



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104094317 A

(43) 申请公布日 2014. 10. 08

(21) 申请号 201280067669. 1

代理人 吕晓章

(22) 申请日 2012. 12. 29

(51) Int. Cl.

(66) 本国优先权数据

G06T 17/00 (2006. 01)

PCT/CN2012/070703 2012. 01. 21 CN

PCT/CN2012/074356 2012. 04. 19 CN

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2014. 07. 21

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2012/087935 2012. 12. 29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/107273 EN 2013. 07. 25

(71) 申请人 汤姆逊许可公司

地址 法国伊西莱穆利诺

(72) 发明人 江文斐 田疆 蔡康颖 罗涛

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

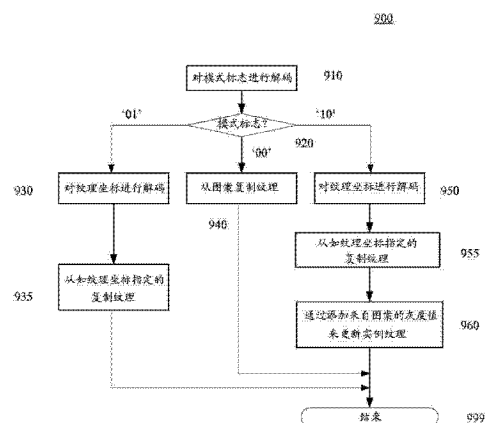
权利要求书1页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

用于压缩三维模型的纹理信息的方法及装置

(57) 摘要

可以使用“图案-实例”表示对 3D 模型进行建模。为了描述顶点和三角形,实例的性质(例如,纹理、色彩和法线)被调整成与图案中的次序相对应。根据实例的纹理与对应图案的纹理之间的相似性,对实例的纹理进行编码。当实例纹理与图案纹理相同或者几乎相同时,不对实例纹理进行编码,并且将使用图案纹理重建实例纹理。当实例纹理与图案纹理相似时,根据图案纹理对实例纹理进行预测性的编码,即,对实例纹理与图案纹理之间的差分进行编码,并且将实例纹理确定为图案纹理与该差分的结合。



1. 一种对表示 3D 模型的比特流进行解码的方法,该方法包含以下步骤:

根据所述比特流确定 (910) 图案的实例是否使用所述图案的性质,所述图案与所述 3D 模型的结构相关联,并且所述实例被表示为所述图案的变换;以及

响应于所述图案的性质,确定 (935,960) 所述实例的性质,其中,所述实例的性质对应于纹理、纹理坐标、色彩以及法线之一。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,还包含以下步骤:

根据所述比特流确定 (955) 所述实例的性质与所述图案的性质之间的差分,其中,确定所述实例的性质的步骤还响应于所确定的所述实例的性质与所述图案的性质之间的差分。

3. 一种产生表示 3D 模型的比特流的方法,该方法包含以下步骤:

存取图案的实例,所述图案与所述 3D 模型的结构相关联,并且所述实例被表示为所述图案的变换;以及

在所述比特流中指示 (830、835、840) 是否使用所述图案的性质对所述实例的性质进行编码,其中,所述实例的性质对应于纹理、纹理坐标、色彩以及法线之一。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,还包含以下步骤:

确定 (785) 所述实例的性质与所述图案的性质之间的差分;以及

在所述比特流中指示所述实例的性质与所述图案的性质之间的差分。

5. 根据权利要求 3 所述的方法,所述实例的性质对应于纹理,还包含以下步骤:

确定 (730) 所述实例的纹理补片与对应的所述图案的纹理补片之间的相关性;以及

确定是否使用对应的所述图案的纹理补片对所述实例的纹理补片进行编码。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中,如果所述实例的纹理补片被确定为与所述对应的所述图案的纹理补片相同或者几乎相同,则从纹理图像中除去所述实例的纹理补片。

7. 根据权利要求 5 所述的方法,其中,如果所述实例的纹理补片被确定为与所述对应的所述图案的纹理补片相同或几乎相同,则使所述实例的纹理补片的内容无效。

8. 根据权利要求 5 所述的方法,其中,所述实例的纹理补片是对应于所述 3D 模型上的一组相邻三角形的纹理图像中的区域。

9. 一种产生表示 3D 模型的比特流的方法,该方法包含以下步骤:

确定与结构相关联的图案中的第一面中的顶点的次序;

存取多个性质集,其中,所述多个性质集中的每个性质集都与所述图案的实例中的第二面中的对应的顶点相关联;以及

响应于所确定的次序,对所述多个性质集排序 (430)。

10. 根据权利要求 9 所述的方法,还包含:

确定 (430) 与所述图案中的第一面对应的所述实例中的第二面。

11. 根据权利要求 9 所述的方法,其中,第一多个性质集中的每个性质集都包括纹理坐标、纹理图像、色彩以及法线之中的至少一项。

12. 一种包括用于根据权利要求 1 至 11 中任一项产生或解码比特流的部件的装置。

13. 一种计算机可读存储介质,其上存储用于根据权利要求 1 至 11 中任一项产生或解码比特流的指令。

14. 一种计算机可读存储介质,其上存储根据权利要求 3 至 11 中任一项产生的比特流。

用于压缩三维模型的纹理信息的方法及装置

[0001] 本专利申请要求于 2012 年 1 月 21 日提交的中国 PCT 专利申请第 PCT/CN2012/070703 号以及于 2012 年 4 月 19 日提交的中国 PCT 专利申请第 PCT/CN2012/074356 的优先权,并通过引用将其全部内容并入本文。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种用于产生代表 3D 模型的比特流的方法和装置以及一种对该者进行解码的方法和装置。

背景技术

[0003] 在实际的应用中,很多 3D 模型由大量的连通成分组成。如图 1 所示,这些多成分 3D 模型通常在不同的变换中包含很多重复结构。

[0004] 已知利用输入模型中的重复结构的多成分 3D 模型的压缩算法。发现不同的位置、方向以及缩放因子的 3D 模型的重复结构。然后,将 3D 模型组织成“图案 - 实例”表示。图案用于表示对应的重复结构的有代表性的几何形状。将属于一个重复结构的成分记为对应的图案的实例,并且可以通过图案 ID 和变换信息(例如,关于图案的反射、平移、旋转以及可行缩放)来表示。例如,可以将实例变换信息组织成反射部分、平移部分、旋转部分以及可行缩放部分。可能存在不重复的 3D 模型的一些成分,将其称为唯一成分。

[0005] 标题为《Efficient compression scheme for large 3D engineering models》(PCT/EP10/058048,律师案卷号 PA090039)的 K. Cai、Y. Jin 和 Z. Chen 共同拥有的 PCT 申请(通过引用将其教导具体地并入本文)公开了一种用于具有在不同的位置、缩放和方向上重复的几何特征的 3D 模型的压缩方法。

[0006] 标题为《Bitstream syntax and semantics of repetitive structure discovery based 3D model compression algorithm》(PCT/CN2011/076991,律师案卷号 PA110044)的 K. Cai、W. Jiang 和 J. Tian 的另一共同拥有的 PCT 申请(通过引用将其教导具体地并入本文)公开了两种用于压缩实例变换信息的模式。

[0007] 标题为《Method and apparatus for generating a bitstream of repetitive structure discovery based 3D model compression》(PCT/CN2011/082942,律师案卷号 PA110067)的 K. Cai、W. Jiang 和 J. Tian 的另一共同拥有的 PCT 申请(通过引用将其教导具体地并入本文)公开了两种实例压缩模式,即基本实例数据模式和分组实例数据模式。

[0008] 标题为《System and method for error controllable repetitive structure discovery based compression》(PCT/CN2012/070877,律师案卷号 PA120001)的 K. Cai、W. Jiang 和 T. Luo 的另一共同拥有的 PCT 申请(通过引用将其教导具体地并入本文)公开了一种用于识别 3D 模型中的重复结构以减少实例成分中的冗余从而提高压缩效率的方法及装置。

发明内容

[0009] 本原理提供一种用于对表示 3D 模型的比特流进行解码的方法,该方法包含以下步骤:根据所述比特流来确定图案的实例是否使用所述图案的性质,其中,所述图案与所述 3D 模型的结构相关联,所述实例被表示为所述图案的变换;以及,响应于所述图案的性质来确定所述实例的性质,其中,所述实例的性质对应于如下所述的纹理、纹理坐标、色彩以及法线之一。本原理还提供了一种用于实施这些步骤的装置。

[0010] 本原理还提供了一种用于产生表示 3D 模型的比特流的方法,该方法包含以下步骤:存取图案的实例,其中,所述图案与所述 3D 模型的结构相关联,并且所述实例被表示为所述图案的变换;以及,在所述比特流中指示是否使用所述图案的性质对所述实例的性质进行了编码,其中,所述实例的性质对应于如下所述的纹理、纹理坐标、色彩以及法线之一。本原理还提供了一种用于实施这些步骤的装置。

[0011] 本原理还提供了一种用于产生表示 3D 模型的比特流的方法,该方法包含以下步骤:确定与结构相关联的图案中的第一面中的顶点的次序;存取多个性质集,其中,所述多个性质集中的每个性质集都与所述图案的实例中的第二面中的对应的顶点相关联;以及,响应于如下所述的所确定的次序来对所述多个性质集排序。本原理还提供了一种用于实施这些步骤的装置。

[0012] 本原理还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储用于根据上述方法产生或者解码比特流的指令。

[0013] 本原理还提供了一种计算机可读存储介质,其上存储根据上述方法产生的比特流。

附图说明

[0014] 图 1 示出具有大量成分和重复结构的示例性的 3D 模型;

[0015] 图 2A 是图示图案和实例的图形示例,图 2B 是图示该图案和实例的纹理图像的图形示例;

[0016] 图 3A 是图示不带有实例三角形与图案三角形之间的一对一对应的实例顶点与图案顶点之间的一对一对应的图形示例,图 3B 是图示实例相对于图案被翻转的图形示例;

[0017] 图 4 是图示根据本原理的实施例对 3D 模型进行编码的示例的流程图;

[0018] 图 5A 是图示根据本原理的实施例的图案和实例的另一图形示例,图 5B 是根据本原理的实施例的调整前的实例的纹理坐标的列表,图 5C 是根据本原理的实施例的调整后的实例的纹理坐标的列表。

[0019] 图 6A 和 6B 是图示 3D 模型的纹理图像的两个部分的图形示例;

[0020] 图 7 是图示根据本原理的实施例确定实例的纹理补片与对应的图案的纹理补片之间相似性的示例的流程图;

[0021] 图 8 是图示根据本原理的实施例确定纹理编码模式的示例的流程图;

[0022] 图 9 是图示根据本原理的实施例对纹理图像进行解码的示例的流程图;

[0023] 图 10A 是图示根据本原理的实施例的纹理图像的图形示例,图 10B 和 10C 是图示根据本原理的实施例的处理后的纹理图像的图形示例;

[0024] 图 11 是图示可以与本原理的一种或多种实现方式一起使用的编码器的示例的框图;

[0025] 图 12 是图示可以与本原理的一种或多种实现方式一起使用的解码器的示例的框图；

[0026] 图 13 是图示可以与本原理的一种或多种实现方式一起使用的数据处理系统的示例的框图；

[0027] 图 14 是图示可以与本原理的一种或多种实现方式一起使用的数据处理系统的另一示例的框图。

具体实施方式

[0028] 如图 1 所示,在 3D 模型中可能存在很多重复结构。为了高效地对 3D 模型进行编码,可以将重复结构组织成图案和实例,其中,例如使用对应图案的图案 ID 和包含关于平移、旋转和缩放的信息的变换矩阵将实例表示为对应图案的变换。

[0029] 在通过图案 ID 和变换矩阵表示实例时,在压缩实例的同时压缩图案 ID 和变换矩阵。因此,可以通过图案 ID 和解码后的变换矩阵来重建实例,即,可以将实例重建为通过图案 ID 索引的解码后的图案(根据解码后的变换矩阵)的变换。

[0030] 为了表示带纹理的 3D 模型,可以与几何形状一起传送一个或多个纹理图像。3D 模型的每个面都对应于(多个)纹理图像的某个区域。对每个顶点在(多个)纹理图像中的对应的坐标进行编码,从而表示该映射关系。

[0031] 因为对纹理进行编码通常比对 3D 模型的几何形状和连通性进行编码使用更多的比特,所以优选高效地压缩纹理信息。本原理提供了一种利用重复纹理之间的冗余来高效地压缩 3D 模型的纹理信息的方法和装置。

[0032] 图 2A 例示了示例性的图案 201 和示例性的实例 202。用索引指示每个顶点或面。例如,该图案中的面 240 由索引 T6 指示,其三个顶点由索引 V13、V12 和 V14 指示。该实例中的对应的面 245 由索引 T20 指示,其三个顶点由索引 V12、V8 和 V3 指示。当该图案和该实例对齐时,它们基本上是彼此重叠的,此时,我们表示该图案中的面或顶点对应于该实例中面或顶点,反之亦然。注意:对于图案和实例,用于对应的面或顶点的索引是不同的。图 2B 分别例示了图案 201 和实例 202 的示例性的纹理图像 203 和 204。

[0033] 可以通过包括所有顶点坐标的顶点表(V0、V1、V2、……)和包括该顶点表中的所有三角形的顶点索引的三角形表(T0、T1、T2、……)来表示 3D 模型。而且,每个顶点和三角形都可以具有一种或多种性质,诸如法线、色彩和纹理坐标。可以将那些顶点性质和三角形性质附加到对应的表中的顶点和三角形上或者按照该顶点/三角形表中的相同的顶点/三角形次序存储在另外的顶点/三角形性质表中。

[0034] 表 1 例示了包含顶点、纹理坐标、法线和面的定义的示例性的 3D 网格文件。

[0035] 表 1

[0036]

```

# 顶点列表, 具有(x,y,z[,w])坐标, w 可选。
v 0.123 0.234 0.345 1.0
v ... ..
... ..

# 纹理坐标, 以(u,v[,w])坐标的形式, w 可选。
vt 0.500 -1.352 [0.234]
vt ... ..
... ..

# 以(x,y,z)形式的法线; 法线可以不是单位法线。
vn 0.707 0.000 0.707
vn ... ..
... ..

# 面定义
f 6/4/1 3/5/3 7/6/5
f ... ..
... ..

```

[0037] 如表 1 所示, 在定义面时, 可以使用纹理坐标索引来指定纹理坐标。在面定义的块中, 格式是顶点索引 / 纹理坐标索引 / 法线索引。在使用三角形表示面时, 每个面都具有纹理坐标索引的三元组。所有这些元组形成列表。

[0038] 图案与实例之间的对应可以基于一对一的顶点对应, 可以通过诸如 KD 树搜索这样的最近邻搜索 (nearest neighbor searching) 算法来建立。当还要基于重复结构压缩实例顶点和三角形的性质时, 还应当考虑三角形之间的对应。

[0039] 在图 3A 所示的一个示例中, 实例顶点和图案顶点之间存在一对一对应 (V_{pi} 对应于 V_{ii})。然而, 实例三角形和图案三角形之间不存在一对一对应。在没有三角形之间的对应的情况下, 可能难以基于图案性质压缩实例三角形性质。

[0040] 因此, 除了实例与对应的图案之间的一对一的顶点对应之外, 一个实例还应当与对应的图案具有与一对一的顶点对应相一致的一对一的三角形对应。一个实例的所有三角形可以在将它们对应的图案与该实例成分对齐之后具有与该图案相反的法线, 这表示实例和图案相对于彼此是翻转的。如图 3B 所示, 三角形 T_{pi} 对应于 T_{ii} , 然而, T_{pi} 和 T_{ii} 具有不同的方向 (亦即, 相反的法线)。

[0041] 因为图案和实例对应于重复结构, 所以可以重复使用图案的几何形状对实例的几

何形状信息进行编码。在本实施例中,还探究其他性质之间的相似性,例如但并不限于纹理和法线。为了除去图案与实例之间的冗余,我们可以在对实例进行编码之前对实例的表示进行预处理。

[0042] 图 4 示出对 3D 模型进行编码的示例性的方法 400。在方法 400 中,在步骤 410 输入 3D 模型数据(例如,几何形状、纹理坐标和纹理图像)。在步骤 420,将该 3D 模型中的成分组织成图案和实例。在步骤 425,建立图案与实例之间的顶点和三角形对应,并且对实例成分的表示进行预处理。随后,在步骤 430,对该 3D 模型进行编码。具体地,可以重复使用图案的性质对实例进行编码。

[0043] 下面更详细地说明预处理(430)和编码(440)的步骤。

[0044] 预处理

[0045] 表 2

[0046]

顶点		三角形	
图案	实例	图案	实例
0	0	0	0
1	1	1	12
2	2	2	23
3	18	3	21
4	21	4	5
5	22	5	24
6	25	6	20
7	19	7	18
8	15	8	8
9	9	9	22

[0047]

10	11		10	17
11	6		11	2
12	8		12	15
13	12		13	4
14	3		14	6
15	5		15	25
16	16		16	3
17	17		17	1
18	20		18	16
19	14		19	14
20	24		20	27
21	7		21	11
22	10		22	19
23	13		23	26
24	4		24	9
25	23		25	7
26	27		26	10
27	26		27	13
			28	29
			29	28

[0048] 表 2 示出了图案 201 与实例 202 (这两者均在图 2A 中示出) 之间的顶点与三角形之间的对应。即,即使图案和实例对应于相似的结构,它们在 3D 网格文件中的表示也是不同的。

[0049] 为了对实例的纹理进行编码,在一个实施例中,基于图案的几何形状,可以通过重新布置该实例的初始纹理图像中的对应的三角形来产生新的纹理图像。在该重新布置期间,将使用图案的纹理坐标。即,根据从实例的纹理坐标到图案的纹理坐标的变换来得到该映射。因此,该实例可以使用除该纹理图像之外的图案中的纹理相关的数据。

[0050] 在另一个实施例中,我们处理纹理坐标和索引而不产生新的纹理图像。首先,根据图案的顶点和三角形次序对纹理坐标重新排序。一旦识别出基于纯几何形状的信息的重复结构,就可以使用该信息处理纹理数据。

[0051] 在图 5A 至 5C 中例示了重新排序的示例。首先,例如可以通过最近邻搜索来识别出图案与实例之间的顶点对应。一旦知道了顶点对应,就可以得到三角形对应。然后,对所有的顶点和三角形执行该过程,得到如表 2 所示的对应表。注意:顶点对应和三角形对

应需要是一对一的。例如,图案 201 中的顶点 210(顶点索引 V13)对应于实例 202 中的顶点 215(顶点索引 V12),该图案中的面 / 三角形 240(面索引 T6)对应于该实例中的面 / 三角形 245(面索引 T20)。在一个示例性的实施例中,将该图案中的面 T6 描述为 T6 :V12/TEX_12V13/TEX_13V14/TEX_14,将该实例中的面 T20 描述为 T20 :V3/TEX_3V8/TEX_8V12/TEX_12。注意:此处使用顶点索引 / 纹理坐标索引来表示面(亦即,法线索引未被示出)。

[0052] 图 5B 和 5C 分别例示了调整前和调整后的纹理坐标。调整前,实例的面定义基于实例的顶点索引和三角形索引。调整后,实例使用对应的图案的顶点索引和三角形的次序。因此, T20 :V3/TEX_3V8/TEX_8V12/TEX_12 将被改变成 T6 :V12/TEX_8V13/TEX_12V14/TEX_3。这样,实例中的面 245 的纹理坐标从 TEX_3、TEX_8、TEX_12(如图 5B 所示)变成 TEX_8、TEX_12、TEX_3(如图 5C 所示)。在考虑诸如色彩和法线这样的其他性质时,还需要以相似的方式对它们重新排序。

[0053] 编码

[0054] 在预处理之后,可以使用图案的性质(例如,纹理、法线)对实例性质进行高效的编码。在一个实施例中,本原理检查图案和实例的纹理之间的相似性。如果图案和实例的纹理坐标是相同的,即,实例使用与图案相同的纹理,则不对实例的纹理进行编码。更确切地,将标志写入到比特流中以通知解码器在重建实例时复制图案的纹理。如果图案和实例的纹理坐标是不同的,则在图案和实例之间比较纹理图像中的对应区域的内容。如果内容不同,则对实例的纹理坐标进行编码。如果内容相同或者几乎相同,则从纹理图像中除去与实例相对应的区域,并且解码器在重建该实例时复制图案的纹理。

[0055] 如果内容在一定程度上相似,则产生图案与实例之间的差分图像,将纹理图像中与实例相对应的区域替换为差分图像,并且将标志写入到比特流中以通知解码器通过将差分图像添加到实例纹理来产生该实例的纹理。从而,根据图案的纹理对实例的纹理进行了预测性的编码以充分利用纹理图像的冗余。

[0056] 除纹理性质之外,实例的其他性质(例如但并不限于法线和色彩)也可以与对应的图案性质相同或相似。与纹理相似,可以根据图案的性质来预测实例的这些性质,并且可以对预测误差而不是性质进行编码。下面,我们以纹理为例例示我们如何可以在对实例进行编码时使用图案与实例之间的相似性。

[0057] 为了对纹理性质进行高效的编码,关于纹理表示,定义了四种纹理编码模式。

[0058] 模式 1:图案与实例的纹理坐标是相同的。在该模式下,不需要对实例的纹理坐标和纹理内容进行编码。

[0059] 模式 2:图案和实例的纹理坐标是不同的,纹理的内容是相同的或几乎相同的。在该模式下,对实例的纹理坐标进行编码但是跳过纹理内容。

[0060] 模式 3:图案和实例的纹理坐标是不同的,纹理的内容是相似的。在该模式下,对实例的纹理坐标进行编码,并且对图案与实例之间的纹理差分进行编码。从而,压缩受益于根据图案纹理预测实例纹理。

[0061] 模式 4:图案和实例的纹理坐标以及纹理的内容都是不同的。在该模式下,正常地对实例的纹理坐标和纹理内容进行编码。

[0062] 图 6A 和 6B 示出对应于兔子的眼睛的 3D 模型的纹理图像的一部分。图 6A 中的眼睛与图 6B 中的眼睛非常相似,能够使用一只眼睛来表示另外一只。为了示例的目的,我们

假设这两只眼睛属于两个成分 A 和 B, 其中, 成分 B 是图案 A 的实例, 问题是确定能否用 A 的纹理表示 B 的纹理。

[0063] 为了确定能否用 A 的纹理表示 B 的纹理以及如何表示, 我们以补片为单位来比较纹理, 而不是比较所述成分的表面上的所有纹理。补片是在纹理图像中对应于 3D 模型上的一组相邻三角形的区域。它可以包含成分的一个或多个三角形。在补片中确切地有多少三角形取决于输入的 3D 模型。

[0064] 图 7 例示用于确定实例的纹理补片与对应的图案的纹理补片之间的相似性的示例性的方法 700。方法 700 开始于初始化步骤 705。该初始化步骤可以将纹理图像分成多个补片, 每个补片都对应于一个或多个成分的一部分, 可以记录下它们的 ID。在方法 700 中, 我们使用“除去”标志来指示对于所有的实例, 补片与图案是相同的或是几乎相同的, 使用“替换”标志来指示补片与图案是相似的。在初始化步骤, “除去”标志和“替换”标志都被设置为 0。

[0065] 在步骤 710, 检查该补片是否表示图案或唯一成分的一部分的纹理。如果是, 则将控制传递给结束步骤 799。否则, 方法 700 继续检查该纹理补片, 并且检查其纹理是用该补片 (部分地) 表示的每个实例。

[0066] 在步骤 720, 使用某种匹配标准, 例如均方误差 (MSE), 来比较纹理补片与其图案使用的对应的补片。在步骤 730, 检查实例纹理与图案纹理之间的相关性。如果纹理高度相关 (例如, $MSE < \text{阈值 } 0$), 则认为该实例纹理与图案纹理是相同的或者几乎相同的, 并且其可以用图案纹理表示。然后, 在步骤 750, 将“除去”标志设置为 1 (亦即, 将该补片标记为要被除去), 并且例如可以通过根据实例纹理与图案纹理之间的相对位置平移实例的纹理坐标来更新纹理坐标。如果纹理是适度相关的 (例如, $0 \leq MSE < \text{阈值 } 1$), 则在步骤 740 检查该实例是否只具有一个补片。如果否, 则转至步骤 770。否则, 在步骤 745 检查“替换”标志是否为 1 (亦即, 该补片被标记为要被替换)。如果是, 则转至步骤 770。否则, 将“替换”标志设置为 1 并且将“除去”标志设置为 -1。如果纹理之间的相关性较低 (例如, $1 \leq MSE$), 则转至步骤 770。

[0067] 在步骤 775, 检查是否存在与该纹理补片相对应的更多的实例。如果是, 则控制返回到步骤 720。否则, 当完成使用该补片的所有实例时, 在步骤 780 检查“替换”标志是否为 1。如果是, 则将该补片替换为图案纹理与实例纹理之间的差分 (785)。否则, 将控制传递给结束步骤 799。

[0068] 对于标记为要被除去的补片, 可以有两种替代性地操作:

[0069] (1) 在物理上将该纹理补片从纹理图像中除去, 并且更新纹理坐标, 从而得到更小的纹理图像。通过从纹理图像中除去某些区域, 可以减小纹理图像的大小, 从而可以更高效地压缩纹理图像。

[0070] (2) 使纹理补片的内容无效, 例如, 将该补片中的每个像素设置成某种色彩值 (例如, 黑色或灰色)。

[0071] 在处理了单独的补片之后, 例如, 可以按照图 8 所示的方法 800 来决定是否需要实例的纹理进行编码。当补片被除去或替换时, 将对应的纹理坐标更新成图案的纹理补片的值。

[0072] 如果实例的所有纹理坐标均与图案相同 (810), 则在步骤 840 将模式标志设置为

“00”(模式 1),表示图案与实例共享纹理。如果某些补片被替换为差分(820),则在步骤 830 将模式标志设置为“10”(模式 3)。否则,在步骤 835 将模式标志设置为“01”(模式 2 和 4)。在步骤 850 检查是否处理了所有的实例。在步骤 860,检查是否有任一补片具有设置为 1 的“除去”标志。如果是,则在纹理图像中重新布置补片,并且更新整个 3D 模型的纹理坐标(870)。在比特流中以信号告知模式标志,并且,如果模式标志不是“00”,则传送纹理坐标(880)。注意:可以使用不同的比特串来表示模式。

[0073] 图 9 例示对实例的纹理进行解码的示例性方法 900。对于每个实例,在步骤 910 对模式标志进行解码。然后,方法 900 根据模式标志继续进行(920)。

[0074] 如果模式标志是“00”,则对整个实例使用图案的纹理(940)。

[0075] 如果模式标志是“01”,则在步骤 930 对纹理坐标进行解码,并且在步骤 935 根据解码后的纹理坐标找到纹理补片。

[0076] 如果模式标志是“10”,则在步骤 950 对纹理坐标进行解码,并且在步骤 955 根据纹理坐标复制纹理图像。然后,在步骤 960 通过添加来自图案的纹理图像来更新实例纹理。方法 900 在步骤 999 处结束。

[0077] 图 10A 是用作输入的示例性的纹理图像,图 10B 和 10C 是例如使用方法 700 和 800 处理后的示例性的纹理图像。在图 10B 中,将被标记为要被除去的补片替换为灰色块。在图 10C 中,在物理上从纹理图像中除去被标记为要被除去的补片。正如从图 10B 中所见到的那样,在纹理图像中存在很多对应于除去的纹理补片的灰色区域。在图 10C 中,对补片进行重新布置,即,除去灰色补片,并且将剩余的纹理补片放在一起,得到更小的纹理图像。在这两种情况下,都没有太多的信息要压缩,因此可以提高纹理图像的压缩效率。

[0078] 在表 3 中,例示本原理的示例性的语法和语义。对于每个实例,我们指出其纹理的压缩模式,并且如有需要则指出纹理坐标数据。

[0079] 表 3

[0080]

compr_elem_insta_texture_header
compr_elem_insta_texcoord_data

[0081] compr_elem_insta_texture_header 是模式标志。在表 4 中示出其具体的含义。注意:“共享”模式对应于图 9 中的模式“00”,“no_pred”模式对应于图 9 中的模式“01”,“texture_residual”模式对应于图 9 中的模式“10”。

[0082] 表 4

[0083]

elem_insta_t exCoord_co mpr_mode	模式	含义
0	共享	该实例与对应的图案共享纹理。
1	ISO 保留	
2	no_pred	该实例具有其特定的纹理坐标数据，通过去量化和熵解码对其进行重建，而不进行预测。通过对来自比特流的纹理坐标进行解码并对由解码后的纹理坐标指示的纹理图像部分进行映射，将得到重建的实例的纹理。
3	texture_residual	该实例具有其特定的纹理坐标数据，通过去量化和熵解码对其进行重建，而不进行预测。通过补偿模式使用对应图案的纹理和由重建的纹理坐标指示的纹理来对重建的实例的纹理进行重建。

[0084] 如果模式是“no_pred”或“texture_residual”，则 compr_elem_insta_texcoo-rd_data 包括顶点的所有纹理坐标。如果模式是“共享”，则其应当为空。

[0085] 图 11 图示了示例性的 3D 模式编码器 1100 的框图。在一个实施例中，可以在编码器 1100 中使用方法 700 和 800。装置 1100 的输入可以包括 3D 模型、用于对该 3D 模型进行编码的质量参数以及其他元数据。3D 模型首先通过重复结构发现模块 1110，该模块输出图案、实例和唯一成分形式的 3D 模型。图案编码器 1120 用于压缩图案，唯一成分编码器 1150 用于对唯一成分进行编码。例如，基于用户选择的模式对实例成分信息进行编码。如果选择了实例信息组模式，则使用分组实例信息编码器 1140 对实例信息进行编码；否则，使用基本实例信息编码器 1130 对其进行编码。在重复结构检验器 1160 中对编码后的成分进行进一步检验。如果编码后的成分不满足其质量要求，则将使用唯一成分编码器 1150 对其进行编码。在比特流组装器 1170 组装图案、实例和唯一成分的比特流。

[0086] 图 12 图示了示例性的 3D 模型解码器 1200 的框图。在一个实施例中，可以在解码器 1200 中使用方法 900。装置 1200 的输入可以包括 3D 模型的比特流（例如，通过方法 700 和 800 产生的比特流）。通过图案解码器 1220 对压缩后的比特流中的图案相关的信息进行解码。通过唯一成分解码器 1250 对与唯一成分相关的信息进行解码。对实例信息的解码还取决于用户选择的模式。如果选择了实例信息组模式，则使用分组实例信息解码器 1240 对实例信息进行解码；否则，使用基本实例信息解码器 1230 对其进行解码。在模型重建模块 1260 处对解码后的图案、实例信息和唯一成分进行重建以产生输出的解码后的 3D 模型。

[0087] 现在参考图 13，示出一种数据传送系统或装置 1300，对其可以应用上述的特征和原理。例如，数据传送系统或装置 1300 可以是使用诸如例如卫星、电缆、电话线路或者地面

广播这样的各种介质中的任何一种来传送信号的头端或传送系统。数据传送系统或装置 1300 还可以或者替代性地被用于例如提供用于存储的信号。可以通过因特网或某些其他网络来提供该传送。数据传送系统或装置 1300 能够产生并传递例如视频内容或者诸如例如 3D 模型这样的其他内容。

[0088] 数据传送系统或装置 1300 从处理器 1301 接收处理后的数据和其他信息。在一种实现方式中,处理器 1301 处理 3D 模型的几何形状数据以产生“图案 - 实例”表示。处理器 1303 还可以提供指示例如图案 ID 和变换的元数据给 1300。

[0089] 数据传送系统或装置 1300 包括编码器 1302 和能够传送编码后的信号的传送器 1304。编码器 1302 从处理器 1301 接收数据信息。编码器 102 产生 (多个) 编码后的信号。

[0090] 编码器 1302 可以包括子模块,包括例如用于接收各条信息并将其组装成结构化的格式以便存储或传送的组装单元。各条信息可以包括例如经编码的或未经编码的视频、诸如例如子流长度指示符这样的经编码的或未经编码的元素以及语法元素。在某些实现方式中,编码器 1302 包括处理器 1301,并且因此实施处理器 1301 的操作。

[0091] 传送器 1304 从编码器 1302 接收 (多个) 编码后的信号,并且以一个或多个输出信号的形式传送 (多个) 编码后的信号。例如,传送器 1304 可以适于传送具有表示编码后的画面和 / 或其相关信息的一个或多个比特流的程序信号。典型的传送器实施诸如例如以下那样的一种或多种功能:提供纠错编码、对信号中的数据进行交织、对信号中的能量进行随机化以及使用调制器 1306 将信号调制到一个或多个载波上。传送器 1304 可以包括天线或与天线接口连接 (未被示出)。另外,可以将传送器 1304 的实现方式限制于调制器 1306。

[0092] 数据传送系统或装置 1300 还通信地耦合到存储单元 1308。在一种实现方式中,存储单元 1308 耦合到编码器 1302,并且存储来自编码器 1302 的经编码的比特流。在另一实现方式中,存储单元 1308 耦合到传送器 1304,并且存储来自传送器 1304 的比特流。来自传送器 1304 的比特流可以包括例如已经被传送器 1304 进一步地处理过的一个或多个经编码的比特流。在不同的实现方式中,存储单元 1308 是标准 DVD、蓝光盘、硬盘驱动或者某种其他存储设备中的一种或多种。

[0093] 现在参考图 14,示出数据接收系统或装置 1400,对其可以应用上述的特征和原理。数据接收系统或装置 1400 可以被配置成通过诸如例如存储设备、卫星、电缆、电话线路或地面广播这样的各种介质接收信号。可以通过因特网或某些其他网络接收信号。

[0094] 例如,数据接收系统或装置 1400 可以是手机、计算机、机顶盒、电视机或者接收编码后的视频并提供例如解码后的视频信号以便显示 (例如,显示给用户)、处理或存储的其他设备。因此,例如,数据接收系统或装置 1400 可以将其输出提供给电视机的屏幕、计算机监视器、计算机 (用于存储、处理或显示) 或某些其他存储、处理或显示设备。

[0095] 数据接收系统或装置 1400 能够接收并处理数据信息,数据信息可以包括例如 3D 模型。数据接收系统或装置 1400 包括用于接收诸如例如在本申请的实现方式中描述的的信号这样的编码后的信号的接收器 1402。例如,接收器 1402 可以接收提供一个或多个 3D 模型和 / 或纹理图像或者从图 12 的数据传送系统 1200 输出的信号。

[0096] 例如,接收器 1402 可以适于接收具有表示编码后的画面的多个比特流的程序信号。典型的接收器实施诸如例如以下那样的一种或多种功能:接收经调制并编码的数据信号,使用解调器 1404 从一个或多个载波解调数据信号,对信号中的能量进行去随机化,对

信号中的数据进行去交织以及对信号进行纠错解码。接收器 1402 可以包括天线或与天线接口连接（未被示出）。可以将接收器 1402 的实现方式限制于解调器 1404。

[0097] 数据接收系统或装置 400 包括解码器 1406。接收器 1402 将接收到的信号提供给解码器 1406。由接收器 1402 提供给解码器 1406 的信号可以包括一个或多个经编码的比特流。解码器 1406 输出诸如例如包括视频信息的解码后的视频信号这样的解码后的信号。例如，解码器 1406 可以是在图 12 中所述的解码器 1200。

[0098] 数据接收系统或装置 1400 还可以通信地耦合到存储单元 1407。在一种实现方式中，存储单元 1407 耦合到接收器 1402，并且接收器 1402 存取来自存储单元 1407 的比特流。在另一实现方式中，存储单元 1407 耦合到解码器 1406，并且解码器 1406 存取来自存储单元 1407 的比特流。在不同的实现方式中，从存储单元 1407 存取的比特流包括一个或多个经编码的比特流。在不同的实现方式中，存储单元 1407 是标准 DVD、蓝光盘、硬盘驱动或者某些其他存储设备中的一种或多种。

[0099] 在一种实现方式中，来自解码器 1406 的输出数据被提供给处理器 1408。在一种实现方式中，处理器 1408 是被配置为实施 3D 模型重建的处理器。在某些实现方式中，解码器 1406 包括处理器 1408，并且因此实施处理器 1408 的操作。在其他实现方式中，处理器 1408 是诸如例如机顶盒或电视机这样的下游设备的一部分。

[0100] 因此，我们提供了具有特定特征和方面的一种或多种实现方式。具体地，我们提供了涉及 3D 模型编码和解码的若干实现方式。3D 模型编码和解码可以允许各种应用，诸如例如视频游戏、虚拟现实以及科学可视化。然而，可以设想到这些实现方式的变型以及另外的应用，并且它们均在本公开之内，所述的实现方式的特征和方面可以适于其他实现方式。

[0101] 在本申请中所述的若干实现方式和特征可以被用在 MPEG 3DGC 标准及其扩展的背景中。另外，这些实现和特征可以被用在另外标准（现存的或将来的）的背景中或者在不涉及标准的背景中。

[0102] 例如，可以将本文中所述的实现方式实现为方法或过程、装置、软件程序、数据流或者信号。即使只在单一形式的实现方式的背景下进行了论述（例如，仅作为方法进行了论述），也可以其他形式实现所述的特征的实现方式（例如，装置或程序）。例如，可以将装置实现为适当的硬件、软件和固件。例如，方法可以实现在诸如例如处理器（通常是指处理设备，包括例如计算机、微处理器、集成电路或可编程的逻辑器件）这样的装置中。处理器还可以包括通信设备，诸如例如计算机、手机、便携 / 个人数字助理（“PDA”）以及便于与终端用户之间进行信息通信的其他设备。

[0103] 提到本原理的“一个实施例”或“实施例”或“一种实现方式”或“实现方式”及其其他变体是指结合实施例所述的特定特征、结构、特性等被包括在本原理的至少一个实施例中。因此，出现在本说明书的各个位置处的短语“在一个实施例中”或“在实施例中”或“在一种实现方式中”或“在实现方式中”及其其他变体不必全部指代相同的实施例。

[0104] 另外，本发明及其权利要求可能提到“确定”各条信息。例如，确定信息可以包括以下之中的一项或多项：估计信息、计算信息、预测信息或者从存储器获取信息。

[0105] 另外，本发明及其权利要求可能提到“存取”各条信息。例如，存取信息可以包括以下之中的一项或多项：接收信息、获取信息（例如，从存储器）、存储信息、处理信息、传送信息、移动信息、复制信息、擦除信息、计算信息、确定信息、预测信息或者估计信息。

[0106] 另外,本发明及其权利要求可能提到“接收”各条信息。与“存取”一样,接收本意用作一个宽泛的术语。例如,接收信息可以包括以下之中的一项或多项:存取信息或者获取信息(例如,从存储器)。另外,通常在诸如例如存储信息、处理信息、复制信息、擦除信息、计算信息、确定信息、预测信息或者估计信息这样的操作期间以一种或另外的方式涉及“接收”。

[0107] 实现方式可以生成被格式化或携带可以例如被存储或传送的信息的各种信号,这对于本领域的技术人员将是很明显的。例如,信息可以包括用于实施方法的指令或者由所述实现方式之一生成的数据。例如,可以将信号格式化或携带所述实施例的比特流。例如,可以将这样的信号格式化或携带成电磁波(例如,使用频谱的射频部分)或者基带信号。例如,格式化可以包括对数据流进行编码以及调制带有经编码的数据流的载波。例如,信号携带的信息可以是模拟或数字信息。如已知的那样,可以通过各种不同的有线或无线链路传送信号。可以将信号存储在处理器可读介质上。

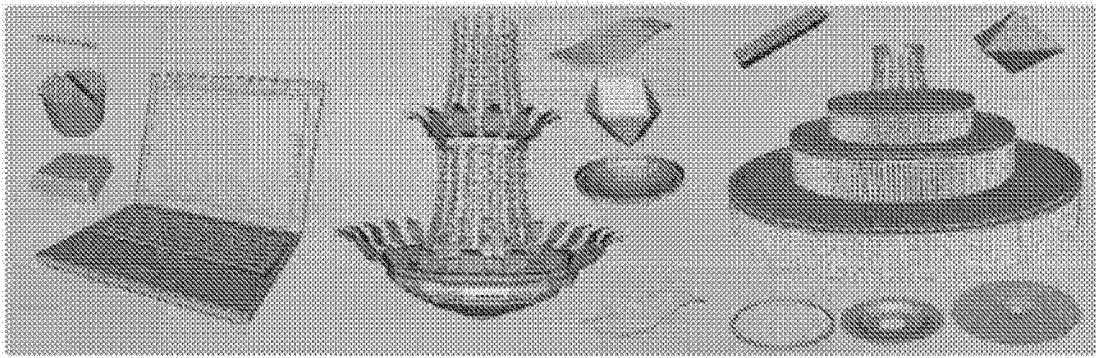


图 1

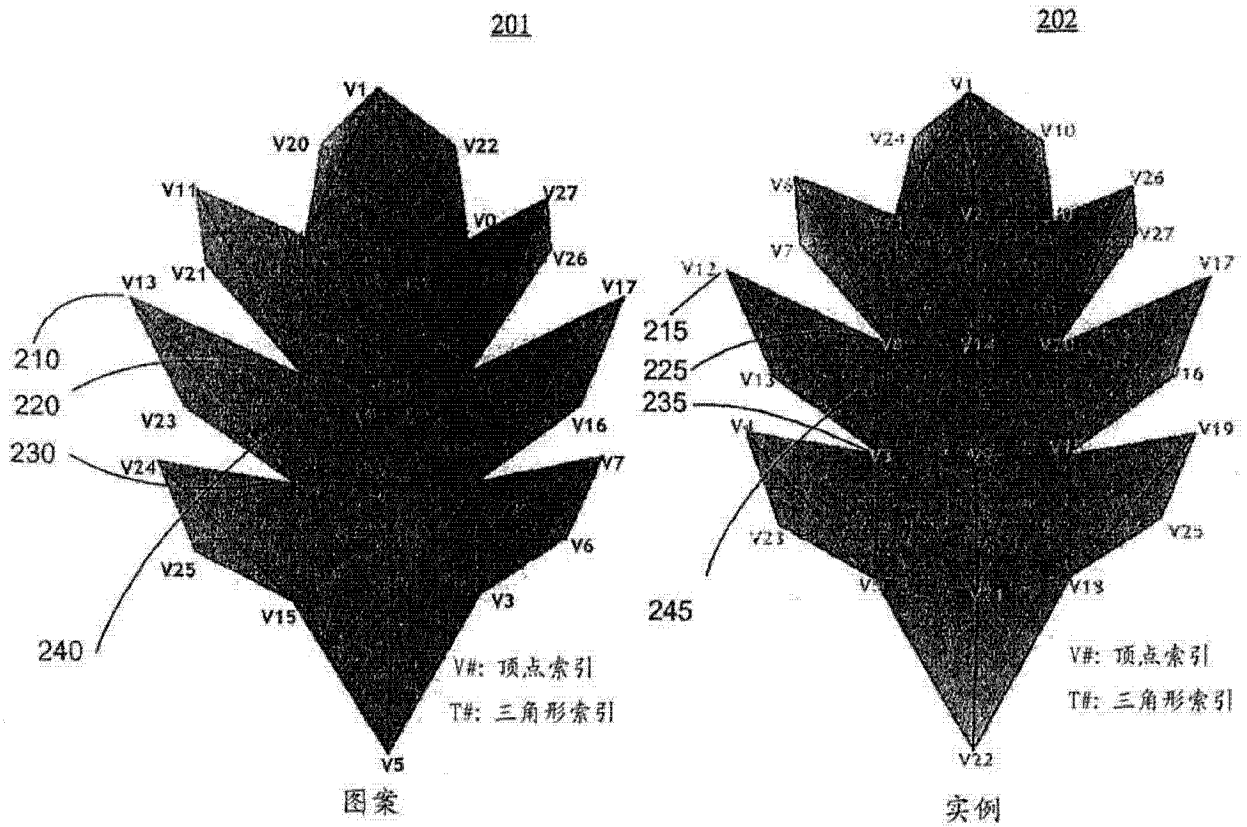


图 2A

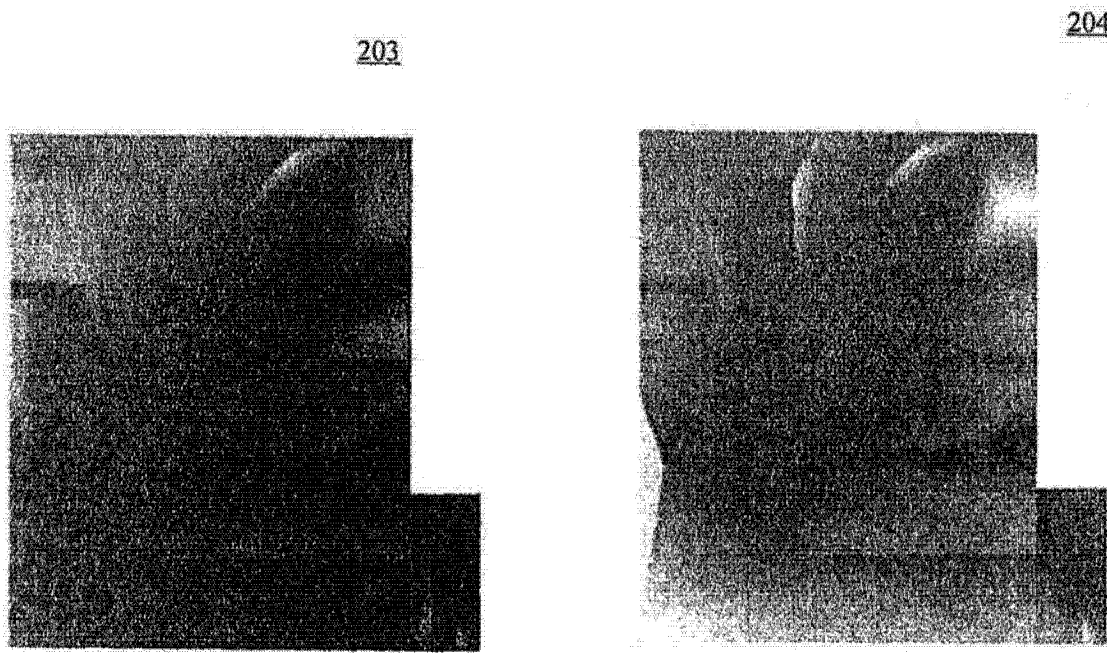


图 2B

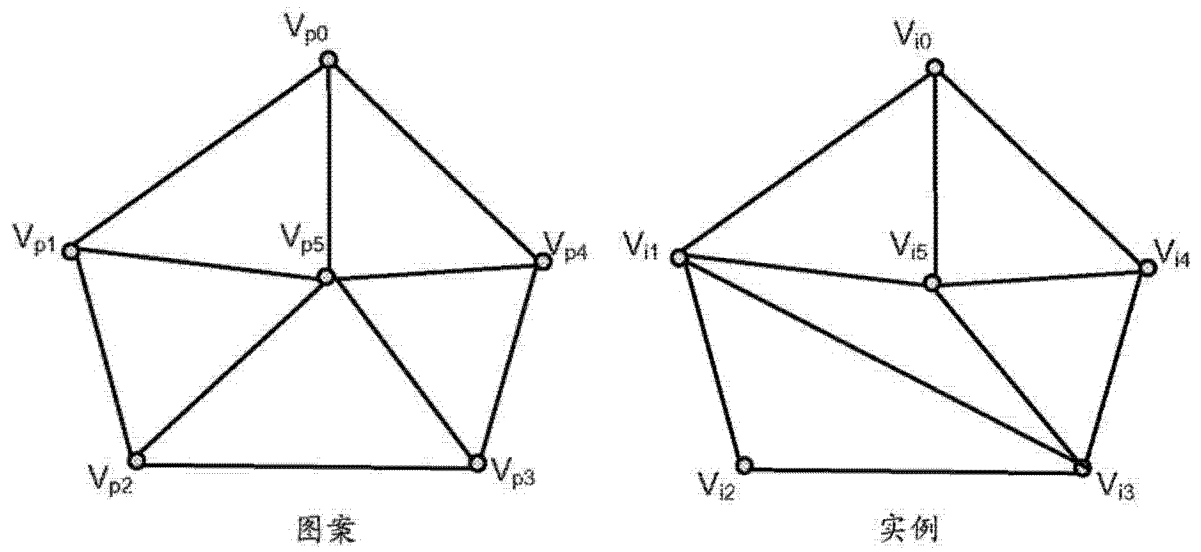


图 3A

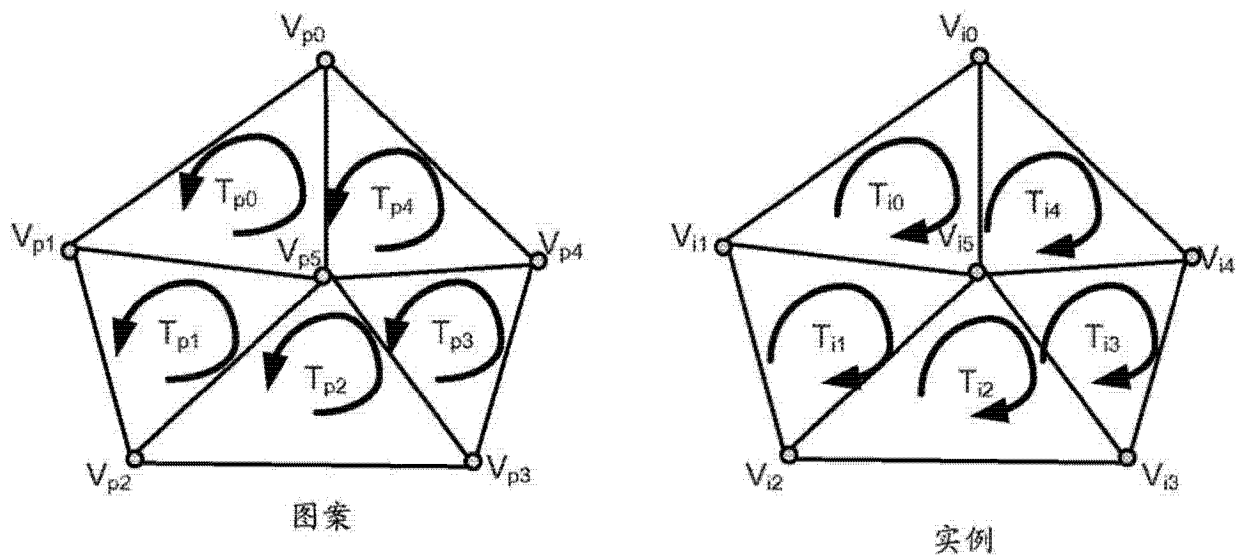


图 3B

400

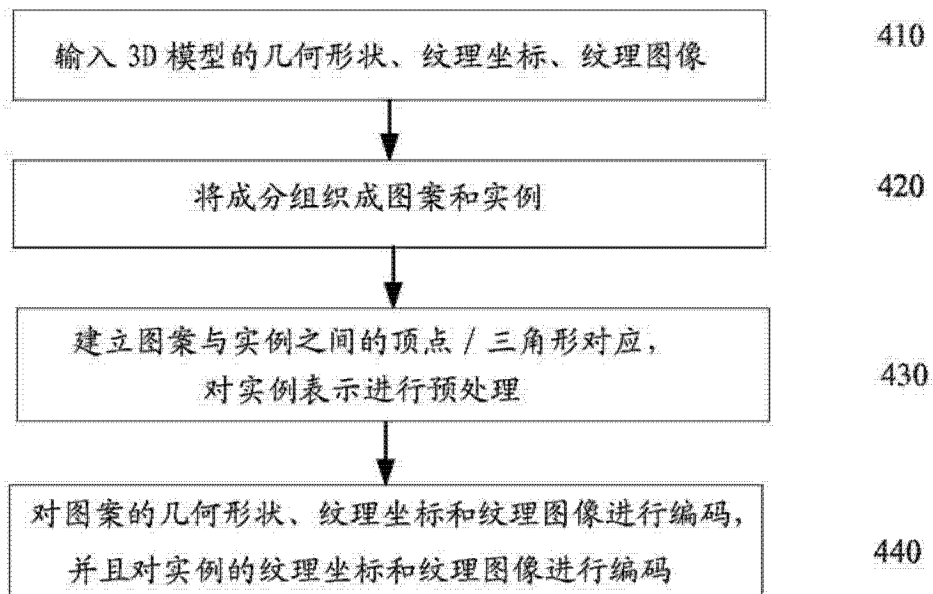


图 4

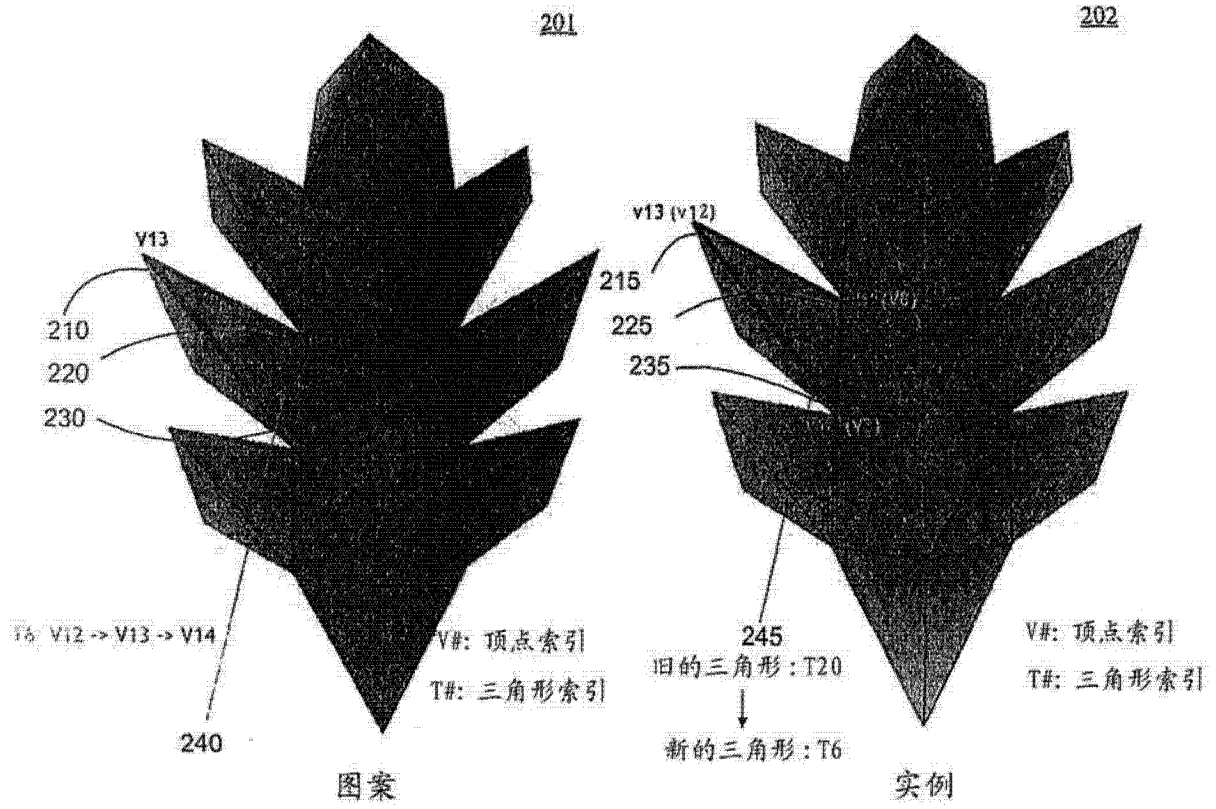


图 5A

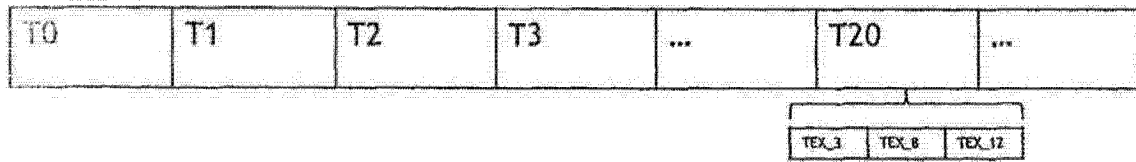


图 5B

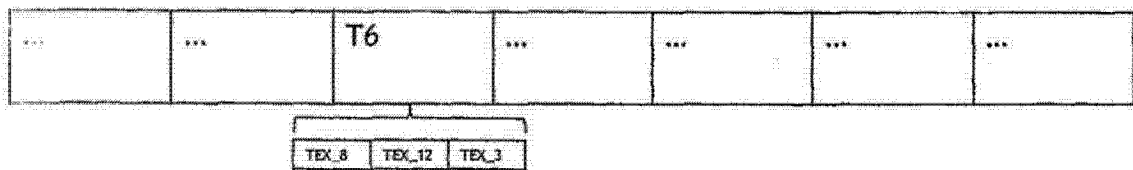


图 5C

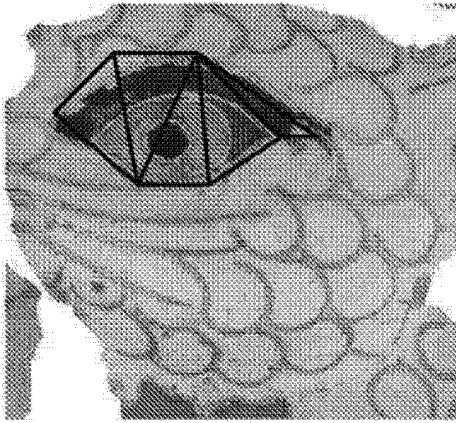


图 6A

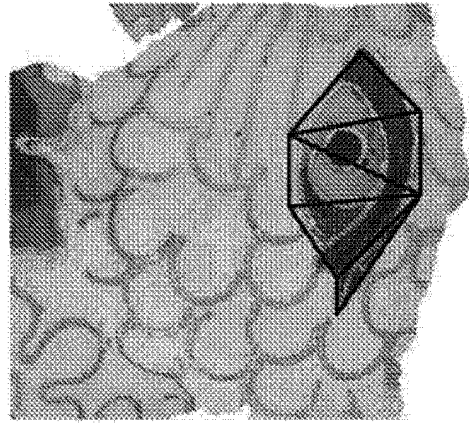


图 6B

700

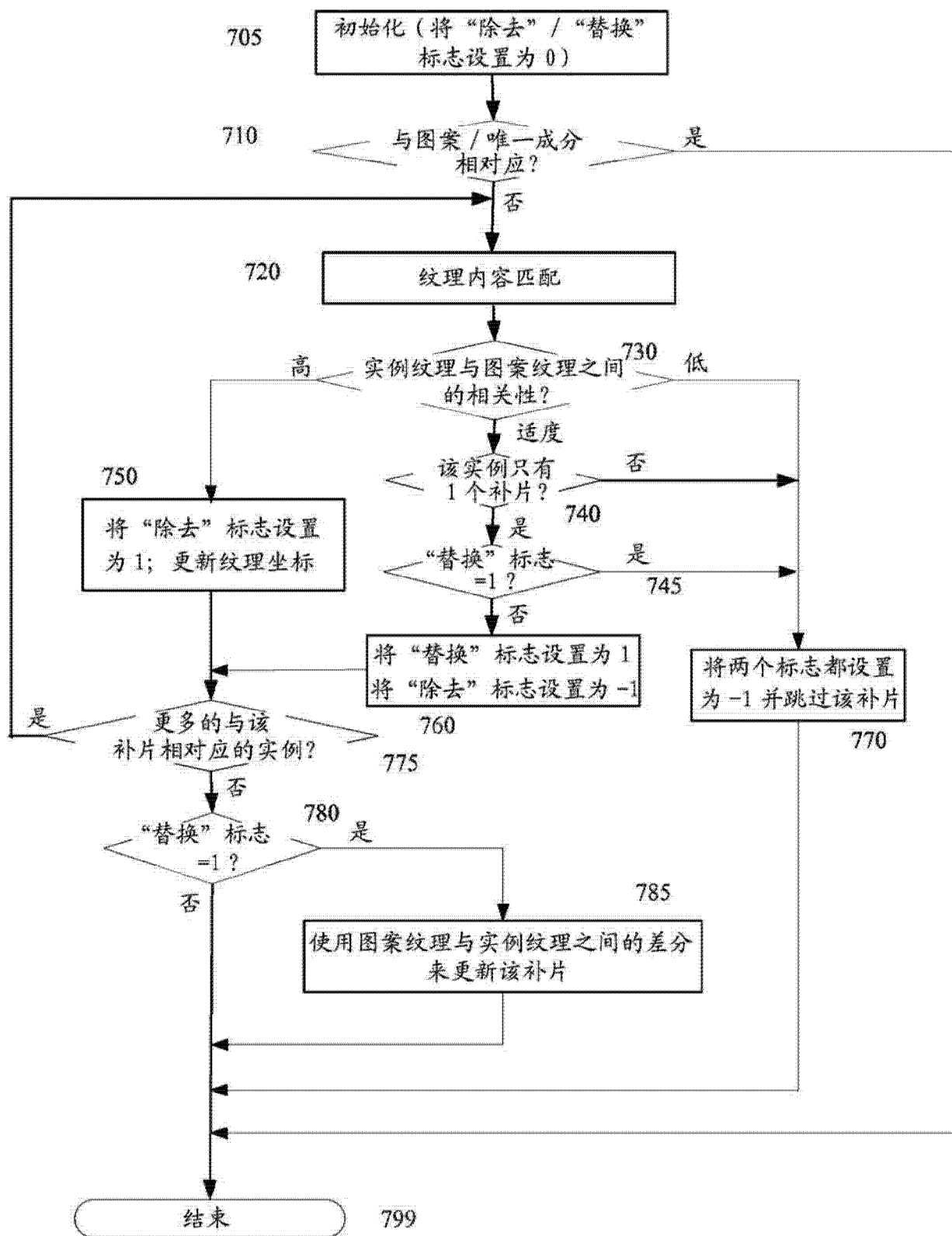


图 7

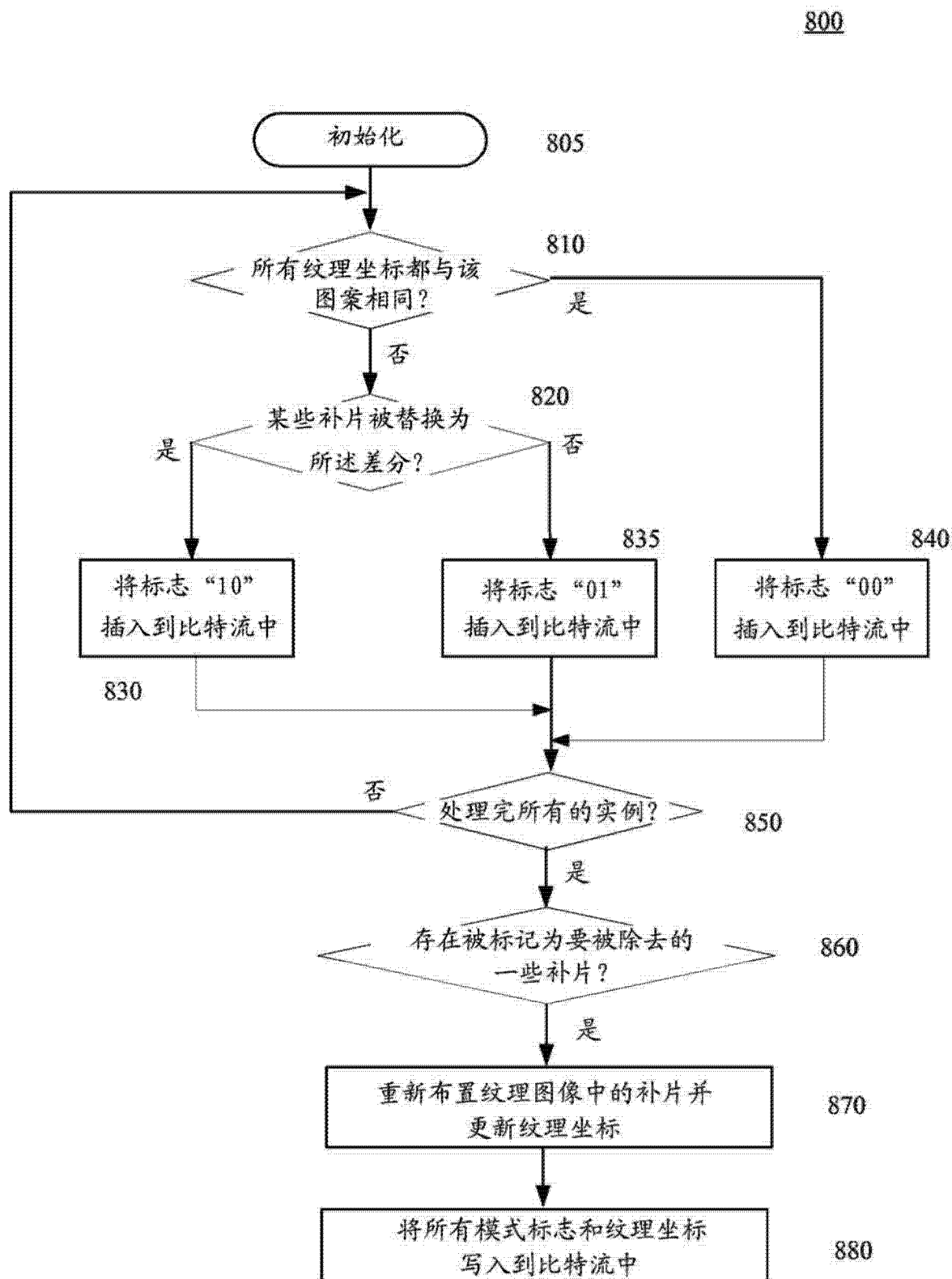


图 8

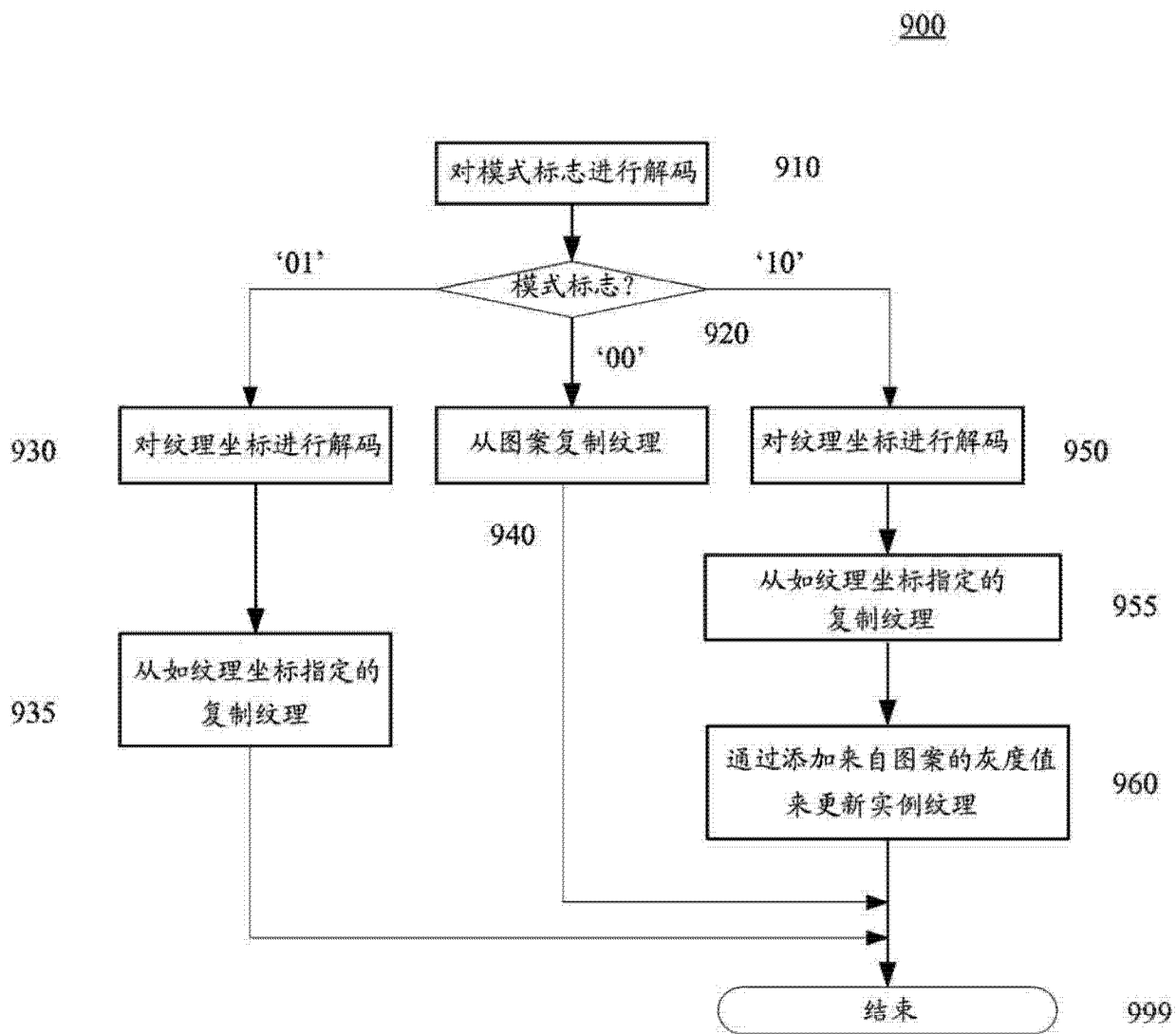


图 9

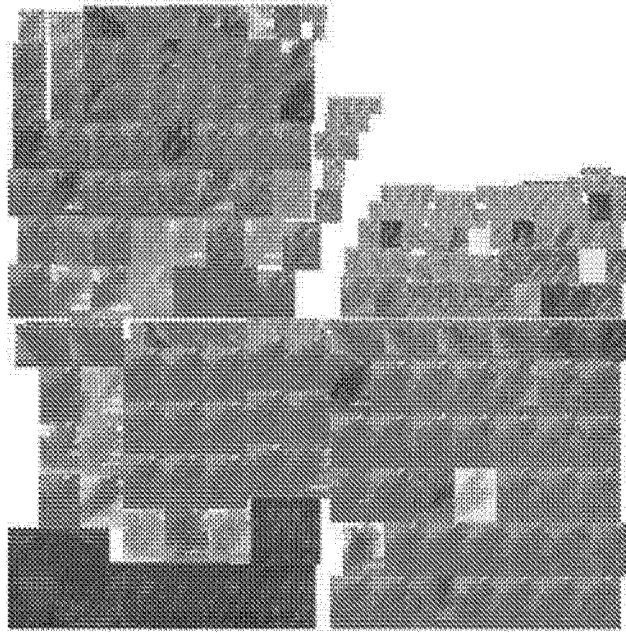


图 10A

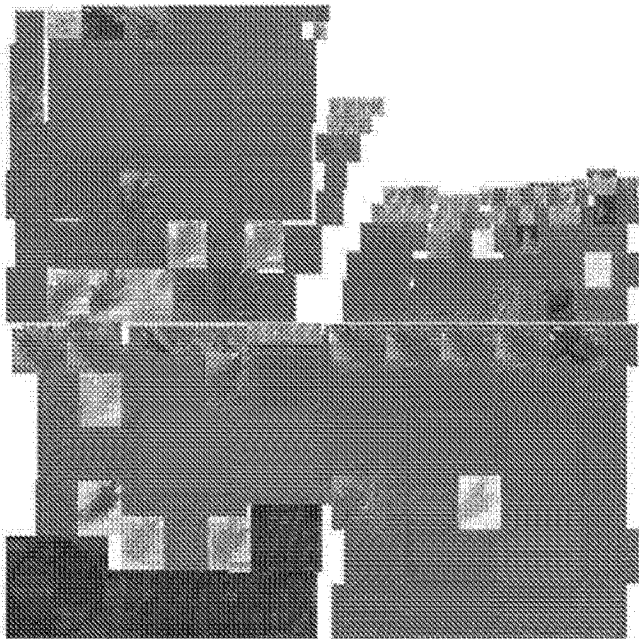


图 10B

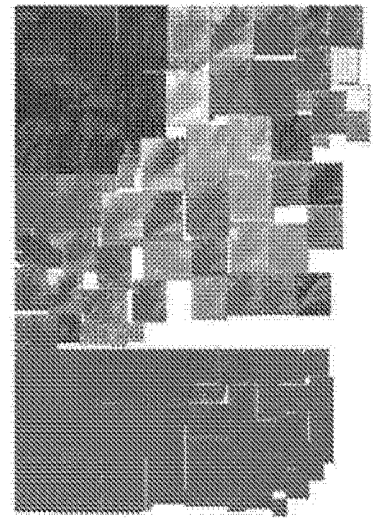


图 10C

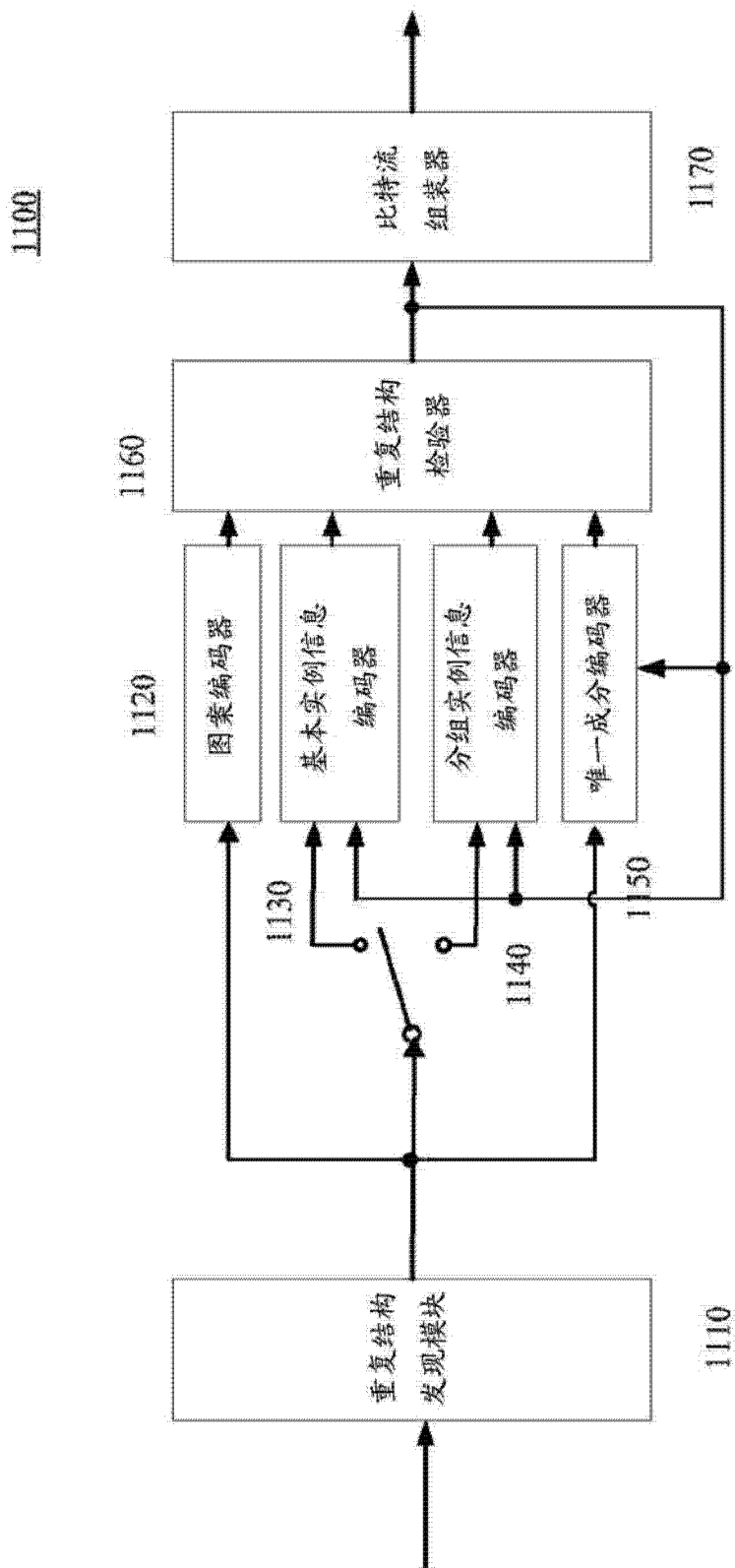


图 11

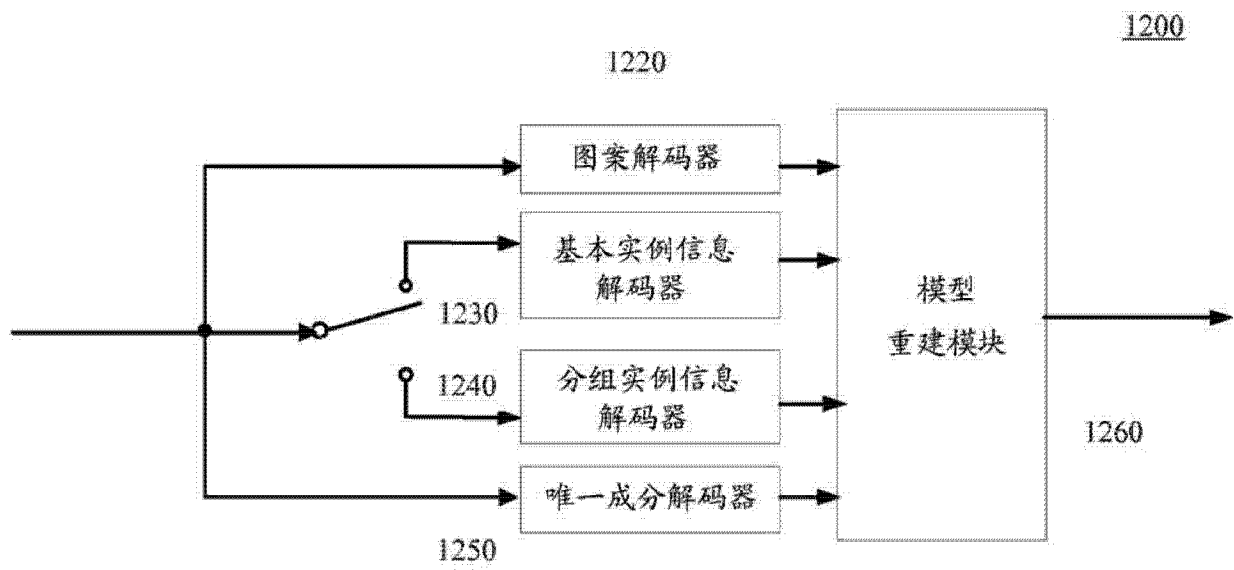


图 12

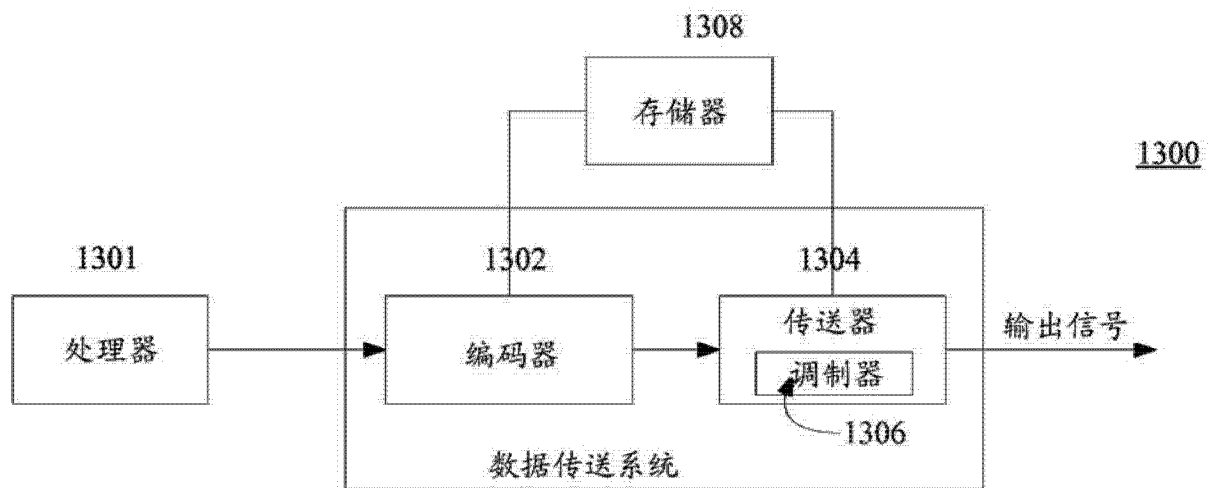


图 13

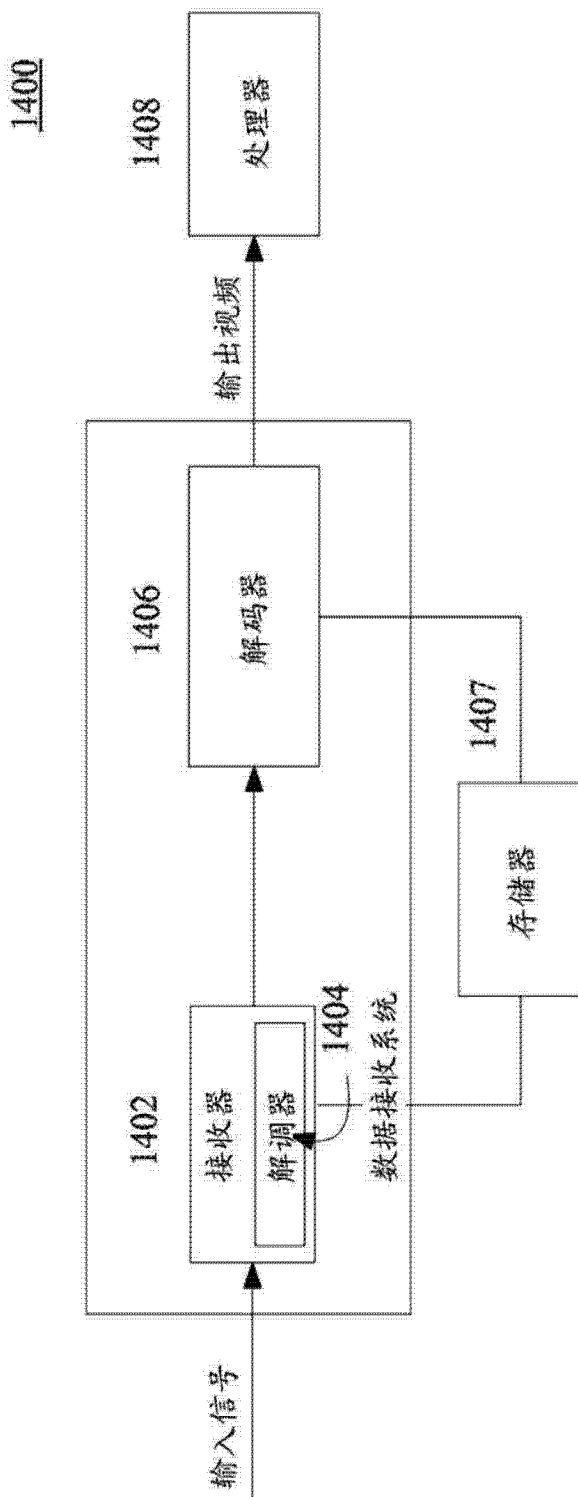


图 14