传输。

[0101] 例如,帧投影模式决策算法可以被提供在V-PCC的第2.2.1.3.1节中。

[0102] 根据实施例,当帧投影指示可以使用可变投影模式时,补丁投影模式可以用于指

示用于(解)投影补丁的适当模式。

[0103] 补丁投影模式可以作为元数据传输,并且可能地,可以是包含在辅助补丁信息PI中的信息。

[0104] 作为示例,补丁投影模式决策算法被提供在V-PCC的第2.2.1.3.2节中。

[0105] 根据步骤3300的实施例,与补丁的2D样本(u,v)相对应的第一几何形状图像(例如,GI1)中的像素值可以表示与沿着与所述2D样本(u,v)对应的投影线定义的至少一个介于中间的3D样本相关联的深度值。所述介于中间的3D样本沿着投影线驻留并且共享其深度值D0被编码在第二几何形状图像(例如,GI0)中的2D样本(u,v)的相同坐标。此外,所述介于中间的3D样本可以具有在深度值D0和深度值D0+ST(表面厚度值)之间的深度值。指定的比特可以与每个所述介于中间的3D样本相关联,如果存在介于中间的3D样本则该指定的比特被设置为1,否则被设置为0。

[0106] 然后,可以将沿着所述投影线的所有所述指定的比特级联以形成码字,之后称为增强型增量深度(EDD)码。最后,所有EDD码可以打包在图像中,例如打包在第一几何形状图像GI1或占用图OM中。

[0107] 在步骤3400中,纹理图像生成器TIG可以从输入点云帧IPCF、占用图OM、辅助补丁信息PI、以及从至少一个解码的几何形状图像DGI(视频解码器VDEC的输出(图4中的步骤4200))推导出的重构点云帧的几何形状中,生成至少一个纹理图像TI。

[0108] 纹理图像TI可以表示输入点云帧IPCF的纹理,并且可以是例如以YUV420-8比特格式表示的W×H像素的图像。

[0109] 纹理图像生成器TG可以利用占用图信息,以检测(定位)被占用块,并且因此检测(定位)纹理图像中的非空像素。

[0110] 纹理图像生成器TIG可以适于生成纹理图像TI并将其与每个几何形状图像/层DGI相关联。

[0111] 根据实施例,纹理图像生成器TIG可以将与第一层的2D样本相关联的纹理(属性)值T0编码(存储)为第一纹理图像TI0的像素值,并且将与第二层的2D样本相关联的纹理值T1编码(存储)为第二纹理图像TI1的像素值。

[0112] 替代地,纹理图像生成模块TIG可以将与第二层的2D样本相关联的纹理值T1编码(存储)为第一纹理图像TI0的像素值,并且将与第一层的2D样本相关联的纹理值D0编码(存储)为第二几何形状图像GI1的像素值。

[0113] 例如,可以获得3D样本的颜色,如V-PCC的第2.2.3节、第2.2.4节、第2.2.5节、第2.2.8节或第2.5节中所描述的。

[0114] 根据实施例,可以对几何形状和/或纹理图像应用填充处理。目的是填充补丁之间的空白空间,以生成适合视频压缩的逐段平滑图像。

[0115] 图像填充示例提供在V-PCC的第2.2.6节和第2.2.7节中。

[0116] 在步骤3500中,视频编码器VENC可以对所生成的图像/层TI和GI进行编码。

[0117] 在步骤3600中,编码器OMENC可以将占用图编码为图像,例如在V-PCC的第2.2.2节中详细描述的。可以使用有损或无损编码。

[0118] 根据实施例,视频编码器ENC和/或OMENC可以是基于HEVC的编码器。

[0119] 在步骤3700中,编码器PI ENC可以对辅助补丁信息PI以及可能地对诸如几何形

状/纹理图像的块尺寸T、宽度W和高度H之类的附加元数据进行编码。

[0120] 根据实施例,辅助补丁信息可以被差分编码(例如,如在V-PCC的第2.4.1节中所定义的)。

[0121] 在步骤3800中,可以将作为步骤3500、3600和3700的输出的、所生成的视频比特流复用在一起,以生成表示基本层BL的比特流。应该注意的是,元数据信息表示整个比特流的一小部分。大部分信息是使用视频编解码器压缩的。

[0122] 图4图示了根据本实施例中的至少一个的基于图像的点云解码器4000的示例的示意性框图。

[0123] 在步骤4100中,解复用器DMUX可以访问表示基本层BL的比特流的编码信息。

[0124] 在步骤4200中,视频解码器VDEC可以对编码信息进行解码,以推导至少一个解码的几何形状图像DGI和至少一个解码的纹理图像DTI。

[0125] 在步骤4300中,解码器OMDEC可以对编码信息进行解码,以推导解码的占用图DOM。

[0126] 根据实施例,视频解码器VDEC和/或OMDEC可以是基于HEVC的解码器。

[0127] 在步骤4400中,解码器PIDEC可以对编码信息进行解码以推导辅助补丁信息DPI。

[0128] 可能地,也可以从比特流BL推导元数据。

[0129] 在步骤4500中,几何形状生成模块GGM可以从至少一个解码的几何形状图像DGI、解码的占用图DOM、解码的辅助补丁信息DPI以及可能的附加元数据中,推导重构点云帧RPCF(或IRPCF)的几何形状RG。

[0130] 几何形状生成模块GGM可以利用解码的占用图信息DOM,以定位至少一个解码的几何形状图像DGI中的非空像素。然后,可以从所述非空像素的坐标和所述重构2D样本的值中推导与非空像素相关联的重构3D样本的3D坐标。

[0131] 根据实施例,几何形状生成模块GGM可以从非空像素的坐标中推导重构3D样本的3D坐标。

[0132] 根据实施例,几何形状生成模块GGM可以从非空像素的坐标、至少一个解码的几何形状图像DGI之一的所述非空像素的值、解码的辅助补丁信息、以及可能地从附加元数据中,推导重构3D样本的3D坐标。

[0133] 非空像素的使用是基于与3D样本的2D像素关系。例如,利用V-PCC中的所述投影,可以用深度δ(u,v)、切向位移s(u,v)和双切向位移r(u,v)如下地表示重构3D样本的3D坐标:

[0134] $\delta(u,v) = \delta 0 + g(u,v)$

[0135] $s(u,v) = s0 - u0 + u$

[0136] $r(u,v) = r0 - v0 + v$

[0137] 其中,g(u,v)是解码的几何形状图像DGI的亮度分量,(u,v)是与重构3D样本相关联的像素,(δ0,s0,r0)是重构3D样本所属的连接组件的3D位置,并且(u0,v0,u1,v1)是定义了包含与所述连接组件相关联的补丁的投影的2D包围盒的、投影平面中的坐标。

[0138] 在步骤4600中,纹理生成模块TGM可以从几何形状RG和至少一个解码的纹理图像DTI,推导重构点云帧RPCF(或IRPCF)的纹理。

[0139] 图5示意性地图示了根据本实施例中的至少一个的表示基本层BL的比特流的示例语法。

[0140] 比特流包括比特流报头BSH和至少一个帧流组GOFS(Group Of Frame Stream)。

[0141] 帧流组GOFS包括报头HS、表示占用图OM的至少一个语法元素OMS、表示至少一个几何形状图像(或视频)的至少一个语法元素GVS、表示至少一个纹理图像(或视频)的至少一个语法元素TVS、以及表示辅助补丁信息和其他附加元数据的至少一个语法元素PIS。

[0142] 在变型中,帧流组GOFS包括至少一个帧流。

[0143] 图6示出了图示其中实现各个方面和实施例的系统的示例的示意性框图。

[0144] 系统6000可以体现为包括以下描述的各种组件的一个或多个装置,并且被配置为执行本文档中描述的一个或多个方面。可以形成系统6000的全部或一部分的设备的示例包括个人计算机、膝上型计算机、智能电话、平板计算机、数字多媒体机顶盒、数字电视接收机、个人视频记录系统、联网的家用电器、头戴式显示装置(HMD、透视眼镜)、投影仪(投影机)、“洞穴”(包括多个显示器的系统)、服务器、视频编码器、视频解码器、处理来自视频解码器的输出的后处理器、为视频编码器提供输入的预处理器、网络服务器、机顶盒以及用于处理点云、视频或图像的任何其他装置或其他通信装置。系统6000的元件可以单独或组合地体现在单个集成电路、多个IC和/或分立组件中。例如,在至少一个实施例中,系统6000的处理和编码器/解码器元件可以分布在多个IC和/或分立组件上。在各种实施例中,系统6000可以经由例如通信总线或通过专用输入和/或输出端口通信地耦接到其他类似系统或其他电子装置。在各种实施例中,系统6000可以被配置为实现本文档中描述的一个或多个方面。

[0145] 系统6000可以包括至少一个处理器6010,其被配置为执行加载在其中的指令,用于实现例如本文档中描述的各个方面。处理器6010可以包括嵌入式存储器、输入输出接口以及本领域已知的各种其他电路。系统6000可以包括至少一个存储器6020(例如,易失性存储装置和/或非易失性存储装置)。系统6000可以包括储存装置6040,该储存装置6040可以包括非易失性存储器和/或易失性存储器,包括但不限于,电可擦可编程只读存储器(EEPROM)、只读存储器(ROM)、可编程只读存储器(PROM)、随机存取存储器(RAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、闪存、磁盘驱动器和/或光盘驱动器。作为非限制性示例,储存装置6040可以包括内部储存装置、附接的储存装置和/或网络可访问的储存装置。

[0146] 系统6000可以包括被配置为例如处理数据以提供编码数据或解码数据的编码器/解码器模块6030,并且编码器/解码器模块6030可以包括其自己的处理器和存储器。编码器/解码器模块6030可以表示可以包括在装置中以执行编码和/或解码功能的模块。众所周知,装置可以包括编码和解码模块之一或两者。另外,编码器/解码器模块6030可以被实现为系统6000的单独元件,或者可以作为本领域技术人员已知的硬件和软件的组合而并入处理器6010内。

[0147] 要加载到处理器6010或编码器/解码器6030上以执行本文档中描述的各个方面的程序代码可以存储在储存装置6040中,并且随后被加载到存储器6020上,以由处理器6010执行。根据各种实施例,处理器6010、存储器6020、储存装置6040和编码器/解码器模块6030中的一个或多个可以在执行本文档中描述的过程期间存储各种项目中的一项或多项。这样存储的项目可以包括但不限于点云帧、编码/解码的几何形状/纹理视频/图像、或者编码/解码的几何形状/纹理视频/图像的一部分、比特流、矩阵、变量、以及来自方程式、公式、运

算和运算逻辑的处理的中间或最终结果。

[0148] 在几个实施例中,处理器6010和/或编码器/解码器模块6030内部的存储器可以用于存储指令并为可以在编码或解码期间执行的处理提供工作存储器。

[0149] 然而,在其他实施例中,处理装置外部的存储器(例如,处理装置可以是处理器6010或编码器/解码器模块6030)可以用于这些功能中的一个或多个。外部存储器可以是存储器6020和/或储存装置6040,例如,动态易失性存储器和/或非易失性闪存。在若干实施例中,外部非易失性闪存可以用于存储电视的操作系统。在至少一个实施例中,诸如RAM之类的快速外部动态易失性存储器可以用作用于诸如用于MPEG-2第2部分(也称为ITU-T H.262建议书以及ISO/IEC 13818-2,也称为MPEG-2视频)、HEVC(高效视频编码)或VVC(通用视频编码)之类的视频编码和解码操作的工作存储器。

[0150] 可以通过如框6130所示的各种输入装置来提供对系统6000的元件的输入。这种输入装置包括但不限于(i)可以接收例如由广播公司通过空中所传输的RF信号的RF部分;(ii)复合输入端子;(iii)USB输入端子;和/或(iv)HDMI输入端子。

[0151] 在各个实施例中,框6130的输入装置可以具有如本领域中已知的相关联的各个输入处理元件。例如,RF部分可以与以下所需的元件相关联:(i)选择期望的频率(也称为选择信号,或将信号限带到频率带);(ii)将所选择的信号下变频;(iii)再次限带到更窄的频率带以选择(例如)在一些实施例中可以称为信道的信号频率带;(iv)对下变频和限带的信号进行解调;(v)执行纠错;以及(vi)解复用以选择所需的数据分组流。各种实施例的RF部分可以包括执行这些功能的一个或多个元件,例如,频率选择器、信号选择器、限带器、信道选择器、滤波器、下变频器、解调器、纠错器和解复用器。RF部分可以包括执行各种这些功能的调谐器,包括例如将接收到的信号下变频为较低的频率(例如,中间频率或接近基带频率)或基带。

[0152] 在一个机顶盒实施例中,RF部分及其相关联的输入处理元件可以接收经由有线(例如,线缆)介质传输的RF信号。然后,RF部分可以通过滤波、下变频和再次滤波到期望的频率带来执行频率选择。

[0153] 各种实施例重新布置上述(和其他)元件的顺序,去除这些元件中的一些,和/或添加执行类似或不同功能的其他元件。

[0154] 添加元件可以包括介于现有元件之间的插入元件,诸如例如插入放大器和模数转换器。在各种实施例中,RF部分可以包括天线。

[0155] 此外,USB和/或HDMI端子可以包括用于通过USB和/或HDMI连接将系统6000连接到其他电子装置的相应接口处理器。应当理解的是,输入处理的各个方面(例如,Reed-Solomon(里德-所罗门)纠错)可以根据需要例如在单独的输入处理IC内或在处理器6010内实现。类似地,USB或HDMI接口处理的方面可以根据需要在单独的接口IC内或在处理器6010内实现。经过解调、纠错和解复用的流可以提供给各种处理元件,包括例如处理器6010、以及与存储器和储存元件结合操作的编码器/解码器6030,以根据需要处理数据流,用于在输出装置上呈现。

[0156] 系统6000的各种元件可以设置在集成壳体内。在集成壳体内,各种元件可以使用合适的连接装置6140互连,并在它们之间传输数据,连接装置6140例如是本领域中已知的内部总线,包括I2C总线、布线和印刷电路板。

[0157] 系统6000可以包括通信接口6050,该通信接口6050使得能够经由通信信道6060与其他装置进行通信。通信接口6050可以包括但不限于被配置为经由通信信道3060发送和接收数据的收发器。通信接口6050可以包括但不限于调制解调器或网卡,并且通信信道6060可以例如在有线和/或无线介质内实现。

[0158] 在各种实施例中,可以使用诸如IEEE 802.11之类的Wi-Fi网络向系统6000流传输数据。可以通过适于Wi-Fi通信的通信信道6060和通信接口6050接收这些实施例的Wi-Fi信号。这些实施例的通信信道6060通常可以连接到提供对包括互联网的外部网络的接入的接入点或路由器,以允许流应用和其他过顶(over-the-top)通信。

[0159] 其他实施例可以使用机顶盒向系统6000提供流传输数据,该机顶盒经由输入块6130的HDMI连接传送数据。

[0160] 又一实施例可以使用输入块6130的RF连接向系统6000提供流传输数据。

[0161] 应当理解,可以以各种方式来完成信令。例如,在各种实施例中,可以使用一个或多个语法元素、标志等,向相应解码器用信号发送信息。

[0162] 系统6000可以向包括显示器6100、扬声器6110和其他外围装置6120的各种输出装置提供输出信号。在实施例的各种示例中,其他外围装置6120可以包括独立DVR、磁盘播放器、立体声系统、照明系统以及基于系统3000的输出提供功能的其他装置中的一个或多个。

[0163] 在各种实施例中,可以使用诸如AV.Link(音频/视频链路)、CEC(消费电子控制)、或使能具有或没有用户干预的装置到装置控制的其他通信协议之类的信令,在系统3000和显示器6100、扬声器6110或其他外围装置6120之间通信控制信号。

[0164] 输出装置可以通过各自的接口6070、6080和6090经由专用连接通信地耦接到系统6000。

[0165] 替代地,输出装置可以经由通信接口6050使用通信信道6060连接到系统3000。在诸如例如电视的电子装置中,显示器6100和扬声器6110可以与系统6000的其他组件集成在单个单元中。

[0166] 在各种实施例中,显示接口6070可以包括显示驱动器,诸如例如时序控制器(TCon)芯片。

[0167] 例如,如果输入6130的RF部分是单独的机顶盒的一部分,则显示器6100和扬声器6110可以替代地与一个或多个其他组件分开。在显示器6100和扬声器6110可以是外部组件的各种实施例中,可以经由包括例如HDMI端口、USB端口或COMP输出的专用输出连接来提供输出信号。

[0168] 图7图示了根据本实施例中的至少一个的步骤3200、3300和3500的子步骤的示意性框图。

[0169] 如以上参考图3所解释的,沿着相同的投影方向(线)通常存在一个以上的点。为了最小化重构误差,生成第一和第二深度图像。

[0170] 根据步骤3300的实施例,在子步骤3310中,几何形状图像生成器GI可以适于生成存储较低深度值D0的第一深度图像GI0以及存储较深深度值D1的第二深度图像GI1,深度值D0是与具有较低深度的2D样本(点云中距离投影面较近的点)相关联的深度值,深度值D1是与具有较深深度的2D样本(点云中距离投影面较远的点)相关联的深度值。

[0171] 根据步骤3300的实施例,在子步骤3310中,几何形状图像生成器GI可以适于生成

存储最小深度值D0的第一深度图像GI0以及存储最大深度值D1的第二深度图像GI1,最小深度值D0是与具有最低深度的2D样本相关联的深度值,最大深度值D1是与具有最深深度的2D样本相关联的深度值。

[0172] 根据子步骤3310的变型,第一深度图像GI0可以存储最大深度值D1,即与具有最深深度的2D样本相关联的深度值,并且第二深度图像GI1可以存储最小深度值D0,即与具有最低深度的2D样本相关联的深度值。

[0173] 如果深度图像不是存储深度值的差而是存储绝对深度值,则避免了如现有技术那样存储明显的轮廓状高频特征。因此,由传统视频编码器更好地编码第一和第二深度图像,并且因此,从所述解码的第二深度图像很好地重构深度值,这使得重构点云帧的几何形状的质量高。

[0174] 根据步骤3300的实施例,在子步骤3320中,几何形状图像生成器GIG可以适于对第一和第二深度图像应用填充处理,以填充至少一个生成的补丁之间的空白空间,从而生成平滑的第一和第二深度图像。

[0175] 例如,可以使用在V-PCC的第2.2.6节和第2.2.7节中提供的图像填充示例。

[0176] 根据步骤3500的实施例,在子步骤3510中,当可以从第一输入点云帧IPCF1生成第一和第二填充深度图像GIO_1和$GI1_1$,并且可以从第二输入点云帧IPCF2生成第一和第二填充深度图像GIO_2和$GI1_2$(图7的步骤3300的输出)时,编码器VENC可以适于将所述填充的第一深度图像和第二深度图像时间交织到视频流中。

[0177] 例如,所述时间交织可以适于通过首先考虑从第一输入点云帧IPCF1生成的第一和第二填充深度图像,然后考虑从第二输入点云帧IPFC2生成的第一和第二填充图像:GIO_1、$GI1_1$、GIO_2和$GI1_2$,来生成视频流。

[0178] 时间交织的该示例不是限制性的,并且读者将理解,这种时间交织可以应用于多于两个的输入点云帧。

[0179] 在变型中,代替在相同比特流中时间交织第一和第二填充深度图像,可以在子流中输出第一填充深度图像,并且可以在另一个子流中输出第二填充深度图像。

[0180] 根据步骤3500的实施例,在子步骤3520中,视频编码器VENC可以适于通过使用从当前输入点云帧生成的第一(相应地第二)填充深度图像的、通过从先前编码的输入点云帧生成的第一(相应地第二)填充深度图像的预测,来对所述视频流进行编码。

[0181] 根据步骤3500的实施例,在子步骤3520中,从输入点云帧生成的第二填充深度图像可以是通过从先前编码的输入点云帧生成的第一填充深度图像而预测的。

[0182] 根据步骤3500的实施例,在子步骤3520中,从当前输入点云帧生成的第一填充深度图像可以是通过从先前编码的输入点云帧生成的第一填充深度图像而预测的,以及从所述当前输入点云帧生成的第二填充深度图像可以是通过从所述当前输入点云帧生成的第一填充深度图像而预测的。

[0183] 图8图示了根据本实施例中的至少一个的步骤4200和4500的子步骤的示意性框图。

[0184] 在步骤4200中,视频解码器VDEC对视频流进行解码,以提供解码的视频流,解复用器DMUX的输出(步骤4100),并从所述解码的视频流推导至少一个解码的几何形状图像DGI。

[0185] 根据步骤4200的实施例,在子步骤4210中,对视频流进行解码可以使用相对于当

前输入点云帧的第一(相应地第二)深度图像的、通过相对于先前解码的输入点云帧的第一(相应地第二)深度图像的预测。

[0186] 根据步骤4200的实施例,在子步骤4210中,相对于输入点云帧的第二深度图像可以是通过相对于先前解码的输入点云帧的第一深度图像而预测的。

[0187] 根据步骤4200的实施例,在子步骤4210中,相对于当前输入点云帧的第一深度图像可以是通过相对于先前解码的输入点云帧的第一深度图像而预测的,并且相对于所述当前输入点云帧的第二深度图像可以是通过相对于所述当前输入点云帧的第一深度图像而预测的。

[0188] 根据步骤4200的实施例,在子步骤4220中,当可以从解码的视频流中推导第一和第二解码的深度图像$DGI0_1$和$DGI1_1$并且可以从解码的视频流中推导第一和第二解码的深度图像$DGI0_2$和$DGI1_2$时,解码器VDEC可以适于通过时间解交织来访问所述第一和第二解码的深度图像。

[0189] 根据步骤4200的实施例,在子步骤4220中,所述时间解交织可以适于访问表示第一和第二解码的深度图像$DGI0_1$和$DGI1_1$和第一和第二解码的深度图像$DGI0_2$和$DGI1_2$的解码的视频流,第一和第二解码的深度图像$DGI0_1$和$DGI1_1$表示代表第一输入点云帧IPCF1的3D样本的深度值,第一和第二解码的深度图像$DGI0_2$和$DGI1_2$表示代表第二输入点云帧IPCF2的3D样本的深度值。

[0190] 例如,所述时间解交织可以适于首先访问表示第一和第二解码的深度图像(表示代表第一输入点云帧IPCF1的3D样本的深度值)的解码的视频流的信息,接下来,访问表示从第二输入点云帧IPFC2生成的第一和第二解码图像的解码的视频流的信息:$DGI0_1$、$DGI1_1$、$DGI0_2$和$DGI1_2$。

[0191] 时间解交织的该示例并非限制性的,并且读者将理解,这种时间解交织可以应用于多于两个的输入点云帧。

[0192] 根据步骤4200的实施例,第一解码的深度图像DGI0可以存储表示较低深度值的信息,即表示与具有较低深度的2D样本相关联的深度值的信息,并且第二解码的深度图像DGI1可以存储表示较深深度值的信息,即与具有较深深度的2D样本相关联的深度值。

[0193] 根据步骤4200的实施例,第一解码的深度图像DGI0可以存储表示最小深度值的信息,即表示与具有最低深度的2D样本相关联的深度值的信息,并且第二解码的深度图像DGI1可以存储表示最大深度值的信息,即与具有最深深度的2D样本相关联的深度值。

[0194] 根据变型,第一解码的深度图像DGI0可以存储表示较深深度值的信息,即表示与具有较深深度的2D样本相关联的深度值的信息,并且第二解码的深度图像DGI1可以存储表示较低深度值的信息,即与具有较低深度的2D样本相关联的深度值。

[0195] 根据变型,第一解码的深度图像DGI0可以存储表示最大深度值的信息,即表示与具有最深深度的2D样本相关联的深度值的信息,并且第二解码的深度图像DGI1可以存储表示最小深度值的信息,即与具有最低深度的2D样本相关联的深度值。

[0196] 根据子步骤4510的实施例,生成模块GGM可以适于对所述至少一个解码的深度图像DGI之一进行滤波。

[0197] 对至少一个解码的深度图像进行滤波可以改善重构3D样本的3D坐标的重构质量。

[0198] 根据子步骤4510的实施例,对解码的深度图像进行滤波使用另一深度图像的像素

值。

[0199] 根据步骤4500的实施例,在子步骤4510中,第一解码的深度图像DGI0存储最小深度值且第二解码的深度图像DGI1存储最大深度值,生成模块GGM可以适于对所述第二深度图像DGI1进行滤波。接下来,在子步骤4520中,生成模块GGM可以从非空像素的坐标、所述第一解码的深度图像DGI0和所述第二滤波后的解码的深度图像DG11的所述非空像素的值、解码的辅助补丁信息、以及可能地从附加元数据中,推导重构3D样本的3D坐标。

[0200] 对解码的第二深度图像的像素值进行滤波确保了第一解码的深度图像DGI0的像素值和第二滤波后的解码的深度图像DGI1的像素值之间的差在给定范围内。

[0201] 根据实施例,给定范围从0延伸到表示表面厚度ST的值。

[0202] 表面厚度是深度图像DI0的像素值与编码器侧所允许的表面厚度之间的差的最大值,这是用于在编码器侧计算同一像素(u,v)的深度D0和D1的假设。

[0203] 根据子步骤4510的实施例,位于第二滤波后的解码的深度图像的坐标(u,v)处的像素的像素值$D^1_{Filter}(\mathrm{u},\mathrm{v})$由下式给出:

[0204] $$D^1_{Filter}(u,v)=\begin{cases} a) \quad D^0_{Rec}(u,v), if\, D^1_{Rec}(u,v) < D^0_{Rec}(u,v) \\ b) \quad D^1_{Rec}(u,v), if\,(D^1_{Rec}(u,v) - D^0_{Rec}(u,v)) < ST \\ c) \quad D^0_{Rec}(u,v) + ST, if\,(D^1_{Rec}(u,v) - D^0_{Rec}(u,v)) \geq ST \end{cases}$$

[0205] 其中,$D^0_{Rec}(u,v)$、相应地$D^1_{Rec}(u,v)$是第一解码的深度图像DGI0、相应地第二解码的深度图像DGI1的像素值。注意,如果条件a)不满足,则检查条件b),以及如果条件b)不满足,则检查条件c)。

[0206] 根据所述实施例,对像素值进行滤波包括根据从0延伸到表面厚度ST的给定范围,对第一和第二解码的深度图像的像素值之差进行限幅。

[0207] 这样的滤波是低复杂度的。

[0208] 根据子步骤4510的实施例,位于第二滤波后的解码的深度图像的坐标(u,v)处的像素的像素值$D^1_{Filter}(\mathrm{u},\mathrm{v})$由下式给出:

[0209] $$D^1_{Filter}(u,v) = D^0_{Rec}(u,v) + \frac{\left(D^1_{Rec}(u,v) - D^0_{Rec}(u,v) - \Delta D^{min}_{Rec}\right)}{\left(\Delta D^{max}_{Rec} - \Delta D^{min}_{Rec}\right)} * ST$$

[0210] 其中,$\Delta D_{Rec}(u,v) = D^1_{Rec}(u,v) - D^0_{Rec}(u,v)$, $\Delta D^{min}_{Rec} = \min_{u,v} \Delta D_{Rec}(u,v)$,并且

[0211] $\Delta D^{max}_{Rec} = \max_{u,v} \Delta D_{Rec}(u,v)$。

[0212] 根据所述实施例,对像素值进行滤波是基于将第一和第二解码的深度图像的像素值的差线性地映射到从0延伸到表面厚度ST的给定范围。

[0213] 与先前的实施例相比,这种滤波改善了3D重构3D样本的质量,但是增加了复杂性。

[0214] 根据实施例,传输给定范围的至少一个边界。

[0215] 优选地,仅传输给定范围的上边界。

[0216] 存在多种方式将上边界(ST)传输(用信号发送)到比特流中。

[0217] 根据一个实施例,通过给定数量的比特(例如,3个比特),用信号发送上边界(ST),

指示所述上边界(ST)的值。

[0218] 根据另一个实施例,通过使用以下来用信号发送上边界(ST):

[0219] • 1比特,其指示是否使用滤波(子步骤4510)。例如,1表示使用滤波,而0表示相反。

[0220] • 如果第一个比特等于1,则随后是给定数量的比特(例如,3个比特),以指示所述上边界ST的值。

[0221] 根据实施例,可以例如在图5的报头BSH中针对整个比特流用信号发送上边界ST一次,或者当几何形状或纹理图像被帧内编码时,例如在帧流组GOFS的报头HS中,或在语法元素GVS或TVS中(例如,作为元数据)用信号发送上边界ST多次。

[0222] 多次用信号发送上边界ST允许为每帧或每个帧组选择不同的表面厚度值。

[0223] 在图1-图8中,本文描述了各种方法,并且每个方法包括用于实现所描述方法的一个或多个步骤或动作。除非方法的正确操作需要特定的步骤或动作顺序,否则特定步骤和/或动作的顺序和/或使用可以修改或组合。

[0224] 参照框图和操作流程图描述了一些示例。每个方框代表电路元件、模块或包括用于实现指定的逻辑功能的一个或多个可执行指令的部分代码。还应当注意的是,在其他实现方式中,方框中标注的功能可以不按所示的顺序发生。例如,取决于所涉及的功能,相继示出的两个方框实际上可以基本上同时执行,或者有时可以以相反的顺序执行这些框。

[0225] 本文描述的实现方式和方面可以例如以方法或过程、设备、计算机程序、数据流、比特流或信号来实现。即使仅在单一形式的实现方式的上文中进行讨论(例如,仅作为方法而讨论),但是所讨论的特征的实现方式也可以以其他形式(例如,设备或计算机程序)来实现。

[0226] 方法可以在例如处理器中实现,处理器是指通常包括例如计算机、微处理器、集成电路或可编程逻辑器件的处理装置。处理器还包括通信装置。

[0227] 另外,方法可以通过由处理器执行的指令来实现,并且这样的指令(和/或由实现方式产生的数据值)可以存储在计算机可读存储介质上。计算机可读存储介质可以采取体现在一个或多个计算机可读介质中并且具有体现在上面的、计算机可执行的计算机可读程序代码的计算机可读程序产品的形式。鉴于其内存储信息的固有能力以及提供从中检索信息的固有能力,本文中使用的计算机可读存储介质可以被认为是非暂时性存储介质。计算机可读存储介质可以是例如但不限于电子、磁、光学、电磁、红外或半导体系统、设备或装置、或前述的任何合适的组合。应当理解的是,以下虽然提供可以应用本实施例的计算机可读存储介质的更具体示例,但仅仅是本领域普通技术人员容易理解的示例性而非穷尽的列表:便携式计算机软盘;硬盘;只读存储器(ROM);可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪存);便携式光盘只读存储器(CD-ROM);光存储装置;磁存储装置;或上述的任何适当组合。

[0228] 指令可以形成有形地体现在处理器可读介质上的应用程序。

[0229] 指令可以在例如硬件、固件、软件或组合中。指令可以在例如操作系统、单独的应用、或两者的组合中找到。因此,处理器可以表征为例如被配置为执行处理的装置和包括具有用于实施处理的指令的处理器可读介质(诸如存储装置)的装置。此外,除了指令或代替指令,处理器可读介质可以存储由实现方式所产生的数据值。

[0230] 装置可以例如以适当的硬件、软件和固件来实现。这种设备的示例包括个人计算

机、膝上型计算机、智能电话、平板计算机、数字多媒体机顶盒、数字电视接收器、个人视频记录系统、联网的家用电器、头戴式显示装置(HMD、透视眼镜)、投影仪(投影机)、“洞穴”(包括多个显示器的系统)、服务器、视频编码器、视频解码器、处理来自视频解码器的输出的后处理器、为视频编码器提供输入的预处理器、网络服务器、机顶盒、以及用于处理点云、视频或图像的任何其他装置或其他通信装置。应当清楚,装备可以是移动的,甚至可以安装在移动车辆中。

[0231] 计算机软件可以由处理器6010或由硬件,或者由硬件和软件的组合来实现。作为非限制性示例,实施例还可以通过一个或多个集成电路来实现。存储器6020可以是适合于技术环境的任何类型,并且可以使用任何适当的数据存储技术来实现,作为非限制示例,诸如光存储装置、磁存储装置、基于半导体的存储装置、固定存储器和可移动存储器。处理器6010可以是适合于技术环境的任何类型,并且作为非限制性示例,可以包括微处理器、通用计算机、专用计算机和基于多核架构的处理器中的一个或多个。

[0232] 对于本领域普通技术人员将显而易见的是,实现方式可以产生各种信号,这些信号被格式化以承载例如可以被存储或传输的信息。信息可以包括例如用于执行方法的指令或由所描述的实现方式之一产生的数据。例如,信号可以被格式化为承载所描述的实施例的比特流。这样的信号可以被格式化为例如电磁波(例如,使用频谱的射频部分)或基带信号。格式化可以包括例如对数据流进行编码以及用编码的数据流来调制载波。信号承载的信息可以是例如模拟或数字信息。众所周知,信号可以在各种不同的有线或无线链路上传输。信号可以存储在处理器可读介质上。

[0233] 本文使用的术语仅出于描述特定实施例的目的,并非旨在进行限制。如本文所使用的,单数形式的“一(a)”、“一(an)”和“该”也可以旨在包括复数形式,除非上下文另外明确指出。还将理解的是,当在本说明书中使用时,术语“包括/包含(includes/comprises)”和/或“包括/包含(including/comprising)”可以指定存在所陈述的例如特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件,但不排除存在或增加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或其组。此外,当元件被称为“响应”或“连接”于另一个元件时,它可以直接响应或连接于另一个元件,或者可以存在中间元件。相反,当元件被称为“直接响应”或“直接连接”于其他元件时,则不存在中间元件。

[0234] 应当理解的是,例如在“A/B”、“A和/或B”以及“A和B中的至少一个”的情况下使用任何符号/术语“/”、“和/或”以及“至少一个”可以旨在包含仅选择第一个列出的选项(A)或仅选择第二个列出的选项(B)或选择两个选项(A和B)。作为另外的示例,在“A、B和/或C”和“A、B和C中的至少一个”的情况下,这种措词旨在包括仅选择第一个列出的选项(A),或仅选择第二个列出的选项(B),或仅选择第三个列出的选项(C),或仅选择第一个和第二个列出的选项(A和B),或仅选择第一个和第三个列出的选项(A和C),或者仅选择第二个和第三个列出的选项(B和C),或选择全部三个选项(A和B和C)。如对于本领域和相关领域的普通技术人员清楚的,这可以扩展为与所列出的一样多的项。

[0235] 在本申请中可以使用各种数值。特定值可以出于示例目的,并且所描述的方面不限于这些特定值。

[0236] 将理解的是,尽管在此可以使用术语第一、第二等来描述各种元件,但是这些元件不受这些术语的限制。这些术语仅用于将一个元件和另一个元件区分开。例如,在不脱离本

申请的教导的情况下,第一元件可以称为第二元件,并且类似地,第二元件可以称为第一元件。在第一元件和第二元件之间没有暗示排序。

[0237] 经常使用对“一个实施例”或“实施例”或“一个实现方式”或“实现方式”及其其他变型的引用,来传达特定的特征、结构、特性等(结合实施例/实现方式所描述的)被包括在至少一个实施例/实现方式中。因此,贯穿本申请在各个地方出现短语“在一个实施例中”或“在实施例中”或“在一个实现方式中”或“在实现方式中”以及任何其他变型不一定全部引用相同的实施例。

[0238] 类似地,本文中经常使用对“根据实施例/示例/实现方式”或“在实施例/示例/实现方式中”及其其他变型的引用,来传达特定的特征、结构或特性(结合实施例/示例/实现方式所描述的)可以被包括在至少一个实施例/示例/实现方式中。因此,说明书中各个地方出现表述“根据实施例/示例/实现方式”或“在实施例/示例/实现方式中”不一定全部引用相同的实施例/示例/实现方式,分离的或替代的实施例/示例/实现方式也不一定与其他实施例/示例/实现方式相互排斥。

[0239] 出现在权利要求中的附图标记仅是说明性的,并且对权利要求的范围没有限制作用。尽管没有明确描述,但是可以以任何组合或子组合来采用本实施例/示例和变型。

[0240] 当附图被呈现为流程图时,应当理解,它还提供了相应设备的框图。类似地,当附图被呈现为框图时,应当理解,它还提供了相应方法/过程的流程图。

[0241] 尽管一些图包括在通信路径上的箭头,以示出通信的主要方向,但是应当理解的是,通信可以在与所绘出的箭头相反的方向上发生。

[0242] 各种实现方式涉及解码。如本申请中所使用的“解码”可以涵盖例如为了产生适于显示的最终输出而对接收到的点云帧所执行的处理中的全部或一部分。在各种实施例中,这样的处理包括通常由基于图像的解码器执行的一个或多个处理。在各种实施例中,这样的处理还包括或者替代地包括由本申请中描述的各种实现方式的解码器执行的处理。

[0243] 作为另外的示例,在一个实施例中,“解码”可以仅指熵解码;在另一实施例中,“解码”可以仅指差分解码;而在另一实施例中,“解码”可以是指熵解码和差分解码的组合。基于特定描述的上下文,短语“解码过程”可以旨在专门指代操作的子集还是广义地指代更广泛的解码过程将是显而易见的,并且相信被本领域技术人员很好地理解。

[0244] 各种实现方式涉及编码。以与关于“解码”的以上讨论类似的方式,在本申请中使用的“编码”可以包括例如为了产生编码比特流而对输入点云帧所执行的处理中的全部或一部分。在各种实施例中,这样的处理包括通常由基于图像的解码器执行的一个或多个处理。在各种实施例中,这样的处理还包括或者替代地包括由本申请中描述的各种实现方式的编码器执行的处理。

[0245] 作为另外的示例,在一个实施例中,“编码”可以仅指熵编码;在另一实施例中,“编码”可以仅指差分编码;并且在另一实施例中,“编码”可以指差分编码和熵编码的组合。基于特定描述的上下文,短语“编码处理”可以旨在专门指代操作的子集还是广义地指代更广泛的编码处理将是显而易见的,并且相信被本领域技术人员很好地理解。

[0246] 注意,本文使用的语法元素,例如BSH、GVS或TVS是描述性术语。因此,它们不排除使用其他语法元素名称。

[0247] 各种实施例涉及速率失真优化。具体地,在编码过程期间,通常鉴于计算复杂性的

约束,通常考虑速率和失真之间的平衡或权衡。速率失真优化通常可以公式化为使速率失真函数最小化,该速率失真函数是速率和失真的加权和。存在解决速率失真优化问题的不同方法。例如,方法可以基于对全部编码选项的广泛测试,包括所有考虑的模式或编码参数值,并对其编码成本以及在编码和解码后重构信号的相关失真进行完整评估。还可以使用更快的方法来节省编码复杂性,尤其是基于预测或预测残差信号而不是重构信号来计算近似失真。也可以使用这两种方法的混合,诸如仅对可能的编码选项中的一些使用近似失真,而对其他编码选项使用完整失真。其他方法仅评估可能的编码选项的子集。更一般而言,许多方法采用各种技术中的任何技术来执行优化,但是优化不一定是对编码成本和相关失真两者的完整评估。

[0248] 另外,本申请可以涉及“确定”各种信息。确定信息可以包括例如以下中的一项或多项:估计信息、计算信息、预测信息或从存储器中检索信息。

[0249] 此外,本申请可以涉及“访问”各种信息。访问信息可以包括例如以下中的一项或多项:接收信息、检索信息(例如,从存储器中)、存储信息、移动信息、复制信息、计算信息、确定信息、预测信息、或估计信息。

[0250] 另外,本申请可以涉及“接收”各种信息。与“访问”一样,接收旨在是广义术语。接收信息可以包括例如以下中的一项或多项:访问信息,或检索信息(例如,从存储器中)。此外,例如,在诸如存储信息、处理信息、传输信息、移动信息、复制信息、擦除信息、计算信息、确定信息、预测信息或估计信息之类的操作期间,通常以一种或另一种方式涉及“接收”。

[0251] 此外,如本文中所使用的,词语“用信号发送”是指向相应的解码器指示某些东西等等。例如,在一些实施例中,编码器用信号发送表示表面厚度的特定数据,该表面厚度定义了点云中沿着同一投影线投影在投影平面上的两个点的深度值之间的最大差。这样,在实施例中,可以在编码器侧和解码器侧使用相同的参数。因此,例如,编码器可以向解码器发送(显式信令)特定参数,使得解码器可以使用相同的特定参数。相反,如果解码器已经具有特定参数以及其他参数,则可以使用信令而无需传输(隐式信令),以简单地允许解码器知道并选择特定参数。通过避免传输任何实际功能,在各种实施例中实现了比特节省。应当理解的是,可以以各种方式来完成信令。例如,在各个实施例中,一个或多个语法元素、标志等用于向相应解码器用信号发送信息。尽管前面涉及词语“信号”的动词形式,但词语“信号”在本文中也可以用作名词。

[0252] 已经描述了多个实现方式。然而,将理解的是,可以进行各种修改。例如,不同实现方式的元件可以组合、补充、修改或移除以产生其他实现方式。另外,本领域普通技术人员将理解,其他结构和过程可以代替所公开的结构和过程,并且所产生的实现方式与所公开的实现方式将以至少基本上相同的方式执行至少基本上相同的功能,以实现至少基本上相同的结果。因此,通过本申请预期这些和其他实现方式。

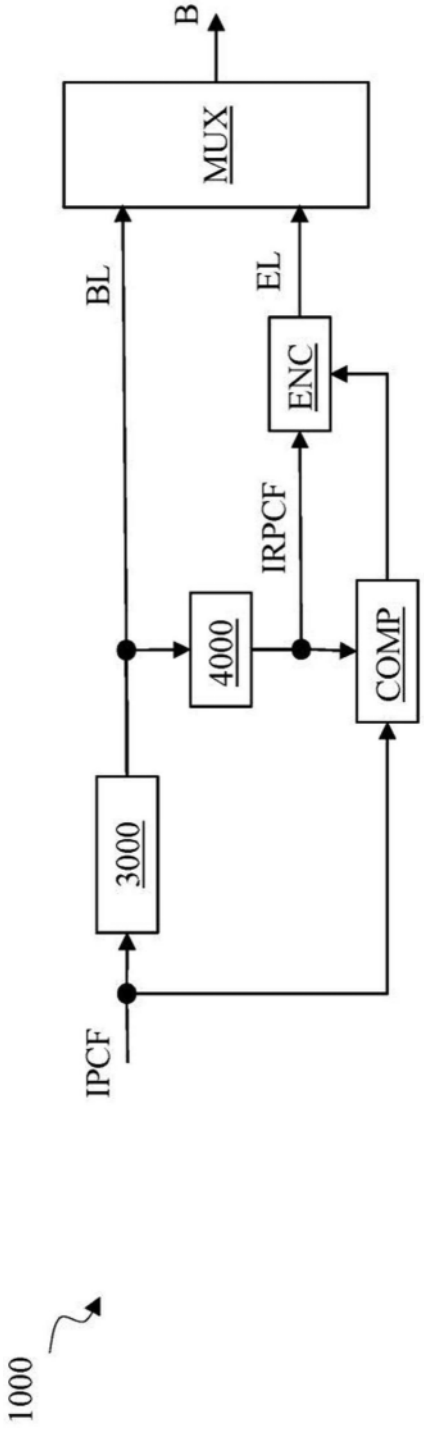


图1

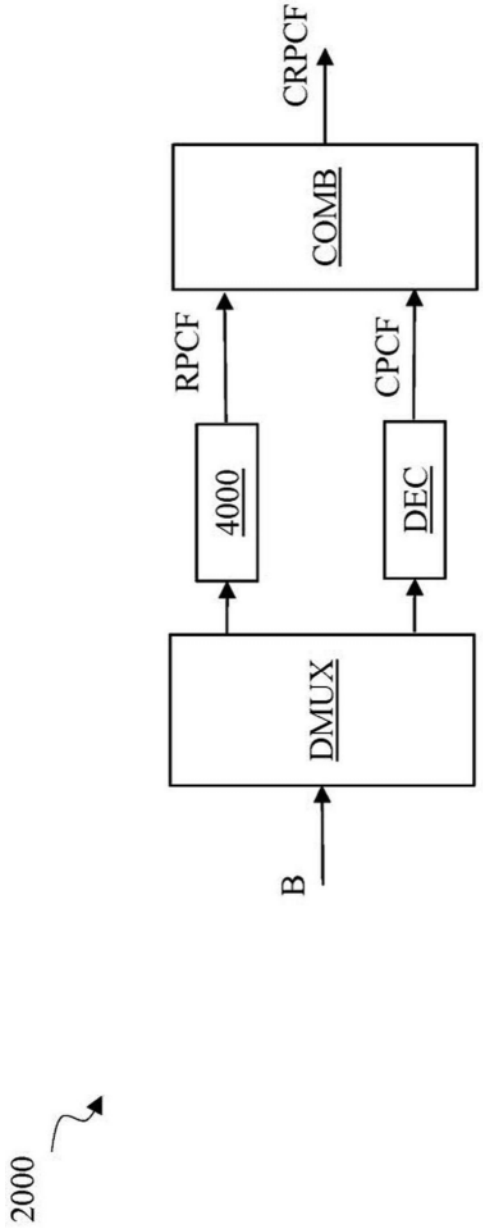


图2

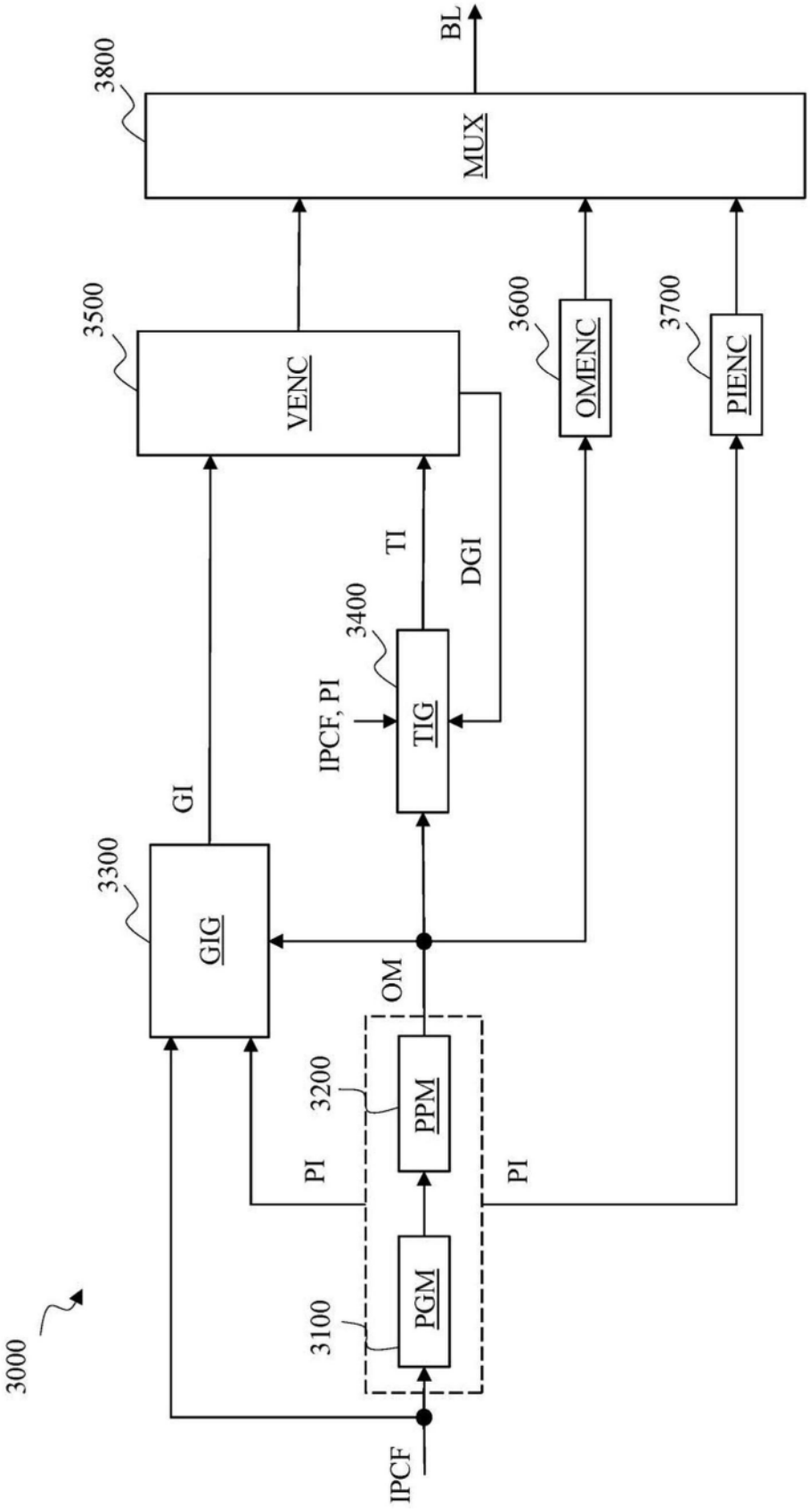

BL
3800
MUX
3500
VENC
3600
OMENC
3700
PIENC
TI
DGI
3400
IPCF, PI
TIG
GI
3300
GIG
OM
3200
PPM
PI
PI
3100
PGM
3000
IPCF

图3

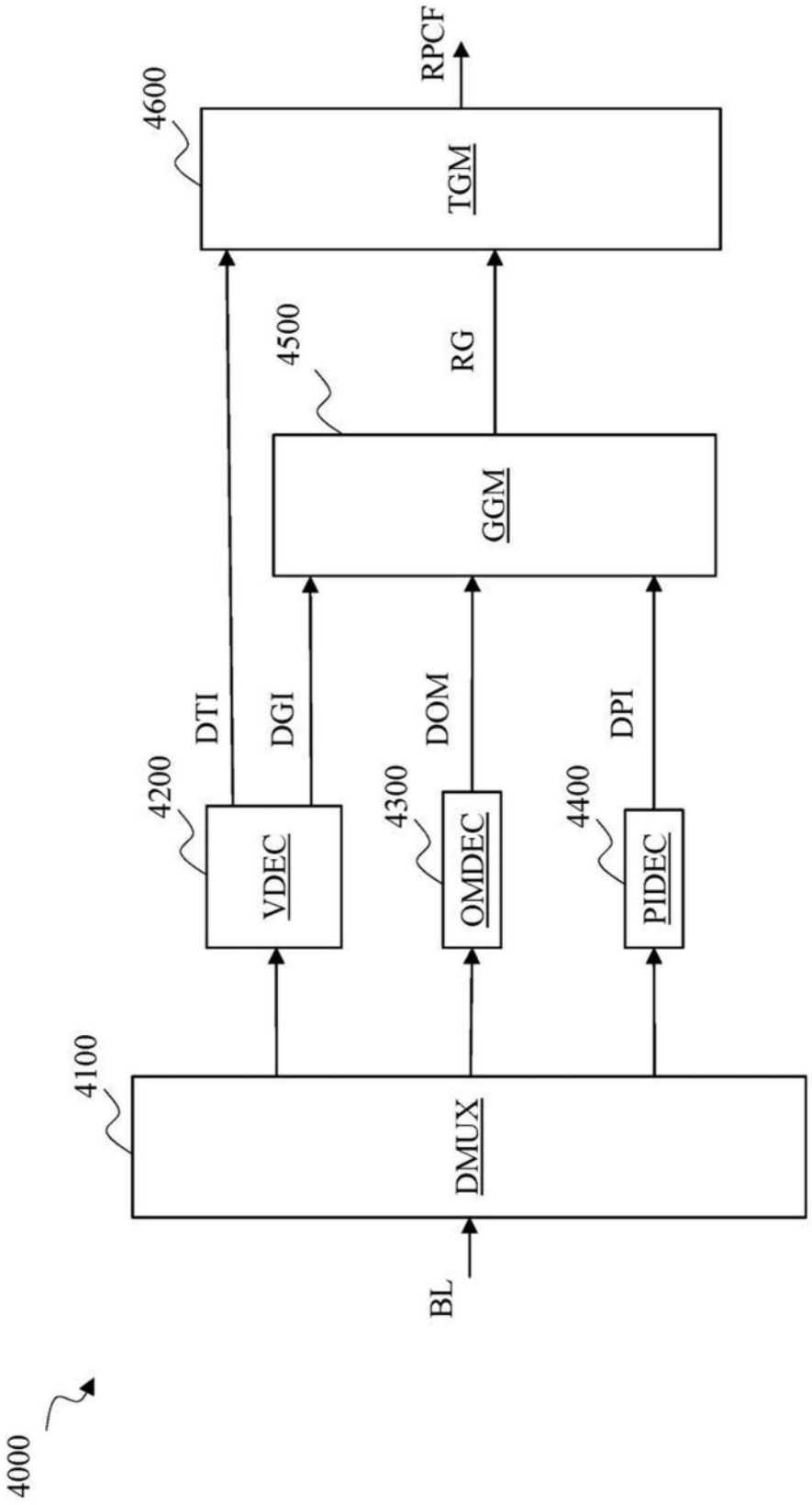

4000
BL
4100
DMUX
4200
VDEC
4300
OMDEC
4400
PIDEC
DTI
DGI
DOM
DPI
4500
GGM
RG
4600
TGM
RPCF

图4

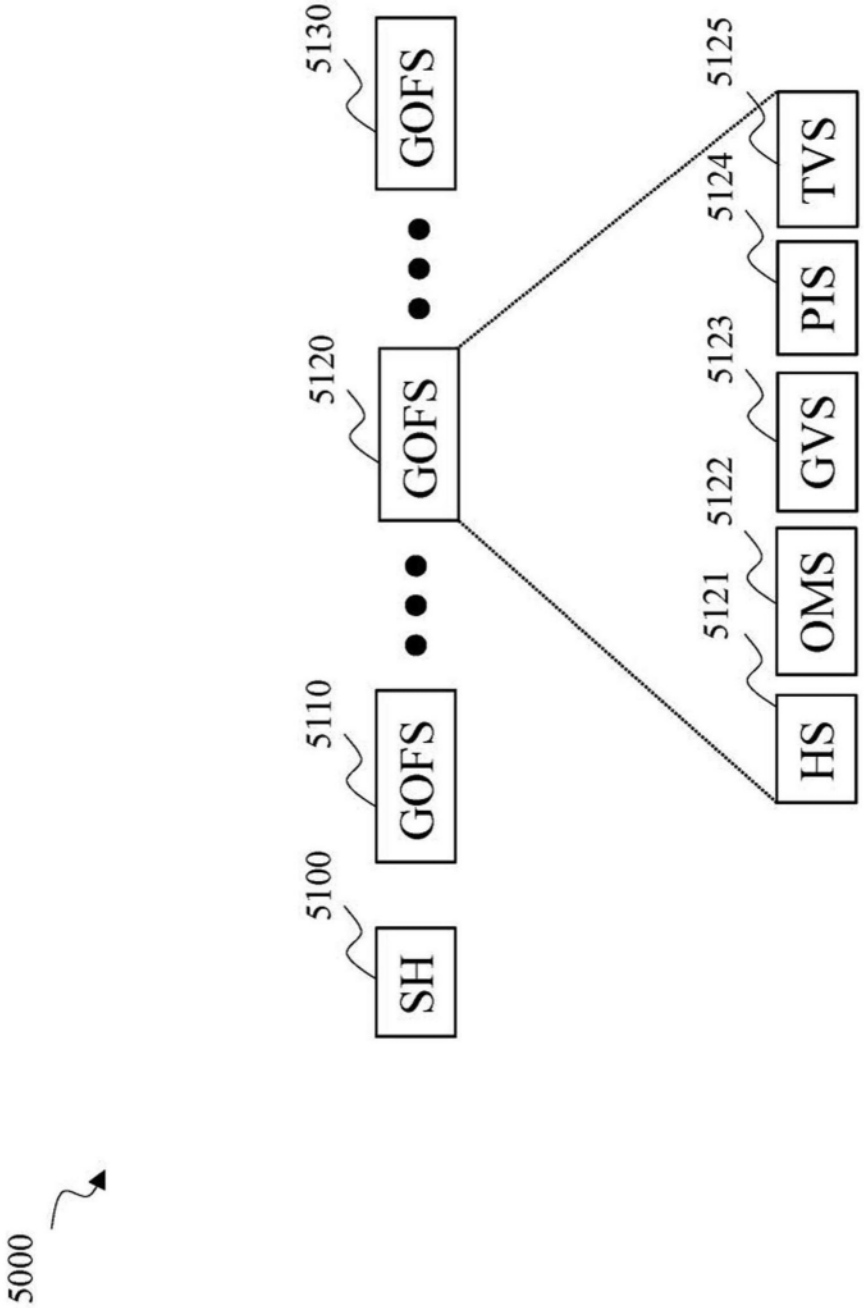

5000
5100
SH
5110
GOFS
5120
GOFS
5130
GOFS
5121
HS
5122
OMS
5123
GVS
5124
PIS
5125
TVS

图5

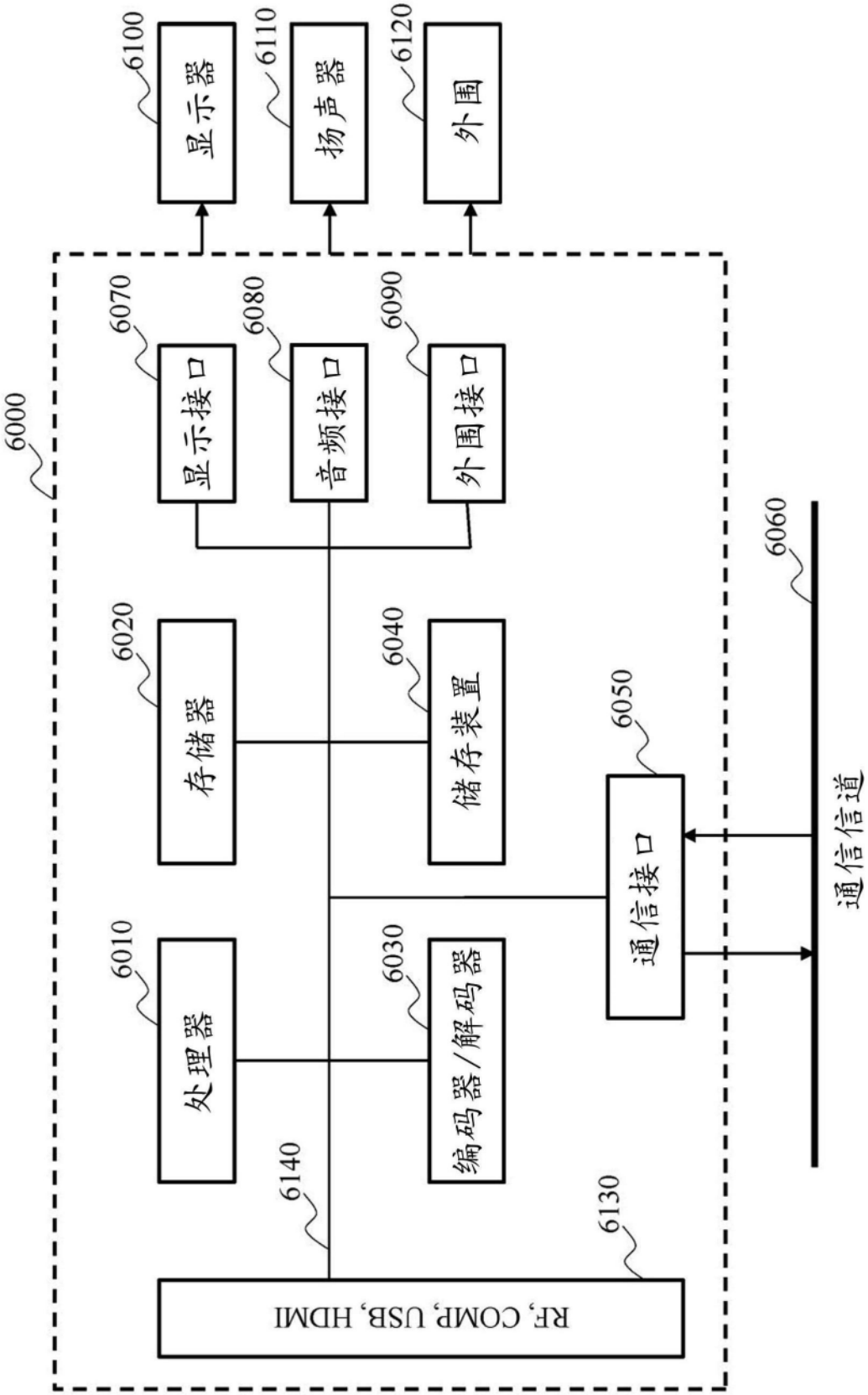

6100
显示器
6110
扬声器
6120
外围
6000
6070
显示接口
6080
音频接口
6090
外围接口
6060
6020
存储器
6040
储存装置
6050
通信接口
通信信道
6010
处理器
6030
编码器/解码器
6140
6130
RF, COMP, USB, HDMI

图6

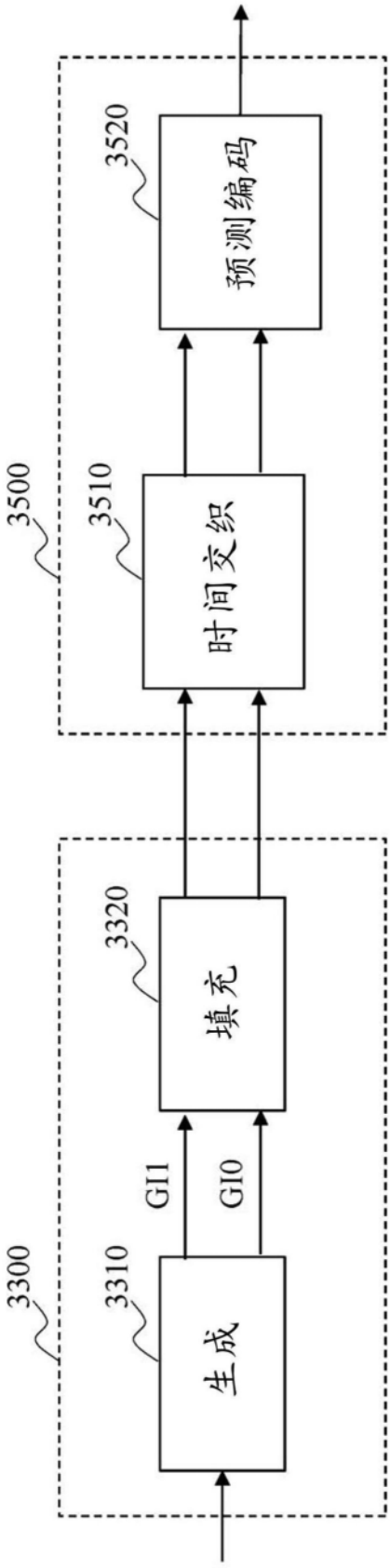


图7

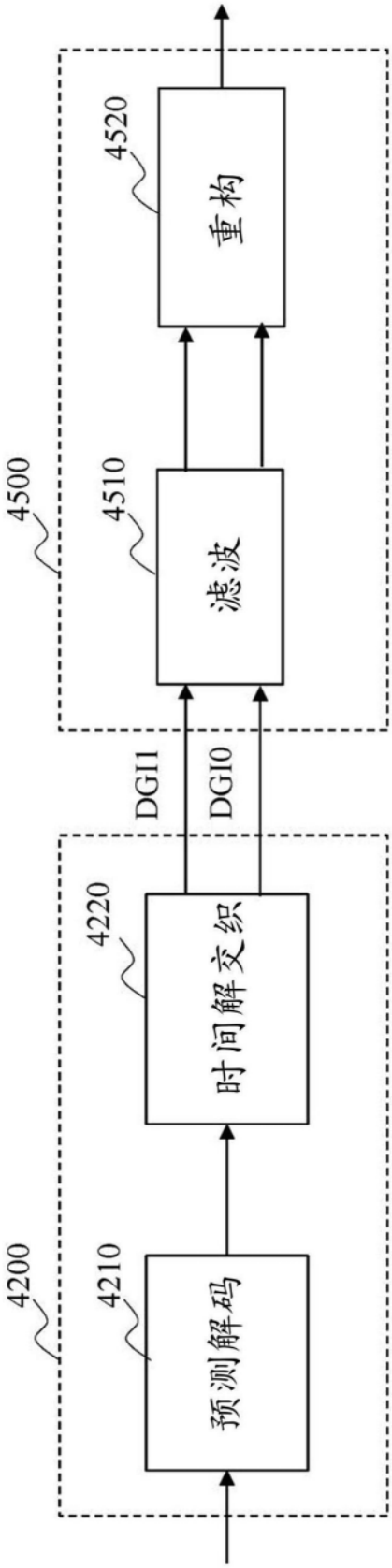


图8