



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101796809 A

(43) 申请公布日 2010. 08. 04

(21) 申请号 200880104936. 1

代理人 吕晓章

(22) 申请日 2008. 06. 20

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H04N 1/64 (2006. 01)

07301165. 2 2007. 06. 27 EP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 03. 01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/057903 2008. 06. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02009/000780 EN 2008. 12. 31

(71) 申请人 汤姆森特许公司

地址 法国布洛涅 - 比扬库尔

(72) 发明人 朱尔根·斯托德 乔尔·西罗特

劳伦特·布隆德

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

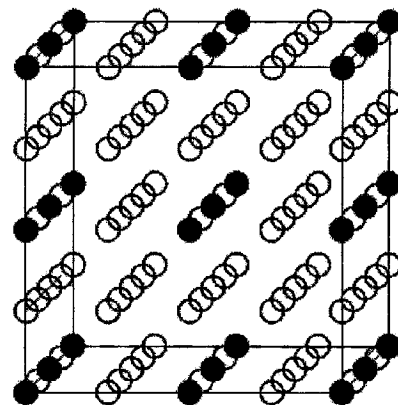
权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图 1 页

(54) 发明名称

必须使用查找表格进行色彩变换的视频序列的图像的传送方法

(57) 摘要

在传送序列的图像的每组 G_k 的图像的源色彩值之前, 生成然后传送与该组 G_k 相关的部分色彩变换 LUT, 并且如果存在之前已经传送的其它部分色彩变换查找表格, 则通过将所传送的该组 G_k 的部分色彩变换查找表格与之前已经传送的所有其它部分色彩变换查找表格组合, 来重建与所述组 G_k 相关的作为结果的色彩变换 LUT, 然后使用该 LUT 对所述组的每个图像进行色彩变换。本发明在有限带宽的情况下允许色彩变换的良好精度。



1. 一种传送被划分为多组 $G_1, G_2, \dots, G_k, \dots, G_v$ 连续图像的至少一个视频序列的图像的方法, 对于每组 G_k 连续图像, 包括以下步骤:

- 传送表示所述组 G_k 的图像在源色彩空间中的源色彩值,

- 然后通过使用与所述组 G_k 相关的作为结果的色彩变换查找表格, 应用色彩变换, 该色彩变换被适配为将所传送的源彩色值变换为表示所述组 G_k 的图像在目标色彩空间中的目标彩色值,

其特征在于, 对于所述色彩变换, 在传送所述每组 G_k 的图像的源色彩值之前,

- 从表示所述色彩变换的全局色彩变换查找表格生成与所述组 G_k 相关的部分色彩变换查找表格 $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{Gk}]\}$, 所述部分色彩变换查找表格的大小 \tilde{N}_{Gk} 小于所述全局色彩变换查找表格的大小 T^3 ,

- 然后传送所述生成的所述组 G_k 的部分色彩变换查找表格,

- 以及如果存在之前已经传送的并且与其它组的连续图像相关的其它部分色彩变换查找表格, 则通过将所传送的该组 G_k 的部分色彩变换查找表格与之前已经传送的并且与其它组的连续图像相关的所有其它部分色彩变换查找表格组合, 来重建与所述组 G_k 相关的所述作为结果的色彩变换查找表格,

其中, 执行不同的部分色彩变换查找表格的生成, 使得这些不同的部分色彩变换查找表格都不彼此重叠。

2. 如权利要求 1 所述的传送方法, 其特征在于: 通过色彩变换信道 (32) 传送所述生成的所述组 G_k 的部分色彩变换查找表格, 并且该部分色彩变换查找表格的大小 \tilde{N}_{Gk} 与所述色彩变换信道 (32) 的带宽成比例。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的传送方法, 其特征在于: 如果通过具有图像带宽 BWIM 的图像信道 (31) 传送所述色彩值并且通过具有色彩变换带宽 $BWCT_{Gk}$ 的色彩变换信道 (32) 传送所生成的所述组 G_k 的部分色彩变换查找表格, 则该部分色彩变换查找表格的大小 \tilde{N}_{Gk} 小于或等于:

$Q \times M_{G(k-1)} / (1 + \log_2 T/D) \times BWCT_{Gk} / BWIM$, 其中, Q 是每个所传送的图像内的像素的数目, 在存在所传送的图像的之前的组 G_{k-1} 的情况下, $M_{G(k-1)}$ 是所传送的图像的之前的组 G_{k-1} 中图像的数目。

4. 如权利要求 1 至 3 中任一项所述的传送方法, 其特征在于: 在通过图像信道传送组 G_k 的图像期间, 通过色彩变换信道传送下一组 $G_{(k+1)}$ 的部分色彩变换 LUT。

5. 如权利要求 1 至 4 中任一项所述的传送方法, 其特征在于: 在传送所述组 G_k 的图像的源色彩值之前,

- 确定所述组 G_k 的 N_{Gk} 个较频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, n_{Gk}]\}$,

- 然后, 为了生成与所述组 G_k 相关的部分色彩变换查找表格 $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{Gk}]\}$, 对于这些频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{Gk}]\}$ 中的每一个 (R_g, G_g, B_g) , 从全局色彩变换查找表格的、在源色彩空间中与所述源色彩值 (R_g, G_g, B_g) 最接近的源色彩值或输入中提取源色彩值或输入 (R_h, G_h, B_h) 和与其相关联的输出 (R'_h, G'_h, B'_h) 。

6. 如权利要求 5 所述的传送方法, 其特征在于: 将全局色彩变换查找表格的 T^3 个输

入 - 输出对分布到 N 个网格 $L_1, \dots, L_n, \dots, L_N$, 网格 $L_1, \dots, L_n, \dots, L_N$ 从最高的网格 L_1 向下到最低的网格 L_N 具有逐渐增加的输入 - 输出对的数目 $X_{L_1} < \dots < X_{L_n} < \dots < X_{L_N}$, 使得较低网格 L_n 的输入 - 输出对的任何源色彩值在源色彩空间中位于在其下一更高网格 L_{n-1} 的相邻源色彩值之间:

- 按照降低所述组 G_k 的较频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{Gk}]\}$ 的频率的顺序, 对于这些较频繁的源色彩值中的每一个 (R_g, G_g, B_g) , 从最高的网格 L_1 开始向下到最低的网格 L_N , 从全局色彩变换查找表格的最高网格 L_n 提取之前尚未被提取的源色彩值 (R_h, G_h, B_h) 或输入和与其相关联的输出 (R'_h, G'_h, B'_h) 。

7. 如权利要求 6 所述的传送方法, 其特征在于: 在每个网格 L_n 中, 在源色彩空间中有规则地分布输入 - 输出对的输入。

8. 一种在目标色彩空间中显示至少一个视频序列的图像的方法, 其特征在于: 通过使用根据权利要求 1 至 7 任一项的传送方法来传送视频序列的图像。

9. 一种传送至少一个视频序列的图像的系统, 其特征在于: 其能够实现根据权利要求 1 至 7 任一项的传送方法。

必须使用查找表格进行色彩变换的视频序列的图像的传送 方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种传送被划分为多组连续图像的至少一个视频序列的图像的方法，对于每组连续图像，包括以下步骤：

[0002] - 从发射机向接收机传送表示所述组的（多个）图像在源色彩空间中的源色彩值，

[0003] - 然后通过使用与所述组相关的、所谓的作为结果的色彩变换查找表格，将所传送的源色彩值变换为表示所述组的（多个）图像在目标色彩空间中的目标色彩值。

[0004] 将源色彩值变换为目标色彩值所需的色彩变换查找表格的传送是本发明所解决的主要问题。

[0005] 本发明一般涉及色彩管理，并且更具体地涉及在通过视频信道（如兼容 HDMI 的有线链路）传送的图像被编组为至少一个视频序列时这样图像的色彩值的色彩变换。

背景技术

[0006] 当图像沿着后期制作工作流程从所谓的源彩色设备移动到另一所谓的目标彩色设备时，需要将视频序列的特定图像的色彩从与源彩色设备相关联的色彩空间变换到与目标彩色设备相关联的色彩空间。彩色设备可以是作为复印设备的显示设备。彩色设备可以是虚拟的，并且然后与例如众所周知的 sRGB 色彩空间相关联。上述的色彩值变换通常是非线性的。在实践中，使用预定义的色彩表格 (coloured table)，即所谓的查找表格 (LUT) 来进行该变换。对于每个条目的色彩 C_{IN} ，LUT 包含输出色彩 C_{OUT} 。作为表格，LUT 固有地在色彩空间中是离散的。通常，LUT 条目被比色彩值更粗地量化，以便限制其大小。通过使用基于专门设计的存储器结构的专用硬件，通常将 LUT 应用于图像的不同色彩值。这样的硬件在初始化期间加载 LUT，并且然后开始将 LUT 应用于图像的色彩值。但是，LUT 可以从一个序列到随后的序列地及时改变，例如以适配于随时间改变 (temporal changing) 的图像内容或者适配于随时间改变的观看条件（诸如环境光）。在此情况下，对于图像的新序列，必须将新的 LUT 加载到特定硬件中。彩色显示可以位于远处，并且一个接一个地传送序列的图像。如果 LUT 需要从特定序列开始更新，则必须传送该序列的图像使得及时接收到整个 LUT，以开始所提及的序列。由于视频信道的传送带宽通常是有限的，因此以下参数中的至少一个是有限的：LUT 更新的频率、LUT 条目的数目、以及 LUT 输出值的精度。必须指出接收机侧的有限存储器具有与有限带宽的影响相似的影响。

[0007] 在文档 US5923316 中，公开了一种色彩变换，其使用这样的查找表格，该查找表格的大小可以动态地变化以适应变化的参数（诸如可用存储器）。降低查找表格的大小将增加色彩变换中的误差分量，这降低画面质量。然而，通过截断 LUT 的最低有效位直到截断后的查找表格适合存储器空间为止，可以实现全速视频回放。这样的传送的缺点是：由于截断，LUT 最终不是整体被传送而是部分被传送。在文档 US5736989 中，公开了一种用于降低生成并存储色彩转换内插表 (= LUT) 所需的计算时间和存储器空间的方法。公开了在“如所需的”基础上填充 (fill) 的部分填充的规则 LUT。通过状态比特表示填充状态。没有解

决整个大 LUT 的传送的问题,这是因为在可以对输入色彩值进行变换之前需要计算所需要的 LUT 条目。

[0008] 文档 US6771275 公开了使用包括采样的数据条目和差值(也已知为“差分”)两者的查找表格。差值对应于从该表格中每个表格条目及其相邻条目改变的速率。然后,使用子 LUT-0、子 LUT-delta 以及内插引擎来近似整个 LUT。尽管该方法通过传送近似的 LUT 并且通过使用内插引擎而解决了如何得到较大大小的 LUT 的问题,但是该方法的缺点是整个 LUT 仅仅是近似。

[0009] 文档 US6621498 公开了被用于色彩变换的 LUT 的平铺排列(tiling)。由于色彩值(“RGB 参数”)典型地由(用于 R、G 和 B 分量中的每个分量的)三个 8 比特值表示,查找表格的大小令人望而却步地昂贵并且在物理上不可实现。因此,这样的查找表格典型地被划分为不同的“平铺排列窗(tile)”,每个平铺排列窗例如由三个 4 比特值表示。通过查找表格(LUT)的各节点之间的内插的形式来确定没有直接由这些平铺排列窗的节点表示的输出值。平铺排列查找表格可以是均匀的和规则的,即每个平铺排列窗是立方体,并且每个立方体的尺寸相同。为了解决如何存储(或传送)较大大小的 LUT 的问题,提出了不规则地平铺排列的查找表格。该文档提出基于基本 LUT 到子 LUT 的多维的、不可分的、不规则采样,来平铺排列 LUT,以便在需要时提高精度并且同时降低存储器覆盖区。将局部采样粒度(granularity)限制为最小颗粒和最大颗粒之间的许多离散粒度颗粒之一。由此,产生成片的或平铺的 LUT 组织。该方法对于实现而言是复杂的。此外,不论变换的实际需要如何,即不论要变换的图像的彩色内容如何,根据源色彩空间的区段与目标色彩空间的区段之间的关系的复杂程度,进行基本 LUT 的划分。根据文档 US5652831,“输入图像数据被划分为较高比特和较低比特... 较高比特被三维色彩校正查找表格使用以输出正确的色彩参考点。较低比特被三维内插系数生成表格使用以输出与每个参考点相对应的系数。依据两组数据(即,两个 LUT),即较高比特和较低比特,可以最终计算输入图像数据的色彩校正... 然后,根据输入图像数据分析外观等效的色彩特征,以确定较高比特和较低比特的划分比(即,两个 LUT 之间的划分),其中由于可以调节较高比特的数目和较低比特的数目的比,计算是可缩放的。该方法可以跳过不必要的内插计算并且直接选择色彩碎片(color patch),从而提高计算精度和速度。此外,还可以避免由内插计算的失真造成的次要误差。优选地,可以使用模糊变量点内插方法来为输入图像的数据特性快速地量化色彩坐标并且确定色彩空间中的局部属性”。在该文档中公开的方法的一个缺点是根据比特深度(bitdepth)进行 LUT 的划分,而不论变换的实际需要如何,即不论要变换的图像的彩色内容如何。

[0010] 如 US7091985 的其它文档应对调色板的变换。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于避免前述缺点。

[0012] 为此目的,本发明的主题是一种传送被划分为多组 $G_1, G_2, \dots, G_k, \dots, G_v$ 连续图像的至少一个视频序列的图像的方法,对于每组 G_k 连续图像,包括以下步骤:

[0013] - 传送表示所述组 G_k 的(多个)图像在源色彩空间中的源色彩值,

[0014] - 然后通过使用与所述组 G_k 相关的、作为结果的色彩变换查找表格,应用色彩变

换,该色彩变换被适配为将所传送的源彩色值变换为表示所述组 G_k 的(多个)图像在目标色彩空间中的目标色彩值,

[0015] 其中,对于所述色彩变换,在传送所述组 G_k 的图像的源色彩值之前,

[0016] - 从表示所述色彩变换的全局色彩变换查找表格生成与所述组 G_k 相关的部分色彩变换查找表格 $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{Gk}]\}$,所述部分色彩变换查找表格的大小 \tilde{N}_{Gk} 小于所述全局色彩变换查找表格的大小 T^3 ,

[0017] - 然后传送所述生成的所述组 G_k 的部分色彩变换查找表格,

[0018] - 以及通过将所传送的该组 G_k 的部分色彩变换查找表格与之前已经传送的并且与其它组的连续图像相关的所有其它部分色彩变换查找表格(如果存在所述其它部分色彩变换查找表格的话)组合,来重建与所述组 G_k 相关的所述作为结果的色彩变换查找表格。

[0019] 优选地,执行不同的部分色彩变换查找表格的生成,使得这些不同的部分色彩变换查找表格都不彼此重叠。

[0020] 表示图像的源色彩值可以仅仅是该图像的全部色彩值的一部分;图像传送可以是部分的、可缩放的、以较低分辨率的,即,并不是所有的色彩值都要传送。

[0021] 全局色彩变换查找表格能够将源色彩空间内的任何源色彩值变换为目标色彩空间内的目标色彩值。

[0022] 色彩变换查找表格的大小对应于在该色彩变换查找表格内包括的输入-输出色彩值对的数目。

[0023] 所述查找表格的每一个一般包括多对色彩值,每对包括作为输入的一个源色彩值和作为输出的对应目标色彩值;作为变形,例如,查找表的源色彩值是在网格上有规则地采样的,所述查找表的每一个包括多对,每对包括作为输入的所述网格上一个源色彩值的位置(以及那个网格的参考(如果需要的话))以及如之前的作为输出的对应的目标色彩值。

[0024] 为了变换实质上与被用来变换源色彩值的作为结果的色彩变换表格的(作为输入的)所有源色彩值都不相同的源色彩值,从该作为结果的色彩变换表格的(作为输入的)最接近的源色彩值执行内插;使用众所周知的通常的内插算法。

[0025] 通常,不仅通过组合所传送的部分色彩变换查找表格来重建作为结果的色彩变换查找表格,而且例如还通过应用内插函数生成执行色彩变换所需的遗漏的输入-输出色彩值对来重建作为结果的色彩变换查找表格。

[0026] 优选地,通过使用部分色彩变换查找表格的色彩值或者从部分色彩变换查找表格的这些色彩值内插而得的内插后的色彩值,来有规则地采样作为结果的色彩变换查找表格。

[0027] 优选地,色彩值被数字化(使用例如 D 个数字位或比特),在不截断其数字位的情况下执行色彩值的传送。当传送任何部分色彩变换查找表格时,则传送该表格的每个色彩值的所有数字位。有利地,实际上非常精确地变换了与作为被用来变换源色彩值的作为结果的色彩变换表格的(作为输入的)一部分的源色彩值接近的源色彩值。

[0028] 只要视频序列图像的传送继续,逐组图像地,作为结果的色彩变换查找表格合并越来越多的部分色彩变换查找表格,然后越来越接近全局色彩变换查找表格。对于短视频序列,传送可能在作为结果的色彩变换查找表格足够接近全局色彩变换查找表格之前结束。对于较长视频序列,只要作为结果的色彩变换查找表格被认为足够接近全局色彩变换

查找表格,就不生成和传送其它的部分色彩变换查找表格,并且不进行作为结果的色彩变换查找表格的更新,并且最后组 G_v 的图像包括要传送的所有剩余图像。

[0029] 根据本发明,通过在从发射机向接收机传送部分色彩变换查找表格的任何时间进行重建,更新了被用来计算目标色彩值的作为结果的色彩变换查找表格。在作为结果的色彩变换查找表格被更新之后传送的视频序列图像被利用该更新后的作为结果的色彩变换查找表格进行变换,直到传送了下一部分色彩变换查找表格为止。在色彩变换查找表格的两次连续传送之间传送的视频序列图像然后形成全部被使用同一个作为结果的色彩变换查找表格进行变换的一组图像。这样的一组图像可能仅包含一个图像。同一视频序列逐组图像地,作为结果的色彩变换查找表格合并越来越多的部分色彩变换查找表格,然后越来越接近全局色彩变换,然后合并了该全局色彩变换的越来越多的输入源色彩值。显著地,根据视频序列的持续时间以及表示色彩变换的全局色彩变换查找表格的大小,全部传送或者不全部传送全局色彩变换查找表格。

[0030] 由于本发明,在现有技术的精确传送方法与现有技术的非精确传送方法之间获得了良好的折衷,现有技术的精确传送方法要求在开始传送要变换的图像之前传送整个全局色彩变换查找表格,而在现有技术的非精确传送方法中,仅传送一个部分色彩变换查找表格或者仅传送全局色彩变换查找表格的截断后的比特。根据本发明并且与文档 JP11/041625 中公开的内容相反,由于在视频序列中有多组 G_k (即,至少两组) 连续图像,通过使用通过组合至少两个部分色彩变换查找表格 (即,与第一组相关的部分色彩变换查找表格和与第二组相关的部分色彩变换查找表格) 而重建的作为结果的色彩变换查找表格,对至少第二组的图像应用色彩变换。

[0031] 由于本发明,在不需要大带宽来传送色彩变换查找表格的情况下,只要传送图像,色彩变换的精度就增加。

[0032] 将至少一个信道用于传送,其可以是有线或无线链路的一部分;可以将兼容 HDMI 的电缆用于传送,这是因为任何常用数据总线都包括若干 TMDS (最小化传输差分信号) 视频数据信道、DDC (显示数据信道) 信道以及可选的 CEC (消费电子控制) 信道。优选地,用于传送部分色彩变换查找表格的信道不同于用于传送图像 (即,用于传送与这些图像相关的源色彩值) 的信道。当使用兼容 HDMI 的电缆时,优选地将 DDC 信道或 CEC 信道用于传送部分色彩变换查找表格。

[0033] 通常从发射机向接收机执行传送。发射机包括图像发射控制单元和查找表格发射控制单元,其被适配为控制向接收机传送 (表示图像的或者作为查找表格的一部分的) 色彩值。接收机包括图像接收控制单元和查找表格接收控制单元,其被适配为控制从接收机传送 (表示图像的或者作为查找表格的一部分的) 色彩值。优选地,接收机连接到作为显示设备或复印设备的彩色设备。

[0034] 在发射机侧,在源色彩空间中提供图像的源色彩值。源色彩空间可以是依赖于设备的或者是独立于设备的。源色彩空间可以依赖于作为例如通常的 sRGB 色彩空间的虚拟设备。优选地,在接收机侧,将目标色彩值发送到与接收机相连的彩色设备,并且目标色彩空间依赖于该彩色设备。根据变形,源色彩空间和 / 或目标色彩空间可以独立于设备,作为例如 XYZCIE 1931 视觉色彩空间、或者 LabCIE 视觉上均匀 (perceptually uniform) 的色彩空间。

[0035] 优选地,通过色彩变换信道传送所生成的所述组 G_k 的部分色彩变换查找表格,并且所述组 G_k 的该部分色彩变换查找表格内的输入-输出对的数目 \tilde{N}_{Gk} ,即该部分色彩变换查找表格的大小 \tilde{N}_{Gk} 与所述色彩变换信道的带宽成比例。

[0036] 优选地,如果通过具有图像带宽 $BWIM$ 的图像信道传送所述色彩值并且如果通过具有色彩变换带宽 $BWCT_{Gk}$ 的色彩变换信道传送所生成的所述组 G_k 的部分色彩变换查找表格,则所述部分色彩变换查找表格内的输入-输出对的数目 \tilde{N}_{Gk} ,即该部分色彩变换查找表格的大小 \tilde{N}_{Gk} 小于或等于 $Q \times M_{G(k-1)} / (1 + \log_2 T/D) \times BWCT_{Gk} / BWIM$,其中 Q 是每个所传送的图像内的像素的数目, $M_{G(k-1)}$ 是所传送的图像的之前的组 G_{k-1} (如果存在的话) 中图像的数目,以及定义 T 使得 T^3 是全局色彩变换查找表格的大小。

[0037] 然后,考虑可用带宽,每组 G_k 内的图像的数目 $M_{G(k-1)}$ 的定义以及每个部分色彩变换 LUT 内的输入-输出对的数目 \tilde{N}_{Gk} (或 \tilde{N}_G) 的定义是每组 G_k 的定义的基础。通常,每组 G_{k-1} 内的图像的数目 $M_{G(k-1)}$ 是常数并且等于 M_G ; 然后,对于每组 G_k , $\tilde{N}_{Gk} \leq Q \times M_G / (1 + \log_2 T/D) \times BWCT_{Gk} / BWIM$ 。

[0038] 优选地,在通过图像信道传送组 G_k 的图像期间,通过色彩变换信道传送下一组 $G_{(k+1)}$ 的部分色彩变换 LUT,以便预先准备与所述下一组 $G_{(k+1)}$ 相关的作为结果的色彩变换查找表格的重建。

[0039] 逐视频序列地,实际的色彩变换可能由于各种原因而改变,其可能依赖于视频内容,只要例如该序列包含具有实质上不同的色彩和色彩分布的夜晚场景、室内场景以及白天室外场景。

[0040] 优选地,为了将色彩传输适配于必须要传送的组的图像的实际需要,在传送所述组 G_k 的图像的源色彩值之前,

[0041] - 确定所述组 G_k 的 N_{Gk} 个较频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{Gk}]\}$,

[0042] - 然后,为了生成与所述组 G_k 相关的部分色彩变换查找表格 $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{Gk}]\}$,对于这些频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{Gk}]\}$ 中的每一个 (R_g, G_g, B_g) ,从全局色彩变换查找表格的、在源色彩空间中与所述源色彩值 (R_g, G_g, B_g) 最接近的源色彩值或输入中提取源色彩值或输入 (R_h, G_h, B_h) 和与其相关联的输出 (R'_h, G'_h, B'_h) 。

[0043] 当与两个不同的频繁源色彩值有关地提取了同一对时,则 \tilde{N}_{Gk} 小于 N_{Gk} 。每组 G_k 的连续图像的数目 N_{Gk} 则是定义每组图像的基础。如之前解释的,该定义优选地也基于带宽考虑。

[0044] 通常,统计地分析每组的图像的源色彩值的分布,以便确定该组的较频繁的源色彩值。在选择较频繁的源色彩时,可以通过色彩重要项来加权频率的度量,所述色彩重要项对于重要色彩是较高的而对于较不重要色彩是较低的。重要色彩可以是艺术方面不重要的色彩,或者是可以以较高精度在显示设备上显示的色彩、或者是人眼以较高精度感知的色彩。

[0045] 优选地,将全局色彩变换查找表格的 (T^3) 个输入-输出对分布到 N 个网格 $L_1, \dots, L_n, \dots, L_N$, 网格 $L_1, \dots, L_n, \dots, L_N$ 从最高的网格 L_1 向下到最低的网格 L_N 具有逐渐增加的

输入-输出对的数目 $X_{L_1} < \dots < X_{L_n} < \dots < X_{L_N}$, 使得较低网格 L_n 的输入-输出对的任何源色彩值在源色彩空间中位于在其下一更高网格 L_{n-1} 的相邻源色彩值之间; 然后, 按照降低所述组 G_k 的较频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{Gk}]\}$ 的频率的顺序, 对于这些较频繁的源色彩值中的每一个 (R_g, G_g, B_g) , 从最高的网格 L_1 开始向下到最低的网格 L_N , 从全局色彩变换查找表格的最高网格 L_n 提取之前尚未被提取的源色彩值 (R_h, G_h, B_h) 或输入和与其相关联的输出 (R'_h, G'_h, B'_h) 。

[0046] 在 3D 色彩空间中, 给定网格的任何源色彩值通常位于由其下一更高网格的 2^1 个相邻输入或源色彩值界定的线段的中心, 或者位于由其下一更高网格的 2^2 个相邻输入或源色彩值界定的正方形的中心, 或者位于由其下一更高网格的 2^3 个相邻输入或源色彩值界定的立方体的中心。替代位于该线段、正方形或立方体的中心, 在不偏离本发明的范围的情况下, 该源色彩值可以位于该线段、正方形或立方体之内的任何位置。优选地, 在任一给定网格 L_n 中, 在由其下一更高网格 L_{n-1} 的相邻源色彩值界定的任何线段、正方形或立方体之内仅存在一个源色彩值。

[0047] 由于从全局色彩变换查找表格的较高较粗的网格向下到较低较细的网格来进行部分色彩变换 LUT 的生成, 即使在源色彩空间中远离最频繁的色彩值的色彩值也将被部分色彩变换 LUT 正确地变换。

[0048] 优选地, 替代传送部分色彩变换查找表格的每一对内的源色彩值或输入, 利用网格的参考标号 (reference) n 仅传送源色彩值在其网格内的位置; 然后每个输入-输出对包含带有该参考标号 n 的该位置作为输入并且如先前地包含对应的目标色彩值; 该变形的一个优点是降低了被用来传输部分查找表格的每一对的数字位的数目, 则限制了带宽需要。

[0049] 优选地, 在每个网格 L_n 中, 在源色彩空间中有规则地分布输入-输出对的输入。

[0050] 本发明的主题还是一种在目标色彩空间中显示至少一个视频序列的图像的方法, 其中, 通过使用根据本发明的传送方法来传送视频序列的图像。目标色彩空间与被用来显示图像的彩色设备相关联; 这样的彩色设备可以是作为 LCD 或等离子面板或投影仪的实际的彩色设备, 或者可以是作为用于广播视频图像的标准的、作为例如所谓的 sRGB 色彩空间的虚拟设备。

[0051] 本发明的主题还是一种能够实现根据本发明的传送方法的传送至少一个视频序列的图像的系统。

附图说明

[0052] 阅读通过非限制示例并参考附图给出的以下描述, 将更清楚地理解本发明, 在附图中:

[0053] 图 1 是根据本发明实施例的传送系统的示意图;

[0054] 图 2 示出了根据本发明的传送方法的实施例的变形的全局色彩变换 LUT 的输入-输出对的输入在源色彩空间中的分布。

具体实施方式

[0055] 参考图 1, 根据本发明实施例的传送系统包括发射机 1、接收机 2 以及发射机和接收机 2 之间的传输链路 3。

[0056] 发射机 1 包括图像发射控制单元 12 和色彩变换 LUT 发射控制单元 16。接收机 2 包括图像接收控制单元 22 和色彩变换 LUT 接收控制单元 24。传输链路 3 包括图像信道 31 和色彩变换 LUT 信道 32, 图像信道 31 被适配为向图像接收控制单元 22 传送由图像发射控制单元 12 发送的图像数据, 色彩变换 LUT 信道 32 被适配为向色彩变换 LUT 接收控制单元 24 传送由色彩变换 LUT 发射控制单元 16 发送的色彩变换 LUT 数据。

[0057] 发射机 1 还包括图像数据存储单元 11, 其被适配为向图像发射控制单元 12 递送视频序列的连续图像的源色彩值。发射机 1 还包括色彩变换数据存储单元 13、部分色彩变换 LUT 生成单元 14 以及柱状图生成单元 15。色彩变换数据存储单元 13 被适配为递送与图像数据存储单元 11 正在向图像发射控制单元 12 递送的视频序列相关的全局色彩变换 LUT。柱状图生成单元 15 被适配为生成被递送给图像发射控制单元 12 的连续图像的源色彩值的柱状图。部分色彩变换 LUT 生成单元 14 被适配为从由色彩变换数据存储单元 13 递送的全局色彩变换 LUT 中生成与已经在柱状图生成单元 15 所提供的源色彩值的柱状图上标识的最频繁的源色彩值相关的部分色彩变换 LUT, 并且向色彩变换 LUT 发射控制单元 16 递送该部分色彩变换 LUT。

[0058] 接收机 2 还包括彩色设备 21。目标色彩空间附属于该彩色设备, 为了使得其能够递送被适配为将视频序列的图像的源色彩值变换为目标色彩值的全局色彩变换 LUT, 将其特性存储在色彩变换数据存储单元 13 中。接收机 2 还包括色彩变换单元 23, 为了显示或者拷贝视频序列的对应图像, 该色彩变换单元 23 被适配为将已经由图像接收控制单元 22 接收的源色彩值变换为目标色彩值并且将它们递送到彩色设备 21。以本身已知的方式来适配全局色彩变换 LUT, 以利用该彩色设备 21 获得良好的图像再现, 并且如果需要的话全局色彩变换 LUT 可以包括域映射算法。接收机 2 还包括作为结果的色彩变换 LUT 生成单元 25, 其被适配为从色彩变换 LUT 接收控制单元 24 所递送的连续的部分色彩变换 LUT 中重建作为结果的色彩变换 LUT, 并且将该作为结果的色彩变换 LUT 递送到色彩变换单元 23 以使其可以变换源色彩值。

[0059] 彩色设备 21 可以例如是显示设备或复印设备。更一般地, 彩色设备还包括诸如用于彩印的纸、用于胶片投影的胶片或者用于监视器显示的数字介质 (例如 DVD) 之类的变化的介质。在此意义上, 彩色设备可以包括诸如 DVD 记录器和所连接的监视器之类的若干物理设备。

[0060] 现在将描述根据本发明实施例的传输方法。在应用该传输方法之前:

[0061] - 将视频序列 S_V 的连续图像 Im_1 到 Im_V 的源色彩值作为数字化的数字 (number) 存储在图像数据存储单元 11 中; 该序列 S_V 的给定图像 Im_q 的任一像素 Pix_i 的任一源色彩值是被利用比特深度 $D = 10$ 编码的并且然后被包括在 0 与 1023 之间 (包括 0 与 1023) 的三个一组的数字值 R_{iq}, G_{iq}, B_{iq} 。每个图像包括 Q 个像素 Pix_i , 那么 $0 \leq i < Q$ 。

[0062] - 将色彩变换数据存储单元 13 中, 其能够将视频序列 S_V 的在源色彩空间中表示的源色彩值变换为该同一视频序列 S_V 的在与彩色设备 21 相关的目标色彩空间中表示的目标色彩值。这样的色彩变换数据全局地表示允许计算全局色彩变换 LUT 的给定色彩变换 $f(\cdot)$, 其中如下地从输入的源色彩值 R_j, G_j, B_j 计算输出的目标色彩值 R'_j, G'_j, B'_j : $(R'_j, G'_j, B'_j) = f(R_j, G_j, B_j)$ 。然后全局色彩变换 LUT 被表示为 $\{(R_j, G_j, B_j, R'_j, G'_j, B'_j) \setminus j \in [1, T^3-1]\}$, 其中 T 是该全局色彩变换 LUT 的分辨率, 例

如 $T = 257 = 2^8+1$, 导致 T^3 个 LUT 值。这里, 如下地在规则 RGB 网格上选择 LUT 源色彩条目:

$$[0063] \quad (R_j, G_j, B_j) = \left(\frac{p(2^D-1)}{T-1}, \frac{q(2^D-1)}{T-1}, \frac{j(2^D-1)}{T-1} \right), \text{ 其中 } p = j \bmod T^2; q = j \bmod T; 0 \leq j$$

$< T^3$, 其中《mod》是《modulo(模)》的简写, 并且其中已经定义的 D 是图像信号的比特的数目, 即 LUT 输入和输出的比特的数目。

[0064] 如上定义的利用其全局色彩变换 LUT 进行的这样的色彩变换可以包括域映射算法, 其被适配于从源色彩空间向目标色彩空间的特定变换或者基于共同色彩空间中源色域的域边界描述符和目标色域的域边界描述符的色彩变换。尽管本发明涉及任何类型的色彩变换, 但是优选实施例是用于从依赖于设备的 RGB (红色、绿色、蓝色) 色彩空间向另一依赖于设备的 $R'G'B'$ 色彩空间的色彩变换的解决方案。可以使用诸如 YCbCr 的其它色彩空间或者如 CIE XYZ 或 CIE L^*a^*b 的独立于设备的色彩空间。此外, 可以根据诸如 IEC61966-2-4 或 SMPTE S274M 之类的标准来编码如 RGB、YCbCr、CIE XYZ 或 CIE L^*a^*b 的色彩空间坐标。此外, 优选实施例是用于所谓的 3D 查找表格 (LUT) 的解决方案。替代全局色彩变换 LUT, 可以使用诸如若干一维 LUT、线性矩阵、或任何数学变换之类的其它色彩变换。作为变形, 替代被如上所述地计算, 可以直接将色彩变换定义为全局色彩变换 LUT 并且直接将其存储在色彩变换数据存储单元 13 中。

[0065] 然后根据本发明实施例的传送方法包括以下步骤:

[0066] 1) 图像数据存储单元 11 然后通过向图像发射控制单元 12 和柱状图生成单元 15 递送视频序列 S_v 的第一组 G_1 连续图像的对应的源色彩值, 来向图像发射控制单元 12 和柱状图生成单元 15 提供视频序列 S_v 的第一组 G_1 连续图像。

[0067] 2) 柱状图生成单元 15 统计地分析图像数据存储单元 11 所提供的源色彩值, 并且输出该第一组 G_1 的图像的 N_{G1} 个最频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{G1}]\}$ 。

[0068] 3) 对于这些最频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{G1}]\}$ 中的每一个 (R_g, G_g, B_g) , 部分色彩变换 LUT 生成单元 14 从全局色彩变换 LUT 的 T^3 个源色彩值或输入中提取与源色彩空间中的所述源色彩值 (R_g, G_g, B_g) 最接近的源色彩值或输入 (R_h, G_h, B_h) , 并且将该提取的输入 (R_h, G_h, B_h) 与其相关联的输出 (R'_h, G'_h, B'_h) 组合以形成输入-输出对 $(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h)$; 所有所提取的对然后生成与组 G_1 相关的并且然后被递送给色彩变换 LUT 发射控制单元 16 的部分色彩变换查找表格 $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{G1}]\}$ 。色彩的数目 $\tilde{N}_{G1} \leq N_{G1}$ 小于 LUT 条目的数目 T^3 , 并且是如前面解释的关于可用传送带宽而选择的。

[0069] 4) 色彩变换 LUT 发射控制单元 16 然后通过传送链路 3 的色彩变换信道 32 将该部分色彩变换 LUT 的输出值的所有数字位和输入值: $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{G1}]\}$ (当输入值位于网格上时, 实践中将不传送所有的 RGB 值而传送网格坐标) 传送给色彩变换 LUT 接收控制单元 24。

[0070] 5) 被提供了部分色彩变换 LUT: $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{G1}]\}$ 的作为结果的色彩变换 LUT 生成单元 25 将该部分色彩变换 LUT 存储为第 1 组 G_1 连续图像的作为结果的色彩变换 LUT, 优选地但是可选地应用内插函数以生成作为结果的色彩变换 LUT 中遗漏的

色彩,并且将该作为结果的色彩变换 LUT 递送给色彩变换单元 23。

[0071] 6) 图像发射控制单元 12 然后通过传送链路 3 的图像信道 31 将第一组 G_1 的连续图像的源色彩值传送给图像接收控制单元 22。

[0072] 7) 然后,色彩变换单元 23 对第一组 G_1 的图像的源色彩值应用作为结果的色彩变换 LUT,以便以本身已知的方式将所有这些源色彩值变换为目标色彩值。

[0073] 8) 当作为例如显示设备时,彩色设备 21 然后通过使用色彩变换单元 23 所提供的目标色彩值来显示视频序列 S_v 的第一组 G_1 的连续图像。

[0074] 9) 图像数据存储单元 11 然后再通过向图像发射控制单元 12 和柱状图生成单元 15 递送视频序列 S_v 的第二组 G_2 连续图像的对应的源色彩值,来向图像发射控制单元 12 和柱状图生成单元 15 提供视频序列 S_v 的第二组 G_2 连续图像。

[0075] 10) 柱状图生成单元 15 统计地分析这些源色彩值,并且在排除了之前的组 G_1 的 N_{G_1} 个最频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{G_1}]\}$ 之后,输出第二组 G_2 的 N_{G_2} 个最频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{G_2}]\}$,其中 $\tilde{N}_{G_2} \leq N_{G_2}$ 以及 $\tilde{N}_{G_2} \leq T^3 - \tilde{N}_{G_1}$ 。

[0076] 11) 对于第二组 G_2 的这些最频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{G_2}]\}$ 中的每一个 (R_g, G_g, B_g) ,部分色彩变换 LUT 生成单元 14 从全局色彩变换查找表格的 T^3 个源色彩值或输入中提取与源色彩空间中的所述源色彩值 (R_g, G_g, B_g) 最接近的并且在上面的步骤 3) 中尚未被提取用于生成之前的部分色彩变换查找表格的源色彩值或输入 (R_h, G_h, B_h) ,并且将该提取的输入 (R_h, G_h, B_h) 和与其相关联的输出 (R'_h, G'_h, B'_h) 组合以形成输入-输出对 $(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h)$;所有所提取的对然后生成与组 G_2 相关的并且然后被递送给色彩变换 LUT 发射控制单元 16 的部分色彩变换查找表格 $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{G_2}]\}$ 。色彩的数目 $\tilde{N}_{G_2} \leq N_{G_2}$ 小于剩余 LUT 条目的数目 $T^3 - \tilde{N}_{G_1}$,并且是如前面解释的关于可用传送带宽而选择的。

[0077] 12) 优选地,在传送之前的组 G_1 的连续图像的源色彩值的以上步骤 6) 期间,色彩变换 LUT 发射控制单元 16 通过传送链路 3 的色彩变换信道 32 将该部分色彩变换 LUT 的至少输出值的所有数字位 $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{G_2}]\}$ 传送给色彩变换 LUT 接收控制单元 24。

[0078] 13) 作为结果的色彩变换 LUT 生成单元 25 然后将该部分色彩变换 LUT $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{G_2}]\}$ 与之前的组的部分色彩变换 LUT $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{G_1}]\}$ 组合,以重建用于该第二组 G_2 的新的作为结果的色彩变换 LUT,优选地但是可选地应用内插函数以生成作为结果的色彩变换 LUT 中遗漏的色彩,并且将该作为结果的色彩变换 LUT 递送给色彩变换单元 23。

[0079] 14) 图像发射控制单元 12 然后通过传送链路 3 的图像信道 31 将第二组 G_2 的连续图像的源色彩值传送给图像接收控制单元 22。

[0080] 15) 然后,色彩变换单元 23 对第二组 G_2 的源色彩值应用新的作为结果的色彩变换 LUT,以便将所有这些源色彩值变换为目标色彩值。

[0081] 16) 当作为例如显示设备时,彩色设备 21 然后通过使用色彩变换单元 23 所提供目标色彩值来显示视频序列 S_v 的第二组 G_2 的连续图像。

[0082] 对于视频序列 S_v 的以下组 $G_3, \dots, G_k, \dots, G_v$ 的连续图像中的每一组连续图像, 重复以上 1) 到 8), 然后 9) 到 16) :

[0083] - 柱状图生成单元 15 统计地分析组 G_k 的图像的源色彩值, 并且在排除了之前的组 G_1 到 G_{k-1} 的最频繁的源色彩值之后, 输出组 G_k 的 N_{Gk} 个最频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \setminus g \in [1, N_{Gk}]\}$ 。

[0084] - 作为结果的色彩变换 LUT 生成单元 25 然后将已经由部分色彩变换 LUT 生成单元 14 如上面的步骤 3) 和 11) 那样再次生成的部分色彩变换 LUT $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \setminus h \in [1, \tilde{N}_{Gk}]\}$ 与之前的组 G_1 到 G_{k-1} 的所有部分色彩变换 LUT 组合, 以重建用于该组 G_k 的新的作为结果的色彩变换 LUT, 优选地但是可选地应用内插函数以生成作为结果的色彩变换 LUT 中遗漏的色彩 (如果存在的话), 并且将该新的作为结果的色彩变换 LUT 递送给色彩变换单元 23。

[0085] - 然后, 色彩变换单元 23 对组 G_k 的源色彩值应用新的作为结果的色彩变换 LUT, 以便将所有这些源色彩值变换为目标色彩值。

[0086] 由于柱状图生成单元 15 对于视频序列 S_v 的每组 G_k 的连续图像排除了之前的组 G_1 到 G_{k-1} 的最频繁的源色彩值 (例如参见以上的步骤 10), 并且由于部分色彩变换 LUT 生成单元 14 对于该组 G_k 的这些最频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \setminus g \in [1, N_{Gk}]\}$ 中的每一个 (R_g, G_g, B_g) 仅提取尚未被提取用于生成之前的部分色彩变换查找表格的源色彩值或输入 (R_h, G_h, B_h) (例如参见以上的步骤 11), 因此, 执行不同的部分色彩变换查找表格的生成, 使得这些不同的部分色彩变换查找表格彼此不重叠。如果柱状图生成单元 15 在已经统计地分析了一个组 G_q 的图像的源色彩值之后并且在已经排除了之前的组 G_1 到 G_{q-1} 的最频繁的源色彩值之后, 因为例如该组 G_q 的图像的源色彩值全部与该视频序列的另一之前的组的图像的源色彩值相同或相似, 而输出零个最频繁的源色彩值 ($N_{Gq} = 0$), 则部分色彩变换 LUT 生成单元 14 将例如从全局色彩变换查找表格的 T^3 个源色彩值或输入中提取尚未被提取用于生成之前的部分色彩变换查找表格的源色彩值或输入 (R_h, G_h, B_h) 的任意选择。该“任意生成的”部分色彩变换 LUT 的大小 \tilde{N}_{Gq} 也将如其它的部分色彩变换 LUT 一样小于 T^3 。

[0087] 包括与组 G_v 相关联的生成下的最后部分色彩变换查找表格的不同的部分色彩变换查找表格的输入 - 输出对的总数目 $\tilde{N}_{G1} + \tilde{N}_{G2} + \dots + \tilde{N}_{Gv}$ 一达到全局色彩变换查找表格的输入 - 输出对的数目 T^3 , 该最后组 G_v 就将收集要传送的视频序列的所有剩余图像。在传送了该最后部分查找表格之后, 该最后组的作为结果的色彩变换 LUT 对应于由此被全部并渐进地传送的整个全局色彩变换 LUT。然后使用最大精度对最后组 G_v 的全部图像进行色彩变换, 这是因为现在可以将整个全局色彩变换 LUT 用于该变换。

[0088] 相反, 如果在传送整个视频序列之前包括与组 G_v 相关联的生成下的最后部分色彩变换查找表格的不同的部分色彩变换查找表格的输入 - 输出对的总数目 $\tilde{N}_{G1} + \tilde{N}_{G2} + \dots + \tilde{N}_{Gv}$ 未达到全局色彩变换查找表格的输入 - 输出对的总数目 T^3 , 则序列 S_v 的图像的传送将在传送整个全局色彩变换 LUT 之前停止, 并且将通过使用仍是整个全局色彩变换 LUT 的一部分的作为结果的色彩变换 LUT 来变换最后组 G_v 的图像。对于该序列, 则全局色彩变换 LUT 未被全部传送。

[0089] 根据变形, 基于源色彩值和对应所选的部分 LUT 的最接近的源输入色彩值之间的

距离,根据色彩距离 (color distance) 判据,也可能在 $\tilde{N}_{G1} + \tilde{N}_{G2} + \dots + \tilde{N}_{GV} < T^3$ 时停止或暂停部分色彩变换 LUT 的传送。距离判据一小于预定阈值,就不传送部分 LUT。

[0090] 优选地,在通过使用色彩变换信道 32 传送组 G_k 的部分色彩变换 LUT 的 \tilde{N}_{Gk} 对期间,通过图像信道 31 传送之前的组 $G_{(k-1)}$ 的 $M_{G(k-1)}$ 个连续图像 $Im_1, Im_2, \dots, Im_q, \dots, Im_{M_{G(k-1)}}$ 。

[0091] 假设图像信道 31 的可用带宽是常数并且等于 BWIM (通常以 Mbit/s 表示);如果用于传送组 G_k 的部分色彩变换 LUT 的色彩变换信道 32 的可用带宽是 $BWCT_{Gk}$ (以相同的单位表示,通常以 Mbit/s 表示),则:

[0092] - 只要替代传送对应的实际源色彩值而传送输入值在网格的 3 个轴上的 T 位置,则传送组 G_k 的该部分色彩变换 LUT 所需的时间将至少等于 $(3 \times \log_2 T + 3 \times D) \times \tilde{N}_{Gk} / BWCT_{Gk}$;

[0093] - 传送组 G_{k-1} 的 M_G 个图像所需的时间将等于所预期的 $3 \times D \times M_{G(k-1)} \times Q / BWIM$, 其中已经定义了 Q 是每个图像内像素的数目。

[0094] 期望传送组 G_k 的该部分色彩变换 LUT 所需的时间将低于传送组 G_{k-1} 的 M_G 个图像所需的时间,即:

[0095] $(3 \times \log_2 T + 3 \times D) \times \tilde{N}_{Gk} / BWCT_{Gk} \leq 3 \times D \times M_{G(k-1)} \times Q / BWIM$ 或者

[0096] $(1 + \log_2 T / D) \times \tilde{N}_{Gk} \times BWIM \leq Q \times M_{G(k-1)} \times BWCT_{Gk}$ 或者

[0097] $\tilde{N}_{Gk} \leq Q \times M_{G(k-1)} / (1 + \log_2 T / D) \times BWCT_{Gk} / BWIM$ 。

[0098] 优选地,为了优化可用带宽,根据以下公式:

[0099] $\tilde{N}_{Gk} \leq Q \times M_{G(k-1)} / (1 + \log_2 T / D) \times BWCT_{Gk} / BWIM$ 来适配部分色彩变换 LUT 的大小 \tilde{N}_{Gk} 。

[0100] 通常,部分色彩变换 LUT 的可用带宽是常数并且等于 BWCT。优选地,除了最后组 G_V 之外,所有组 $G_1, G_2, \dots, G_k, \dots, G_{V-1}$ 包括相同数目的图像 M_G 。

[0101] 每组 G_k 内的图像的数目 M_{Gk} (或 M_G) 的定义以及每个部分色彩变换 LUT 内输入的数目 \tilde{N}_{Gk} (或 \tilde{N}_G) 的定义被考虑为每组 G_k 的定义。

[0102] 由于本发明,在现有技术的精确传送方法与现有技术的非精确传送方法之间获得了良好的折衷,现有技术的精确传送方法要求在开始传送要变换的图像之前传送整个全局色彩变换查找表格,而在现有技术的非精确传送方法中,仅传送一个部分色彩变换查找表格或者仅传送全局色彩变换查找表格的截断后的比特;由于本发明,在不需要大带宽来传送色彩变换查找表格的情况下,只要传送图像,色彩变换的精度就增加。

[0103] 根据本发明的方法的部分色彩变换 LUT 的形成的步骤 2) 和 10) 的变形,将全局色彩变换查找表格的 T^3 个输入-输出对分布到 N 层或 N 个网格 $L_1, \dots, L_n, \dots, L_N, L_1, \dots, L_n, \dots, L_N$ 从最高层 L_1 向下到最低层 L_N 具有逐渐增加的输入-输出对的数目 $X_{L1} < \dots < X_{Ln} < \dots < X_{LN}$ 。每个较低层 L_n 比其下一较高层 L_{n-1} 更细,即,当层越来越低时,层或网格的定义越来越高。每个较低网格 L_n 被插入到其下一较高网格 L_{n-1} 中,使得该较低层 L_n 的输入-输出对的任何源色彩值在源色彩空间中位于在其下一更高层 L_{n-1} 的输入-输出对的相邻源色彩值之间。在 3D 色彩空间中,层 L_{n-1} 的相邻源色彩值可以是作为沿着图 2 上的色彩空间的任一主轴的两个黑点的一组 2^1 个最接近的源色彩值,如图 2 所示,更细的层的白点位于在这两个黑点之间;在这样的 3D 色彩空间中,层 L_{n-1} 的相邻源色彩值最后可以是作为平行于

图 2 上的色彩空间的主轴的任一平面中的四个黑点的一组 2^2 个最接近的源色彩值,如图 2 所示,更细的层的白点位于在这四个黑点之间,即,在由这四个黑点界定的正方形的中心;在这样的 3D 色彩空间中,层 L_{n-1} 的相邻源色彩值最后可以是作为在图 2 上的色彩空间中形成立方体的八个黑点的一组 2^3 个最接近的源色彩值,如图 2 所示,更细的层 L_n 的白点位于在这八个黑点之间,即,在由该立方体的中心。

[0104] 根据该变形,如下地从全局色彩变换查找表格的不同层或网格中提取与任一给定组 G_k 的图像相关的部分色彩变换 LUT $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{G1}]\}$ $\tilde{N}_{G1} = N_{G1}$:

[0105] - 按照降低频率的顺序,对于组 G_k 的图像的最频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{Gk}]\}$ 中的每一个 (R_g, G_g, B_g) ,提取全局色彩变换 LUT 的最高层 L_n 的、与该最频繁的源色彩值 (R_g, G_g, B_g) 最接近的源色彩值或输入 (R_h, G_h, B_h) 和与其相关联的输出 (R'_h, G'_h, B'_h) ,只要该源色彩值或输入尚未被与该组 G_k 的另一源色彩值或之前的更频繁的源色彩值相关联地提取即可;

[0106] - 如果最高层 L_n 的、与该最频繁的源色彩值最接近的源色彩值或输入已经被利用其相关联的输出与另一源色彩值相关联地提取过,则从同一层或者从较下层 $L_{n'}$ 中提取全局色彩变换 LUT 的另一最接近的对 $(R_h, G_h, B_h; R'_h, G'_h, B'_h)$,其中 $n' \geq 1$ 。

[0107] 因此,对于组 G_k 的图像的最频繁的源色彩值中的每一个 (R_g, G_g, B_g) ,提取了全局色彩变换 LUT 的一对 $(R_h, G_h, B_h; R'_h, G'_h, B'_h)$,然后生成部分色彩变换 LUT $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{Gk}]\}$ $\tilde{N}_{Gk} = N_{Gk}$ 。

[0108] 优选地,在每一层或者网格 L_n 内,在源色彩空间中有规则地采样源色彩值或者输入 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{Gk}]\}$ 。

[0109] 这样的变形的优点在于:在从全局色彩变换查找表格的较高较粗的网格向下到较低较细的网格来进行部分色彩变换 LUT 的生成时,甚至在源色彩空间中远离最频繁的色彩值的色彩值也将被部分色彩变换 LUT 正确地变换。

[0110] 对于该有利的变形,在不偏离本发明的情况下,可以使用组 G_k 的图像的最频繁的源色彩值 $\{(R_g, G_g, B_g) \mid g \in [1, N_{Gk}]\}$ 与来自全局色彩变换查找表格的不同网格或层的、能够形成部分色彩变换 LUT 的 $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \mid h \in [1, \tilde{N}_{Gk}]\}$ $\tilde{N}_{Gk} = N_{Gk}$ 的全局色彩变换 LUT 的对 $(R_h, G_h, B_h; R'_h, G'_h, B'_h)$ 的任何其它关联。该部分色彩变换 LUT 的对的数目 \tilde{N}_{Gk} 小于组 G_k 的最频繁的源色彩值的数目 N_{Gk} ,例如,当最高层 L_n 的、与该最频繁的源色彩值最接近的源色彩值或输入已经被利用与其相关联的输出与另一源色彩值相关联地提取了,不从全局色彩变换 LUT 中提取全局色彩变换 LUT 的其它最接近的对 $(R_h, G_h, B_h; R'_h, G'_h, B'_h)$ 。

[0111] 参考图 2,现在给出该有利变形的更具体的示例。

[0112] 将全局色彩变换 LUT 的色彩值的 T^3 个输入-输出对分布到 N 层,其中,根据公式 $T-1 = 2^N$ 计算 N ;如果 $T = 5$,有 $N = 2$ 层(参见图 2);最高层 $n = 1$ (图 2 上的黑点)包含 $(2^n+1)^3 = 27$ 个 LUT 输出值,而最低层 $n = 2$ (图 2 上的白点)包含 $(2^n+1)^3 - (2^{n-1}+1)^3 = 125 - 27 = 98$ 个 LUT 输出值。在通常的 N 层情况下,每层 n 包含 $D_n = (2^n + 1)^3 - \sum_{i=1}^{n-1} (2^i + 1)^3$ 个

色彩值。第一最高层 $n = 1$ 需要 $3 \cdot D \cdot D_1 = (2^1+1)^3 = 81 \cdot D$ 比特来进行 LUT 的输出值的传送, 而最后最低层 $n=N = \log_2(T-1)$ 需要 $D_N = 3 \cdot D \cdot D_N = 3 \cdot D \cdot T^3 - \sum_{i=1}^{\log_2(T-1)-1} (2^i+1)^3$ 个比特。

[0113] 根据部分色彩变换 LUT 的组成的步骤 2) 和 10) 的该变形的示例, 按照降低频率的顺序, 部分色彩变换 LUT 生成单元 14 从在色彩变换数据存储单元 13 中存储的全局色彩变换 LUT 的 N 层中为每一个最频繁的源色彩值 (R_g, G_g, B_g) 选择全局色彩变换 LUT 的最接近的对 $(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h)$, 按照降低层的顺序, 在从最高层开始的 N 层中搜索该最接近的色彩, 忽略搜索已经被选择的条目的色彩, 并且在从全局色彩变换 LUT 中为这些最接近的色彩 $\{(R_h, G_h, B_h) \setminus h \in [1, \tilde{N}_{Gk}], \tilde{N}_{Gk} = N_{Gk}\}$ 中的每一个获得了目标色彩值 (R'_h, G'_h, B'_h) 时结束, 然后形成被发送到色彩变换 LUT 发射控制单元 16 的部分色彩变换 LUT $\{(R_h, G_h, B_h, R'_h, G'_h, B'_h) \setminus h \in [1, \tilde{N}_{Gk}]\}$ 。如已经解释的, 关于可用传送带宽选择色彩的数目 \tilde{N}_{Gk} 。

[0114] 优选地, 替代传送部分色彩变换查找表格中每对内的源色彩值或输入, 仅传送源色彩值在其网格内的位置; 然后, 每个输入-输出对包含该位置作为输入以及与之前一样的对应的目标色彩值; 源色彩值一在源色彩空间内有规则地分布, 就可以有利地使用该变形; 该变形的一个优点在于: 降低了被用来传送部分查找表格的每对的数字位的数目, 然后限制了带宽需要。

[0115] 将理解, 已经完全通过示例描述了本发明, 在不偏离本发明的范围的情况下可以作出细节的修改。例如, 可以将根据本发明的方法与根据现有技术的使用数字位的截断的方法结合。

[0116] 可以独立地提供在说明书中公开的每一特征以及 (在适当时) 在权利要求和附图中公开的每一特征, 或者可以以任何适当的组合来提供所述特征。在适当时, 可以以硬件、软件、或者两者的组合来实现特征。在适用时, 传送链路可以被实现为无线传送或者有线 (不必须是直接的或专用的) 传送。

[0117] 在权利要求中出现的附图标记仅仅是例示, 并且将不对权利要求的范围产生限制性影响。

[0118] 如对于本领域技术人员将是明显的, 所要求保护的本发明因此包括从这里描述的具体示例和优选实施例的变形。尽管可能分离地描述并要求保护特定实施例中的一些, 但应理解, 可以以组合方式使用这里描述并要求保护的实施例的各种特征。

