



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101766018 B

(45) 授权公告日 2012. 05. 30

(21) 申请号 200880100692. X

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008. 07. 25

H04N 1/60 (2006. 01)

(30) 优先权数据

07301279. 1 2007. 07. 27 EP

07301698. 2 2007. 12. 18 EP

(56) 对比文件

US 6480301 B1, 2002. 11. 12, 全文.

CN 1867963 A, 2006. 11. 22, 全文.

US 5704026 A, 1997. 12. 30, 全文.

US 2005/0047654 A1, 2005. 03. 03, 全文.

EP 1100256 A1, 2001. 05. 16, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 01. 27

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/059839 2008. 07. 25

审查员 奚惠宁

(87) PCT申请的公布数据

W02009/016138 EN 2009. 02. 05

(73) 专利权人 汤姆森特许公司

地址 法国布洛涅 - 比扬库尔

(72) 发明人 于尔根·斯托德 劳伦特·布朗德

帕特里克·莫文

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 吕晓章

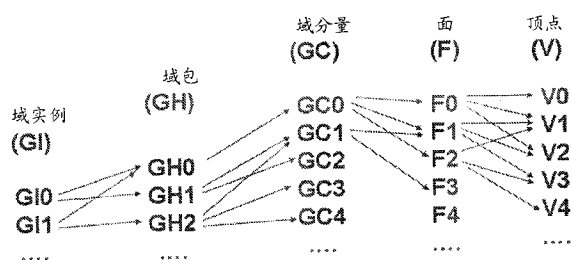
权利要求书 1 页 说明书 33 页 附图 3 页

(54) 发明名称

用于描述彩色设备或彩色内容的实际色域的方法

(57) 摘要

为了描述实际色域,提出了层次结构,其从底部到顶部包括:域分量(GC):每个GC是表面,其通常被描述为一组连通的基础三角形或者多边形。域包(GH):每个GH是由连通的域分量(GC)的级联形成的封闭表面。域实例(GI):每个GI是相同实际域的替代域边界描述(GBD),并且由至少一个域包(GH)所界定的(多个)体的并集建立。这样的域边界信息可以特别地用于域映射运算。在本发明的优点中,存在对于可用的存储器和带宽能力的灵活性和适应性。



1. 一种用于在色彩空间中通过至少一个域边界描述来描述实际色域的方法,所述域边界描述被称为“域实例”,其特征在于所述方法包括:

- 将至少一个域包定义为界定体的封闭表面,使得每个域实例由至少一个域包所界定的一个或多个体的并集形成;

- 定义多个域分量,使得每个域包由若干连通的域分量的级联形成,其中每个域分量表示一表面,

其特征在于,将所述多个域分量中的至少一个域分量用于定义至少两个不同的域包。

2. 根据权利要求1所述的方法,包括定义多个域包,其特征在于,被用于定义相同的域实例的所述多个域包中的至少两个域包的体具有非空交集。

3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,至少一个域实例是非凸的,被用于定义域实例的任何域包是凸的。

4. 根据上述权利要求中的任一项所述的方法,包括定义多个域包,其特征在于,将所述多个域包中的至少一个域包用于定义至少两个不同的域实例。

5. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,包括定义多个域实例,其中所述多个域实例中的每一个域实例对相同色彩空间中的彩色设备的相同的色域进行不同的描述。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,至少一个域实例是凸的,并且至少另一个域实例是非凸的。

7. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在所述多个域实例中,其中所述多个域实例中的一些包含实际色域的不同百分比的色彩。

8. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于,在所述多个域实例中,其中所述多个域实例中的一些以不同级别的细节描述相同的形状,其中细节的级别越高,定义域实例的域分量中的面的数目越高。

9. 根据权利要求1-3中任一项所述的方法,其特征在于,其包括定义基础多边形,使得每个域分量由若干连通的基础多边形的级联形成。

10. 根据权利要求9所述的方法,其特征在于,基础多边形是三角形。

11. 一种在给定的色彩空间中将色彩从实际源色域向实际目标色域进行色域映射的方法,包括通过根据上述权利要求中的任一项的方法来描述实际源色域、或者实际目标色域、或者这两者。

用于描述彩色设备或彩色内容的实际色域的方法

背景技术

[0001] 为了在给定的色彩空间 (color space) 中将色彩从色彩的源域 (gamut) 映射到色彩的目标域, 域映射是必须的。通常, 通过某种域边界信息来描述这样的色域 (color gamut) 的这种色彩空间中的边界。色域与诸如图像捕捉设备或者图像显示设备之类的特定的彩色设备有关, 或者与诸如视频内容或者静止图像之类的特定彩色内容有关。

[0002] 作为示例, 由所选择的显示技术确定显示设备的色域。此时, 消费者具有在不同的显示技术之间选择的机会, 所述不同的显示技术例如包括液晶显示器 (LCD)、等离子显示面板 (PDP)、阴极射线管 (CRT)、用于投影的数字光处理 (DLP)、或者 OLED (“有机发光二极管”) 显示器。这些不同的技术通常导致不同的色域。还可能在相同的显示技术的两个代表 (representative) 之间存在明显的差异。例如, 两个液晶显示器装置可以配备不同组 (set) 的背光源。这些组的光源之一可以是冷阴极荧光 (CCFL), 其中色域主要取决于所使用的荧光体 (phosphor)。过去, 这些光源不允许使用高色域。实际上, 按照用于高清晰度的国际电信联盟 (ITU) 709 色彩标准, 使用这些光源的显示器不能够再现所有 709 种色彩。然而, 近来的开发为市场带来了使用所谓的宽域冷阴极荧光 (W-CCFL) 的产品, 其中色域甚至大于 709 色域。液晶显示技术的另一组件是滤色器, 可以将其设计为在窄色域情况下具有高的光输出, 并且由此具有高的光效率, 或者可以将其设计为具有发光光效率 (luminous light efficiency) 以及更宽的色域。另一趋势是由具有甚至更高的色域的 RGB LED (发光二极管) 背光单元 (BLU) 代替 LCD 显示器的 CCFL BLU。

[0003] 利用参考色域或者与标准化域有关的标准域, 在色彩空间中编码数字视频盘 (DVD) 上的当前视频内容、电视广播上的当前视频内容、和 / 或经由通过因特网协议的视频 (VOIP) 的当前视频内容。代替作为视频内容, 彩色内容可以是图像、图像中的任意选择的对象。随着新的域的显示器的出现, 变得可能显示比从前可能的色彩范围更宽的色彩范围。现在, 扩展的色域是可行的。当前的趋势似乎是使用开放的、非限制性的色彩标准。这样的标准的一个示例是基于用于数字电影的 XYZ 色彩空间、或者用于消费电视的 xvYCC (IEC 61966-2-3)。其它示例例如包括用于计算机图形以及静止画面摄影的 sYCC (国际电工技术委员会 (IEC) 61966-2-1)、ITU-R BT. 1361、或者 e-sRGB (摄影和成像制造商协会 (PIMA) 7667)。

[0004] 甚至在宽域显示器上的宽域内容的环境下, 仍然存在问题: 由于宽域内容的色域与宽域显示器的色域不同, 可能不正确地显示色彩。实际上, 通过使用像 xvYCC 或者 XYZ 那样的上述非限制性的色彩标准, 不能在一个或多个特定的宽域显示器上显示传输的色彩总是可能的。因此, 为了在给定的色彩空间中将色彩从宽域内容映射到宽域显示器, 必须执行域映射。

[0005] 在彩色设备或者彩色内容接收 (用于源或者目标中的任一个的) 域边界信息时, 优选的是, 域边界信息的格式和表示允许取决于设备的可用的存储器大小、取决于设备的可用的计算能力、并且取决于计划的域映射运算的类型和所需要的精确度的灵活使用。

[0006] 使用域边界信息 (GBI) 的已知方法通常依赖于给出这样的域的色彩空间中

的边界的一个可能的描述的单个域边界描述 (GBD)。通常, GBD 具有大的存储器尺寸 (footprint), 以便达到高的精确度, 或者由于其非凸 (non-convex) 形状需要复杂的几何运算。

发明内容

[0007] 本发明的一个目的是解决这些问题。

[0008] 为此目的, 本发明的主题是一种用于通过至少一个域边界在色彩空间中描述实际色域的方法, 所述域边界描述被称为“域实例” (GI, gamut instance), 其中所述方法包括:

[0009] - 将至少一个域包 (GH, gamut hull) 定义为界定 (border) 体 (volume) 的封闭表面 (closed surface), 使得每个域实例 (GI) 由至少一个域包 (GH) 所界定的 (多个) 体的并集 (union) 形成;

[0010] - 定义多个域分量 (GC), 使得每个域包 (GH) 由若干连通 (connex) 的域分量 (GC) 的级联 (concatenation) 形成, 其中每个域分量 (GC) 表示一表面。

[0011] 然后, 此方法生成能够描述所述实际色域的域边界信息 (GBI)。所述实际色域可以与彩色设备或者与彩色内容有关, 可以是源色域或目标色域、或者其它的色域。可以将此域边界信息 (GBI) 用于任何目的, 特别是用于使用色彩变换系统执行彩色内容的色彩变换。

[0012] 域边界信息包括一个或多个域实例。每个域包 (GH) 表示一封闭表面。在域实例由仅仅一个域包的体的并集形成时, 其意味着此域实例由此域包自身形成。每个域包可以属于若干个域实例。每个域分量表示域包的表面的部分。每个域分量可以属于若干个域包。

[0013] 然后, 根据本发明的域边界信息的逻辑结构从底部到顶部包括:

[0014] - 域分量 (GC): 每个 GC 是表面, 其通常被描述为色彩空间中的一组连通的基础 (elementary) 三角形或者多边形。

[0015] - 域包 (GH): 每个 GH 是由连通的域分量 (GC) 的级联形成的封闭表面。GH 由一组 GC 来描述, 该组 GC 的级联形成此 GH 的封闭表面。

[0016] - 域实例 (GI): 每个 GI 是实际域的替代域边界描述 (GBD), 并且由至少一个域包 (GH) 所界定的 (多个) 体的并集建立, 并且由该组 GH 描述, 该组 GH 的 (多个) 体的并集形成此 GI。

[0017] 优选地, 将所述多个域分量的至少一个域分量 (GC) 用于定义至少两个不同的域包 (GH), 然后允许减小色彩变换系统中的域边界信息 (GBI) 的存储器尺寸。

[0018] 优选地, 所述用于描述实际色域的方法包括定义多个域包, 被用于定义相同的域实例的所述多个域包 (GH) 中的至少两个域包具有非空交集 (intersection)。值得注意的是, 在此域实例是非凸时, 被用于定义此域实例的域包优选地是凸的, 并且因此这些域包所界定的体中的一些体具有非空交集。

[0019] 优选地, 非凸的至少一个域实例、被用于定义域实例 (甚至是非凸域实例) 的任何域包是凸的。然后, 将任何非凸的域实例分解为若干域包, 这些域包中的每一个是凸的。通常, 界定体的这些域包中的至少两个具有非空交集。再次, 由于仅仅使用凸域包, 有利地降低需要用于色彩变换的计算负荷。

[0020] 优选地, 所述用于描述实际色域的方法包括定义多个域包, 将所述多个域包中的至少一个域包 (GH) 用于定义至少两个不同的域实例 (GI), 然后允许减少色彩变换系统中

的域边界信息 (GBI) 的存储器尺寸。

[0021] 优选地,所述用于描述实际色域的方法包括定义多个域实例,其中所述多个域实例中的每一个不同地描述相同色彩空间中的彩色设备的相同的色域。必须指出:尽管在 US5704026 的图 7 和图 8 中被不同地描述,但没有在相同的色彩空间中描述相同的色域,而是分别在 CMY 色彩空间和 Lab 色彩空间中描述。可以有利地将根据本发明的这样的方法用于实施在文献 US2006/072133、US2007/052719、US2007/085855 中公开的域边界描述,其中由多个 GBD 而不是由单个 GBD (域边界描述符) 表示给定的实际色域。如在这些文献中公开的,在映射色彩之前,必须选择适当的 GBD。与这些文献相比较,本发明的优点在于在不同的域边界描述符中重复使用域分量,并且优选地重复使用域包,这允许减少色彩变换系统中的存储器尺寸。

[0022] 优选地,至少一个域实例是凸的,并且至少另一个域实例是非凸的。使用非凸和凸域实例两者有利地允许降低用于色彩变换的计算负荷,这是因为基于凸形状的色彩变换通常比基于非凸形状的色彩变换需要更低的计算负荷。

[0023] 优选地,在所述多个域实例中,其中一些包含实际色域的不同百分比的色彩。使用通过其百分比的色彩区分的域实例有利地允许执行更适合视频序列或者视频接收器 (video sink) 的彩色内容的色彩变换。

[0024] 在多个域实例中,其中一些至少由给定级别的色彩总数 (population) 定义,并且它们的色彩总数的级别不同。属于至少由给定百分比的色彩或者给定级别的色彩总数定义的相同的域实例的所有域边界描述具有相同百分比的色彩或者相同级别的色彩总数。然后,使用多个域边界描述允许使用包含实际色域的不同百分比的色彩的域边界描述。如果 P 指示色彩总数的级别的数目,则存在 P 个具有不同百分比的色彩或者色彩总数的不同级别的群组 (group) / 域实例。

[0025] 优选地,在所述多个域实例中,其中一些域实例利用不同级别的细节来描述相同的形状。如果 K 指示细节的级别的数目,则存在用于将相同的形状描述为实际色域的特定描述的 K 个具有不同级别的细节的域实例。有利地,然后,用于色彩变换的视频接收器可以选择适于目标色彩再现性能的细节的级别。细节的级别特征主要在于最终用于定义 GI 的面 (face) 的总数。由 GI 使用的面的总数是那些 GC 所标记索引 (indexed) 的所有面的数目,所述 GC 由那些 GH 标记索引,所述 GH 由所提及的 GI 标记索引。面的总数通常影响描述实际域的 GBD 的几何精确度。在使用所提及的 GI 时,面的总数还确定所需要的存储器或者传输速率。

[0026] 优选地,用于描述实际色域的方法包括定义基础多边形,特别是三角形,使得每个域分量 (GC) 由若干连通的基础多边形的级联形成。然后,根据本发明的域边界信息的逻辑结构还包括多边形,通常多边形由一组顶点描述。US6480301 和 US5704026 公开了由基础多边形的网络进行的色域边界的描述。用于建立能够描述实际色域 (源色域或者目标色域) 的域边界信息的方法优选地基于域映射色彩空间中的基础三角形 (或者任何其它基础多边形),这些三角形中的每一个特别地由三个顶点定义。这样的域边界信息 (GBI) 作为“域 ID 元数据”传输和 / 或存储。

[0027] 本发明的主题也是一种在给定的色彩空间中将色彩从实际源色域向实际目标色域进行色域映射的方法,其包括通过根据上述要求之一的方法描述实际色域的源色域或者

目标色域、或者这两者。要映射的色彩可以属于一系列图像中的图像。这些色彩可以属于视频内容,属于视频接收器,属于一系列帧,属于图像中的对象,或者属于任何其它的图式(pictorial)内容。

[0028] 实际源色域如同实际目标色域,可以是彩色设备的域或者彩色内容的域。彩色设备可以是如照相机或者扫描仪的图像捕捉设备、或者如 PDP(等离子显示面板)或 LCD 或者 CRT 的图像显示设备、或者能够印制彩色胶片或者纸张的印制机、或者图像编码器、或者图像代码转换器。彩色内容可以是如彩色胶片、CD 或 DVD 的任何彩色介质、或者诸如 JPEG 或者 MPEG 电子文件之类的根据特定标准传输的任何彩色流(flux)。

[0029] 特别是在使用根据本发明的色域映射的方法时获得的域边界信息的格式和表示有利地允许取决于设备的可用的存储器大小、取决于彩色设备的可用的计算能力、并且取决于计划的域映射运算的类型和所需要的精确度的灵活使用。此方法允许选择这样的域边界描述,其在关于细节的级别、要映射的图像的色彩内容(其还与所需要的色彩总数的级别有关)、计算负荷、可用的存储器大小、可用的传输带宽这些不同需要之间进行最好地折衷。

[0030] 本发明可被优选地用于具有可变的或者不同的存储器容量的视频接收器中的域映射(GM)。在此情况下,GBI 由一系列每个 GI 具有不同级别的细节的 GI 组成。例如:

[0031] • 由具有低精确度以及低存储器尺寸的两个 GC 定义的单個第一 GH 定义的第一 GI,第一 GC 是描述域的高亮度部分表面,第二 GC 是描述域的低亮度部分的表面。两个级联的 GC 给出第一 GH。由此第一 GH 定义的第一 GI 由具有低存储器容量的视频接收器使用。

[0032] • 由第一 GC 以及第三 GC 定义的单個第二 GH 定义的第二 GI,所述第一 GC 具有小的存储器尺寸并且描述域的高亮度部分,第三 GC 具有更大的存储器尺寸并且以更高的精确度描述域的低亮度部分。此 GI 由具有中等存储器容量的视频接收器使用。第二 GI 具有更好地表现人眼更敏感的低亮度的优点。

[0033] • 由第四 GC 和第三 GC 定义的单個第三 GH 定义的第三 GI,所述第四 GC 具有更大的存储器尺寸并且以更高的精确度描述域的高亮度部分,所述第三 GC 以更高的精确度描述域的低亮度部分。此 GI 由具有高的存储器容量的视频接收器使用。第三 GI 具有更好地表现所有亮度的优点,并且使用其将给出高质量的结果。

[0034] 在另一情况下,可以在用于具有可变或者不同计算容量的视频接收器中的域映射(GM)的非凸域的情况下优选地使用本发明。在此情况下,GBI 由如下形成的两个 GI 组成:

[0035] • 由非凸的单個第一 GH 定义的第一 GI。此 GI 由具有能够使用非凸形状以进行几何运算的高的计算容量的视频接收器使用。

[0036] • 由一系列凸 GH(例如第二 GH 和第三 GH)定义的第二 GI。由 GH 定义的体的并集指定由第二 GI 描述的体。此 GI 由具有仅能够使用凸形状以进行几何运算的低计算容量的视频接收器使用。第二 GI 具有仅由凸形状(GH)定义的优点。第二 GI 具有以下不便之处:其仅可以以近似方式来描述实际域。

[0037] 根据本发明的优选实施例,将域边界信息(GBI)组织为三个级别:

[0038] - 在第一级别中,域边界信息(GBI)由大量(multitude)替代域边界描述(GBD)组成,所述域边界描述被称为域实例(GI),每个 GI 描述所述实际域并且具有特定的几何形状和其特定的存储器尺寸;

[0039] - 在第二级别中,所述域实例 (GI) 中的每一个由一组域包 (GH) 组成,每个域包是色彩空间中的封闭的体的边界描述。每个域实例 (GI) 通过该组域包 (GH) 中的域包所界定的体的并集来描述所述实际色域。优选地,被用于描述相同的域实例的所述域包中的至少两个域包具有非空交集;

[0040] - 在第三级别中,将每个域分量 (GC) 描述为域映射色彩空间中的一组连通的三角形或者多边形,每个三角形由三个顶点组成。每个域分量表示域包的一部分,即,表面的一部分。每个域包 (GH) 的封闭表面由多个域分量 (GC) 的级联来描述。

[0041] 本发明的一个优点用于表示彩色设备的域或者彩色内容的域的一大组选择的组合:

[0042] • 例如在 W02007/024494 中所公开的,使用大量 GI 允许使用非凸和凸 GBD 两者来描述相同的实际色域。

[0043] • 例如在 EP1100256 和 EP612840 中公开的,使用大量 GI 允许使用包含实际色域的不同百分比的色彩的 GBD。

[0044] • 如在 JYH-Ming Lien 的博士论文中公开的 (参见下文),使用多于一个域包 (GH) 以建立每个 GI 允许使用凸形状表示非凸域边界。

[0045] • 在不同的域包 (GH) 中重复使用 (多个) 域分量 (GC)、然后可能对于不同的 GI 重复使用 (多个) 域分量 (GC),允许减小存储器尺寸。

[0046] • 如在 US5721572 中使用三角形,或者如在 US2007/081176、US6480301 以及 US5704026 中使用多边形,允许使用现有标准进行硬件加速。

[0047] • 如在未公开的专利申请 EP2007-301166 中更具体地解释的那样,可以将三角形或者多边形的顶点标记为域脊 (ridge),以便能够在随后执行 GBD 的平滑步骤的情况下避免对所述顶点的平滑。

[0048] JYH-Ming Lien 在他的博士论文 (2006 年 12 月出版的题为 “Approximate convex decomposition and its applications” 的德州 A&M 大学论文) 中回顾并提出了将图形、非凸对象再分为具有空交集的凸分量的算法。不同的分量的级联描述原始的对象。

附图说明

[0049] 在阅读下面的通过非限制性的示例并且参照附图给出的描述时,将更清楚地理解本发明,附图中:

[0050] - 图 1 图示了根据本发明的域边界信息 (GBI) 或者 “域 ID 元数据” 的范围;

[0051] - 图 2 图示了根据本发明的实施例的、作为域边界信息 (GBI) 的一部分的色域的示例;

[0052] - 图 3 图示了根据本发明的优选实施例的、域边界信息 (GBI) 的层次结构;

[0053] - 图 4 图示了根据本发明的优选实施例的、属于域边界信息 (GBI) 的色域的脊或者顶端 (summit) 的标记 (marking);

[0054] - 图 5 图示了根据本发明的优选实施例的、将非凸色域分解到凸域分量的分解;

[0055] - 图 6 图示了依据根据本发明的格式化域边界信息 (GBI) 的示例、要编码为 “域 ID 元数据” 的样本色域。

具体实施方式

[0056] 对根据本发明的域边界信息 (GBI) 的描述的介绍

[0057] 2006 年, 国际电工技术委员会 (IEC) 公布了标准 IEC 61966-2-4 “Multimedia systems and equipment-Color measurement and management-Part 2-4:Color management-Extended-gamut YCC color space for videoapplications-xvYCC”。此 IEC 61966-2-4 标准定义宽域色彩编码。此标准在 2006 年被采纳用于 HDMI 1.3 标准 [参见: High-Definition Multimedia Interface, Specification Version 1.3, Nov.10, 2006]。同时, 域元数据分组 (packet) 也被采纳用于此 HDMI 1.3 标准, 该域元数据分组能够并且被适配用于描述视频内容色域。视频内容域是用于创建视频内容的色域。例如, 其可以对应于被用于内容创建的参考显示设备的色域。另一种可能性是该视频内容色域对应于被用于内容创建的受限制的、在艺术上 (artistically) 定义的色域, 例如用于科幻电影的浅蓝色 (bluish)。被采纳用于标准 HDMI 1.3 的此域元数据分组允许视频接收器 (sink) 适当地处理宽域内容, 所述视频接收器, 例如消费者的目标显示器, 具有不同于内容域的色域, 其常常是更受限制的域。

[0058] 为了允许在如显示设备的目标彩色设备上以正确色度 (colorimetric) 色彩再现视频内容, 通常必须满足三个条件:

[0059] -1) 内容的色彩的编码必须被目标彩色设备正确地理解和解码;

[0060] -2) 目标彩色设备之外的色彩必须以受控的方式被识别和处理。

[0061] -3) 目标彩色设备的观看条件必须被控制, 以便掌控对于使用此目标彩色设备的人员观察者的色彩外观 (appearance)。

[0062] 根据本发明的“域边界信息”以及对应的“域 ID 元数据”的格式主要处理第二个条件。

[0063] 域之外的色彩 (out-of-gamut color) 通常由域映射 (GM) 算法处理, 以便满足前述第二个条件。在域之外的色彩不能在目标彩色设备上被正确地再现时, 通过色彩外观和艺术意图知道域之外的色彩通过域映射处理要被域中的色彩替换的有效色彩是一个问题。

[0064] 根据本发明的域边界信息 (GBI) 有利地允许统一的格式 (被称为域 ID 元数据), 以便定义彩色设备或者视频内容的域, 以便将此域边界信息 (GBI) 传输到视频接收器, 使得其可以应用域映射。此外, 可以有利地适配此统一的格式, 以定义视频接收器的域, 以便将此域边界信息 (GBI) 传输到内容创建者, 使得他可以处理在视频接收器的域之外的色彩。

[0065] 如果视频接收器不知道视频内容的实际色域, 则其需要以某种方式将所有输入的色彩映射到接收器的域。为了保持图像细节, 视频接收器将使用通常比仅仅剪辑更复杂的某种域映射 (GM)。GM 算法会将可能在内容中出现的所有色彩映射到接收器域。通过所利用的色彩编码规则 (例如 SMPTE274M) 来定义可能的色彩, 被称为色彩编码域。视频内容色域通常等于或者小于色彩编码域。如果实际视频内容的色域不可用, 则 GM 将基于色彩编码域。则未将此 GM 较好地适配于视频内容, 并且此 GM 可能太强而导致损失或者对比度和饱和度超调 (over-shoot)。这样的结果至少在视频内容色域接近接收器域时是可接受的结果。

[0066] 根据本发明的域边界信息通过优选地将视频内容色域与要映射的视频内容相关

联来解决此问题。

[0067] 根据本发明的域边界信息 (GBI) 的范围

[0068] 图 1 示出了根据本发明的域边界信息 (GBI) 和“域 ID 元数据”的范围。优选地将域边界信息 (GBI) 与视频内容或者与视频接收器相关联。与视频内容相关联, GBI 描述内容色域。与视频接收器相关联, GBI 描述接收器的色彩再现域, 即目标显示设备的色域。GBI 包含描述视频内容的色域或者视频接收器的色域的“域 ID 元数据”。此视频内容可以是单个帧或者图像、一系列帧、仅仅是可视对象、或者任何其它的图示内容。下面详细解释域边界信息 (GBI) 的总体架构。还在下面详细解释可被用于此域边界信息 (GBI) 的格式 (域 ID 元数据)。域边界信息 (GBI) 的生成对于内容创建者而言, 是开放领域 (open field) 以创造增值。可以使用诸如凸包或者阿尔法形状之类的已知方法。对于诸如 DVD 播放器或者目标显示设备之类的视频接收器的制造商而言, 用于诸如域映射 (GM) 的域边界信息 (GBI) 的使用是开放领域。

[0069] 域映射是科学文献中众所周知的主题 [参见: 2002 年日本 Chiba 大学 Katoh, N. 的博士论文 Corresponding Color Reproduction from Softcopy Image to Hardcopy Images], 并且 CIE 准备了域映射的方法的调查 [参见 Morovic J. 和 Luo M. R., The Fundamentals of Gamut Mapping: A Survey, Journal of Image Science and Technology, 45/3: 283-290, 2001]。对于显示器和其它视频接收器的制造商而言, 域映射是创造增值的开放领域。

[0070] 从 HDMI 标准版本 1.3 到根据本发明的域边界信息:

[0071] HDMI 标准 1.3 在传输配置文件 (profile) P0 (28 字节) 中允许与域有关的元数据分组。高清多媒体接口 (HDMI) 是用于彩色设备、特别是显示设备的视频连接的工业标准。只要以 IEC 61966-2-4 xvYCC 色彩空间表示视频, 域元数据分组就是强制性的。此规范版本 1.3 包括:

[0072] - 色彩空间的指示 (ITU-R BT.709 RGB, SD 或者 HD 比色法中的 IEC61966-2-4 YCbCr);

[0073] - 色彩精确度的指示 (24、30、36 比特/色彩);

[0074] - 定义色域的顶端或者基本主要顶点的四种基本原色 (黑、红、绿、蓝)。

[0075] 从与域有关的元数据分组导出间色 (secondary color) 和白色, 则由八种基本色彩 (被称为基本主要和基本次要域顶点) 定义域边界。明显的是: HDMI 1.3 标准受限于具有等于虚构的加性 (imaginary additive) 三原色显示的内容域的彩色内容。

[0076] 与 HDMI 1.3 与域有关的元数据分组相比, 根据本发明的域边界信息 (GBI) 优选地包括下面的附加特性:

[0077] - 多于四个基本主要顶点, 以便提高色域的几何定义的精确度;

[0078] - 被标记索引的面的组, 每个面由三个顶点定义 (如从 OpenGL 和 MPEG-4 已知的, 描述如何从顶点建立色彩空间中的 3D 面), 以便支持现有的硬件;

[0079] - 可缩放性 (scalability), 以便允许对于色域的几何定义不同级别的精确度, 并且由此以便适配用于不同的彩色设备等级;

[0080] - 多个 GBD 版本, 以便能够支持不同的 GM 算法 (如果需要的话);

[0081] - 多个 GBD 版本, 以便能够利用具有使用优选的凸形状的简单几何形状的 GBD, 例

如用于低的计算负荷。

[0082] 在下面各部分中促成这些附加的特性。

[0083] 对于根据本发明的域边界信息 (GBI) 的优选的要求：

[0084] 为了实用,根据本发明的域边界信息 (GBI) 应当优选地支持可缩放性以及低的计算复杂程度。为了功能强大,此域边界信息 (GBI) 必须考虑色彩空间的物理特性并且需要支持内容制作中的创新处理。

[0085] 对于此域边界信息 (GBI) 的要求特别地是：

[0086] • 可缩放性

[0087] ◦ 允许不同级别的域精确度

[0088] • 低计算复杂程度

[0089] ◦ 支持现有的图形标准

[0090] ◦ 允许使用凸形状的简单的几何形状

[0091] ◦ 允许域分解为子域模块

[0092] • 小存储器尺寸

[0093] ◦ 允许多次重复使用子域模块

[0094] • 基于物理学

[0095] ◦ 考虑由于着色剂 (colorant) 通道引起的域脊

[0096] • 创新

[0097] ◦ 考虑色彩的重要性和总数 (population)。

[0098] 现有技术,例如 HDMI 版本 1.3 的域元数据分组,不满足这些要求。

[0099] 根据本发明的域边界信息 (GBI) 的层次结构：

[0100] 根据本发明的域边界信息 (GBI) 通过使用域边界描述 (GBD) 来描述视频内容的色域。GBD 描述色彩空间中三维色域的二维表面。传统上 GBD 基于一组被标记索引的面。面是例如三角形表面的元素。图 2 示出了可被包含在视频内容的域边界信息 (GBI) 中的色域的示例。

[0101] 对应于图 2 中所示的样本色域的域边界信息 (GBI) 包含一组顶点 (V_0 、 V_1 、 V_2 、...)。每个顶点由其在 CIE XYZ 色彩空间中的坐标定义。根据 SMPTE274M 标准或者 IEC 61966-2-4 标准,将 CIE XYZ 色彩空间中的坐标编码为标准化的 RGB 或者 YCbCr 值。

[0102] 对应于图 2 中所示的样本色域的域边界信息 (GBI) 还包含一组面 (F_0 、...)。令 F_0 为图 2 中强调的样本面。面 F_0 由其三个索引 0、1、2 的三个顶点 V_0 、 V_1 、 V_2 定义。将一组面称作被标记索引的面的组。一组面的表面法线总是指向色域外。根据索引 0、1、2 的顺序,将面 F_0 的表面法线定义如下：

$$[0103] \quad \mathbf{v} = \frac{(\mathbf{V}_2 - \mathbf{V}_0) \times (\mathbf{V}_1 - \mathbf{V}_0)}{|\mathbf{V}_2 - \mathbf{V}_0| \cdot |\mathbf{V}_1 - \mathbf{V}_0|}$$

[0104] 其中 $\times$ 是矢量叉积, $|\cdot|$ 是矢量长度运算符。

[0105] 以如图 3 所示的分层次方式组织根据本发明的域边界信息 (GBI)。完整的域边界信息 (GBI) 被进一步更加详述为包含以下元素的每一个的集合：

[0106] • 顶点：一组顶点,其中每个顶点由其三个色彩坐标定义；

[0107] • 面：一组被标记索引的面,其中每个面由正好三个索引的该组顶点的三个对应的

顶点的定义；

[0108] •域分量 (GC) :一组域分量,其中每个 GC 是 3D 空间中的连通的 2D 表面,并且由至少一个面的列表定义；

[0109] •域包 (GH) :一组域包,每个域包 (GH) 由至少一个域分量 (GC) 的列表定义,其级联形成界定连通的体 (volume) 的封闭表面；

[0110] •域实例 (GI) :一组域实例 (GI),这些域实例 (GI) 中的每一个由至少一个域包 (GH) 的列表定义并且表示视频内容或者显示设备的实际域的替代域边界描述 (GBD)。每个域实例 (GI) 由域包 (GH) 的列表的域包 (GH) 所界定的体的并集描述。

[0111] 除了 2D 表面之外的表面是可能的。GC 可以例如是 N 维色彩空间中的 (N-1) 维超表面 (hyper surface),其中 N 是维数。除了面和顶点之外的其它基础表面元素是可能的。例如,基础表面可以是一组控制点定义的几块样条表面 (splines surface)。

[0112] 根据本发明的域边界信息 (GBI) 所使用的层次结构允许满足如表 1 所示的所提及的要求。

[0113] 表 1

[0114]

要求	GBI 特性	优点
可缩放性:允许不同级别的域精确度	GBI 可以包含 $K > 1$ 个替代 GI,每个 GI 描述域的不同的级别的细节	视频接收器可以选择适合于目标色彩再现性能的细节的级别
低计算复杂程度:允许使用凸形状的简单的几何形状	GBI 允许具有凸和 / 或非凸形状的几何形状。GBI 可以包含替代的 GI,其中至少一个使用凸形状,一个使用非凸形状。	视频接收器可以选择使用凸形状的 GI,以便加速几何运算。
低计算复杂程度:支持现有的图形标准	GBI 总体上基于被标记索引的面的组	OpenGL 和图形硬件中的加速的操作
低计算复杂程度:允许域分解为子域模块	GBI 可以包含模块 GI,那些 GI 中的每一个由一个或多个 GH 的并集定义。	视频能够在加速使用凸 GH 的几何运算的同时处理非凸域。
小存储器尺寸:允许多次重复使用子域模块	GBI 可以包含模块 GH,每个 GH 由一个或多个域分量 (GC) 定义。GC 可以由多于一个的 GH 使用	对于不同的 GI 共同的域形状的部分仅被定义一次,减少了存储器尺寸。
基于物理学:考虑由于着色剂通道引起的域脊	被用于定义 GC 的面的顶点可以包含指示以下标志,其表示域的表面的顶端或者脊,和 / 或具有不连续的域表面曲率。	视频接收器能够在对域进行操作时避免脊或者顶端处的平滑。
创新:考虑色彩总数	GBI 可以包含 $P > 1$ 个替代 GI,每个 GI 描述包含实际域的不同百分比的色彩的替代域。	视频接收器可以在常见色彩和罕见色彩之间区分。

[0115] 根据本发明的域边界信息 (GBI) 的示例和优点 - 特殊情况

[0116] 在图 4 中示出用于考虑由于着色剂通道引起的域脊的基于物理学的要求的示例。着色剂通道对应于控制诸如胶片印制机之类的彩色设备的物理信号值的坐标。那些着色剂通道可以是如在色彩空间中延伸 (spanning) 色域的的一组矢量。这样的色域将具有从延伸处理产生的脊和顶端。优选地,利用被视为元数据的称为 VT 的标志来标记属于域脊或者属于域顶端的顶点。脊可以是连接色域的顶端中的两个顶端的色域表面上的线。顶端例如可以是原色、间色、黑点、或者白点。图 5 中图示了根据本发明将一个域实例 (GI) 分解为若干域包 (GH) 的示例。在此示例中,域包 0 和域包 1 两者均为凸的,并且所提出的描述实际色域的域实例 (GI) 由这两个域包的并集组成。此域实例 (GI) 不是凸的。在使用根据本发明的这样的域分解时,诸如线 - 域交集或者内部 - 外部确定之类的几何运算可以有利地利用具有凸包的简单几何形状,然后有利地避免非凸形状的高计算复杂程度的要求。

[0117] 根据本发明的域边界信息 (GBI) 的该组域分量 (GC) 可以有利地包括所谓的“非反向 (non-inverted)” (即,正常的) GC 以及“反向的”GC。非反向和反向的 GC 在物理上可以

是来自 GBI 的该组 GC 的任意 GC,它们仅在其使用上有区别。“非反向”GC 如其自身那样被使用,而假设“反向的”GC 具有带有反向的表面法线的面。通过此定义,GC 可以是分开两个 GH 的表面。在使用两个域包 GH0、GH1 来定义给定的域实例 GI 时,在这两个域包 GH0、GH1 具有由给定的非反向域分量 GC_{GN} 和对应的反向域分量 GC_{GI} 表示的共同表面时,两个域包 GH0、GH1 的并集将实际上“消除”共同表面。必须指出:通常仅存在非反向的 GC。

[0118] 现在将使用特定的规范参考和特定的术语表 (glossary) 来给出根据本发明的域边界信息 (GBI) 的统一格式的示例的更多的细节。此统一的格式被称作“域 ID 元数据”。

[0119] 规范参考:

[0120] -ITU-R BT.601-5:1995, Studio encoding parameters of digital television for standard 4:3 and wide-screen 16:9 aspect ratios.

[0121] -ITU-R BT.709-4:2000 Parameter values for the HDTV standards for production and international programme exchange.

[0122] -IEC 61966-2-4-Ed.1.0 Multimedia systems and equipment-Color measurement and management-Part 2-4:Color management-Extended-gamut YCC color space for video applications-xvYCC, January 17, 2006.

[0123] -SMPTE 274M-2005 SMPTE Standard for Television-1920×1080 Image Sample Structure, Digital Representation and Digital Timing Reference Sequences for Multiple Picture Rates.

[0124] -High-Definition Multimedia Interface, Specification Version 1.3, November 10, 2006. -CIEXYZ (1931)

[0125] 术语表:

[0126] 域:色彩的某个的完整的子集

[0127] GM:域映射

[0128] GBI:域边界信息,其是(多个)域实例(GI)的集合。

[0129] GBD:域边界描述

[0130] GM:域映射

[0131] LSB:最低有效比特

[0132] MSB:最高有效比特

[0133] GI:域实例,其是特定的 GBD。

[0134] GH:域包,其是域分量的集合。

[0135] GC:域分量

[0136] 关于根据本发明的 GBI 的结构介绍:

[0137] 参考在 CIEXYZ (1931) 色彩空间中示出根据本发明的 GBI 的层次结构的图 3,域 ID 元数据包含五组不同的元素:

[0138] • 域实例 (GI),

[0139] • 域包 (GH),

[0140] • 域分量 (GC),

[0141] • 面,

[0142] • 顶点。

[0143] 通过 CIEXYZ 色彩空间中的顶点和三角形面、最终在根据本发明的 GBI 中描述实际色域。由于面是三角形,因此每个面由其三个顶点的索引来描述。

[0144] GBI 的逻辑结构从底部到顶部包括:

[0145] - 域分量 (GC), 其是连通的三角形面的群组。GC 总地描述 CIEXYZ 色彩空间中的色域边界 (3D 闭合体的 2D 边界) 的部分。例如通过属于定义 GC 的连通的三角形面的群组的面的索引来描述此 GC。为每个 GC 给出 GC 索引。

[0146] - 域包 (GH), 其是将在 CIEXYZ 色彩空间中定义封闭体的封闭边界描述建立在一起的连通的域分量 (GC) 的群组。每个 GH 例如由属于定义此 GH 的连通的域分量 (GC) 的群组的域分量 (GC) 的索引来描述。在 GC 其自身是封闭的边界描述的情况下, GH 可以对单个 GC 进行标记索引。在由相同的 GH 标记索引的级联在一起的所有 GC 建立封闭的边界描述的情况下, GH 可以标记索引若干 GC。为每个 GH 给出 GH 索引。

[0147] - 域实例 (GI), 其是将实际色域的一个有效的域边界描述 (GBD) 建立在一起的域包 (GH) 的群组。GI 例如由属于定义此域实例 (GI) 的域包 (GH) 的群组的域包 (GH) 的索引来描述。在单个 GH 由其自身描述实际色域的情况下, GI 可以对单个 GH 进行标记索引。在由 GH 定义的体的并集来描述实际色域的情况下, GI 可以对若干 GH 进行标记索引。优选地为每个 GH 给出 GH 索引。

[0148] GBI 包含一个或多个不同的域实例 (GI)。每个 GI 是实际色域的完整并且有效的域边界描述 (GBD)。优选地, 两个 GI 在以下特征中的至少一个特征中不同:

[0149] • 细节的级别

[0150] → 级别越高, 定义 GI 的 GC 中的面的数目越高。

[0151] • 非凸形状

[0152] → GI 可以允许或者不允许使用非凸形状。

[0153] • 域色彩的百分比

[0154] → 不同的 GI 可以包含实际域的不同百分比的色彩。

[0155] GBI 的统一的格式的“域 ID 元数据”的详细描述:

[0156] 在表 2 中总结了并且利用如所谓的“域 ID 元数据”的更多的细节进一步指定了根据本发明的 GBI 的二进制统一格式的示例。

[0157] 表 2

[0158]

字节 # (十六进制)	描述
00	基本首部
04+VSIZE	扩展首部
ID_GI	域实例 (GI)
ID_GH	域包 (GH)
ID_GC	域分量 (GC)
ID_F	面
ID_V	顶点

[0159] 域 ID 元数据的基本首部:

[0160] 域 ID 元数据以包含根据表 3 的域信息的最小集合的基本首部开始。该基本首部与高清多媒体接口 (HDMI) 与域有关的元数据兼容。

[0161] 表 3

[0162]

字节 #(十 六进 制)	大小 (字节)	符 号	描述								值
			7	6	5	4	3	2	1	0	
00	1	N	FF	FM	ID	ID_PRE CISION		ID_SPACE			FF=0b0 (1 比特) FM=0b0 (1 比特) ID=0b1 (1 比特)

[0163]

								0b111 保留
01	1		Number_Vertices_H					0h00
02	1		Number_Vertices_L					0h03
03	VSIZE		打包的基本顶点数据					参见以下

[0165] FF 和 FM 比特是 Format_Flag 和 Face_Mode 标志,并且对于与 HDMI 标准的兼容性来说应当为 0。通常将 ID 标志设置为指示基本首部之后存在数据的 1。如果 ID 标志被设置为 0,则域 ID 元数据仅由基本首部组成,并且在基本首部之后不存在数据。

[0166] ID_PRECISION 指示每色彩通道使用多少比特,以便定义色彩空间中的顶点的坐标。比特数应为以下之一:

[0167] • N = 8 比特,

[0168] • N = 10 比特,

[0169] • N = 12 比特。

[0170] ID_SPACE 指示使用哪个色彩空间,以便定义顶点的坐标。每个色彩空间具有三个色彩通道。ID_SPACE 应为以下之一:

[0171] • 根据 SMPTE 274M 编码, ITU-R BT. 709、RGB 空间、

[0172] • 根据 IEC 61966-2-4-SD 编码, xvYCC-601、YCbCr 空间、

[0173] • 根据 IEC 61966-2-4-HD 编码, xvYCC-709、YCbCr 空间、

[0174] 以下选择:

[0175] • XYZ 编码,

[0176] • IEC 61966-2-5

[0177] 为以后的使用保留,并且不应使用。

[0178] 打包的基本主要域顶点数据定义将指示实际色域中的黑色、红色、绿色和蓝色的顶端的色彩空间中的四个顶点。在将这些基本主要域顶点表示为 CIEXYZ 色彩空间中的基本主要域的矢量 $V_{\text{黑色}}$ 、 $V_{\text{红色}}$ 、 $V_{\text{绿色}}$ 、 $V_{\text{蓝色}}$ 时,可以计算另外四个矢量作为基本次要域矢量:

[0179] • $V_{\text{品红色}} = V_{\text{红色}} + V_{\text{蓝色}} - V_{\text{黑色}}$,

[0180] • $V_{\text{青色}} = V_{\text{绿色}} + V_{\text{蓝色}} - V_{\text{黑色}}$,

[0181] • $V_{\text{黄色}} = V_{\text{红色}} + V_{\text{绿色}} - V_{\text{黑色}}$,

[0182] • $V_{\text{白色}} = V_{\text{红色}} + V_{\text{绿色}} + V_{\text{蓝色}} - 2V_{\text{黑色}}$,

[0183] 从这 8 个矢量中,在 CIEXYZ 色彩空间中获得扭曲的立方体 (distortedcube)。可以将此立方体视为实际色域的近似。

[0184] VSIZE 是打包的基本顶点数据的大小,并且根据表 4 来定义。

[0185] 表 4

[0186]

N	VSIZE
8	12
10	15
12	18

[0187] 对顶点的打包：

[0188] 在根据本发明的 GBI 的基本首部和其它部分中,将顶点如下打包。打包的基本顶点数据包含 RGB 或者 YCbCr 或者 XYZ 的以此顺序的编码的色彩值。下面以黑色、红色、绿色、蓝色的顺序列出顶点。在 $N = 8$ 时,将 12 个色彩值直接编码为 12 个字节。在 $N = 10$ 时,根据表 5 将顶点打包。在 $N = 12$ 时,根据表 6 将顶点打包。

[0189] 表 5

[0190]

相对字节# （十六进制）	大小（字节）	描述							
		7	6	5	4	3	2	1	0
00	1	A_high							
01	1	A_low		B_high					
02	1	B_low				C_high			
03	1	C_low						D_high	
04	1	D_low							

[0191] 表 6

[0192]

[0193]

相对字节 # （十六进制）	大小（字节）	描述							
		7	6	5	4	3	2	1	0
00	1	A_high							
01	1	A_low				B_high			
02	1	B_low							
03	1	C_high							
04	1	C_low				D_high			
05	1	D_low							

[0194] 域 ID 元数据的扩展首部：

[0195] 扩展首部在基本首部之后,并且根据表 7 来定义。

[0196] 表 7

[0197]

字节#(十六进制)	大小(字节)	符号	描述	值(十进制)
VSIZE + 03	2	ID_GI	偏移到域实例 (GI)	[0; 0hFFFF]
VSIZE + 05	2	ID_GH	偏移到域包 (GH)	[0; 0hFFFF]
VSIZE + 07	2	ID_GC	偏移到域分量 (GC)	[0; 0hFFFF]
VSIZE + 09	2	ID_F	偏移到面	[0; 0hFFFF]
VSIZE + 0B	2	ID_V	偏移到顶点	[0; 0hFFFF]
VSIZE + 0D	1		保留	0
VSIZE + 0E	1		保留	0
VSIZE + 0F	1	K	细节的级别的数目	$1 \leq K \leq 255$
VSIZE + 10	2	F _{MAX}	最低级别的细节	$F_{MAX} \leq F$

[0198]

			下的面的最大数目	(F 参见表 8)
VSIZE + 12	1	P	色彩总数的级别的数目	$1 \leq P \leq 128/K$
VSIZE + 13	1	$2Q_0$	域色彩的百分比的两倍	[0;200]
VSIZE + 13+01	1	$2Q_1$	域色彩的百分比的两倍	[0;200]
VSIZE + 13+P-1	1	$2Q_{P-1}$	域色彩的百分比的两倍	[0;200]
VSIZE + 13+P	1	X	凸或者非凸形状 X=1: 所有 GI 和所有 GH 将是凸的, X=2: GI 和 GH 可以是凸或者非凸的	$1 \leq X \leq 2$

[0199] - 将 16 比特整数或者地址值编码为 2 字节, 其中 MSB 在第一字节中, LSB 在第二字节中 (MSB 为最高有效比特, LSB 为最低有效比特)。

[0200] - ID_GI、ID_GH、ID_GC、ID_F 和 ID_V 分别给出从域 ID 元数据的开始到域实例 (GI)、域包 (GH)、域分量 (GC)、面、以及顶点数据的开始的以字节表示的偏移。

[0201] - K 指示细节的级别的数目。GBI 至少包含 K 个 GI (实际上, GBI 包含多个 GI, 数目是 X、P 和 K 的乘积)。如果 $K = 1$, 则不存在不同级别的细节。利用细节的级别 (0、1、...、K-1) 单独标记每个 GI, 参见表 9。

[0202] - F_{MAX} 是面的最大数目, 以给出描述给定级别的细节的域的数据的大小的指示。在 GI 具有最低级别的细节 (级别 0) 时, 其不应当参考多于 F_{MAX} 个面。对于细节的级别的定义, 参见表 9。对于面的定义, 参见表 15。

[0203] -P 指示由实际色域的不同百分比的色彩构成的替代 GI 的数目。GBI 至少包含 P 个 GI (实际上, GBI 包含多个 GI, 数目为 X、P 和 K 的乘积)。利用色彩总数级别 (0、1、...、P-1) 单独标记每个 GI, 参见表 9。

[0204] - $2^{Q_0} \dots 2^{Q_{P-1}}$ 是与色彩总数级别 (0、1、...、P-1) 相关联的色彩的百分比 $Q_0 \dots Q_{P-1}$ 的两倍。百分比将近似地指示在由对应的色彩总数级别的 GI 描述的体中包含实际色域的多大百分比的色彩 (0...100)。可以以 0.5 个点为步长来定义百分比。

[0205] -X 指示 GBI 是仅使用凸形状 ($X = 1$) 还是可以使用凸和非凸形状 ($X = 2$)。在 $X = 1$ 时, 每个 GI 将对应于凸形状, 每个 GH 将对应于凸形状。在 $X = 2$ 时, 将 GI 组织成对。每对包含对应于凸形状并且仅参考对应于凸形状的 GH 的第一 GI (标记为“凸”, 参见表 9)。该对中的第二 GI (标记为“非凸”, 参见表 9) 可以对应于非凸形状, 并且可以参考对应于非凸形状的 GH。GBI 至少包含 X 个 GI (实际上, GBI 包含多个 GI, 数目为 X、P 和 K 的乘积)。

[0206] 在域 ID 元数据中格式化域实例 (GI) :

[0207] 如已经提及的, 根据本发明的 GBI 包含一个或多个 GI, 即, 实际色域的一个或多个描述。单个描述被称为域实例 (GI)。GBI 用户可以使用 GBI 的任一个或者任意数目的 GI。根据表 8, GI 的定义以字节数目 ID_GI 开始。列表中的顺序是任意的而非固定的。

[0208] 表 8

[0209]

[0210]

字节# (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述	值
ID_GI	1	I	域实例 (GI) 的总数	$I = X \cdot P \cdot K$
ID_GI+01	$6+H_0$		第 0 个 GI 的定义	参见表 9
ID_GI+01+6+H ₀	$6+H_1$		第 1 个 GI 的定义	参见表 9
.				
.				
.				
.				
$ID_GI+01+\sum_{i=0}^{I-2}(6+H_i)$	$6+H_{I-1}$		第 I-1 个 GI 的定义	参见表 9

[0211] 在表 8 中, 符号 I 是 GI 的数目, 并且将等于 X、P 和 K 的乘积。然后, 根据表 9 定义

每个 GI。

[0212] 表 9

[0213]

相对字节# (十六进制)	大小(字节)	符号	描述	值
00	1	K_i	此 GI 的细节的级别	$1 \leq K_i \leq K-1$
01	2	F_i^{GI}	由此 GI 使用的面的数目	$F_i^{GI} \leq 2^i F_{MAX}$ (F_{MAX} 参见表 7)
03	1	X_i^{GI}	此 GI 定义凸形状 ($X_i^{GI}=1$), 或者可以定义非凸形状 ($X_i^{GI}=2$)	$1 \leq X_i^{GI} \leq X$ (X 参见表 7)
04	1	P_i	此 GI 的色彩总数的级别	$0 \leq P_i \leq P-1$ (P 参见表 7)
05	1	H_i	由此 GI 参考的域包 (GH) 的数目	$1 \leq H_i \leq H$ (H 参见表 10)
06	H_i		所参考的 GH 的索引	[0;H-1] GH 的有效索引

[0214] $-K_i$ 是第 i 个 GI 的细节的级别。如果 $K_i = 0$, 则 GI 是细节的最低级别。如果 K_i 大于相同类型 ($P_i = P_j, X_i = X_j$) 的第 j 个 GI 的细节的级别 K_j , 则第 i 个 GI 具有细节的更高级别, 即, 比第 j 个 GI 更精确的几何描述。

[0215] $-F_i^{GI}$ 是第 i 个 GI 所使用的面的数目。此数目应当对应于由第 i 个 GI 参考的那些域包 (GH, 参见表 10) 参考的那些域分量 (GC, 参见表 12) 所参考的面的数目。

[0216] $-$ 面的数目 F_i^{GI} 应当等于或者小于 $2^{K_i} F_{MAX}$ (F_{MAX} 参见表 8)。

[0217] $-X_i^{GI}$ 是关于凸或者非凸形状的指示符。如果 $X_i^{GI}=1$, 则第 i 个 GI 定义凸形状, 并且由第 i 个 GI 参考的每个 GH 由其自身定义凸形状。如果 $X_i^{GI}=2$, 则第 i 个 GI 可以定义凸或非凸形状, 并且由第 i 个 GI 参考的每个 GH 可以由其自身定义凸或者非凸形状。

[0218] $-P_i$ 是第 i 个 GI 的色彩总数级别。第 i 个 GI 将近似包含实际色域的 Q_{P_i} 百分比的色彩。具有相同色彩总数级别的不同 GI 将近似包含实际色域的相同百分比的色彩。如果

$P_j > P_i, K_j = K_i$, 并且 $X_j = X_i$, 则具有色彩总数级别 P_i 的 GI 将至少包含具有色彩总数级别 P_j 的另一 GI 的所有色彩。

[0219] $-H_i$ 是由第 i 个 GI 参考的域包 (GH) 的数目。如果第 i 个 GI 参考一个域包, 则 $H_i = 1$, 并且域包描述实际域。如果第 i 个 GI 参考多于一个域包, 则 $H_i > 1$ 并且所有参考的域包的体的并集来描述实际域。GH 的 H_i 个索引的每一个具有一字节。

[0220] 在域 ID 元数据中格式化域包 (GH) :

[0221] GBI 包含一个或多个域包 (GH)。每个 GH 是封闭表面并且定义色彩空间中的封闭体。GH 可以由 GBI 的一个或多个 GI 参考。GI 可以参考一个或多个 GH。GH 可以由自身描述实际色域或者仅仅实际色域的一部分。根据表 10, GH 的定义以字节数 ID_GH 开始。列表中的顺序是任意的而非固定的。

[0222] 表 10

[0223]

[0224]

字节# (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述	值
ID_GH	1	H	域包 (GH) 的 总数	$0 < H \leq 255$
ID_GH+01	$3 + C_0 + \overline{C_0}$		第 0 个 GH 的定 义	参见表 11
ID_GH+01+2+ $C_0 + \overline{C_0}$	$3 + C_1 + \overline{C_1}$		第 1 个 GH 的定 义	参见表 11
. . . .				
$ID_GH+01+\sum_{h=0}^{H-2} (3 + C_h + \overline{C_h})$	$3 + C_{H-1} + \overline{C_{H-1}}$		第 H-1 个 GH 的定 义	参见表 11

[0225] H 是 GBI 中包含的 GH 的总数。根据表 11 定义每个 GH。

[0226] 表 11

[0227]

[0228]

相对字节# (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述	值
00	1	X_h^{GH}	此 GH 定义凸形状 ($X_h^{GH}=1$), 或者可以定义非凸形状 ($X_h^{GH}=2$)	$1 \leq X_h^{GH} \leq X$ (X 参见表 7)
01	1	C_h	由此 GH 非反向地使用的参考的域分量 (GC) 的数目	$1 \leq C_h + \overline{C}_h \leq C$ (C 参见表 12)
02	1	$\overline{C}_h$	由此 GH 反向地	
			使用的参考的域分量 (GC) 的数目	
03	C_h		参考的域分量 (GC) 的索引	[0;C-1] GC 的有效索引
$03+C_h$	$\overline{C}_h$		以反向方式使用的参考的域分量 (GC) 的索引	

[0229] - $C_h + \overline{C}_h$ 是由第 h 个 GH 参考的域分量 (GC) 的数目。如果第 h 个 GH 参考一个 GC, 则 $C_h + \overline{C}_h = 1$, 并且 GC 由其自身定义 GH 的封闭表面。如果第 h 个 GH 参考多于一个 GC, 则 $C_h + \overline{C}_h > 1$, 并且所有参考的 GC 将 GH 的封闭表面建立在一起。在以反向方式使用 GC 时, 反向方式 (inverse sense) 使用由此 GC 参考的面的表面法线。对于参考的面, 参见表 12。对于表面法线, 参见上文。

[0230] 在域 ID 元数据中格式化域分量 (GC) :

[0231] GBI 包含一个或多个域分量 (GC); 每个域分量 (GC) 是色彩空间中的 3D 封闭体的 2D 边界描述。GC 可以由一个或多个 GH 参考。GH 可以参考一个或多个 GC。GC 可以描述 3D 色彩空间中的封闭表面或者该封闭表面的一块。根据表 12, GC 的定义以字节数 ID_GC 开

始。列表中的顺序是任意的而非固定的。

[0232] 表 12

[0233]

[0234]

字节# (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述	值
ID_GC	1	C	域分量 (GC) 的总数	$0 < C \leq 255$
ID_GC+01	$2 + \lceil F_0 \lceil \text{ld}(F) \rceil / 8 \rceil$		第 0 个 GC 的	参见表 13
			定义	
ID_GC+01+02+ $\lceil F_0 \lceil \text{ld}(F) \rceil / 8 \rceil$	$2 + \lceil F_1 \lceil \text{ld}(F) \rceil / 8 \rceil$		第 1 个 GC 的 定义	参见表 13
⋮				
ID_GC+01+ $\sum_{c=0}^{C-2} \left(02 + \lceil F_c \lceil \text{ld}(F) \rceil / 8 \rceil \right)$	$2 + \lceil F_{C-1} \lceil \text{ld}(F) \rceil / 8 \rceil$		第 C-1 个 GC 的定义	参见表 13

[0235] -C 是 GBI 中包含的 GC 的总数。根据表 13 定义每个 GC。

[0236] 表 13

[0237]

字节# (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述	值
00	2	F_c	由此 GC 参 考的面的 数目	$1 \leq F_c \leq F$ (F 参见 表 15)
02	$\lceil F_c \lceil \lg(F) \rceil / 8 \rceil$		所参考 的面的 索引	$[0; F-1]$ 面的有效 索引, F 参 见表 15

[0238] 这里, $\lceil \bullet \rceil$ 是四舍五入到下一个较大的整数的运算, $\lg(\bullet)$ 是以 2 为底的对数。

[0239] 根据本发明的 GBI 的面索引的打包

[0240] 将面的索引打包为字节。面的每个索引取 $\lg(F)$ 个比特。以“GC 的方式 (GC wise)”组织打包, 即, GC 的第一面索引总是以字节的开始而开始的。

[0241] 在表 14 中, 给出在 $C = 2$ 个域分量 (GC)、每个域分量使用来自总共 $F = 6$ 个面中的 $F_0 = F_1 = 4$ 个面时的打包的示例。对于面的索引, 每个 GC 取 $\lceil (\lceil \lg(F) \rceil F_c) / 8 \rceil = \lceil (\lceil \lg(6) \rceil 4) / 8 \rceil = 2$ 个字节。GC 的定义需要总共 $1 + 2C + \sum_{c=0}^{C-1} \lceil (\lceil \lg(F) \rceil F_c) / 8 \rceil = 5 + \sum_{c=0}^1 \lceil (\lceil \lg(6) \rceil 4) / 8 \rceil = 5 + 2 \lceil 12/8 \rceil = 9$ 个字节。

[0242] 表 14

[0243]

字节#（十六进制）	大小	值（二进制）							
		7	6	5	4	3	2	1	0
ID_GC	1	0b00000010							
ID_GC+01	1	0 (MSB)							
ID_GC+02	1	0b100 (LSB)							
ID_GC+03	1	1.索引			2.索引			3.索引 MSB	
ID_GC+04	1	3.i. LSB	4. 索引			未使用			
ID_GC+05	1	0 (MSB)							
ID_GC+06	1	0b100 (LSB)							
ID_GC+07	1	1. 索引			2. 索引			3. 索引 MSB	
ID_GC+08	1	3.i. LSB	4. 索引			未使用			

[0244] LSB 是最低有效比特, MSB 是最高有效比特。

[0245] 根据本发明的 GBI 的面

[0246] 根据表 15, 面的定义以字节数 ID_F 开始。列表中的顺序是任意的而非固定的。ID_F 在表 7 中定义。

[0247] 表 15

[0248]

字节# (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述	值
ID_F	2	F	面的总数	$1 < F < 65535$
ID_F+02	$\lceil 3F \lceil \text{Id}(V) \rceil / 8 \rceil$		顶点的 3F 个索引	$[0; V-1]$ 顶点的有效索引

[0249] 符号 F 是 GBI 的面的总数。对于每个面,指示顶点的三个索引,总共 3F 个索引。

[0250] 如果在 CIEXYZ 空间中样本面分别由三个顶点 V0、V1、V2 的三个索引定义,如下定义面表面法线:

$$[0251] \quad \mathbf{v} = \frac{(\mathbf{V2}-\mathbf{V0}) \times (\mathbf{V1}-\mathbf{V0})}{|\mathbf{V2}-\mathbf{V0}| \cdot |\mathbf{V1}-\mathbf{V0}|}$$

[0252] 其中 $\times$ 是矢量叉积, $|\cdot|$ 是矢量长度运算符。

[0253] 根据本发明的 GBI 的顶点索引的打包

[0254] 将所有面的顶点的索引打包为字节。面的每个索引取 $\text{ld}(V)$ 个比特,对于 V,参见表 17。对于 $F = 4$ 个面并且 $V = 4$ 个顶点的情况给出打包的示例。面的每个索引取 $\text{ld}(V) = 2$ 比特。所有的索引取 $\lceil 3F \lceil \text{ld}(V) \rceil / 8 \rceil = 3$ 字节。根据表 16 进行打包。

[0255] 表 16

[0256]

[0257]

字节 # (十六进制)	大小	值							
		比特							
		7	6	5	4	3	2	1	0
ID_F	2	0h0004							
ID_F+02	1	F0		F0		F0		F1	
		索引 0		索引 1		索引 2		索引 0	
ID_F+03	1	F1		F1		F2		F2	
		索引 1		索引 2		索引 0		索引 1	
ID_F+04	1	F2		F3		F3		F3	
		索引 2		索引 0		索引 1		索引 2	

[0258] 根据本发明的 GBI 的顶点:

[0259] 顶点的定义以字节数 ID_V 开始,参见表 17。列表中的顺序是任意的而非固定的。

[0260] 表 17

[0261]

字节 # (十六进制)	大小	符号	描述	值
ID_V	2	V	顶点的总数	$1 < V < 65535$
ID_V+02	2	R	属于域脊的顶点的数目	$0 \leq R \leq V$
ID_V+04	$\lceil 3VN/8 \rceil$		定义 V 个顶点的 3V 个编码的色彩值	根据色彩编码
ID_V+04+ $\lceil 3VN/8 \rceil$	$\lceil R \lceil \text{ld}(V) \rceil / 8 \rceil$		属于域脊的顶点的 R 个索引	$[0; V-1]$ 顶点的有效索引

[0262] 这里, $\lceil \bullet \rceil$ 是四舍五入到下一个较大的整数的运算。

[0263] -V 是 GBI 的顶点的总数 (未对基本首部的四个基本顶点进行计数)。

[0264] 属于域脊的顶点是所有顶点的子集。域脊是域表面上的诸如脊或顶端之类的具有不连续的表面曲率的位置。在那些顶点处, 域形状不应由 GBI 的用户进行平滑。

[0265] 在上文中解释了对顶点的打包。

[0266] 由上面的描述, 我们可以推断根据本发明的 GBI 的字节长度 L 为:

[0267]

$$L = 29 + VSIZE + P + 6I + 3H + 2C + \sum_i H_i + \sum_h (C_h + \overline{C}_h) + \sum_c (\lceil \lceil \text{ld}(F) \rceil F_c \rceil / 8 \rceil)$$

[0268]

$$+ \lceil 3F \lceil \text{ld}(V) \rceil / 8 \rceil + \lceil 3VN/8 \rceil + \lceil R \lceil \text{ld}(V) \rceil / 8 \rceil$$

[0269] 其中

[0270] • VSIZE : 打包的基本顶点 (基本首部) 的大小

[0271] • I : 域实例 (GI) 的数目

[0272] • H : 域包 (GH) 的数目

[0273] • C : 域分量 (GC) 的数目

[0274] • F : 面的数目

[0275] • V : 顶点的数目

[0276] • H_i : 由第 i 个 GI 使用的 GH 的数目

[0277] • C_h : 由第 h 个 GH 使用的 GC 的数目

[0278] • $\overline{C}_h$: 由第 h 个 GH 使用的反向 GC 的数目

[0279] • F_c : 由第 c 个 GC 使用的面的数目

[0280] • N : 每个色彩通道的比特数

[0281] • R : 属于域脊的顶点的数目

[0282] 兼容 HDMI 的域 ID 元数据的示例

[0283] 现在已经关于根据本发明的域边界信息 (GBI) 的格式化的示例给出了所有的细节。

[0284] 我们现在将说明根据本发明的 GBI 的上述格式化如何可以与 HDMI 标准版本 1.3 兼容。

[0285] 对应于 HDMI 标准的表 E-1, 高清多媒体接口 (HDMI) 在传输配置文件 P0 (28 字节) 中允许下面的表 18 中定义的域元数据分组：

[0286] 表 18

[0287]

字节	7	6	5	4	3	2	1	0
0	Format_ Flag =0	Face_ Mode	Rsvd(0)	GSD_Color_ Precision		GBD_Color_Space		
1	Number_Vertices_H							
2	Number_Vertices_L							
3... VSIZE+2	Packed_GBD_Vertices_Data[0...VSIZE-1]							
VSIZE+3	Number_Faces_H							
VSIZE+4	Number_Faces_L							
VSIZE+5...	Packed_GBD_Faces_Data[0...FSIZE-2]							
VSIZE +FSIZE+4	Packed_GBD_Faces_Data[FSIZE-1]							

[0288] 根据 HDMI 标准, 只要以 IEC 61966-2-4YCbCr 坐标表示视频内容, 则此域元数据分组就是强制性的。HDMI 标准对于传输配置文件 P0 允许四个基本的原色黑色、红色、绿色、蓝色。

[0289] 根据本发明的 GMI 的上述格式化与 HDMI 域元数据分组兼容。作为示例, 在下文中说明如何编码图 6 中所示的样本域。

[0290] 使用与如上所述的格式化相同的格式化, 然后在表 19 中示出作为 GBI 的兼容 HDMI 的部分的域 ID 元数据基本首部。

[0291] Format_Flag (FF) 总是为 0, 指示顶点模式。根据 HDMI 规范版本 1.3, Face_Mode (FM) 总是为 0。在 HDMI 规范中保留第 5 比特 (0)。此比特用于 ID 标志。将其设置为 1, 其指示域 ID 元数据的其它部分的存在。

[0292] 表 19

[0293]

字节 # (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述								值							
			7	6	5	4	3	2	1	0								
00	1	N	FF	FM	ID	ID_ PRE CISION	ID_SP ACE				0	0	1	0	0	0	0	0
01	1		Number_Vertices_H								0h00							
02	1		Number_Vertices_L								0h03							
03	12		打包的基本顶点数据								见下文							

- [0294] 在此示例中,利用 $N = 8$ 比特 / 色彩通道,根据 ITU-R BT. 709 编码 RGB。
- [0295] 在图 6 中的对应于基本原色和间色的八个顶点中,根据 HDMI 规范,仅在基本首部中编码黑色、红色、绿色和蓝色:索引 0: $V_{\text{黑色}}$ 、索引 1: $V_{\text{红色}}$ 、索引 2: $V_{\text{绿色}}$ 、索引 3: $V_{\text{蓝色}}$ 。
- [0296] 根据 ID_PRECISION 和 ID_SPACE 字段将 CIEXYZ 矢量 $V_{\text{黑色}}$ 、 $V_{\text{红色}}$ 、 $V_{\text{绿色}}$ 、 $V_{\text{蓝色}}$ 编码为 12 字节。
- [0297] 如表 20 所示,设置扩展的首部。在此示例中,选择以下的域 ID 元数据特征:
- [0298] • $K = 1$:具有不多于 $F_{\text{MAX}} = 12$ 个面的细节的级别;
- [0299] • $P = 1$:色彩总数级别,其中 $2Q_0 = \text{色彩的 } 100\%$;
- [0300] • $X = 1$:不使用非凸形状。
- [0301] 表 20
- [0302]

[0303]

字节 # (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述	值 (十六进制)
0F	1	ID_GI	偏移到域实例 (GI) - MSB	00
10	1		偏移到域实例 (GI) - LSB	22
11	2	ID_GH	偏移到域包 (GH)	002A
13	2	ID_GC	偏移到域分量 (GC)	002F
15	2	ID_F	偏移到面	0038
17	2	ID_V	偏移到顶点	0h0048
19	1		保留	00
1A	1		保留	00
1B	1	K	细节的级别的数目	01
1C	2	F _{MAX}	细节的最低级别下的面的最大数目	0C
1E	1	P	色彩总数的级别	01
			的数目	
1F	1	2Q ₀	域色彩的百分比的两倍	C8
20	1	X	凸或者非凸形状	01

[0304] 根据表 21 定义一个域实例 (GI)。

[0305] 表 21

[0306]

字节 # (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述	值 (十六进制)
ID_GI=21	1	I	域实例 (GI) 的总数	01
22	1	K_i	此 GI 的细节的级别	00
23	1	F_0^{GI}	由此 GI 使用的面的数目 - MSB	00
24	1		由此 GI 使用的面的数目 - LSB	0C
25	1	X_i^{GI}	此 GI 定义凸形状 ($X_i^{GI}=1$), 或者可以定义非凸形状 ($X_i^{GI}=2$)	01
26	1	P_i	此 GI 的色彩总数的级别	00
27	1	H_i	由此 GI 参考的域包 (GH) 的数目	01
28	1		所参考的 GH 的索引	00

[0307] 根据表 22 定义一个域包 (GH)。

[0308] 表 22

[0309]

字节 # (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述	值 (十六进制)
ID_GH=29	1	H	域包 (GH) 的总数	01
2A	1	X_i^{GI}	此 GH 定义凸形状 ($X_i^{GI}=1$), 或者可以定义非凸形状	01

[0310]

			($X_i^{GI}=2$)	
2B	1	C_h	以非反向的方式由此 GH 使用的 的所参考的域分量 (GC) 的数 目	01
2C	1	$\bar{C}_h$	以反向的方式由此 GH 使用的 所参考的域分量 (GC) 的数目	00
2D	1		所参考的域分量 (GC) 的索引	00

[0311] 根据表 23 定义一个域分量 (GC)。

[0312] 表 23

[0313]

字节 # (十六 进制)	大小 (字节)	符号	描述	值							
				7	6	5	4	3	2	1	0
ID_GC=2E	1	C	域分量 (GC) 的总数	0h01							
2F	1	F_c	由此 GC 参考 的面的数目 - MSB	0h00							
30	1		由此 GC 参考 的面的数目 - LSB	0h0C							
31	1		所参考的面的 索引	0b0000				0b0001			
32	1			0b0010				0b0011			
33	1			0b0100				0b0101			
34	1			0b0110				0b0111			
35	1			0b1000				0b1001			
36	1			0b1010				0b1011			

[0314] 定义了 12 个面, 每个面由三个顶点索引定义, 每个索引取 $\lceil \text{ld}(V) \rceil = 3$ 比特, 参见图 6: 索引 0:0,6,2, 索引 1:0,1,6, 索引 2:0,2,5, 索引 3:0,5,3, 索引 4:0,3,4, 索引 5:0,4,

1,索引6:7,2,5,索引7:7,6,2,索引8:7,6,1,索引9:7,1,4,索引10:7,3,5,索引11:7,4,3。

[0315] 如下根据表 24 定义面。

[0316] 表 24

[0317]

字节 # (十六进制)	大小	符号	值
			比特
			7 6 5 4 3 2 1 0
ID_F = 37	1	F	0h00
38	1		0h0C
39	1		0 6 2 *
3A	1		2 ** 0 1 6 *
3B	1		6 ** 0 2
3C	1		5 0 5 *
3D	1		5 ** 3 0 3 *
3E	1		3 ** 4 0
3F	1		4 1 7 *
40	1		7 ** 2 5 7 *
41	1		7 ** 6 2
42	1		7 6 1 *
43	1		1 ** 7 1 4 *
44	1		4 ** 7 3
45	1		5 7 4 *
46	1		4 ** 3 未使用

[0318] *MSB, **LSB

[0319] 被取为色域边界的顶端的、对应于基本原色和间色的八个顶点每个取 3N 比特:索引 0:V_{黑色},索引 1:V_{红色},索引 2:V_{绿色},索引 3:V_{蓝色},索引 4:V_{品红色} = V_{红色} + V_{蓝色} - V_{黑色},索引 5:V_{青色} = V_{绿色} + V_{蓝色} - V_{黑色},索引 6:V_{黄色} = V_{红色} + V_{绿色} - V_{黑色},索引 7:V_{白色} = V_{红色} + V_{绿色} + V_{蓝色} - 2V_{黑色}。根据表 25 定义顶点。

[0320] 表 25

[0321]

字节 # (十六进制)	大小 (字节)	符号	描述	值 (十六进制)
ID_V = 47	2	V	顶点的总数	0h0008
49	2	R	属于域脊的顶点的数目	0h0000
4B	24		定义 V 个顶点的 3V = 24 个编码 色彩值	根据色彩编码

[0322] 根据依赖基本首部的 ID_SPACE 和 ID_PRECISION 字段的所定义的色彩编码来编码这 8 个顶点。

[0323] 如果色彩精确度为 N = 8,则在表 26 中例示 HDMI 和域 ID 元数据的大小。

[0324] 表 26

[0325]

HDMI 1.3 与域有关的元数据	域 ID 元数据
17 字节	100 字节

[0326] 然后,由于以下三个原因,根据本发明的 GMI 的域 ID 元数据的大小大于 HDMI 版本 1.3 的域元数据分组的大小:

- [0327] • 包括 8 个而不是 4 个顶点
- [0328] • 包括被标记索引的面的列表
- [0329] • 一些首部开销

[0330] 尽管针对具体示例和优选实施例描述了本发明,但是应理解本发明不限于这些示例和实施例。如将对本领域技术人员来说显而易见的,所要求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型。尽管可以分开描述和要求特定实施例中的一些实施例,但是应理解可以结合地使用这里所描述和要求的实施例的各种特性。

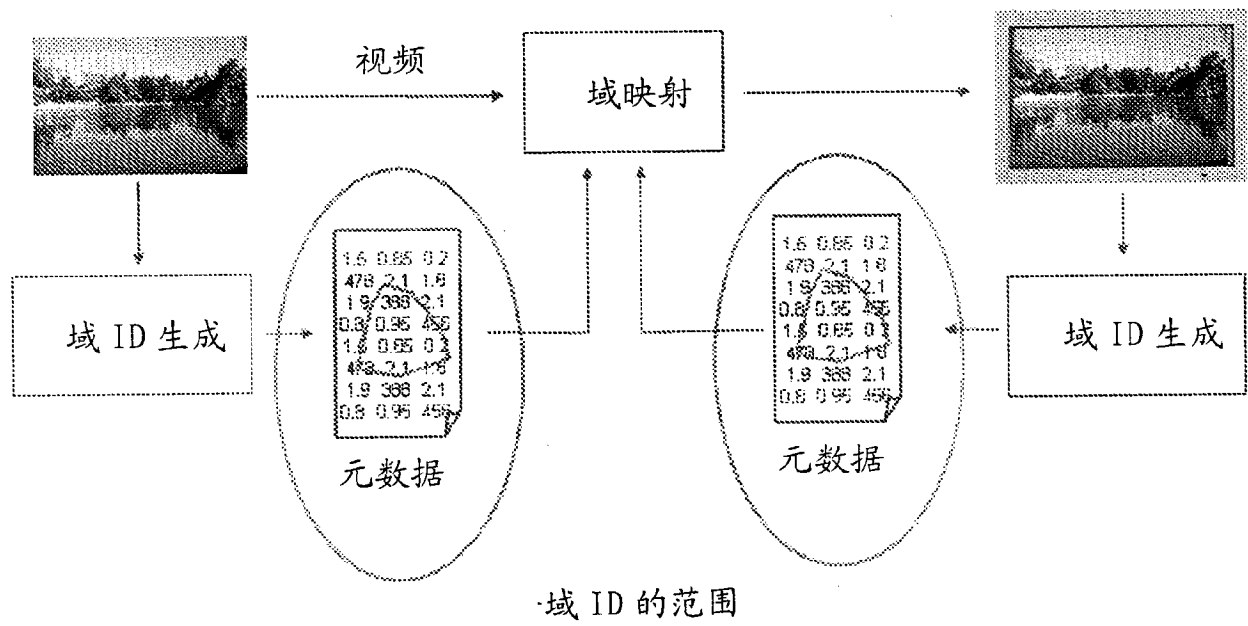


图 1

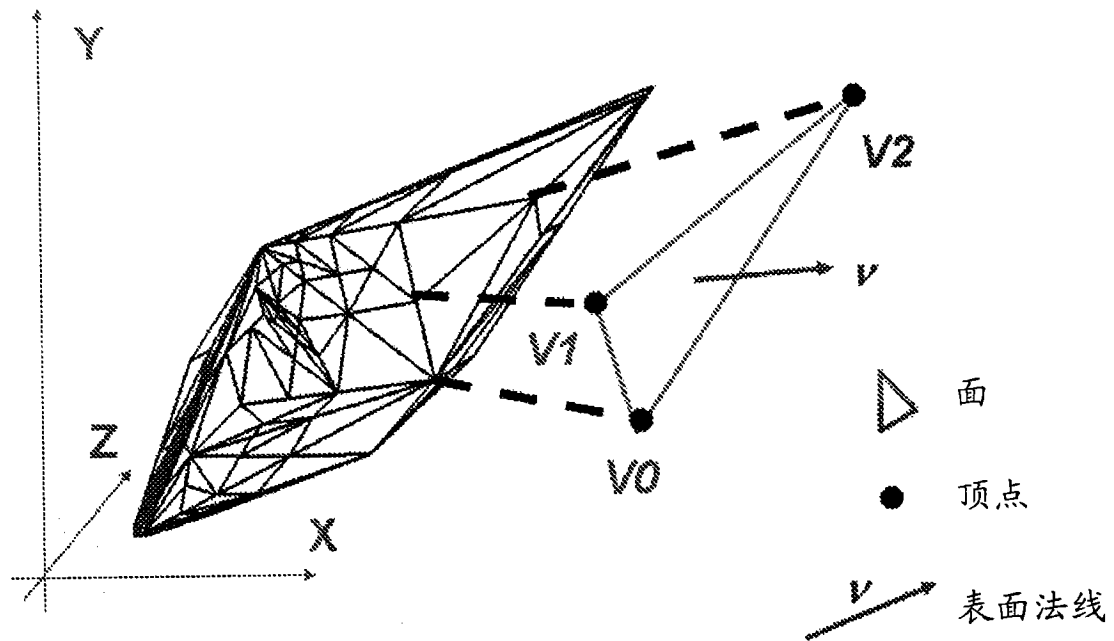


图 2

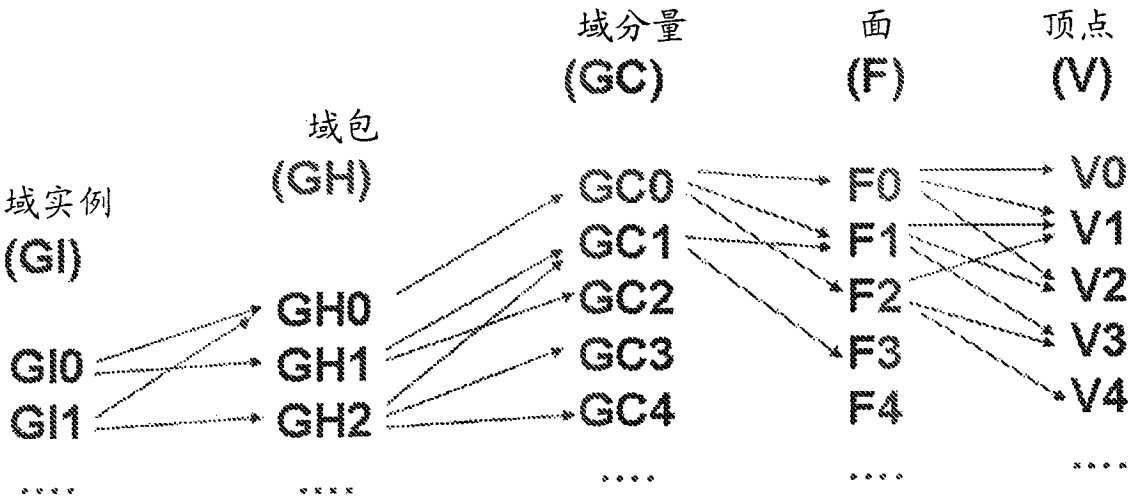


图 3

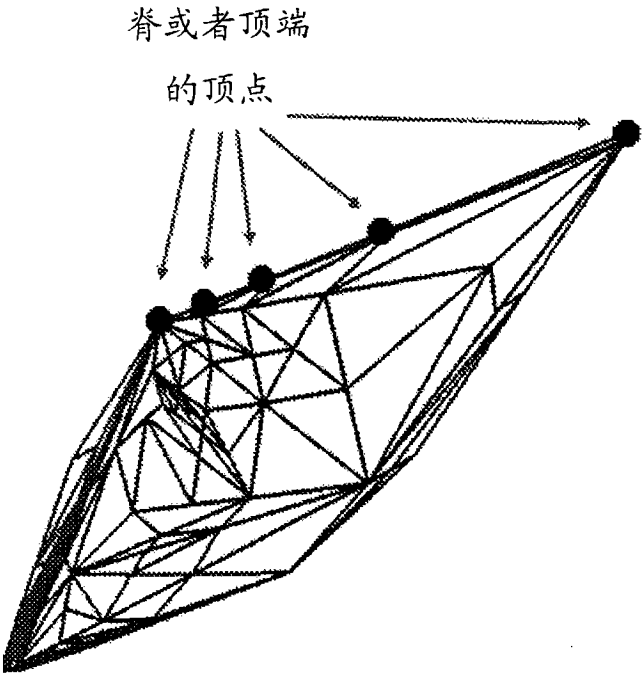


图 4

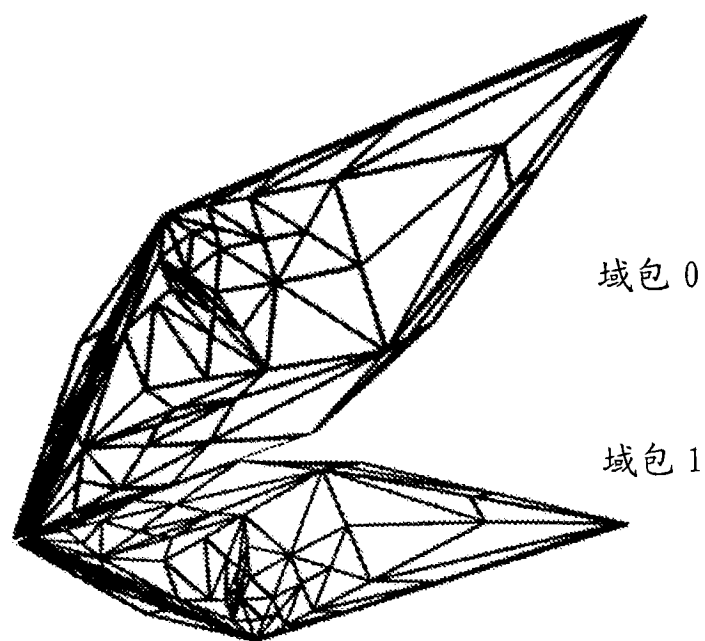


图 5

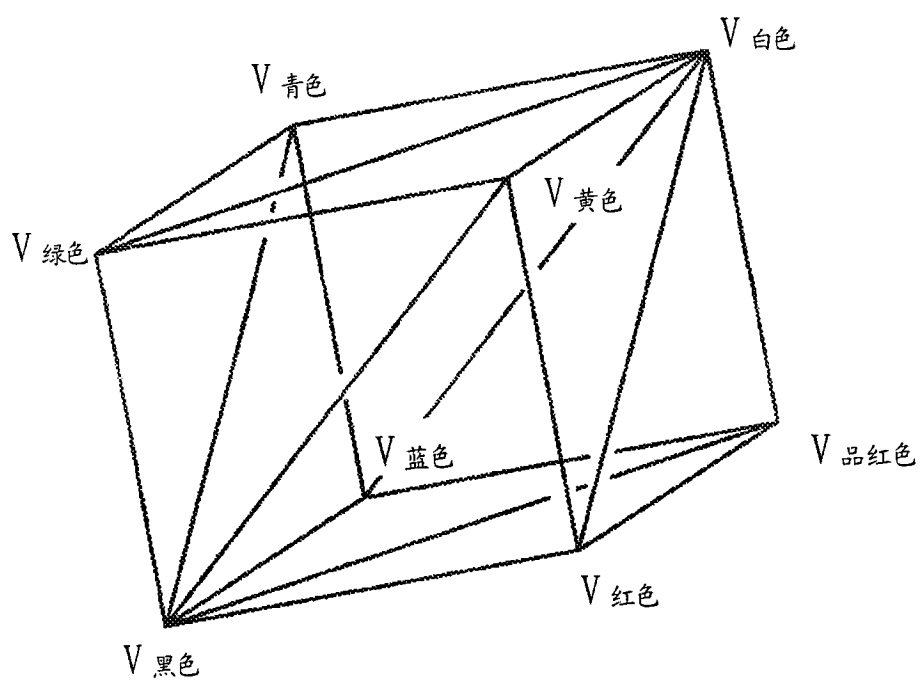


图 6