



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110024383 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 08

(21) 申请号 201780072321.4

(22) 申请日 2017.07.14

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110024383 A

(43) 申请公布日 2019.07.16

(30) 优先权数据
16190473.5 2016.09.23 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.05.22

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/067877 2017.07.14

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/054570 EN 2018.03.29

(73) 专利权人 弗劳恩霍夫应用研究促进协会
地址 德国慕尼黑

(72) 发明人 约阿希姆·凯纳特
托马斯·里希特 赫伯特·托马
克里斯蒂安·舍尔
曼努埃尔·德弗吕托洛佩斯
西格弗里德·福塞尔
沃尔夫冈·黑普纳
米格尔·安格尔·马丁内斯德尔阿
莫尔
谢尔盖·乌尤林

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

专利代理师 潘剑颖

(51) Int.Cl.
H04N 19/105 (2006.01)
H04N 19/176 (2006.01)
H04N 19/593 (2006.01)
H04N 19/186 (2006.01)
H04N 19/182 (2006.01)
H04N 19/94 (2006.01)

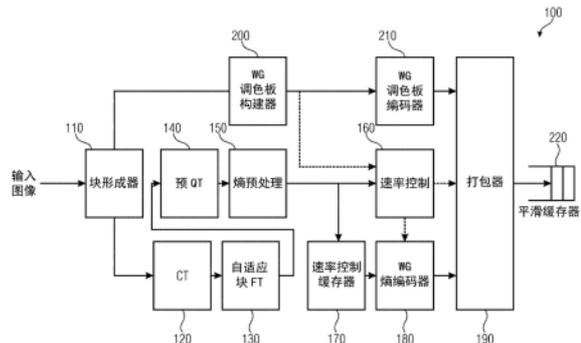
(56) 对比文件
CN 105900432 A, 2016.08.24
GB 201409081 D0, 2014.07.02
KR 20160037111 A, 2016.04.05
WO 2015096647 A1, 2015.07.02
WO 2015196104 A1, 2015.12.23
WO 2015091879 A2, 2015.06.25
GB 2528431 A, 2016.01.27
CN 104023235 A, 2014.09.03
US 2004258299 A1, 2004.12.23
WO 2016049843 A1, 2016.04.07
Ma Zhan 等. Advanced Screen Content
Coding Using Color Table and Index Map.
《IEEE Transactions on Image Processing》
.2014, 第23卷(第10期),

审查员 曹珊珊

权利要求书5页 说明书10页 附图4页

(54) 发明名称
图像压缩技术

(57) 摘要
本文提出了如何针对低复杂度图像和视频
编码有效地创建合适的调色板的构思。调色板编
码与变换编码的组合是可行的。



CN 110024383 B

1. 一种编码器(10),被配置为通过调色板编码对像素阵列进行编码,所述编码器被配置为:

沿扫描顺序(18)遍历所述像素阵列的预定区域的像素,其中

如果当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的一系列调色板颜色值(22)中的任何一个都不满足预定相似性标准,则

通过将所述当前遍历的像素的颜色值附加到所述一系列调色板颜色值(22)的与所述调色板(20)的最低排序相对应的末尾来更新所述调色板(20),以及

如果所述当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的一系列调色板颜色值(22)中的至少一个满足所述预定相似性标准,则

将所述调色板(20)中当前包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的所述至少一个中具有最高排序的调色板颜色值的排序增加1以呈现增加排序,而先前位于所述增加排序处的所述调色板颜色值变成所述增加排序减去1处的调色板颜色值;以及

将如下信息编码到数据流中:

所述调色板(20)的调色板信息;

将每个像素与所述调色板(20)的相应调色板颜色值相关联的信息,

其中,所述编码器被配置为通过第二次遍历所述像素阵列的预定区域的像素来对将每个像素与所述调色板(20)的相应调色板颜色值相关联的信息进行编码,其中

使用在沿所述扫描顺序(18)遍历所述预定区域的像素之后显现的所述调色板(20),

将每个像素与所述调色板(20)中包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的对应一个相关联,

其中,所述编码器被配置为在第二次遍历所述像素阵列的预定区域的像素时,

使用不同于所述扫描顺序(18)的另一扫描顺序。

2. 根据权利要求1所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为使得:

如果所述当前遍历的像素的颜色值与预定调色板颜色之间的差值满足预定阈值,则所述当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的预定调色板颜色值满足所述预定相似性标准,其中所述阈值取决于所述预定调色板颜色值在所述一系列调色板颜色值(22)内的排序。

3. 根据权利要求2所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为使得所述阈值取决于所述预定调色板颜色值在所述一系列调色板颜色值(22)内的排序,以使所述预定调色板颜色值的排序越高,所述阈值越低。

4. 根据权利要求1所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为使用度量来测量所述当前遍历的像素的颜色值与预定调色板颜色之间的差值,其中所述度量是所述当前遍历的像素的颜色值的颜色分量与所述预定调色板颜色的颜色分量的绝对差值的加权和,并且线性取决于所述绝对差值中的每一个。

5. 根据权利要求1所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为:如果与所述当前遍历的像素相关联的调色板颜色值在所述调色板(20)内的所有调色板颜色值(22)中具有最高排序,则禁止将具有最高排序的所述调色板颜色值的排序增加1。

6. 根据权利要求1所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为在第二次遍历所述像素阵列的预定区域的像素时,

针对每个像素将索引编码到所述数据流中,其中所述索引指向所述调色板(20)中的所述一系列调色板颜色值(22)中的对应一个。

7.根据权利要求1所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为在第二次遍历所述像素阵列的预定区域的像素时,

将每个像素与所述调色板(20)中包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的与相应像素的颜色值距离最小的调色板颜色值相关联。

8.根据权利要求1所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为在第二次遍历所述像素阵列的预定区域的像素时,

将每个像素与所述调色板(20)中包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的与相应像素的颜色值的距离满足阈值的调色板颜色值中具有最高排序的调色板颜色值相关联,其中所述阈值对于所述调色板(20)中的所有调色板颜色值(22)都是相等的。

9.根据权利要求1所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为使得所述另一扫描顺序是光栅扫描顺序。

10.一种用于通过调色板编码对像素阵列进行编码的编码方法,包括:

沿扫描顺序(18)遍历所述像素阵列的预定区域的像素,其中

如果当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的一系列调色板颜色值(22)中的任何一个都不满足预定相似性标准,则

通过将所述当前遍历的像素的颜色值附加到所述一系列调色板颜色值(22)的与所述调色板(20)的最低排序相对应的末尾来更新所述调色板(20),以及

如果所述当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的一系列调色板颜色值(22)中的至少一个满足所述预定相似性标准,则

将所述调色板(20)中当前包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的所述至少一个中的具有最高排序的调色板颜色值的排序增加1以呈现增加排序,而先前位于所述增加排序处的所述调色板颜色值变成所述增加排序减去1处的调色板颜色值;以及

将如下信息编码到数据流中:

所述调色板(20)的调色板信息;

将每个像素与所述调色板(20)的相应调色板颜色值相关联的信息,

其中,所述方法包括:通过第二次遍历所述像素阵列的预定区域的像素来对将每个像素与所述调色板(20)的相应调色板颜色值相关联的信息进行编码,其中

使用在沿所述扫描顺序(18)遍历所述预定区域的像素之后显现的所述调色板(20),

将每个像素与所述调色板(20)中包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的对应一个相关联,

其中,在第二次遍历所述像素阵列的预定区域的像素时,

使用不同于所述扫描顺序(18)的另一扫描顺序,并且

将每个像素与所述调色板(20)中包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的与相应像素的颜色值的距离满足阈值的调色板颜色值中具有最高排序的调色板颜色值相关联,其中所述阈值对于所述调色板(20)中的所有调色板颜色值(22)都是相等的。

11.一种编码器(10),被配置为通过调色板编码对像素阵列进行编码,所述编码器被配置为:

沿扫描顺序(18)遍历所述像素阵列的预定区域的像素,其中

如果所述当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的一系列调色板颜色值(22)中的任何一个都不满足预定相似性标准,

则通过将所述当前遍历的像素的颜色值附加到所述一系列调色板颜色值(22)的与所述调色板(20)的最低排序相对应的末尾来更新所述调色板(20),以及

如果所述当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的一系列调色板颜色值(22)中的至少一个满足预定相似性标准,

则根据所述当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的哪一个满足预定相似性标准,对所述调色板(20)中当前包含的所述调色板颜色值(22)之间的排序顺序执行调整;

将如下信息编码到数据流中:

所述调色板(20)的调色板信息;

将每个像素与所述调色板(20)的相应调色板颜色值相关联的信息,

其中,所述编码器被配置为使得:

如果所述当前遍历的像素的颜色值与预定调色板颜色之间的差值满足预定阈值,则所述当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的预定调色板颜色值满足所述预定相似性标准,其中所述阈值取决于所述预定调色板颜色值在所述一系列调色板颜色值(22)内的排序。

12. 根据权利要求11所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为:

如果当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的一系列调色板颜色值(22)中的至少一个满足所述预定相似性标准,则

将所述当前遍历的像素与所述调色板(20)中当前包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的所述至少一个中具有最高排序的调色板颜色值相关联。

13. 根据权利要求11所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为使得所述阈值取决于所述预定调色板颜色值在所述一系列调色板颜色值(22)内的排序,以使所述预定调色板颜色值的排序越高,所述阈值越低。

14. 根据权利要求11所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为使用度量来测量所述当前遍历的像素的颜色值与预定调色板颜色之间的差值,其中所述度量是所述当前遍历的像素的颜色值的颜色分量与所述预定调色板颜色的颜色分量的绝对差值的加权和,并且线性取决于所述绝对差值中的每一个。

15. 根据权利要求11所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为在对所述调色板(20)中当前包含的调色板颜色值(22)之间的排序顺序执行调整时,将所述调色板(20)中当前包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的所述至少一个中具有最高排序的调色板颜色值的排序增加1。

16. 根据权利要求15所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为:如果与所述当前遍历的像素相关联的调色板颜色值在所述调色板(20)内的所有调色板颜色值(22)中具有最高排序,则禁止将具有最高排序的调色板颜色值的排序增加1。

17. 根据权利要求11所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为:通过第二次遍历所述像素阵列的预定区域的像素来对将每个像素与所述调色板(20)的相应调色板颜色值

相关联的信息进行编码,其中

使用在沿所述扫描顺序(18)遍历所述预定区域的像素之后显现的所述调色板(20),
将每个像素与所述调色板(20)中包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的对应一个
相关联。

18.根据权利要求17所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为在第二次遍历所述
像素阵列的预定区域的像素时,

针对每个像素将索引编码到所述数据流中,其中所述索引指向所述调色板(20)中的所
述一系列调色板颜色值(22)中的对应一个。

19.根据权利要求17所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为在第二次遍历所述
像素阵列的预定区域的像素时,

将每个像素与所述调色板(20)中包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的与相应像
素的颜色值距离最小的调色板颜色值相关联。

20.根据权利要求17所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为在第二次遍历所述
像素阵列的预定区域的像素时,

将每个像素与所述调色板(20)中包含的所述一系列调色板颜色值(22)中的与相应像
素的颜色值的距离满足阈值的调色板颜色值中具有最高排序的调色板颜色值相关联,其中
所述阈值对于所述调色板(20)中的所有调色板颜色值(22)都是相等的。

21.根据权利要求17所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为在第二次遍历所述
像素阵列的预定区域的像素时,

使用不同于所述扫描顺序(18)的另一扫描顺序。

22.根据权利要求21所述的编码器(10),其中,所述编码器被配置为使得所述另一扫描
顺序是光栅扫描顺序。

23.一种用于通过调色板编码对像素阵列进行编码的编码方法,包括:

沿扫描顺序(18)遍历所述像素阵列的预定区域的像素,其中

如果当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的一系列调色板颜色值
(22)中的任何一个都不满足预定相似性标准,则

通过将所述当前遍历的像素的颜色值附加到所述一系列调色板颜色值(22)的与所述
调色板(20)的最低排序相对应的末尾来更新所述调色板(20),以及

如果所述当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的一系列调色板颜
色值(22)中的至少一个满足预定相似性标准,则

根据所述当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的所述一系列调色
板颜色值(22)中的哪一个满足预定相似性标准,对所述调色板(20)中当前包含的所述调色
板颜色值(22)之间的排序顺序执行调整;

将如下信息编码到数据流中:

所述调色板(20)的调色板信息;

将每个像素与所述调色板(20)的相应调色板颜色值相关联的信息,

其中,如果所述当前遍历的像素的颜色值与预定调色板颜色之间的差值满足预定阈
值,则所述当前遍历的像素的颜色值与所述调色板(20)中当前包含的所述一系列调色板
颜色值(22)中的预定调色板颜色值满足所述预定相似性标准,其中,所述阈值取决于所述预

定调色板颜色值在所述一系列调色板颜色值(22)内的排序。

24.一种计算机可读介质,包括计算机可读指令,所述计算机可读指令在被执行时使计算机执行根据权利要求10、23中任一项所述的方法的步骤。

图像压缩技术

技术领域

[0001] 本申请涉及图像压缩的领域,更具体地,涉及具有低复杂度的压缩技术。

背景技术

[0002] 在过去几年中,由于原始图像的大小趋向于持续地增加,因此有必要提供更有效的数据压缩技术以便允许对这些图像进行存储和传输。例如,现在在移动设备上下载和查看图像是司空见惯的,其中在移动设备中,数据压缩与节省带宽和本地存储相关。

[0003] 图像的压缩在本领域中是已知的,其中压缩可以是有损的,例如在JPEG图像的情况下,或者可以是无损的,例如对于GIF图片。图像或视频序列的压缩通常包括频率变换,然后是量化和编码。

[0004] 图像或视频序列的压缩通常包括频率变换,然后是量化和熵编码。然而,对于某些图像内容,特别是对于屏幕内容,变换编码不能良好地执行。这样的内容通常仅以很少的不同颜色和不同着色区域之间的尖锐边缘为特征,例如,白色背景上的黑色文本。可以使用称为调色板的不同颜色的列表以及针对每个像素对该调色板的索引来有效地压缩这样的内容。

[0005] 调色板编码是用于图像编码的公知技术。早期使用的调色板是索引图像格式,如图形交换格式,更被熟知为GIF格式。GIF格式将一个调色板用于具有高达256种不同颜色的整个图像。可以使用游程编码来压缩调色板索引。

[0006] HEVC标准(也称为H.265)引入具有屏幕编码扩展的调色板模式。在HEVC调色板模式中,针对每个编码单元CU来发送调色板。可以从相邻CU来预测用于CU的调色板条目。对调色板索引进行游程编码,并且多种扫描样式是可能的。转义编码可以用于对未被调色板条目很好地表示的单个像素进行编码。最后,使用上下文自适应二进制算术编码CABAC对所有语法元素进行熵编码。

[0007] 然而,已知技术是复杂的,并且具有某些存储器和CPU要求,这些要求使得难以针对移动设备来实现这些已知技术,其中这些移动设备在大多数情况下例如关于电池或CPU电源具有有限的资源。

发明内容

[0008] 因此,本发明的目的是提供一种用于图像编码的技术,其中该技术具有提高效率,同时具有低复杂度。

[0009] 该目的是通过独立权利要求的主题来解决的。

[0010] 如何为低复杂度图像和视频编码有效地创建合适的调色板是本申请的基本方面。调色板编码与变换编码的组合是可行的。

[0011] 根据本申请的实施例,提供了一种用于通过调色板编码对像素阵列进行编码的编码器,其中所述编码器遍历像素阵列的预定区域的像素。如果像素的颜色值与调色板中已经存在的颜色值不够相似,则将该颜色值附加到调色板的与最低排序相对应的末尾,当像

素的色值足够相似时,将该调色板色值的排序增加1。然后,将调色板信息和将每个像素与调色板的色值相关联的信息编码到数据流中。

[0012] 根据本申请的另一实施例,提供了一种用于通过调色板编码对像素阵列进行编码的编码器,其中所述编码器遍历像素阵列的预定区域的像素。如果当前像素的色值与调色板中已经存在的色值不够相似,则将该色值附加到调色板的与最低排序相对应的末尾,当当前像素的色值足够相似时,根据当前像素的色值与调色板中存在的色值中的哪一个相似来对调色板色值的排序顺序进行调整。相似性标准取决于调色板内的色值的排序。然后,将调色板信息和将每个像素与调色板的色值相关联的信息编码到数据流中。

[0013] 根据本申请的另一实施例,提供了一种用于通过调色板编码对像素阵列进行编码的编码器,其中所述编码器遍历像素阵列的预定区域的像素。如果当前像素的色值与调色板中已经存在的色值不够相似,则将该色值附加到调色板的与最低排序相对应的末尾。在遍历像素的同时调整排序顺序;附加地或备选地,调色板中的色值的数量是有限的。然后,将调色板信息和将每个像素与调色板的色值相关联的信息编码到数据流中。

[0014] 根据本申请的又一实施例,提供了一种用于通过调色板编码对像素阵列进行编码的编码器,其中所述编码器根据扫描顺序来遍历像素阵列的预定区域的像素。如果当前像素的色值与调色板中已经存在的色值不够相似,则将该色值附加到调色板的与最低排序相对应的末尾。然后,将按扫描顺序获得的调色板信息编码到数据流中。根据不同的扫描顺序再次遍历像素阵列的预定区域的像素,在遍历期间,将每个像素与调色板的对应色值相关联,并且将使每个像素与调色板的对应色值相关联的信息编码到数据流中。

[0015] 在从属权利要求中限定了优选实施例。

附图说明

[0016] 图1示出了根据本发明的实施例的编码器的框图;

[0017] 图2示出了根据本发明的实施例的图像细分的几何模型;

[0018] 图3示出了根据本发明的实施例的可能的扫描样式;

[0019] 图4示出了根据本发明的实施例的编码器的操作模式;

[0020] 图5示出了根据本发明的实施例的预定颜色空间的示例;以及

[0021] 图6示出了根据本发明的实施例的排序顺序的调整。

具体实施方式

[0022] 低复杂度图像视频编码是在限制计算工作量的同时实现良好压缩效率的挑战。通常,目标压缩比的范围为1:2至1:6。低复杂度图像视频编码的关键要求是例如FPGA、SW和GPU上的简单地实现以及高吞吐容量。

[0023] 图像数据的压缩可以是有损的或无损的。在无损数据压缩(也称为“字节打包”)的情况下,执行压缩使得在对压缩后的数据进行解压缩时获得输入数据的精确副本。该特性是有利的,特别是在对计算机程序或需要精确复制原始数据的数据库进行压缩时。在许多情况下具有比无损压缩更好的压缩比的有损压缩的缺点是,在解压缩时不能精确地获得原始信息,换句话说,在这种类型的压缩期间存在信息丢失。

[0024] 图1示出了根据本发明的示例性实施例的编码器100的框图,该编码器使用调色板模式结合基于变换的块编码器。

[0025] 编码器100包括块形成器模块110,其中块形成器模块110将输入图像划分成变换块以供进一步处理。这些块被输出给颜色变换CT模块120和工作组WG调色板构建器模块200。

[0026] 颜色变换CT模块120可以根据颜色方案来对输入图像块的像素的颜色值进行变换。在实施例中,CT模块120可以在例如RGB与YCC之间形成颜色空间变换,反之亦然。CT模块120将变换后的图像块输出给自适应块频率变换FT模块130。

[0027] 自适应块FT模块130可以将颜色变换后的图像块变换到频域,从而促进压缩,并且例如以变换系数块的形式将变换后的图像块输出给预量化变换(预QT)模块140。

[0028] 预QT模块140对颜色的值和频率变换后的图像块(即变换系数)进行量化。将结果输出给熵预处理模块150。

[0029] 熵预处理模块150可以将从预QT模块140接收的数据转换成符号,其中所述符号可以促进工作组熵编码器180对信息的处理。预处理包括例如二进制化以便将入站语法元素(例如,包括变换系数)以及可选地将描述预量化的量化参数映射到二进制符号上,以便适合于例如在例如熵编码器180中使用的二进制算术编码。输出(即,熵编码后的比特流)被发送给速率控制模块160,并且还在速率控制缓存器模块170中被缓存。

[0030] 速率控制模块160可以通过将控制信号发送给打包器模块190并且还发送给工作组熵编码器模块180来控制速率。

[0031] 工作组熵编码器模块180从速率控制缓存器模块170接收其输入,并对接收到的数据执行熵编码,例如算术编码。将熵编码后的数据输出给打包器模块190。

[0032] 打包器模块190从将在下面进一步描述的工作组调色板编码器210接收另外的输入。

[0033] 以上描述并由颜色变换CT模块120、自适应块频率变换FT模块130、预量化变换(预QT)模块140、熵预处理模块150、速率控制缓存器模块170以及工作组熵编码器模块180执行的编码技术被称为“变换模式”编码,其与下面描述的“调色板模式”编码相对。换句话说,块形成器110使要编码的图像的块经历两种类型的编码模式,最后根据诸如速率/失真标准之类的一些标准选择这两种类型的编码模式中的一种,并且在数据流中发信号通知该选择。下文阐述了进一步的细节。以下段落集中于另一编码模式。稍后描述了实施例,基于该实施例将清楚的是,根据备选实施例,后一种编码模式可以是唯一的编码模式,或者是与除上述编码模式之外的不同编码模式一起提供作为变换模式的编码模式。

[0034] 如上所述,由块成形器模块110形成的变换块也由工作组WG调色板构建器模块200接收。WG调色板构建器模块200可以根据本发明的实施例创建调色板。下面进一步详细描述调色板的生成。WG调色板构建器模块200将创建的调色板以及接收到的变换块输出给工作组调色板编码器模块210。WG调色板编码器模块210使用由WG调色板构建器模块200创建的调色板以像素方式对图像的变换块进行编码,并将结果与关于所使用的调色板的信息一起输出给打包器模块190。

[0035] 最后,打包器模块190可以对从WG熵编码器模块180或WG调色板编码器模块210接收到的输入进行打包,并将其输出给平滑缓存器模块220。平滑缓存器模块220可以缓存所

接收的压缩后的变换块,并且可以以恒定数据速率连续地输出这些压缩后的变换块,从而使输出比特流平滑。

[0036] 即使编码器已经被描述为包括诸如颜色变换(CT)模块120、自适应块频率变换(FT)模块130、预量化变换(预QT)模块140和熵预处理模块150之类的组成模块,然而图像压缩领域的技术人员应清楚的是,这些模块中的一些或全部是可选的,并且可以在没有这些模块或这些模块的子集的情况下执行本发明的实施例。

[0037] 图2示出了根据实施例如何将图像细分成工作组并且然后如何将工作组细分成变换块的构思图。图像200可以被细分成水平“条带”,在该示例中,每个条带在垂直维度上包括四个像素。每个条带可以被细分成工作组210,其中在该示例中,每个工作组在水平方向上包括16个像素并且在垂直方向上包括4个像素。每个工作组进一步被细分成变换块220,在这种情况下,变换块220包括 4×4 个像素。这样的变换块可以是像素阵列的预定区域,其中该像素阵列是要编码的图像表示。

[0038] 尽管在该示例中块具有 4×4 个像素的大小,但是在其他实施例中,块大小可以是 8×8 、 8×4 或 8×2 。尽管示出了工作组包括四个块,但是八个或十六个块形成一个工作组也是可能的。在甚至更一般的情况下,不需要将块大小或工作组大小限制为2的幂,即,块大小可以是 $m \times n$ 个像素,并且工作组可以包括 k 个块,其中 k 、 n 和 m 是任意自然数。

[0039] 根据实施例,按照工作组来选择编码模式,即调色板模式或变换编码模式,也就是说,以调色板模式或变换编码模式来对整个工作组进行编码。

[0040] 以下面详细描述的两个步骤来执行调色板模式编码。首先,基于工作组中的像素的颜色来生成调色板。在第二步中,如果选择了调色板模式,则确定用于工作组中的每个像素的调色板索引,并将调色板条目和索引写入字节流中。

[0041] 调色板生成

[0042] 当接收到工作组的变换块时,调色板生成过程以空调色板开始。然后将工作组中的第一个像素的颜色添加作为第一个调色板条目。然后将工作组的所有像素的颜色值与已存在的调色板条目进行比较,按照从第一个调色板条目到最后一个调色板条目的顺序执行该比较。如果像素的颜色值与调色板中的颜色值的差值小于阈值,则认为该像素的颜色值已经存在于调色板中,并且针对该像素停止与调色板条目的比较。如果匹配的调色板条目不是第一个调色板条目,则将该调色板条目向调色板的前面移动一个位置。如果调色板中不存在像素的颜色值,则只要不超过最大调色板大小,就将该颜色值附加到调色板。

[0043] 用于像素的颜色值与调色板中的颜色值之间的差值的度量被计算为颜色分量的绝对差值的加权和。通常,绿色分量的被最大地加权,而红色分量和蓝色分量被较小地加权。

[0044] 用于确定调色板中是否已存在颜色值的阈值可以不是固定的,而是可以取决于调色板中的位置。在实施例中,在列表的前面阈值较小,而在列表的末尾阈值较大。该自适应阈值结合在像素的颜色值与调色板条目匹配的情况下将该调色板条目向调色板的前面移动的过程具有如下效果:与不那么频繁地出现的颜色值相比,用更高的精度来表示在工作组中频繁出现的像素颜色值。这可以针对少量的条目和低失真两者来优化调色板。

[0045] 最后两段可以通过以下公式来实现:

[0046] $4 \cdot d_r + 5 \cdot d_g + 3 \cdot d_b \leq (i+1) \ll 2$

[0047] 其中 d_r 、 d_g 和 d_b 是像素的颜色值和调色板条目的红色分量、绿色分量和蓝色分量的绝对差值, i 是调色板中的调色板条目的索引,其中 $i=0$ 是最前面的调色板条目。如前所述,绿色分量被最大地加权,而红色和蓝色被较小地加权,并且将清楚的是,各个加权因子仅仅是示例。

[0048] 以下方面为颜色条目提供了分级构思:每当颜色出现时,将已经存在于调色板中的颜色的颜色条目沿朝向调色板的前面的方向移动例如一个位置,并且当颜色第一次出现时将这些颜色附加到调色板的末端。该分级表示某种颜色出现的频率。一个优点是,每当从调色板的起始处开始对调色板进行扫描时,该扫描将首先遇到被更频繁地发现的色值,并且预期新像素的颜色是前几个条目之一的可能性更大,并且扫描可以较早地停止,从而节省时间。在实施例中,为了优化吞吐量,可以并行执行与所有调色板条目的比较;这可以通过硬件或软件实施方式来完成。

[0049] 由于相邻像素很可能具有相似的颜色值,因此有益的是,不以光栅扫描顺序来执行调色板生成,而是以另一扫描样式来执行调色板生成,以在调色板生成过程中较早地用不同的颜色值来填充调色板。图3示出了合适的扫描样式。

[0050] 图3给出了用于调色板生成的两种可能的扫描样式的示例。两种扫描样式非常相似;这两种示例之间的区别在于对第14个扫描位置和第15个扫描位置进行了位置互换。以如下顺序来执行扫描:从位置0处的像素开始,然后是位置1处的像素、位置2处的像素,以此类推,以位置15结束。这两种扫描样式仅是示例,并且将清楚的是,可以应用任何可能的扫描顺序,一些顺序比其他顺序更有利。

[0051] 模式判定

[0052] 如前所述,编码器可以判定将哪种编码模式,即调色板模式还是变换编码模式,应用于当前处理的工作组。编码模式取决于以下条件:

[0053] 1、调色板具有预定义的最大尺寸,例如最多16个条目。如果在调色板生成期间分配了超过该最大数量的调色板条目,则调色板生成被中止,并且用于该工作组的调色板模式被禁用,即,以变换模式来对该工作组进行编码。

[0054] 2、如果调色板模式所需的比特数量小于变换模式所需的比特数量,则以调色板模式对工作组进行编码。注意,该判定取决于用于变换编码的所选速率控制参数。

[0055] 3、如果调色板模式的编码误差(失真)非常低,并且调色板模式所需的比特数量小于阈值,则尽管在实际量化时变换模式将消耗更少的比特,但是仍以调色板模式对该工作组进行编码,其中所述阈值取决于在以具有非常低的误差的变换模式对工作组进行编码的情况下所需的比特数量。

[0056] 针对低实现复杂度来优化上述判定标准。如果较高的实现复杂度是可接受的或预期的,则可以采用较复杂的判定标准,例如,全速率失真优化RDO,或者仅基于明显差异的标准JND。

[0057] 调色板模式编码

[0058] 之前已经描述了要使用的调色板的创建以及对将应用哪种编码的判定,下面将讨论编码过程的细节。

[0059] 为了在调色板模式下对工作组的变换块进行编码,采用以下语法元素:

[0060] • 用于在调色板模式与变换模式之间进行选择的标志

[0061] 如果选择调色板模式作为编码模式,则:

[0062] • 调色板条目的数量减去1,因为必须存在至少一个条目

[0063] • 实际的调色板条目,即颜色样本

[0064] • 如果调色板具有多于一个条目,则用于工作组中的所有像素的索引。针对每个索引所需的比特数量取决于调色板条目的数量,例如,对于2个条目,针对每个索引1个比特;对于3个或4个条目,针对每个索引2个比特;对于5到8个条目,针对每个索引3个比特,对于9到16个条目,针对每个索引4个比特...

[0065] • 如果只存在一个调色板条目,则不对索引进行编码,因为工作组中的所有像素都具有相同的颜色值。

[0066] 简单的固定长度编码可以用于调色板索引,因为这产生最低的实现复杂度,尤其是对于硬件实现。如果更高的实现复杂度是可接受的,则可以容易地应用针对调色板索引的可变长度编码,因为调色板生成过程已经根据颜色值的出现频率对调色板条目进行了排序。

[0067] 综上所述,根据本申请的第一方面,通过以下操作使用于通过调色板编码对像素阵列进行编码的像素阵列编码器在较低复杂度实现方面更有效:在遍历像素阵列的预定区域的像素期间填充调色板,将当前遍历的像素与调色板中当前包含的一系列调色板颜色值中的一个或多个中具有最高排序的调色板颜色值相关联,以及将从前与当前遍历的像素相关联的调色板颜色值的排序增加1。通过这种方式,以与非常低的复杂度相对应的方式来对调色板颜色值在其调色板中的排序顺序进行调整,以在“代表性特性”方面(即,在相应的调色板颜色值有效地表示预定区域内的像素的颜色值的能力方面)基本上反映调色板中包含的调色板颜色值的重要性。有效地表示预定区域内的像素的颜色值的能力意味着例如相应的调色板颜色值类似于(即表示)预定区域内的像素的大量颜色值。该数量越高,其有效表示的能力就越高。在遍历预定区域的像素期间,不必监控与调色板内的某一调色板颜色值的关联性的计数。而是,仅通过用紧邻更高排序的调色板颜色值的排序改变与当前遍历的像素相关联的调色板颜色值就足以简单地调整排序顺序。

[0068] 因此,第一方面涉及例如与图4中描绘的编码器410相似的编码器,其中该编码器通过调色板编码对像素阵列412进行编码。编码器410沿扫描顺序418在像素阵列的预定区域416内遍历像素阵列412的像素414,同时在遍历期间,用所遍历的像素的代表性颜色值填充在内部记录的调色板420,调整调色板420中存储的调色板颜色值PCV422之间的排序顺序,并且将区域416内的像素414与调色板420中的调色板颜色值422相关联。

[0069] 图4的编码器遍历预定区域416内的像素414,并且如图5所示,检查当前遍历的像素的颜色值是否与调色板420中当前包含的一系列调色板颜色值422中的任何一个都不满足预定相似性标准,或者当前遍历的像素的颜色值是否与一系列一系列调色板颜色值422中的至少一个满足预定相似性标准。例如,图5示出了预定颜色空间,该颜色空间在这里示性地被三条轴线跨越,该三条轴线例如可以是红色、绿色和蓝色。当前遍历的像素的颜色值由十字524示出。调色板颜色值由点描绘并使用PCV指示。例如,针对某个调色板颜色值,如果当前遍历的像素的颜色值524与相应的调色板颜色值之间的距离526满足(succeed)预定阈值,则满足预定相似性标准,其中如图5所示,该预定阈值可以被认为跨越围绕相应的调色板颜色值的某一区域528。例如,使用上面讨论的不等式的左边部分来测量距离526,

即, $4 \cdot d_r + 5 \cdot d_g + 3 \cdot d_b$ 。相应的权重因子4、5和3仅是示例;明显的是,权重的任何其他选择都是适当的。阈值可以但是根据本申请不一定必须取决于调色板420内的相应的调色板颜色值的排序。具体地,调色板420中当前包含的调色板颜色值422形成沿排序顺序430对调色板颜色值422进行排序的列表或序列。如果某个当前遍历的像素值与调色板20中当前存储的调色板颜色值422中的任何一个都不满足预定相似性标准,则将该当前遍历的像素值附加到调色板颜色值422的列表的末尾,然后因此与调色板420的最低排序相对应。只有在尚未达到调色板420内的调色板颜色值22的最大数量的情况下,才可以有条件地执行附加。

[0070] 如果当前遍历的像素的颜色值524与某一调色板颜色值422满足预定相似性标准,则编码器410将该当前遍历的像素与该调色板颜色值相关联。如果在调色板420中存在与当前遍历的像素的颜色值满足预定相似性标准的更多调色板颜色值,则编码器410将当前遍历的像素与这些调色板颜色值中具有最高排序的颜色值相关联。

[0071] 如图6所示,执行排序顺序630的调整。图6的左侧示出了在遇到区域418内的某个像素414时调色板620的内容。如图所示,调色板620此时包含N个调色板颜色值PCV i ,其中 i 指示排序。在右侧,图6示出了已经确定当前遍历的像素与调色板颜色值PCV $N-2$ 相似的情况。当前遍历的像素的颜色值可能与较低排序2的调色板颜色值622相似,但是编码器410可能甚至没有检查到这种情况。而是,编码器410已经检查到当前遍历的像素的颜色值与较高排序的任何一个调色板颜色值622不相似,即,此处既不与PCV $N-1$ 相似也不与PCV N 相似。结果,编码器410增加调色板颜色值的排序 $N-2$,使得后一个调色板颜色值变成排序 $N-1$ 处的调色板颜色值,而先前位于排序 $N-1$ 处的调色板颜色值现在变成排序 $N-2$ 处的调色板颜色值。索引 i 沿与排序顺序430相反的方向对调色板颜色值编写索引,即,从最高排序的调色板颜色值到最低排序的调色板颜色值,即, $i=0$ 与PCV N 相关联。

[0072] 最后,编码器将在遍历区域416内的像素414结束时显现出来的调色板420的调色板信息以及为区域416内的每个像素414指示关于相应的像素与哪个调色板颜色值相关联的信息编码到数据流440中。在这方面,请注意,在遇到关于图6讨论的像素之前已经与调色板颜色值 $N-1$ 相关联的每个像素保持与该调色板颜色值相关联,即使由于响应于当前遍历的像素而进行的排序顺序的调整改变了该调色板颜色值在调色板620内的排序。

[0073] 根据本申请的第二方面,图4的编码器410不必以关于图6说明的方式来执行排序顺序430的调整。而是,备选地,根据本申请的第二方面的编码器可以例如针对调色板420内的每个调色板颜色值422来对某一像素的颜色值已经与相应的调色板颜色值相关联的次数进行记录,其中调整排序顺序以与相关联的像素的计数相对应:对于某一调色板颜色值,相关联的像素的计数越高,该调色板颜色值在调色板420中的排序就越高。

[0074] 然而,根据本申请的第二方面,编码器410被配置为使得定义相似性标准的上述阈值取决于调色板颜色值422在调色板420内的排序。也就是说,当前遍历的像素的颜色值424与某一调色板颜色值422是否满足相似性标准取决于相应的调色板颜色值在调色板内的排序:阈值越低或越小,相应的颜色值的排序就越高。在上面所示的不等式的右侧给出了示例。这里, i 沿与排序顺序430相反的方向对调色板颜色值编写索引,即,从最高排序的调色板颜色值到最低排序的调色板颜色值,即, $i=0$ 与PCV N 相关联。

[0075] 通过这种方式,第二方面实现了调色板编码的有效方式。只要调色板内的调色板颜色值的数量相对较低,调色板内的代表性调色板颜色值就应该相对紧密地对应于与这些

调色板颜色值相关联的像素的颜色值。然而,一旦调色板颜色值的数量增加,调色板就有可能面临如下危险:遭遇到调色板变满的情况,即,达到调色板颜色值的最大数量,或者在不存在这样的最大数量的情况下最大数量变得不合理地大。因此,通过针对较低排序的调色板颜色值(即,已经被附加但是仅很少与先前像素相关联的调色板颜色值)放宽相似性标准来实现一种“中断”。

[0076] 根据本申请的第三方面,对于编码器410来说可选的是,执行根据图6的排序顺序调整和/或使用刚概述的依赖于排序的相似性标准。然而,根据本申请的第三方面,编码器410使用像素414之间的扫描顺序418,其中根据该扫描顺序对像素进行顺序化,使得按扫描顺序的连续紧邻的像素对中超过四分之一(即25%)的像素对具有彼此相距至少另一像素的范围或封闭区域的像素边界。例如,参见图3中的像素对0和1。它们的像素边界的距离可以由它们的边界之间的最小距离来确定,即,连接像素0的右下角与像素1的左上角的距离。连接这些像素的线穿过其他像素,即像素14和2。与之相反,连续紧邻扫描的像素15和14具有彼此邻接的边界,即位于它们的角落处的边界。然而,总而言之,沿扫描顺序连续紧邻的像素中有超过25%的像素的像素边界没有彼此邻接,即,对0-1、3-4、4-5、6-7、8-9、9-10、12-13。连续紧邻对的总数为15。

[0077] 根据对当前部分中的实施例的上述描述应该清楚的是,编码器410可以或可以不操作于通过另一编码模式(例如变换编码模式)对图像412的其他区域进行编码,其中根据该变换编码模式,将相应区域变换成一个或多个变换块,其中将变换系数编码到数据流440中。这些区域可以包括一个或多个像素块,其中该一个或多个像素块被单独地变换成变换块。

[0078] 针对以上描述应注意以下内容。对实施例的以上描述假设在单个步骤中执行调色板生成和通过将像素与调色板相关联的方式对像素的编码。然而,优选地,该过程被执行两次:在第一遍中,构建调色板。然后,再次扫描或遍历预定区域(例如工作组)中的像素。在第二次扫描中,可以使用不同的光栅扫描顺序,即,除了在第一遍中关于调色板构建使用的扫描顺序以外的扫描顺序。在第一遍中确定的调色板可以在第二遍期间保持固定,其中像素与调色板颜色值相关联。在第二遍中,可以不同地定义阈值,并且每个像素可以与足够相似的调色板颜色值中最高排序的候选者相关联。例如,阈值可以是固定的或独立于相应的调色板颜色值的排序。备选地,将最相似的调色板颜色值与相应像素相关联,而不考虑排序顺序。

[0079] 后一方面表示本申请的第四方面。这里,编码器仅可选地也继承前述三个方面中的任意一个。

[0080] 根据该第四方面,使用两种不同的扫描顺序,即,用于构建调色板的第一扫描顺序和用于将构建的调色板应用于变换块的各个像素的第二扫描顺序。

[0081] 可以根据可以导致更好的调色板的标准来选择第一扫描顺序,即,第一扫描顺序为扫描提供确保连续扫描的像素的平均空间距离尽可能大或者至少高于某一值的序列。如前所述,在调色板构建期间连续扫描的像素的空间距离很大是有利的,因为两个相邻像素可能具有相同或非常相似的颜色,这可能导致“失真的”调色板,即调色板可能过分强调某一颜色。第二扫描顺序可以与第一扫描顺序的不同之处在于不考虑连续扫描的像素的空间距离,但是该扫描顺序在计算上最有效,例如,节省了时间或存储器。这样的扫描顺序可以

是以递增序列(例如,在 4×4 变换块的情况下以序列0、1、2...15)扫描像素的光栅扫描顺序。当从调色板中选择用于某一像素的颜色时,可以选择最接近的颜色值,即具有根据上面进一步定义的公式所计算的最小距离的颜色,但是在像素的颜色到调色板的颜色的距离可能不是纯粹的距离(例如根据上面进一步给出的公式 $4 \cdot d_r + 5 \cdot d_g + 3 \cdot d_b$)的意义上,也可以考虑颜色值的排序,但是可以考虑颜色值的排序并且可以例如将其乘以权重因子并且从所计算的距離中减去,这可能导致偏好高排序的颜色。

[0082] 根据该实施例,第一扫描顺序用于遍历预定区域(例如当前工作组的变换块)的像素。在遍历期间,将当前遍历的像素的颜色与调色板中当前包含的调色板颜色值进行比较,并且如果当前遍历的像素的颜色值与调色板中当前包含的任一调色板颜色值都不满足预定相似性标准(例如,上述距离),则将当前遍历的像素的颜色值附加到一系列调色板颜色值(22),例如,附加到末尾处。将颜色值附加到对应于调色板的最低排序的末尾。在沿第一扫描顺序遍历像素之后,将调色板的调色板信息编码到数据流中。然后,使用与第一扫描顺序不同的第二扫描顺序再次遍历预定区域的像素,从而将每个像素与调色板中包含的一系列调色板颜色值中的对应颜色值相关联,并且将使每个像素与调色板(20)的与相应像素相关联的调色板颜色值相关联的信息编码到数据流中。

[0083] 虽然已经在装置的上下文中描述了一些方面,但是将清楚的是,这些方面还表示对应方法的描述,其中,块或设备对应于方法步骤或方法步骤的特征。类似地,在方法步骤的上下文中描述的方面也表示对相应块或项或者相应装置的特征的描述。可以由(或使用)硬件装置(诸如,微处理器、可编程计算机或电子电路)来执行一些或全部方法步骤。在一些实施例中,可以由这种装置来执行最重要方法步骤中的一个或多个方法步骤。

[0084] 取决于某些实现要求,可以在硬件中或在软件中实现本发明的实施例。可以使用其上存储有电子可读控制信号的数字存储介质(例如,软盘、DVD、蓝光、CD、ROM、PROM、EPROM、EEPROM或闪存)来执行实现,该电子可读控制信号与可编程计算机系统协作(或者能够与之协作)从而执行相应方法。因此,数字存储介质可以是计算机可读的。

[0085] 根据本发明的一些实施例包括具有电子可读控制信号的数据载体,该电子可读控制信号能够与可编程计算机系统协作从而执行本文所述的方法之一。

[0086] 通常,本发明的实施例可以实现为具有程序代码的计算机程序产品,程序代码可操作以在计算机程序产品在计算机上运行时执行方法之一。程序代码可以例如存储在机器可读载体上。

[0087] 其他实施例包括存储在机器可读载体上的计算机程序,该计算机程序用于执行本文所述的方法之一。

[0088] 换言之,本发明方法的实施例因此是具有程序代码的计算机程序,该程序代码用于在计算机程序在计算机上运行时执行本文所述的方法之一。

[0089] 因此,本发明方法的另一实施例是其上记录有计算机程序的数据载体(或者数字存储介质或计算机可读介质),该计算机程序用于执行本文所述的方法之一。数据载体、数字存储介质或记录介质通常是有形的和/或非瞬时性的。

[0090] 因此,本发明方法的另一实施例是表示计算机程序的数据流或信号序列,所述计算机程序用于执行本文所述的方法之一。数据流或信号序列可以例如被配置为经由数据通信连接(例如,经由互联网)传送。

[0091] 另一实施例包括处理装置,例如,计算机或可编程逻辑器件,所述处理装置被配置为或适于执行本文所述的方法之一。

[0092] 另一实施例包括其上安装有计算机程序的计算机,该计算机程序用于执行本文所述的方法之一。

[0093] 根据本发明的另一实施例包括被配置为向接收机(例如,以电子方式或以光学方式)传输计算机程序的装置或系统,该计算机程序用于执行本文所述的方法之一。接收机可以是例如计算机、移动设备、存储设备等。装置或系统可以例如包括用于向接收机传送计算机程序的文件服务器。

[0094] 在一些实施例中,可编程逻辑器件(例如,现场可编程门阵列)可以用于执行本文所述的方法的功能中的一些或全部。在一些实施例中,现场可编程门阵列可以与微处理器协作以执行本文所述的方法之一。通常,方法优选地由任意硬件装置来执行。

[0095] 本文描述的装置可以使用硬件装置、或者使用计算机、或者使用硬件装置和计算机的组合来实现。

[0096] 本文描述的装置或本文描述的装置的任何组件可以至少部分地在硬件和/或软件中实现。

[0097] 本文描述的方法可以使用硬件装置、或者使用计算机、或者使用硬件装置和计算机的组合来执行。

[0098] 本文描述的方法或本文描述的装置的任何组件可以至少部分地由硬件和/或由软件执行。

[0099] 上述实施例对于本发明的原理仅是说明性的。应当理解的是:本文所述的布置和细节的修改和变形对于本领域其他技术人员将是显而易见的。因此,旨在仅由所附专利权利要求的范围来限制而不是由借助对本文实施例的描述和解释所给出的具体细节来限制。

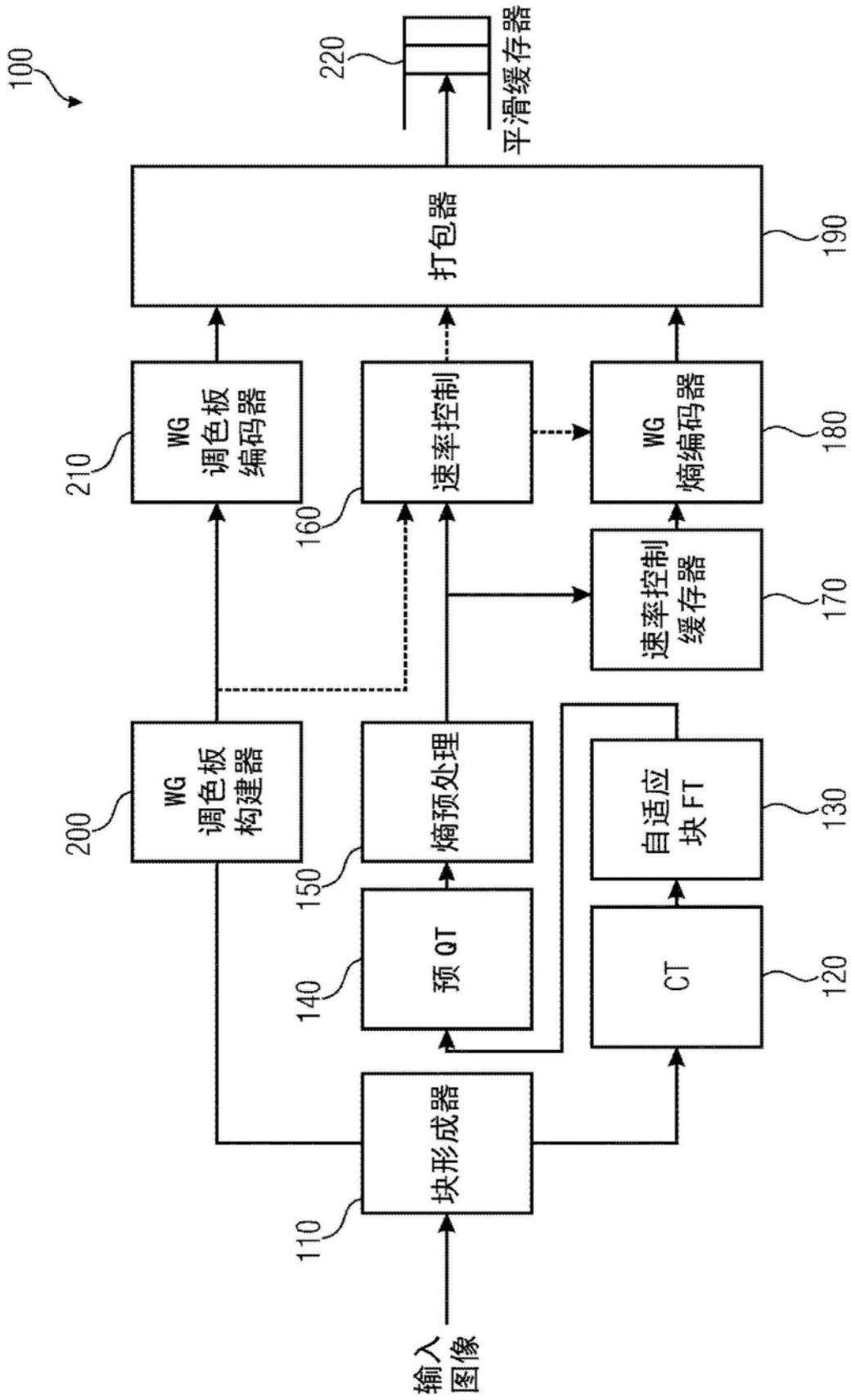


图1

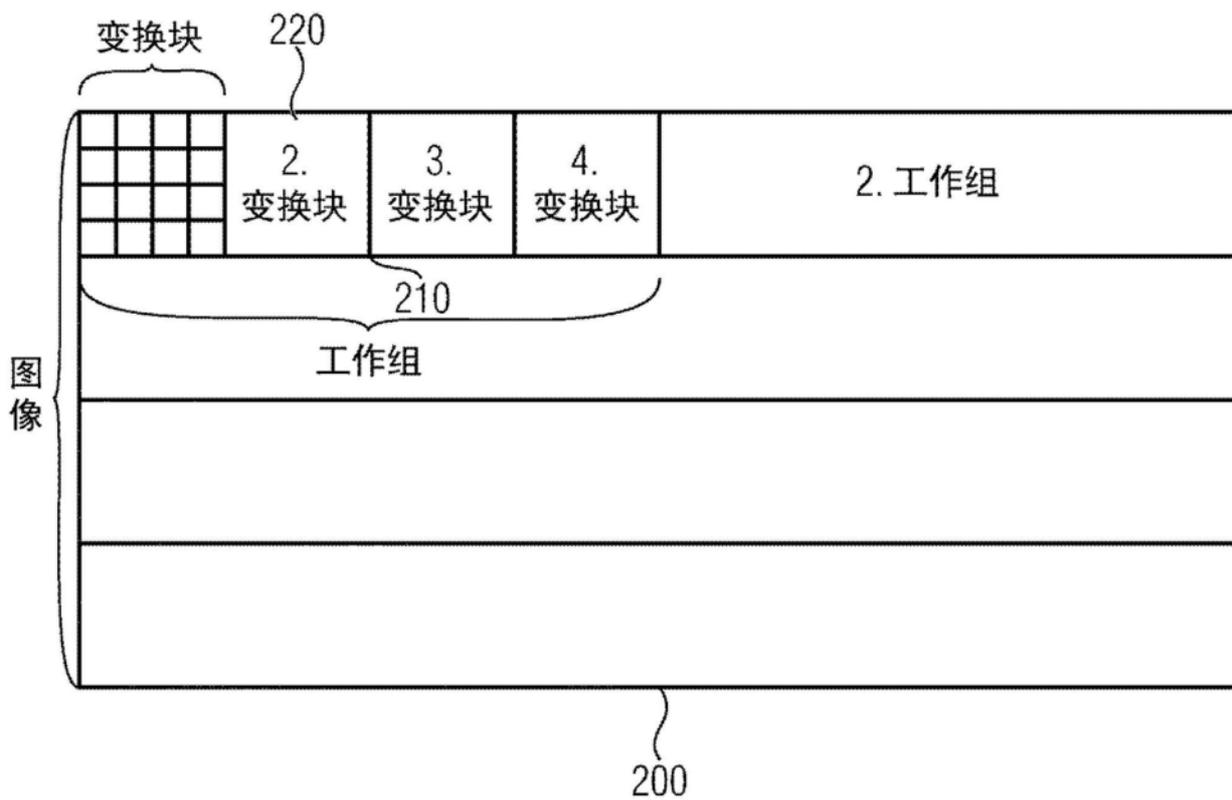


图2

| | | | |
|----|----|----|----|
| 0 | 3 | 6 | 9 |
| 12 | 14 | 2 | 5 |
| 8 | 11 | 15 | 1 |
| 4 | 7 | 10 | 13 |

| | | | |
|----|----|----|----|
| 0 | 3 | 6 | 9 |
| 12 | 15 | 2 | 5 |
| 8 | 11 | 14 | 1 |
| 4 | 7 | 10 | 13 |

图3

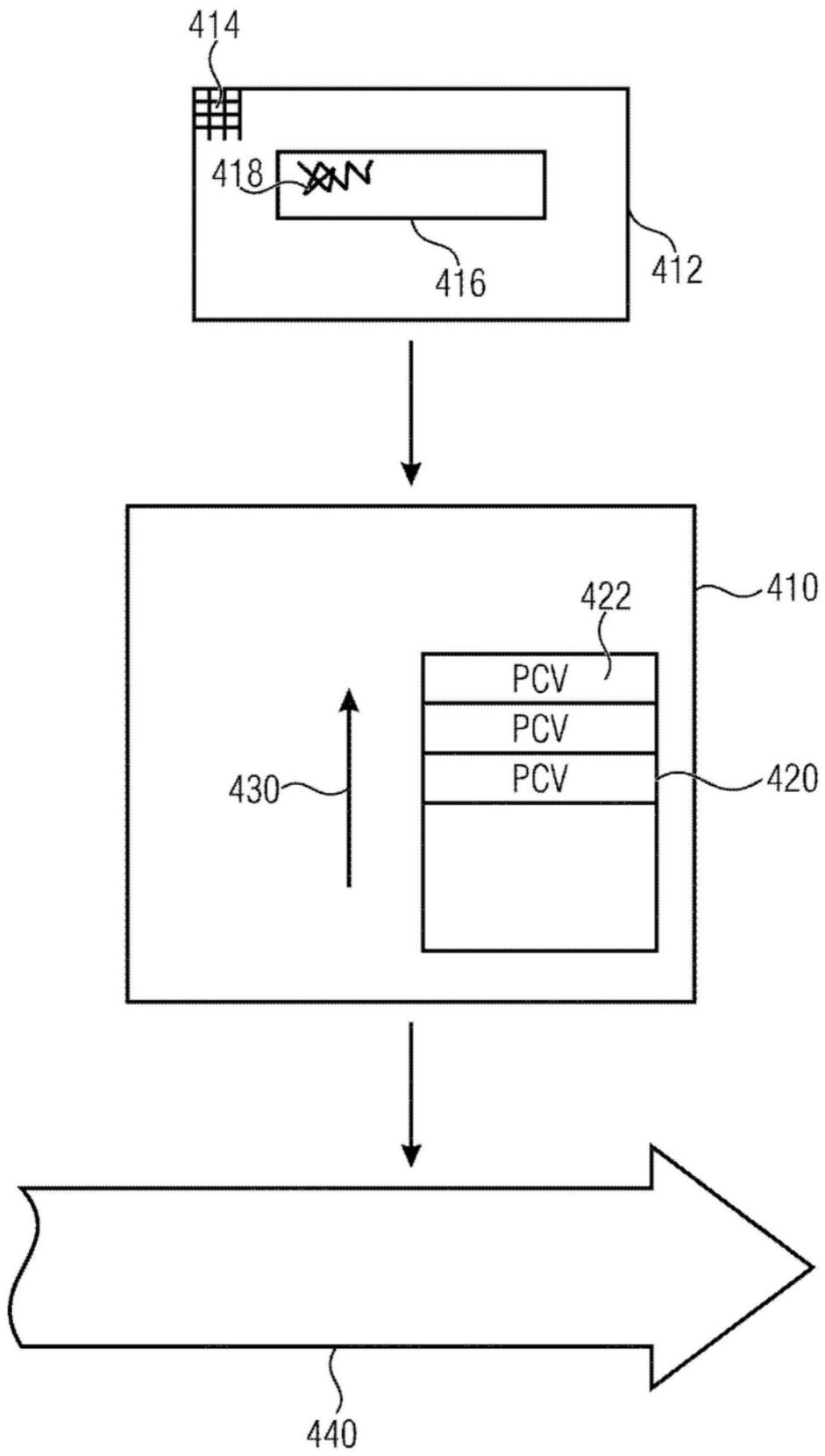


图4

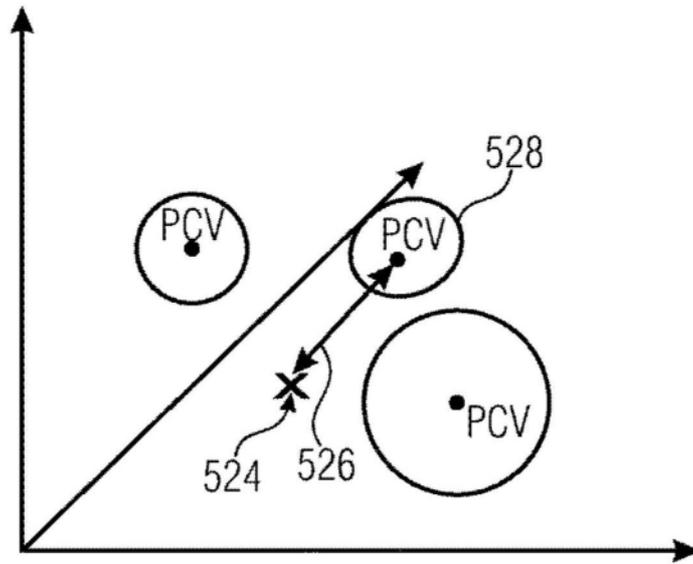


图5

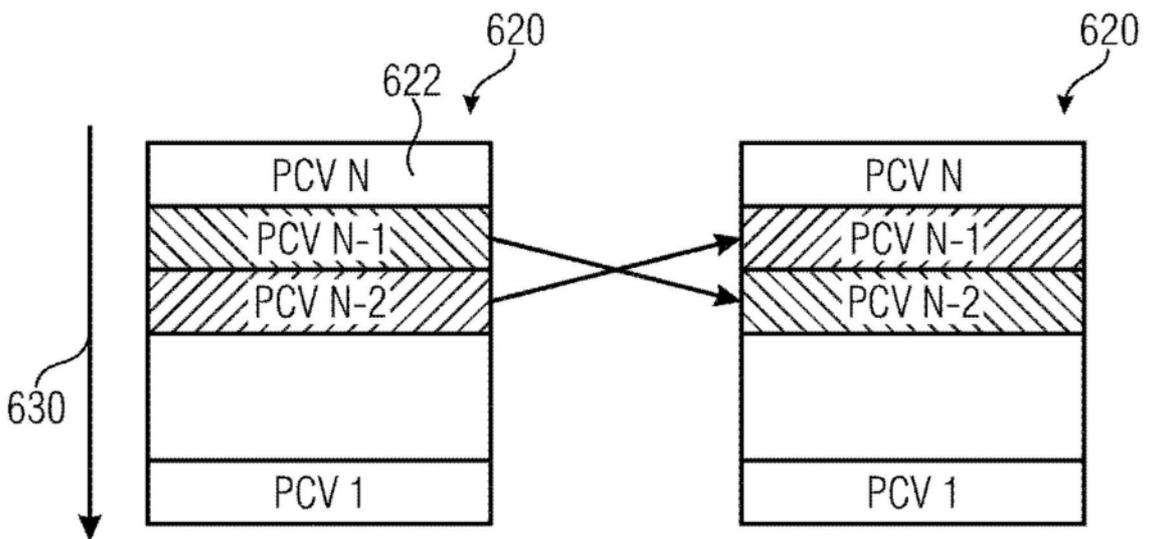


图6