



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114097237 B

(45) 授权公告日 2025. 05. 02

(21) 申请号 202080049821.8

(22) 申请日 2020.06.30

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114097237 A

(43) 申请公布日 2022.02.25

(30) 优先权数据
19185243.3 2019.07.09 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2022.01.07

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2020/068410 2020.06.30

(87) PCT国际申请的公布数据
W02021/004839 EN 2021.01.14

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 R·尼吉兰德

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002
专利代理师 刘兆君

(51) Int.Cl.
H04N 19/186 (2014.01) (续)

(56) 对比文件
CN 107111980 A, 2017.08.29 (续)

审查员 刁欣

权利要求书3页 说明书19页 附图7页

(54) 发明名称

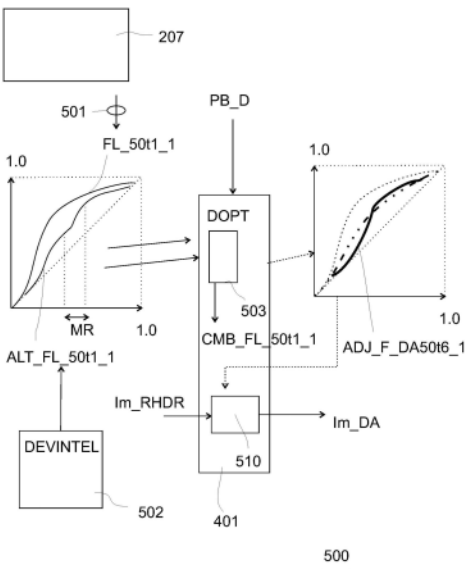
HDR图像的显示优化行为的调整

(57) 摘要

为实现HDR视频显示适配的更好更可调的方式,申请人的发明人贡献了一种图像像素明亮度适配装置(500),包括:于接收亮度映射函数($F_{ct};FL_{50t1_1}$)的连接(501),所述亮度映射函数指定与所述编码的高动态范围图像相对应的次级图像的明亮度与在所述编码的高动态范围图像中编码的相同像素位置处的明亮度相比的偏移,以及经解码的高动态范围图像(Im_RHDR)和亮度映射函数;显示适配单元(401),其被布置为接收特定显示器可以作为最亮像素颜色显示的显示器最大明亮度(PB_D)的值,以及输入亮度映射函数,并且被布置为应用算法,所述算法基于所述输入亮度映射函数和所述显示器最大明亮度(PB_D)来计算显示适配亮度映射函数,其中,该显示适配亮度映射函数在形状上对应于所述输入亮度映射函数但更接近于45度递增对角线,取决于相对于所述第二最大可编码明亮度(PB_S)与所述第一最大可编码明亮度(PB_H)之间的差异的所述显示器最大明亮度(PB_D)与所述第一最大可编码明亮度(PB_H)的值之间的差异;其

中,所述图像像素明亮度适配装置包括替代亮度映射函数确定单元(502),所述替代亮度映射函数确定单元被布置为确定替代亮度映射函数($ALT_FL_{50t1_1}$),并且其中,所述显示适配单元(401)包括组合单元(503),所述组合单元被布置为将所述亮度映射函数($F_{ct};FL_{50t1_1}$)和所述替代亮度映射函数($ALT_FL_{50t1_1}$)组合成组

(续)



CN 114097237 B

[接上页]

(51) Int.Cl.

G09G 5/10 (2006.01)

H04N 19/182 (2014.01)

(56) 对比文件

H04N 19/44 (2014.01)

US 2016165256 A1, 2016.06.09

(57) 摘要

合亮度映射函数 (CMB_FL_50t1_1), 并且其中, 所

述显示适配单元被布置为将其算法作为输入亮度映射函数应用于所述组合亮度映射函数。

1. 一种图像像素明亮度适配装置 (500), 包括:

到包含的或可连接的视频解码器 (207) 的连接 (501), 所述视频解码器被布置为接收编码的高动态范围图像 Im_COD , 所述编码的高动态范围图像被编码为具有第一最大可编码明亮度 PB_H , 并且所述视频解码器被布置为接收指定亮度映射函数 FL_50t1_1 的元数据, 所述亮度映射函数指定次级图像的明亮度从所述编码的高动态范围图像中相同像素位置处的对应像素的明亮度的值的偏移, 所述次级图像具有第二最大可编码明亮度 PB_S , 并且所述视频解码器被布置为向所述图像像素明亮度适配装置输出经解码的高动态范围图像 Im_RHDR 和所述亮度映射函数;

所述图像像素明亮度适配装置 (500) 还包括:

显示适配单元 (401), 其被布置为接收特定显示器可以显示为最亮像素颜色的显示器最大明亮度 PB_D 的值以及输入亮度映射函数, 所述显示适配单元被布置为应用算法, 所述算法基于所述输入亮度映射函数和所述显示器最大明亮度 PB_D 来计算显示适配亮度映射函数, 其中, 该显示适配亮度映射函数在形状上对应于所述输入亮度映射函数但更接近于所述输入亮度映射函数的图的在感知统一轴上的45度递增对角线, 与对角线的接近度取决于相对于所述第二最大可编码明亮度 PB_S 与所述第一最大可编码明亮度 PB_H 之间的差异的所述显示器最大明亮度 PB_D 的值与所述第一最大可编码明亮度 PB_H 之间的差异;

其中, 所述图像像素明亮度适配装置包括替代亮度映射函数确定单元 (502), 所述替代亮度映射函数确定单元被布置为确定替代亮度映射函数 $ALT_FL_50t1_1$, 并且

其中, 所述显示适配单元 (401) 包括组合单元 (503), 所述组合单元被布置为将所述亮度映射函数 $F_ct; FL_50t1_1$ 和所述替代亮度映射函数 $ALT_FL_50t1_1$ 组合成组合亮度映射函数 $CMB_FL_50t1_1$, 并且其中, 所述显示适配单元被布置为将其算法作为输入亮度映射函数应用于所述组合亮度映射函数, 并且产生作为输出的经适配的组合亮度映射函数 $ADJ_F_DA50t6_1$;

所述图像像素明亮度适配装置包括亮度映射单元 (510), 所述亮度映射单元被布置为接收所述经解码的高动态范围图像 Im_RHDR 的像素亮度并将所述经适配的组合亮度映射函数 $ADJ_F_DA50t6_1$ 应用于这些像素亮度以获得输出图像 Im_DA 的输出亮度;

所述图像像素明亮度适配装置包括输出图像或输出视频通信电缆或无线信道, 显示器能够被连接到所述输出图像或输出视频通信电缆或无线信道, 以及被布置为通过所述输出图像或输出视频通信电缆或无线信道发送所述输出图像 Im_DA 的输出信号格式化器 (230)。

2. 根据权利要求1所述的图像像素明亮度适配装置 (500), 其中, 所述组合单元取决于所述显示器最大明亮度 PB_D 的值来确定所述组合亮度映射函数在形状上更类似于所述替代亮度映射函数还是相反地更类似于所述亮度映射函数, 对于所述显示器最大明亮度的较低值, 所述组合亮度映射函数在形状上更类似于所述替代亮度映射函数。

3. 根据权利要求2所述的图像像素明亮度适配装置 (500), 其中, 所述组合亮度映射函数是通过每个亮度值的线性加权确定的, 定义为: $CMB_FL_50t1_1(Vn) = (1-A)*FL_50t1_1(Vn) + A*ALT_FL_50t1_1(Vn)$, 其中, Vn 是能够通过对明亮度应用对数函数来获得的像素明亮度的感知统一的亮度表示, 并且 A 是介于零与一之间的权重值, 所述权重值是基于所述显示器最大明亮度 PB_D 的值通过应用函数来导出的, 所述函数在低于低显示器最大明亮度 $PLOW$ 时将 A 设置为等于零, 并且在高于高显示器最大明亮度 $PHIG$ 时将 A 设置为等于一, 并且

如果显示器峰值光亮度根据预设的加权分布形状介于所述低显示器最大明亮度 P_{LOW} 与所述高显示器最大明亮度 P_{HIGH} 之间,则将A设置为等于介于零与一之间的值。

4. 根据权利要求3所述的图像像素明亮度适配装置(500),其中,当在以所述感知统一的亮度表示测量的输入轴上定义时,所述预设加权分布形状是在零和一之间的线性递增形状。

5. 根据上述权利要求中的一项所述的图像像素明亮度适配装置(500),其中,所述替代亮度映射函数确定单元(502)被布置为确定除了输入值的子范围内的形状扰动外具有与所述亮度映射函数 FL_50t1_1 的形状相似的形状的替代亮度映射函数 $ALT_FL_50t1_1$ 。

6. 根据权利要求1-4中的一项所述的图像像素明亮度适配装置(500),其中,所述替代亮度映射函数确定单元(502)被布置为针对每幅图像有差异地确定所述形状扰动。

7. 根据权利要求1-4中的一项所述的图像像素明亮度适配装置(500),其中,所述亮度映射函数 FL_50t1_1 至少部分地借助于以下亮度映射函数定义,该亮度映射函数包括:针对总输入亮度范围的最暗子范围的第一线性段,线性方面在感知统一的亮度表示中得到满足;针对所述总输入亮度范围的最亮子范围的第二线性段;以及针对最暗子范围与最亮子范围之间的中间子范围的非线性形状的非递减段,其两端与所述线性段相连;

并且其中,所述替代亮度映射函数 $ALT_FL_50t1_1$ 至少包括针对所述最暗子范围的第一替代线性段,其斜率不同于针对所述亮度映射函数的最暗子范围的所述第一线性段的斜率。

8. 一种图像像素明亮度适配方法,包括:

接收编码的高动态范围图像 Im_COD ,所述编码的高动态范围图像根据第一最大可编码明亮度 PB_H 进行编码,并且接收指定亮度映射函数 FL_50t1_1 的元数据,所述亮度映射函数指定与所述编码的高动态范围图像相对应的次级图像的明亮度与编码的高动态范围图像中编码的相同像素位置的明亮度相比的偏移,所述次级图像具有第二最大可编码明亮度 PB_S ;

将编码的高动态范围图像 Im_COD 解码为经解码的高动态范围图像 Im_RHDR ;

在显示适配步骤中接收特定显示器能够显示为最亮像素颜色的显示器最大明亮度 PB_D 的值以及输入亮度映射函数,并且所述显示适配步骤应用基于所述输入亮度映射函数和所述显示器最大明亮度 PB_D 来计算显示适配亮度映射函数的算法,其中,所述显示适配亮度映射函数在形状上对应于所述输入亮度映射函数,但更接近于感知统一轴上的所述输入亮度映射函数的图形的45度递增对角线,与所述对角线的接近度取决于相对于所述第二最大可编码明亮度 PB_S 与所述第一最大可编码明亮度 PB_H 之间的差异的所述显示器最大明亮度 PB_D 的值与所述第一最大可编码明亮度 PB_H 之间的差异;

其中,所述方法包括确定替代亮度映射函数 $ALT_FL_50t1_1$,并且

其中,所述显示适配步骤包括将所述亮度映射函数 $F_{ct}; FL_50t1_1$ 和所述替代亮度映射函数 $ALT_FL_50t1_1$ 组合成组合亮度映射函数 $CMB_FL_50t1_1$,并且其中,所述显示适配步骤被布置为将其算法作为输入亮度映射函数应用于所述组合亮度映射函数,产生经适配的组合亮度映射函数 $ADJ_F_DA50t6_1$;

接收所述经解码的高动态范围图像 Im_RHDR 的像素亮度并将所述经适配的组合亮度映射函数 $ADJ_F_DA50t6_1$ 应用于这些像素亮度以获得输出图像 Im_DA 的输出亮度;

图像或视频通信电缆或无线信道上输出输出图像 I_m 3000尼特,所述输出图像是通过将所述经适配的组合亮度映射函数应用于所述经解码的高动态范围图像 I_m _RHDR的像素亮度而产生的,显示器能够连接到所述图像或视频通信电缆或无线信道。

9. 根据权利要求8所述的图像像素明亮度适配方法,其中,取决于所述显示器最大明亮度 PB_D 的值,所述组合亮度映射函数被确定为在形状上更类似于所述替代亮度映射函数,还是相反地,在形状上更类似于所述亮度映射函数,对于所述显示器最大明亮度的较低值,所述组合亮度映射函数在形状上更类似于替代亮度映射函数。

10. 根据权利要求9所述的图像像素明亮度适配方法,其中,所述组合亮度映射函数通过每个亮度值的线性加权来确定,定义为: $CMB_FL_50t1_1(V_n) = (1-A)*FL_50t1_1(V_n) + A*ALT_FL_50t1_1(V_n)$,其中, V_n 是能够通过对明亮度应用对数函数来获得的像素明亮度的感知统一的亮度表示,并且 A 是介于零与一之间的权重值,其通过应用函数来基于所述显示器最大明亮度 PB_D 的值导出,所述函数在低于低显示器最大明亮度 $PLOW$ 时将 A 设置为等于零,并且在高于高显示器最大明亮度 $PHIG$ 时将 A 设置为等于一,并且如果显示器峰值光亮度根据预设的加权分布形状介于所述低显示器最大明亮度 $PLOW$ 与所述高显示器最大明亮度 $PHIG$ 之间,则将 A 设置为等于介于零与一之间的值。

11. 根据权利要求10所述的图像像素明亮度适配方法,其中,当在以所述感知统一的亮度表示测量的输入轴上定义时,所述预设加权分布形状是零与一之间的线性递增形状。

12. 根据权利要求8-11中的一项所述的图像像素明亮度适配方法,其中,所述亮度映射函数 FL_50t1_1 至少部分地借助于以下亮度映射函数定义,该亮度映射函数包括:针对总输入亮度范围的最暗子范围的第一线性段,线性方面在感知统一的亮度表示中得到满足;针对所述总输入亮度范围的最亮子范围的第二线性段;以及针对最暗子范围与最亮子范围之间的中间子范围的非线性形状的非递减段,其两端与所述线性段的内端相连,并且其中,所述替代亮度映射函数 $ALT_FL_50t1_1$ 至少包括针对所述最暗子范围的第一替代线性段,其斜率不同于针对所述亮度映射函数的最暗子范围的所述第一线性段的斜率。

HDR图像的显示优化行为的调整

技术领域

[0001] 本发明涉及用于适配HDR视频的高动态范围图像像素明亮度(luminance)以用于在具有特定明亮度动态范围并且特别是其最大可显示明亮度(PB_D)的显示器上的特定显示的方法和设备。

背景技术

[0002] 几年前,高动态范围视频编码的新技术被引入,尤其是由申请人引入(参见例如W02017157977)。

[0003] HDR视频的编码和处理与传统视频编码形成鲜明对比,直到几年前所有视频都是根据传统视频编码来编码的,现在称为标准动态范围(SDR)视频编码(又名低动态范围视频编码;LDR):模拟时代的PAL,以及例如数字的Rec.709MPEG2。事实上,从需要可编码的更亮和可能也更暗的图像对象开始(即由内容创建者创建的起始、主HDR图像中更大范围的像素明亮度),因此人们从中体验了视频技术的所有规则被一一重新审视,并且经常被重新发明。

[0004] 关于编码,HDR和SDR之间的区别不仅是物理上的区别(更多不同的像素明亮度,要在更大的动态范围能力显示器上显示),而且是开发不同亮度代码分配函数(luma code allocation function,OETF)的技术上的区别,额外的动态-每张图像-改变元数据,指定如何重新分级各种图像对象像素明亮度以获得不同于初始图像动态范围的二级动态范围的图像等。

[0005] Rec.709的SDR亮度(luma)代码定义,由于其近似平方根的OETF函数形状(亮度: $Y = \sqrt{\text{Luminance } L}$),能够编码(使用8或10位亮度)仅大约1000:1的明亮度动态范围,它针对当时的所有显示的典型的渲染能力编码。尽管在SDR时代没有人愿意指定或使用最大明亮度,也就是编码峰值光亮度(brightness)PB_C,但20世纪市场上各种LDR显示器的明亮度大约在0.1最暗可显示明亮度(简单来说就是“黑色”))与100尼特(nit) (“白色”)之间,后者是所谓的显示峰值光亮度(PB_D)。

[0006] 第一个HDR编解码器被引入市场,即“HDR10”编解码器,例如用于创建新的黑带珠宝盒HDR蓝光,它只是将OETF更改为SMPTE 2084中标准化的更对数形状的感知量化器(PQ)函数,它允许定义更多明亮度的亮度,即介于1/10000尼特与10000尼特之间,足以满足视频产品(例如电影、电视广播等)的所有实际HDR图像规范。

[0007] 不应过于简单地将HDR与针对亮度代码字的大的(更大的)位数(例如16位而不是8位)混淆。对于像模数转换器的位数这样的线性系统来说,这可能是正确的,但是由于代码分配函数可能具有非常非线性的形状,因此现在可以实际定义具有10位亮度的HDR图像,这导致了已部署系统的可重用性的优势(例如,IC可能具有一定的位深度,或视频电缆等)。

[0008] 在计算亮度之后,只有一个10位像素平面(或者更确切地说,具有两个色度平面Cb和Cr 3的10位平面),可以经典地将其进一步直线向下(down the line)处理,“好像”它们是一个数学上的SDR图像,例如MPEG-HEVC压缩等。

[0009] 当然,接收端应该知道它得到的是HDR图像而不是SDR图像,否则会出现错误渲染。例如,如果仅线性映射(编码图像最大明亮度PB_C到SDR显示器峰值光亮度PB_D=100尼特上),则PB_C=1000尼特的图像看起来会太暗10倍,这意味着夜景变得无法观看。可以通过使用另一种明亮度映射来制作更亮的像素,但通常应该非常注意最好的做法。

[0010] 由于PQOETF的对数性质,HDR10图像原则上是可观看的(如果将亮度代码解释为正常SDR代码,即在应用近似平方幂EOTF后显示它们),但具有丑陋劣化的对比度,使它们看起来尤其是褪色以及具有不正确的光亮度(例如,本应躲在黑暗中的罪犯会突然看起来好像被天花板上的灯照亮了)。

[0011] 仅仅编码和处理这样一个“纯粹的HDR”视频图像(也称为HDR主分级,分级一词指示在PB_C为例如1000尼特(或更高)的图像表示中各种场景对象/像素应具有明亮度,以使HDR场景在该表示中看起来最佳)的问题是它只会在具有相同显示峰值光亮度PB_D=1000尼特的显示器上正确显示,因为显示器和各种内容两者的PB_C往往倾向于变化(“无法控制”),很快就发现,例如这种HDR蓝光光盘并不总是显示完美,并且在这种情况下,夜景可能无法观看。

[0012] 此外,更先进的HDR视频编码器对两个不同的动态范围分级图像进行编码,即HDR场景的分级:更高动态范围的图像,例如PB_C=5000尼特,以及具有较低动态范围的图像,通常是具有PB_C=100尼特的SDR图像,因为该图像随后可立即显示在传统LDR显示器上。读者应该明白,正如下面将要清楚的那样,将两幅不同分级的图像传送给接收器并不意味着实际上传送两幅图像,即两组YCbCr像素颜色的DCT变换矩阵:如果一幅共同传送允许从一对中的实际上作为例如MPEG-HEVC图像进行传送的一幅(每幅视频图像呈现时间瞬间)计算次级图像的所有数学信息。

[0013] 真实世界的场景(尽管均匀照明的场景由于100:1的对象反射率比率而只有较小的动态范围)可以具有相当高的动态范围。例如,有一个小开口的洞穴,外面有阳光照射,可以在10000尼特PB_C参考表示上,其中包含适合家庭电视观看的场景的HDR分级,包含对于洞穴像素的远低于1尼特的明亮度,以及对于至少有一些户外像素的高达10000尼特的明亮度。如此具有挑战性的HDR图像并没有那么简单地转换为相当低的动态范围(例如,在转到SDR时至少为100倍),特别是如果内容创建者希望传达仍然相当相似的HDR外观,也在SDR分级中,但已用图1阐明,原则上是可以做到的。

[0014] 为了方便读者并让他快速了解所涉及的某些方面,图1示出了未来HDR系统(例如连接到1000尼特PB_D显示器)可能需要能够正确处理,即通过为图像中的所有对象/像素渲染适当的明亮度的许多可能HDR场景的几个原型说明性示例。

[0015] 我们展示了动态范围映射所涉及的典型问题,例如从较大的像素明亮度动态范围到较小的像素明亮度动态范围(其中,我们可以假设至少峰值光亮度能力会发生变化)。人们可以将这个问题比作在越来越小的手提箱中包装大量物品的任务。在最大的手提箱里,你可以把所有东西都乱七八糟地扔进去,反正它也能装得下。对于中型行李箱,可能需要决定一些优化,例如人们可能会发现,如果把衣服紧紧地装在更小的隔间里,比如单独的袋子,它们可能会占用更少的空间,而且所有东西都可以轻松地重新装好。当只使用最小的手提箱时,可能需要一组新的更严厉的动作。例如,如果一本关于目的地的书打包了,当相同的信息在另一本书中得到更好的解释时,一个人可能会撕掉第二本书的一些页面,再次以

某种方式减少要打包的东西的数量(然后它是“可比的东西”,但不像放在最大的手提箱里那样)。如果只打包衣服,最好不要采用上述最好的书面材料压缩方法,因为最好不要撕掉部分昂贵的衣服。视频编码技术的相似之处在于,必须找到一种稳定的、普遍适用的、可快速计算的方法来即时进行“图像打包”,甚至根据各种生态系统的需要可能会有所不同(例如高艺术质量的好莱坞电影,与粗略制作的新闻材料,甚至可能来自外行贡献者)。

[0016] 例如,ImSCN1是西方电影中阳光充足的户外图像(其特点是大部分是明亮的区域或甚至只有明亮的区域,理想情况下,在HDR显示器上应该比在100尼特显示器上渲染得更亮一些,以提供更多的晴朗外观而不是阴雨天外观,例如平均明亮度为比如500尼特),而另一方面ImSCN2是夜间图像。

[0017] 是什么让这样一张照片阳光充足,而另一张照片变暗?不一定是相对明亮度,至少在SDR范式中不是。使HDR图像渲染与SDR时代不同的是,SDR的动态范围如此有限(大约PB=100尼特,最小黑色(MB)级别大约为0.1到1尼特),大多数情况下只有对象的固有反射率可以在SDR中显示(这将介于90%的良白和1%的良黑之间)。这对于在统一的技术控制的照明下识别对象(具有一定的反射亮度,当然还有它们的色度)将是良好的,但对于传达自然场景中人们能够拥有的照明本身的美丽变化以及会对观看者产生什么影响而言,就不是那么好了。

[0018] 如果显示器允许,并且因此图像编码和处理技术也应如此,人们在森林漫步时会真正看到阳光透过树木,即,而不是像SDR显示器上的一些斑块的更加黄色的印象,当一个人从阴影走向阳光时,人们希望看到明亮多彩的阳光照射下的衣服。并且火灾和爆炸也应该具有最佳的视觉效果,至少在PB_D允许的范围内。

[0019] 在SDR中,可以在亮度直方图中使夜间图像更暗一些,但不能太暗,否则它只会渲染得太暗以及使图像丑化(并且可能至少部分无法观看)。此外,在100尼特电视或100尼特编码中,没有任何空间容纳任何过于明亮的东西。因此,人们必须独立于它们的照明来显示对象,并且不能同时忠实地显示可能发生的场景的所有有时具有高度对比度的照明。实际上,这意味着必须使用与阴雨天场景大致相同的显示明亮度(0-100尼特)来渲染高度明亮的阳光场景。您必须从其他线索中弄清楚是什么情况,例如观众预计仙人掌可能被阳光照射,因此是明亮的。甚至夜间场景也不能渲染得太暗,否则观众将无法很好地区分图像的最暗部分,因此再次这些夜间亮度将在大约1到100尼特的范围内渲染。一个传统的解决方案是将夜景涂成蓝色,这样观众就会明白他不是在看白天的场景。这些实际上是SDR成像的严重限制(其他例子是例如将窗口外的所有东西都剪裁成单一的白色,这样那里也没有什么可看的了),但观众和工业用户以某种方式“习惯了”,这并不意味着没有改进的余地。

[0020] 现在,当然,在现实生活中,人类的视觉也会适应可提供的光线量,但不会那么多(现实生活中的大多数人确实意识到天变黑了,或者他们处于更暗或非常明亮的环境中)。另外,技术电视系统的适配与人眼和大脑的适配不一样,适配家庭显示内容也不等同于适配沙漠中的原始场景。

[0021] 因此,人们希望使用可以通过艺术方式设计的所有壮观的局部和时间照明效果渲染图像,以获得更逼真的渲染图像,至少在人们有可用的HDR显示器的情况下。对于暗室中的光剑来说,究竟什么是合适的明亮度,我们将留给颜色分级器创建主分级来决定(当我们说颜色分级器时,我们指的是每个生态系统的等效概念,所以不一定是人类花费大量时间

来定义主HDR和SDR图像的像素明亮度,还包括实时广播的自动分级等),并且此应用程序将专注于创建和处理此类所需的技术元素图片。

[0022] 图1的左轴是针对5000尼特PB_D显示器,人们希望在5000尼特PB主HDR分级中看到的对象明亮度(即分级者制作图像,假设家里的典型高质量HDR电视将有5000尼特PB_D,而他实际上可能坐在这样一个家庭观看室的表示中,并在这样一个5000尼特PB_D分级参考显示器上进行分级)。如果人们想要传达的不仅仅是一种错觉,而是牛仔在明亮的阳光照射环境中的真实感觉,则必须指定并渲染这些像素明亮度足够亮(但也不能太亮到烦人,这是HDR图像创建和处理的典型陷阱),例如约500尼特(与之前的场景相比,例如室内场景)。对于夜景,人们主要希望明亮度较暗,但摩托车上的主要角色应该易于识别,即不太暗(例如约5尼特),同时可以有相当高明亮度的像素,例如路灯,例如在5000尼特显示器上约为3000尼特,或在任何HDR显示器上约为峰值光亮度(例如1000尼特)。

[0023] 第三个示例ImSCN3示出了现在也可以在HDR显示器上实现的功能:可以同时渲染非常亮和非常暗的像素。它显示了黑暗的洞穴,有一个小开口,通过它可以看到外面的阳光。对于这个场景,人们可能想让像树这样的被阳光照射的对象比想要渲染明亮的阳光景观印象的场景稍微不那么亮,例如大约400尼特,这应该与洞穴内部本质上的黑暗特征更协调(因为人们也不希望人眼中的散射使黑暗洞穴中的对象在视觉上恶化)。颜色分级者可能希望最佳地协调所有对象的明亮度(已经在PB_HDR=5000尼特主HDR图像中),以便没有任何看起来不合适的暗或亮并且对比度良好,例如在这个洞穴中站在黑暗中的人可能被编码在0.05尼特左右的主HDR分级图像中(假设HDR渲染不仅能够渲染明亮的高光,还能够渲染暗区)。

[0024] 但现在的问题是,如果人们有这些主HDR对象像素明亮度,它们应该在动态范围内的何处,例如动态范围结束于1500尼特(低于1500尼特的所有明亮度也可以在这个较小的动态范围内忠实地表示,但是高于1500尼特的像素明亮度呢?在典型行为中,它们都将被剪裁为相同的1500尼特PB_C值,这远不及理想值)。

[0025] 因此,正如在我们的手提箱包装类比中,原则上内容创建者有一项任务是从5000尼特HDR主图像开始定义大量重新分级的图像,例如3000尼特PB_C图像,2000、1500、1000、750、500、300和100尼特图像。如此庞大的任务当然在商业上是不可行的。因此,本申请人发明了一种技术,其允许内容创建者仅对他的主HDR图像和相应的SDR图像进行分级,并且所有中间图像都可以基于此而由自动技术所谓的显示优化系统确定(参见W02017108906)。

[0026] 只是为了说明一些技术视频编码可能性,以阐明如下详述的本发明概念的一些组成,这对于很好地理解很重要,我们描述了申请人为HDR图像设计的示例性HDR视频编码系统,特别是HDR视频编码(由此读者应该理解本发明的原理也适用于除了为了简单解释而选择的示例性系统之外的其他系统)。

[0027] 该视频编码系统不仅可以对于现场典型的单一类型的显示,处理单个标准化HDR视频(例如,用作定义EOTF编码的亮度代码的10位感知量化器)的通信(编码)(例如图像定义为PB_C=1000尼特,假设每个最终观众都拥有1000尼特的PB_D显示器),但它可以同时传送和处理视频,这些视频对于各种可能的在现场具有各种其他峰值光亮度的其他显示类型具有最佳外观/分级,尤其是100尼特PB_D SDR显示器的SDR图像。

[0028] 即,尽管在这样的HDR视频通信系统中,实际上仅将一种类型的分级图像作为传输

的像素化图像进行通信,其具有各种变体,我们将在本示例中阐明通过任何视频通信系统将SDR图像通信到接收器的一种(但也可以使用一种传达HDR图像的变体),因为还可以在元数据中添加一个或多个明亮度重新映射,即重新分级功能,定义HDR图像像素颜色,特别是来自那些SDR图像像素明亮度的明亮度,人们同时传送HDR图像,还寻找场景(实际上不需要传送HDR图像,如双图像通信,或至少第二层像素化HDR图像数据)。

[0029] 此外,在编码端定义了一组适当的可逆颜色变换函数 F_{ct} ,例如由人类颜色分级者完成,如图2所示。

[0030] 这些函数定义了如何从主HDR像素明亮度(或等效地它们的亮度代码)获得与该HDR主图像MAST_HDR相对应的外观合理的SDR图像(Im_LDR),同时确保通过使用反函数 IF_{ct} ,原始主HDR(MAST_HDR)图像可以在任何接收端以足够的精度重建为重建的HDR图像(Im_RHDR)。 IF_{ct} 函数可以从所传送的前向HDR到SDR映射 F_{ct} 函数确定,或者,系统甚至可以直接传送 IF_{ct} 函数,例如通过SEI消息的MPEG机制,或任何其他合适的元数据通信机制。

[0031] 颜色变换器202通常应用主HDR图像(MAST_HDR)像素的明亮度的 F_{ct} 明亮度映射,我们假设这些明亮度被归一化,使得最大明亮度为1.0(注意,然后可以覆盖HDR和SDR色域,这意味着DR明亮度变换对应于该可编码颜色归一化色域中颜色的向上或向下移动)。为了以简单的方式理解本发明的概念,为了简单起见,可以假设 F_{ct} HDR到SDR明亮度映射是1/4次幂明亮度映射函数($L_out_SDR = power(L_in_HDR; 1/4)$),用于导出100尼特PB_C SDR输出图像 Im_LDR 像素的归一化的SDR输出明亮度(即图1的右侧明亮度)。

[0032] 由于接收器必须能够从接收到的相应SDR图像重建主HDR图像,或者至少是近似重建,但对于一些与压缩相关的伪影,除了实际的像素化图像外,颜色映射函数还必须随后进入视频编码器203。非限制性地,我们可以假设视频由该视频编码器203使用MPEG HEVC视频压缩器压缩,产生编码(SDR)输出图像 Im_COD ,并且函数存储在元数据中,例如通过SEI机制或类似技术。

[0033] 因此,在内容创建设备221的动作之后,从图像通信技术的角度来看,通信链的其余部分假装它获得“正常SDR”图像作为输入。所以,例如传输格式器204可以应用所有必要的转换来格式化数据以通过一些传输介质205(例如存储在BD盘上的信道编码,或用于电缆传输的频率编码,等等)。

[0034] 随后,图像数据通过一些传输介质205,例如卫星或电缆或互联网传输,例如根据ATSC 3.0,或DVB,或任何视频信号通信原理,传播到一个或多个接收端,可以是消费类视频装置,如电视机,或机顶盒,或专业系统,如电影院接收单元等。

[0035] 在任何消费者或专业端,接收器解格式化器206可以结合在各种物理设备中,例如机顶盒、电视或计算机,通过应用解格式和频道解码来取消频道编码(如果有的话)。然后视频解码器207应用例如HEVC解码,生成解码的SDR图像 Im_RLDR ,并解包颜色变换函数元数据 F_{ct} 。然后颜色变换器208被布置为将SDR图像变换为任何非SDR动态范围的图像(即PB_C高于100尼特,并且通常至少高4倍)。

[0036] 例如,5000尼特原始主图像 Im_RHDR 可以通过应用编码端使用的颜色变换 F_{ct} 的逆颜色变换 IF_{ct} 来重建,以从MAST_HDR生成 Im_LDR 。然而,还可以包括显示适配单元209,其将SDR图像 Im_RLDR 变换到不同的动态范围,例如在显示器210是3000尼特PB显示器、或1500尼特PB或1000尼特PB图像等的情况下, Im_{3000} 尼特被最佳分级。我们已经非限制性地

假设视频解码器和颜色变换器位于单个视频重新确定设备中220。本技术领域的读者可以理解,人们可以类似地设计一种拓扑结构,其传送例如具有 $PB_C=10000$ 尼特的HDR图像,并且对于对应的电视或显示器,颜色变换器使输出的HDR图像具有例如 $PB_C=2500$ 尼特,各种单元可以通过网络连接运行,例如运行在不同的服务器上,等等。

[0037] 当前技术组成(根据当前教导的创新组件和/或它们可以连接、协作、集成等的现有技术组成)可以体现或实现为图像或视频技术中典型的各种技术系统,即例如在各种硬件设备中。例如,视频重新确定设备220可以具有任何技术视频供应输出231,例如可以连接到电视显示器等的HDMI电缆(也例如存储器件等;甚至是用于将输出图像 Im_RHDR ,相应为 $Im3000$ 尼特,传送到另一个潜在远程设备或系统等的网络电缆)。根据选择的物理变体,可能有图像或视频输出信号格式化器230,其将图像转换为适合任何技术情况的单个图像(例如,虽然我们阐明以下核心色度计算可以例如产生像素颜色的线性R、G、B表示作为输出,根据技术配置,发送到例如显示器210的最终图像信号(I_out)可以例如是HLG格式化的、未压缩的、或MPEG或AV1压缩的,等等,并且信号格式化器230可以包含像例如负责处理所有这样的信号推导过程的典型集成电路的单元(无论是固定为单个选项,还是可配置的)。

[0038] 图3仅阐明了一个示例,在该示例中可以有利地认识对于本发明颜色变换器202(相应地,颜色变换器208)通常是什么,并且该特定颜色计算核心可以优雅地将所有变体实现为一个可配置核心,但是只要考虑本创新对技术的创新贡献,所述元件还可以设计为各种不同的拓扑结构。颜色以对于视频颜色表示非常经典的颜色格式输入:YCbCr(附边的是,在各种实施例中该空间可以根据各种非线性R、G、B颜色三元组定义,例如gamma-2.0定义、PQ定义等)。

[0039] 色度乘数确定器301根据正在处理的任何连续图像像素的亮度(Y)值来确定适当的乘性缩放因子,乘法器302将使用该乘性缩放因子将该缩放因子s(Y)与两个输入颜色色度坐标Cb和Cr相乘,即输入颜色的输出红色色度 $Cro=s(Y)*Cr$,以及输出蓝色色度 $Cbo=s(Y)*Cb$,用相同的s(Y)因子来保持输出颜色的色调与输入颜色的色调相同(同时适当影响像素颜色的饱和度)。色度乘数确定器301可以被布置为从元数据中读取,元数据通常与所传送的SDR(或其他)图像MET(F_CLUT)共同通信,所述图像包含例如SDR图像可能具有的每个可能的Y值的S因子的LUT。输出色度值Cro和Cbo与亮度Y一起输入矩阵计算器303,矩阵计算器303使用标准的 3×3 矩阵系数(根据公知的色度法,取决于选择的颜色原色,例如Rec.709或Rec.2020等)以从其计算归一化RGB表示,即归一化红色输入分量 RnI 、归一化绿色输入分量 GnI 和归一化蓝色输入分量 BnI 。这些将被转换为(归一化)所需的输出RGB值 $Rn0$ 、 $Gn0$ 、 $Bn0$,即在本例中(归一化)HDR重建分量。

[0040] 给定正被处理的像素碰巧具有的任何输入亮度Y,像素三元组的这种例如增亮是通过将三个输入分量乘以相同的亮度乘数值g(Y)来实现的。我们在上面的现有技术中已经表明,可以将任何给定的归一化亮度转换为亮度映射函数形状(例如,从(0,0)开始并在(1,1)结束的抛物线),转换为所有可能的归一化亮度 Yn 的对应的一组g乘数。该动作由亮度乘数确定器304执行,其读取由内容创建者传送的元数据MET(F_PLUT)作为输入,其编码明亮度映射曲线的形状,或等效地相对亮度映射曲线,或选择的任何一个。

[0041] 在乘法器305之后,像素明亮度被正确地移动到它们的HDR_reconstruction相对位置,尽管仍然在归一化到1.0色域上。最后,输出颜色计算器306可以进行所有必要的计算

以根据技术输出部件的需要进行技术格式化,例如通过例如HDMI电缆、无线通信信道等连接的显示器。它可以确定输出颜色格式RGB_DF为例如PQ-RGB格式,但也可能当知道连接的显示器是某种物理类型时的应用例如各种优化(如果输出是例如用于存储以供以后查看的硬盘记录等,它可能不做或者做不同的事情),但这些细节与阐明本发明无关。

[0042] 图4阐明了对于内容创建者可能已经为特定HDR场景图像(例如,其中左部分相对较暗的图像,因此需要在较暗区域的标准化SDR表示中进行相对增亮,以便潜在在阴影中的人在HDR图像显示和SDR图像显示中都半可见;同时雾中的人在该场景及其连续图像的较亮部分具有足够的对比度,这可能导致优化两个区域的对比度的双曲线,如图4所示的FL_50t1_2曲线)选择的任何重新分级函数形状(以及情形;编码实施例),显示优化(又名显示适配)如何起作用。

[0043] 查看图4A,假设当前图像(或连续图像的镜头)使得(例如接收到的HDR图像)通过特定的归一化亮度映射函数FL_50t_1最佳地重新分级为相应的SDR图像(注意视频领域的熟练读者可以理解如何仅通过改变轴和相应的曲线形状在归一化明亮度和归一化亮度中制定教导)。

[0044] 不想不必要地限制我们自己,我们将继续假设当前解释的示例使用的轴都被转换为视觉上统一的明亮度(即水平轴和垂直轴上的等距步长近似对应于视觉上相等的光亮度差异)。

[0045] 根据申请人的说法,以下公式可用于将明亮度(或任何数量的颜色坐标,如红色原色的线性贡献量,如果需要)转换为这种感知统一的亮度 v :

[0046]
$$v(L_n; L_{max}) = \log[1 + (RHO(L_{max}) - 1) * \text{power}(L_n; 1/2.4)] / \log[RHO(L_{max})]$$

[0047]
$$RHO(L_{max}) = 1 + 32 * \text{power}(L/10000; 1/(2.4))$$
 [公式1]

[0048] 在这些公式中, L 是像素的(正常,绝对,尼特= Cd/m^2)明亮度; L_n 是最大归一化为1.0的明亮度,即通过具有等于编码图像PB_C的峰值光亮度的 L_{max} ,例如5000尼特,再相除: $L_n = L/PB_C$ 。

[0049] 所以如果我们需要将例如5000尼特内容映射到SDR明亮度,如图4B中的垂直轴所示,将是输出亮度 v_SDR ,可以通过使用公式1的逆将其转换为明亮度。我们展示了这一点,由于明亮度的视觉上统一的亮度表示的近似对数特性,在垂直轴上, $PB_C_SDR = 100$ 尼特之前的几十个近似等距,即 $v = 0.6$ 近似对应于10尼特,等等。

[0050] 类似地,如果我们有5000尼特PB_C定义的HDR输入,水平轴上的归一化亮度将近似等距对应于0;1;10;100;1000;终点5000比10k位置下降的位置更近一点。

[0051] 对应于该轴系统,内容创建者然后可以根据需要为当前图像定义明亮度重映射函数形状(例如,有一些路灯的黑暗街道,需要对街道上的房屋或灌木最暗的部分进行一些增亮以使它们在与主HDR图像相对应的较暗PB_C图像中保持足够的可见性,用于在较暗的PB_D显示器渲染它们,这可以通过第一个示例性亮度映射(相当于明亮度映射)曲线FL_50t1_1暗端的大于45度斜率看出),以及自动导出将5000尼特亮度映射到例如650尼特亮度所需的曲线形状的显示器适配策略(在650尼特PB_D连接显示器需要提供接收到的主HDR图像的适当优化/重新分级的版本的情况下,或者在SDR代表图像被传送和接收的情况下重建),正如我们现在将解释的。

[0052] 在可以有多种显示适配变体的情况下,这些变体都将与本专利申请的当前创新技

术添加一起起作用,为了保持复杂的讨论简单,我们假设所使用的特定显示适配机制是申请人皇家飞利浦(Koninklijke Philips)与ETSI TS103 433-2V1.1.1(2018-01)中Technicolor共同标准化的一种显示适配机制,出于目前的目的,我们简短重新总结,也更一般一些。

[0053] 这个想法是,内容创建者,例如人类颜色分级者确定映射曲线形状FL_50t_1或主HDR和SDR分级图像中的至少一个(技术读者可以理解,如果分级者仅制作两张图像,申请人也可以使用技术推导出所述SDR图像的明亮度如何通过自动导出的FL_50t_1函数与HDR图像之一相关,但这些细节再次与当前讨论不够相关,因此我们假设分级者例如使用颜色处理用户界面工具绘制FL_50t1_1曲线的形状,并检查这是否确实给出了看起来正确的SDR图像,或者他再次更改函数,直到它具有产生所需SDR图像输出的形状),没有太多可用时间。

[0054] 所以他不想制作许多不同的重新分级曲线(例如,在制作了5000尼特最佳质量的主HDR图像后,他不想制作一个如何最佳地重新分级到2000尼特的函数,以及另一个如何重新分级到1000尼特的函数,因为由于这些函数在相同的主HDR图像上运行,具有相同的图像对象,具有极大可比的明亮度重分级需求,通常这两个函数看起来相对相似:5000到2000映射曲线将执行比5000到1000映射等“稍弱”的归一化明亮度偏移,等等)。

[0055] 因此,尽管从理论上讲,关于各种重新分级的函数和图像可以说很多,但从技术实用的角度来看,人们可能争辩说,对于大多数(如果不是全部)HDR图像,对于100尼特和PB_C_master_HDR之间的PB_D显示都可以获得足够优质的中等动态范围(MDR)图像,PB_C_master_HDR在本例中为5000尼特,如果使用自动显示适配算法,所述算法自动计算用于将v_HDR映射到v_MDR的中间函数(如第一个示例性显示适配函数F_DA50t6_1用于创建600尼特PB_C_MDR图像),这减轻了分级者的工作量,因为他知道只需要制作(当然,针对每个不同的原型图像情况,因为洞穴将需要与例如带有蓝光面板的理发店非常不同的亮度映射函数形状)一个单一的HDR到SDR映射函数,例如第一个SDR映射函数FL_50t1_1。

[0056] 显示适配单元401(通常是执行ESTI标准中解释的技术数学的集成电路;或等效系统)然后将基于该输入亮度映射函数和PB_D值(在示例中为600尼特)计算所需的用于将HDR亮度映射到适当的600尼特PB_C_MDR亮度的第一个示例性显示适配函数F_DA50t6_1(即精确地尊重当前图像的特定明亮度重新分级需求,正如内容创建者传送作为与如解格式化器206接收到的元数据中的已编码的HDR图像共同传送的第一SDR映射函数FL_50t1_1co那样)。类似地,如果对于另一图像,第二SDR映射函数FL_50t1_2具有所示的不同形状(通常具有相同的PB_D值),则正确优化的第二示例性显示适配函数F_DA50t6_2具有相同的通用形状(指示图像中的不同区域或对象的特定重新分级需求,例如阴暗的角落,相对于强灯下桌子上的区域等),但将导致考虑到PB_C_master_HDR和PB_C_MDR=PB_D_available显示之间的差异,在适当的数量上有点“更弱/居间”。

[0057] 图4B中示出了这种自动显示适配通常如何以优雅的方式工作。对于对角线上的任何点,对应于一些输入亮度,例如对于第一输入亮度VnH1或第二输入亮度VnH2,可以遵循度量方向,例如正交于对角线,直到它落在输入函数上,在示例中为第二SDR映射函数FL_50t1_2。该点对应于这个(相对于向上垂直向左倾斜45度)度量到100尼特的位置,因为它对应于将主HDR输入亮度重新分级为相应的100尼特输出亮度所需的函数。PB_C_master_HDR位置,在本例中为5000尼特,对应于对角线(起始)位置(熟练的读者可以理解,因为Ln_5000

到 Ln_{5000} 的重分级对应于恒等变换)。如果现在为中间位置定义一个度量,例如一个对数的度量,因此从输入亮度映射曲线上的100尼特位置开始有更大的步长,而朝着对角线的步长更小,所述度量可以定位所需 PB_C (例如600尼特)的所有位置,因此产生非虚线显示的曲线的所有点,因此这是所需的第二示例性显示适配函数 F_{DA50t6_2} 的形状。然后唯一必须做的就是将这个(“新的”/优化的)曲线形状发送到亮度乘数确定器304,然后可以使用图3中所示的颜色计算引擎来从 master_HDR 图像像素颜色开始作为输入计算600尼特MDR图像的所有像素亮度。

[0058] 该系统运行良好,并在多种类型的HDR内容上多次得到令人满意的演示。然而,它的一个问题是它是相当静态的,因为它具有自动固定的算法性质:除了选择用于阐明的变体之外,人们还可以使用另一种变体,例如它使用另一种度量,即沿对角线和输入亮度映射函数位置之间的距离对 $100 \cdots \text{PB}_C_{\text{master_HDR}}$ 位置的不同定位,或沿对角线分布的度量轴的45度以外的另一个方向,或者更复杂的更改为显示适配算法,但给定任何此类选择的算法,所述算法通常可以嵌入到执行显示适配的接收器件的集成电路中,因为在运行中重新配置可能会被视为相当麻烦,显示适配函数结果将始终保持“固定”不变。这至少可能会给某些客户带来不便,因为他们可能仍会发现某些图像,例如至暗,或对比度太低等,至少对于可能的显示峰值光亮度范围中的一些,例如 $\text{PB}_D < 350$ 尼特。重要的是要理解,人们可能希望将分级者的亮度映射函数保持不变作为技术框架的约束。有人可能会争辩说,如果想要更亮的图像,内容创建者应该首先创建一个更陡峭的函数 $\text{FL}_{50\text{t}1_1}$,假设永远不会有任何其他问题,例如可能在更亮的显示器上显示(例如 $\text{PB}_C > 2500$)可能再次略微或超过略微太亮,或显示色域顶部附近的其他问题,等等。

[0059] 但内容创建者可能会争辩说,这些函数是“他的金子”。对于所有MDR图像的总集,所有二次处理所基于的通用规范可能被视为太重要而无法修改,或者无论如何基本上“只是正确的”(即,也许有人可能会在特定条件下发现显示器有点太暗,但这并不意味着特别是100尼特图像的参考显示不正确,更不用说100尼特图像本身,即作为定义内容的图像不正确,也不意味着内容创建者优化了该图像的方式)。因此,从实用的角度来看,我们希望采用一种简单的方式,在接收端通过更改显示适配来调整或改进MDR图像的生成,同时保留所有传入的图像信息(即包括对于每个连续的视频图像在SEI元数据中接收的SDR映射函数)不修改。

发明内容

[0060] 通过一种图像像素明亮度适配装置(500)实现了一种实用的方式,解决现有技术显示适配的静态性,并在接收端提供一些进一步的定制性,包括:

[0061] 到包含的或可连接的视频解码器(207)的连接(501),所述视频解码器被布置为接收编码的高动态范围图像(Im_{COD}),所述编码的高动态范围图像根据第一最大可编码明亮度(PB_H)进行编码,并且所述视频解码器被布置为接收指定至少一个亮度映射函数(F_{ct} ; $\text{FL}_{50\text{t}1_1}$)的元数据,所述至少一个亮度映射函数指定与编码的高动态范围图像相对应的次级图像的明亮度与在所述编码的高动态范围图像中编码的像素位置相同像素位置的明亮度相比的偏移,所述次级图像具有第二最大可编码明亮度(PB_S),所述第二最大可编码明亮度小于或大于所述第一最大可编码明亮度(PB_H),并且所述视频解码器被布置为输出

经解码的高动态范围图像 (Im_RHDR) 和所述亮度映射函数;

[0062] 显示适配单元 (401), 其被布置为接收特定显示器可以作为最亮像素颜色显示的显示器最大明亮度 (PB_D) 的值以及输入亮度映射函数, 并且所述显示适配单元被布置为应用算法, 所述算法基于所述输入亮度映射函数和所述显示器最大明亮度 (PB_D) 计算至少一个显示适配亮度映射函数, 其特征在于, 该至少一个显示适配亮度映射函数在形状上对应于所述输入亮度映射函数但更接近于所述输入亮度映射函数的图的在感知统一轴上的45度递增对角线, 取决于相对于所述第二最大可编码明亮度 (PB_S) 与所述第一最大可编码明亮度 (PB_H) 之间的差异的所述显示器最大明亮度 (PB_D) 与所述第一最大可编码明亮度 (PB_H) 的值之间的差异;

[0063] 其特征在于, 所述图像像素明亮度适配装置包括替代亮度映射函数确定单元 (502), 所述替代亮度映射函数确定单元被布置为确定替代亮度映射函数 (ALT_FL_50t1_1), 并且

[0064] 其中, 所述显示适配单元 (401) 包括组合单元 (503), 所述组合单元被布置为将所述至少一个亮度映射函数 (F_ct; FL_50t1_1) 和所述替代亮度映射函数 (ALT_FL_50t1_1) 组合成组合亮度映射函数 (CMB_FL_50t1_1), 并且其中, 所述显示适配单元被布置为将其算法作为输入亮度映射函数应用于所述组合亮度映射函数;

[0065] 所述图像像素明亮度适配装置包括亮度映射单元 (510), 所述亮度映射单元被布置为接收解码的高动态范围图像 (Im_RHDR) 的像素亮度并将经适配的组合亮度映射函数 (ADJ_F_DA50t6_1) 应用于这些像素亮度以获得输出图像 (Im_DA) 的输出亮度;

[0066] 所述图像像素明亮度适配装置包括输出图像或视频通信电缆或无线信道, 显示器可以连接到该输出图像或视频通信电缆或无线信道, 以及被布置为发送所述输出图像 (Im3000尼特) 的输出信号格式化器 (230)。

[0067] 首先, 关于显示适配单元的算法或硬件细节, 告知有经验的读者, 可以有多种替代方式可以计算出HDR到PB_D优化的中等动态范围显示适配的通用技术本质, 即基于确定更接近或远离HDR到SDR重分级亮度映射函数的函数, 取决于所述显示器最大明亮度 (PB_D) 的值位于第一最大可编码明亮度 (PB_H) 与第二最大可编码明亮度 (PB_S) 之间的何处, 针对所述显示器最大明亮度 (PB_D) 的值, 所述显示适配单元 (401) 必须计算最佳适配图像及其像素明亮度或亮度, 因此同样地, 得到的显示适配亮度映射函数与对角线的接近度。此外, 在如何准确定义 (近似) 感知统一亮度方面可能存在一些变体: 尽管此类函数本质上将近似对数, 如示例所示, 但可以改变对数函数的参数, 并且算法仍将起到相同作用, 并产生一个看起来不错的图像。因此, 技术人员理解这些细节并不构成我们目前创新贡献的本质, 并且可以在提供相同类型的可识别设备的同时进行变化。本领域技术人员还理解, 所述设备可以是独立的图像色彩优化设备, 即其将可操作地连接到单独的视频解码器 (其将获得并解码以根据需要提供所有数据, 即图像像素色彩数据, 我们可以假设其例如在线性RGB表示中, 或者为了说明简单在YCbCr中, YCbCr是使用基于R、G、B非线性分量值的众所周知的矩阵计算的, 例如可以是PQ编码的; 以及元数据, 元数据包含至少一个由显示适配单元的最终亮度映射计算算法使用的亮度映射函数), 或者该设备可以是包括一切的总系统 (其可以例如全部体现为电视显示器等)。第二 (分级参考) 图像是要覆盖的所需动态范围另一端的图像, 因此对于例如4000尼特PB_C主HDR图像, 这通常是100尼特PB_C SDR图像, 无论两者中的哪一

个实际上被传送(尽管也可以从SDR图像开始计算显示适配的最终MDR图像,为简单起见,我们将在说明假设它是从HDR图像计算的,即到较低的动态范围(或至少最大明亮度,假设输入和输出图像的最小黑色相同),除非有外推到比最初创建的图像更令人印象深刻的更高动态范围)。通常,使内容创建者的两个参考分级的动态范围(即通常它们的PB_C值)至少相差4的倍增因子是有意义的,否则至少进行技术上的高质量显示优化没有多大意义,尽管原则上即使各种图像分级之间的差异较小,也可以应用相同的原则。取决于技术实现变体,可以再次以各种方式为显示适配单元(401)输入显示器最大明亮度。例如,机顶盒可以轮询连接了各种显示器中的哪一个,然后显示器可以在开始颜色优化和向连接的电视显示器输出图像或视频之前将其PB_D的值传送回STB(或者用户可以通过STB用户界面等输入他认为的值,或者至少是他的电视的良好工作值)。另一方面,如果设备是电视本身,那么它是唯一的PB_D值(例如与LCD显示面板后面的背光有关,或电视制造商认为可以安全使用而不使OLED面板过热的值,等等)可能已经被存储在显示适配单元(401)内的不可修改的存储器中,即与我们的一般性的纯粹示意性说明相比,在这种情况下,单元401从其自身接收PB_D值。同样,这种可变方面对于识别设备何时属于如本发明和本文所述的类型并不是真正重要的。

[0068] 替代亮度映射函数确定单元(502)可以使用多个(简单的)固定策略来确定良好的替代亮度映射函数(ALT_FL_50t1_1)。例如,对于该技术的许多申请者来说,它可能已经足够做一些像使黑暗变亮这样简单的事情,例如通过图7所示的Para Shadowgain(“Para”是特定亮度映射曲线的名称,在暗端0,0和亮端1,1具有线性斜率,并用平滑的抛物线段连接中间的那些线性部分)替代方案,或简单的对比度修改等,但现在,取决于PB_D,即,而不是“在内容上”(即一对极端的HDR和SDR参考分级,以及链接它们的亮度映射函数),可以根据启用PB_D功能的显示器的跨度的哪一部分需要或多或少的校正进行控制。在固定显示适配之前而不是之后进行调整有一个优势(例如,也可以显示适配从内容创建者接收的在通信信号的元数据中的Para和接收端提出的替代para,即tv本身,然后使用显示适配的替代方案更正显示适配的para),因为在此之前执行此操作仍然具有通过标准显示适应行为的功能,例如各种PB_D的度量的对数位置,在需要大量调整的SDR附近变化更大,并且对于高PB_D显示器具有“几乎完美的HDR”行为。

[0069] 当可以有多个功能时,技术熟练的读者也应该不会有太多的理解困难(通常,应理解为权利要求以最不详细的实施例撰写,即只有一个图像被处理,只有一个原始的、内容创建者衍生的亮度映射函数,以及仅一种替代亮度映射函数,仅导出一种最终的、最佳显示适配亮度映射函数,准备加载或应用到色彩处理器中,以获得与外观中的HDR主图像相对应的最佳MDR图像(即,各种图像对象的相对亮度位置和一般颜色印象),用于需要提供显示器适配MDR图像的PB_D的特定唯一显示器。

[0070] 可以为连续的图像创建多个不同的亮度映射函数,以便在时间上一个接一个地呈现,然后显示适配单元将对应于输入的亮度映射函数中的每一个分别制作多个连续的显示适配亮度映射函数,因为它们由内容创建者创建。如果显示适配单元需要为两个输出视频流提供服务,例如一个到高质量1500尼特PB_DHDR显示器,另一个同时到家庭的另一个成员正在厨房里观看节目所借助的便携式显示器,则还可以针对一个单一的输入亮度映射函数制作多个输出显示适配的亮度映射函数。

[0071] 理解起来可能有点复杂的是(至少从专利申请的角度来看,这对于理解目前的技

术贡献不是必需的,但对于完整性是有用的),亮度映射函数可能包括许多部分亮度组成映射函数(定义为连续应用)。例如,内容分级者可以应用Para进行粗分级,粗略地平衡暗区和亮区。即,当用两个完全不同的照明区域映射场景时,例如室内,本质上通常比室外暗100倍,并且可能例如根据内容创建者如何将现实世界映射到他的主HDR图像而在HDR参考分级中暗10倍,Para可用于相对于亮部使暗部变亮,从而在一定程度上压缩亮部区域的对比度,这是一个制作较高动态范围图像的较低动态范围版本的很好的简单方式(并且通常在很多内容上已经非常好)。然而,外面可能有一个商业标志,体现为在玻璃板上应用(例如喷砂)的白色文字。当通过过于简化的方法降低对比度时,例如Para的上斜率必须很小,以便在SDR第二参考分级的小明亮度范围内为所有较暗的对象/像素亮度腾出空间,此文本可能变得难以阅读。根据申请人的原则,内容创建者/编码器可以通过在Para之后应用可定制的曲线(CC)来解决这个问题,所述曲线恰好围绕白色文本的亮度位置以及在玻璃周围/后面/在玻璃上反射的略白颜色的亮度位置再次带来更多对比度,使所述文本再次变得非常可读(还要注意计算精度与编码字长等之间的差异,但此处无需解释此类细节)。

[0072] 对于目前的新教导,人们可以理解,许多亮度映射曲线的连续性本身又是一条亮度映射曲线,因此可以假装只有一个“完整”曲线(实际上,如果读者想为了理解本专利申请而使事情很简单,他可能会假设所使用的分级者只使用了一个Para,没有CC)。但是,不仅可以在完整的亮度映射函数上进行显示适配,而且可以对部分亮度映射曲线本身进行特定的数学运算,为此我们建议有兴趣可读者参考ETSI TS 103 433-2 V1.1.1(2018-01)第7.3段“metadata recomputation”。

[0073] 无论细节如何体现,目前的创新改进都是关于拥有一个非常优雅的调整机制,因为技术框架限制的原因更倾向于相对静态地实现(如解释)。

[0074] 在更高级的实施例中,函数确定单元502可以分析输入图像的各种细节(总体明亮度分布特征,分割成各种区域并分析几何结构和对比度量,例如积分导数、纹理特征等)并且从其导出调整,将其表述为替代的亮度映射函数形状。

[0075] 组合单元503还可以在多个变体中应用组合,技术熟练的读者可以基于我们的示例理解,但是通常这种简单的线性加权组合在实践中已经足够好(技术人员喜欢更简单的变体,其需要更少的晶体管和功率,但当然也可以导出替代实施例),更有趣的部分是控制这种组合将如何取决于PB_D情况。组合并不是指最宽可能的概念,例如只有一条曲线的一部分被另一条曲线的一部分交换,而是所有或大部分的亮度都会得到一个新的曲线输出,这取决于第一条曲线中制定的输出和第二条曲线或处方中制定的输出。

[0076] 当图像像素明亮度适配装置(500)具有组合单元根据显示器最大明亮度(PB_D)的值确定组合亮度映射函数在形状上更类似于替代映射函数或分别为至少一个亮度映射函数时,一个很好的优势就出现了。然后,可以控制例如更多混合替代行为,为较小的PB_D值校正特定的相对亮度重新定位,读者可以理解我们可能希望以多种方式执行此操作,可能需要复杂的公式来具体说明在哪种情况下做什么(例如替代亮度函数可以针对两个亮度重新定位方面进行校正,第一个方面被控制到第一程度,例如仅在要处理的总PB_D范围的某个子范围内并且不高于PB_D_{lim}PB_D值,而第二个方面,通常对应于另一个亮度子区域,以不同的方式进行控制,即具有不同的依赖于PB_D的组合行为等)。例如,组合单元可以检查PB_D值,然后无论它应用哪个组合映射函数行为确定,它可以检查PB_D值是否在与最大PB_D

D (例如输入图像的PB_HDR) 的一定百分比偏差内, 然后可能稍微根据替代函数的形状扰动原始函数, 但是例如保持在第一函数周围的某个范围内。对于低于PB_D1的PB_D值, 它可能会开始严重偏离, 而低于PB_D2甚至主要遵循替代函数的形状。用于实现这种依赖于PB_D的函数组合行为的其他算法也是可能的。当只有较低的动态范围 (实际上是显示峰值光亮度) 显示时, 这可以更好地控制显示高动态范围图像的艰巨任务。

[0077] 图像像素明亮度适配装置500的实用简单但工作良好的变体具有由组合单元通过每个亮度值的线性加权确定的组合亮度映射函数, 定义为: $CMB_FL_50t1_1(Vn) = (1-A) * FL_50t1_1(Vn) + A * ALT_FL_50t1_1(Vn)$, 其中Vn是像素明亮度的感知统一的亮度表示, 其可以通过对明亮度应用对数函数来应用, 并且A是介于0和1之间的权重值, 它是基于所述显示器最大明亮度(PB_D) 的值通过应用函数来导出的, 所述函数将A设置为低于低显示器最大明亮度(PLOW) 的零, 并将A设置为高于高显示器最大明亮度(PHIG) 的1, 并且如果所述显示峰值光亮度根据预设的加权函数形状介于所述低显示器最大明亮度(PLOW) 和所述高显示器最大明亮度(PHIG) 之间, 则将A设置为等于介于0和1之间的值。PLOW和PHIG的值然后可以被固定, 或以智能方式优化, 这取决于什么会产生好的结果, 或者一般是所有图像的平均, 或者是特定类型的图像 (例如, 基于亮度直方图的细节分类, 例如非常明亮的小暗对象, 即少量的暗像素亮度, 对比非常暗的图像等)。

[0078] 读者理解, 可以制定所需调整的其他公式作为替代亮度映射函数和权重定义。

[0079] 在这种情况下, 函数确定单元502 (结合组合单元将执行的操作) 通常注意替代函数也主要具有进行适当的HDR到MDR重分级所需的形状。通常, 无论如何都会应用该方法来进行一些细微的调整。对于 (近) HDR MDR图像, 无论使用何种替代或最终函数, 显示适配本身的工作都将保证正确的行为 (接近对角线), 这也是因为其度量的对数性质。

[0080] 图像像素明亮度适配装置的实用简单实施例可以使用以下作为预设加权函数形状: 当在以所述感知统一的亮度表示测量的输入轴上定义时, 预设加权函数形状是在零和一之间的线性增加形状。同样, 人们可以固定几种 (基本上类似工作的) 感知亮度表示中的一种, 并且该设备将以相同的方式运行, 所述选择取决于与本专利申请无关的变量 (因此不想限制, 读者可以假设它是将明亮度表示为可通过示例公式1计算的感知上统一的亮度)。

[0081] 以下具体实施例可能已经为许多客户和/或市场情况提供了足够的显示适配质量调整: 如上所述的图像像素明亮度适配装置 (500), 其中, 所述至少一个亮度映射函数 ($F_ct; FL_50t1_1$) 至少部分地通过亮度映射函数定义, 所述亮度映射函数包括: 总输入亮度范围的最暗子范围的第一线性段, 线性方面在所述感知统一的亮度表示中得到满足; 用于所述总输入亮度范围的最亮子范围的第二线性段, 以及用于最暗子范围和最亮子范围之间的中间子范围的非线性形状的非递减段, 其两端与所述线性段相连, 其中所述替代亮度映射函数 ($ALT_FL_50t1_1$) 至少包括最暗子范围的第一替代线性段, 其斜率不同于用于所述至少一个亮度映射函数的最暗子范围的第一线性段的斜率。因此, 当有一个精细分级的CC第二部分亮度映射曲线时, 只需校正粗略的Para, 注意这对相同对象的亮度进行精细分级, 即与最初指定的子范围相比, 转移到新的亮度子范围的事实是, 显示适配的Para进行不同的粗略平衡, 即所述子范围的相对重新定位。

[0082] 对于原始的、创建者的Para和替代的Para, 最暗 (和最亮) 线性段的结束亮度可能相同, 也可能不同。

[0083] 注意, PB_H是主HDR图像的第一最大明亮度(即使作为相应的SDR图像进行通信)通常也被传送,并且SDR最大明亮度可以预先固定,因此是已知的,通常等于100尼特,但也可以被改变和传送,并且本实施例的工作方式类似。

[0084] 各种技术实现还可以体现为:

[0085] 一种像素明亮度适配方法,包括:

[0086] 接收编码的高动态范围图像(Im_COD),所述编码的高动态范围图像根据第一最大可编码明亮度(PB_H)进行编码,并且接收指定至少一个亮度映射函数(F_{ct};FL_{50t1_1})的元数据,所述至少一个亮度映射函数指定与所述编码的高动态范围图像中编码的相同像素位置的明亮度相比的、与编码的高动态范围图像相对应的次级图像的明亮度的偏移,所述次级图像具有第二最大可编码亮度(PB_S),所述第二最大可编码亮度优选地比可编码明亮度(PB_H)小或者大至少4倍;

[0087] 将编码的高动态范围图像(Im_COD)解码为经解码的高动态范围图像(Im_RHDR);

[0088] 在显示适配步骤中接收特定显示器能够显示为最亮像素颜色的显示器最大明亮度(PB_D)的值以及所述亮度映射函数,并且所述显示适配步骤应用基于亮度映射函数和显示器最大明亮度(PB_D)来计算至少一个显示适配亮度映射函数的算法,其中,该至少一个显示适配亮度映射函数在形状上对应于所述输入亮度映射函数,但更接近于感知统一轴上的输入亮度映射函数的图形的45度增加对角线,与所述对角线的接近度取决于相对于所述第二最大可编码明亮度(PB_S)与所述第一最大可编码明亮度(PB_H)之间的差异的所述显示器最大明亮度(PB_D)与所述第一最大可编码明亮度(PB_H)之间的差异;

[0089] 其特征在于,所述方法包括确定替代亮度映射函数(ALT_FL_{50t1_1}),并且

[0090] 其中,所述显示适配步骤包括将所述至少一个亮度映射函数(F_{ct};FL_{50t1_1})和所述替代亮度映射函数(ALT_FL_{50t1_1})组合成组合亮度映射函数(CMB_FL_{50t1_1}),并且其中,所述显示适配步骤被布置为将其算法作为输入亮度映射函数应用于所述组合亮度映射函数,产生经适配的组合亮度映射函数(ADJ_F_DA50t6_1);

[0091] 接收所述经解码的高动态范围图像(Im_RHDR)的像素亮度并将经适配的组合亮度映射函数(ADJ_F_DA50t6_1)应用于这些像素亮度以获得输出图像(Im_DA)的输出亮度;

[0092] 输出输出图像(Im3000尼特),所述输出图像是通过将经适配的组合亮度映射函数应用于图像或视频通信电缆或无线信道上的所述经解码的高动态范围图像(Im_RHDR)的像素亮度而产生的,显示器能够连接到所述图像或视频通信电缆或无线信道。

[0093] 一种通用类型的图像像素明亮度适配方法,其中,额外地,根据显示器最大明亮度(PB_D)的值,所述组合亮度映射函数被确定为在形状上更类似于替代映射函数或分别至少一个亮度映射函数。

[0094] 如上所述的一种图像像素明亮度适配方法,其中,所述组合亮度映射函数通过每个亮度值的线性加权来确定,定义为: $CMB_FL_50t1_1(V_n) = (1-A)*FL_50t1_1(V_n) + A*ALT_FL_50t1_1(V_n)$,其中,V_n是像素明亮度的感知统一的亮度表示,能够通过对明亮度应用对数函数来应用像素明亮度,A是介于0和1之间的权重值,所述权重值能够通过应用函数来基于所述显示器最大明亮度(PB_D)的值导出,所述函数在低于低显示器最大明亮度(PLOW)时将A设置为等于零,在高于高显示器最大明亮度(PHIG)时将A设置为等于一,并且如果显示峰值亮度根据预设的加权函数形状介于所述低显示器最大明亮度(PLOW)与所述高显示器

最大明亮度 (PHIG) 之间, 则将A设置为等于介于0和1之间的值。

[0095] 一种图像像素明亮度适配方法, 其中当在以感知统一的亮度表示度量的输入轴上定义时, 所述预设加权函数形状是零与一之间的线性增加形状。

[0096] 一种图像像素明亮度适配方法, 其中, 所述至少一个亮度映射函数 (F_{ct} ; FL_{50t1_1}) 至少部分地由亮度映射函数定义, 所述亮度映射函数包括: 针对总输入亮度范围的最暗子范围的第一线性段, 线性方面在感知统一的亮度表示中得到满足; 针对总输入亮度范围的最亮子范围的第二线性段; 以及针对最暗子范围与最亮子范围之间的中间子范围的非线性形状非递减段, 其两端与所述线性段的内端相连, 并且其中, 所述替代亮度映射函数 ($ALT_FL_{50t1_1}$) 至少包括针对于最暗子范围的第一替代线性段, 其斜率不同于用于所述至少一个亮度映射函数的最暗子范围的第一线性段的斜率。

[0097] 最大可编码明亮度是指与最大可编码像素颜色相对应的物理明亮度, 即最高亮度编码 (例如10位中的1023), 即最白的白色的实际明亮度, 因为它应该理想地显示在任何显示器上, 并且可以在与图像相关联的相应虚拟显示器上显示。即, 虚拟显示器可以指示图像的最亮可编码亮度是例如1200尼特, 理想情况下, 如果实际接收端 (例如消费者) 显示器为1200尼特最大可显示白色或更多, 这样的显示器应呈现最高亮度编码消色差像素, 显示明亮度为1200尼特。然后, 共同通信的函数可以具有内容创建者优化的函数形状, 指示此类图像明亮度 (实际上通常是亮度) 应如何显示在具有较小最大明亮度能力的显示器 (例如600尼特显示器) 上显示, 例如通过将最高图像亮度映射到可能的最高可显示明亮度, 并在此之下使用更大的子范围用于较暗的颜色而不是较亮的颜色等。据了解, 图像创建者可以不同地组合各种图像对象的相对明亮度位置, 取决于最大可编码明亮度 PB_C , 例如对于4000尼特 PB_C , 与900尼特 PB_C 相比, 与非发光图像对象像素明亮度相比, 可以使灯更亮。人们也可以将其视为一个对象的像素明亮度, 例如与例如室内椅子对象像素明亮度相比, 灯被偏移 to 新的相对位置, 对于各种 PB_C 图像编码, 在归一化为1.0明亮度 (或甚至亮度, 通过定义与各种亮度代码对应的明亮度的EOTF) 轴上。

附图说明

[0098] 根据本发明的方法和设备的这些和其他方面将通过参考下文描述的实施方案和实施例并参考附图而变得明显并得以阐明, 附图仅用作例示更一般的非限制性具体说明概念, 其中虚线用于指示部件是可选的, 非虚线部件不一定是必不可少的。虚线也可用于表示那些被解释为必不可少但隐藏在对象内部的元素, 或用于无形的事物, 例如对象/区域的选择 (以及它们在显示器上的显示方式)。

[0099] 在附图中:

[0100] 图1示意性地示出了当将高动态范围图像最佳地映射到相应的最佳颜色分级和相似外观 (给定第一和第二明亮度动态范围 DR_1 、相应的 DR_2 的差异, 如期望那样相似并且可行) 的较低动态范围图像 (例如100尼特峰值光亮度的标准动态范围图像) 时发生的若干典型明亮度变换, 在可逆的情况下 (例如, SL-HDR1编码, 它传达HDR图像的SDR变体, 其仍然需要由接收器通过将从HDR亮度创建SDR亮度的亮度映射函数的逆应用在接收的SDR图像亮度上而重建为HDR图像) 也将对应于实际编码HDR场景的接收到的SDR图像到该场景的重建HDR图像的映射;

[0101] 图2示意性地示出了对高动态范围图像进行编码的技术的卫星视图示例,高动态范围图像即为能够具有通常至少600尼特(即,SDR图像的PB_C的至少6倍)或更高(通常为1000尼特或更高,例如2000尼特最大出现/可编码像素明亮度PB_C或10000尼特PB_C)的明亮度的图像,这是本申请人最近开发的,其实际上可以将(一幅或多幅)HDR图像作为SDR图像加上编码颜色变换函数的元数据进行通信,所述颜色变换函数至少包括像素颜色的适当确定的明亮度变换(通常在技术上体现为亮度映射函数,在感知统一的亮度域中),解码器将使用它来将接收到的(一幅或多幅)SDR图像转换为(一幅或多幅)HDR图像,所述(一幅或多幅)HDR图像是在图像创建端创建的(一幅或多幅)原始主HDR图像的忠实重建;

[0102] 图3示出了(关于当前有用改进的适用性的非限制性)特别有用的动态范围改变颜色处理核心,本申请人根据他的各种版本的HDR视频编码/解码方法对其进行标准化;该计算电路不仅可以优雅地用于HDR图像解码,还可以用于显示器适配以获得最佳中等动态范围图像,用于恰好出现在任何特定观众的场所的具有最大可显示明亮度PB_C的特定显示器,例如通过使用内容创建者的主HDR图像的接收或解码版本作为输入,使用YCbCr编码的像素颜色;

[0103] 图4示意性地阐明了显示适配过程的基本技术方面,所述过程通常被选为一个简单的、固定的自动过程,基于任何可能的输入亮度映射函数形状(其中显示了两个示例FL_50t1_1和FL_50t1_2),所述函数规定了如何将归一化为1.0的亮度从HDR场景的第一代表性分级重新分级到第二代表分级(通常是主HDR图像,它具有某个最大可编码明亮度,PB_C=例如5000尼特,以及一个100尼特PB_C SDR图像),将相应的(保留函数形状的本质)最终显示适配亮度映射导出为输出,用于从HDR图像像素亮度确定MDR图像,所述MDR图像具有用于以 $100 \leq PB_D \leq PB_C$ 最佳驱动MDR显示器的正确的相对亮度,因此就显示能力的差异而言,当在 $PB_D_HDR_reference = PB_C$ 的高质量HDR参考显示器上显示时,MDR图像看起来与HDR图像相当相似;

[0104] 图5示出了根据本发明人的见解,这样的显示适配过程或单元可以如何进一步改进为可调整的,通过不仅向其提供原始内容创建者的亮度映射函数,而且向其提供适当形状的替代亮度映射函数(ALT_FL_50t1;对于每个图像重分级需要的情况),使得显示适配单元可以针对各种可能的实际PB_D值实现静态性较小的重分级行为,以及例如在某些显示器上,例如 $PB_D < 550$ 尼特,某个图像如何可能仍然看起来有点太暗,同时在其他显示器上,例如 $PB_D > 1500$ 尼特,可能仍然有点太亮;

[0105] 图6示出了一种优雅而简单的方式,用于指定系统应如何处理可能出现在接收端的各种PB_D值,即,在将固定显示适配算法应用于(碰巧存在的任何变体,因此固定在例如电视机中)组合函数之前,原始和替代亮度映射函数如何组合成单个组合函数;

[0106] 图7进一步阐明了一般的显示适配调整方法,通过关注一个简单的示例(但它可能已经解决了静态显示适配的重要的大部分感知或潜在发生的非完美行为),它提出了替代亮度曲线,一个(至少)具有不同斜率(称为Shadowgain)的曲线,用于特定参数化的重分级曲线,称为Para,例如 $Shadowgain_ALT = (1.k) * Shadowgain_content_creator$,其中k是例如1、2、3、4,并且Shadowgain_content_creator是Para的Shadowgain,它被选为对当前主HDR图像进行SDR分级的最佳选择,并在接收器中作为与所传送的图像或视频相关联的元数据进行通信,Shadowgain_ALT是接收器提出的调整值,例如基于当前颜色变化图像的一些

测量亮度属性;并且

[0107] 图8示出了图6的基于PB_D的线性权重A确定函数的一些示例,其中一些数值以尼特为单位。

具体实施方式

[0108] 图5概括地示出了本专利申请的图像像素明亮度适配装置500的改进的显示适配单元将包括哪些集成电路或类似单元。

[0109] 如上所述,新颖的图像像素明亮度适配装置500将包括替代的亮度映射函数确定单元502。取决于它驻留在哪个设备中(例如,机顶盒为特定电视准备图像,或在电视本身中准备图像,等等),本单元可以通过多种方式制定替代亮度分级函数形状ALT_FL_50t1_1,例如范围从不依赖或几乎不依赖于图像内容或内容创建者的SEI通信的亮度适配函数的函数,或者该函数可以很大程度上遵循SEI通信的亮度适配函数的形状,只有一个方面有所不同(例如轻微不同),例如在v_input、v_output图中稍高一点,或者在v_input的一个小子范围内有一些形状扰动,等等。

[0110] 这可以由技术提供商或设备制造商设计的固定数量,也可以是可变数量,可能在运行中例如针对每个图像确定,等等。

[0111] 替代亮度映射函数(ALT_FL_50t1_1)和由内容创建者确定为重分级需要指示函数并接收到的原始亮度映射函数(ALT_FL_50t1_1)(通常由解码器视频207提取,所述视频解码器包含在设备500中,或在在操作期间最少连接到它,以便可以通过输入501接收该函数),通过任何方式组合(在组合单元503中)以产生组合分级函数CMB_FL_50t1_1,它根据显示适配需要实现两个函数中的一小部分,即通常是所连接显示器的PB_D的特定值。注意,输入501可以兼作解码图像Im_RHDR的输入,或者可以有来自所包含或可连接解码器的用于该图像的单独输入。

[0112] 在阐明示例中我们看到原始函数是一个有点粗糙的形状(例如纯Para等),它主要实现了最暗亮度的相对增亮(对于较低的PB_C MDR图像,或者更准确地说对于SDR分级)。替代函数在感知统一的输入子范围MR中实现了一些对比度拉伸,例如因为那里有一个关键对象在最暗的地方不容易重新分级,即最低PB_D显示器。我们看到这种行为会在显示适配的组合的组合亮度映射函数(ADJ_F_DA50t6_1)中泄漏,因为标准显示适配算法是静态的和已知的来源,因此可以根据需要进行调整。

[0113] 最后,亮度映射单元510使用适配的组合亮度映射函数ADJ_F_DA50t6_1(作为输入),其使用该规范将重建/解码的HDR图像Im_RHDR的亮度映射到显示适配图像Im_DA的最佳对应的、显示适配的输出亮度,根据特定图像或视频处理设备或系统的具体技术实现,可以将其发送到任何图像或视频输出。

[0114] 图6一般地示出了对每个亮度的两个亮度函数进行加权的有利方式。例如,对于等于PB_D1的特定PB_D值,调整的最终权重因子A为 $A=0.6$

[0115] 对于输入图像中可能出现的所有归一化为1.0的感知上统一的亮度(Vn),组合函数可以计算为:

[0116]
$$CMB_FL_50t1_1(Vn; PB_D1) = 0.6 * FL_50t1_1(Vn) + 0.4 * ALT_FL_50t1_1(Vn)$$

[0117] 然后将可以将这个组合函数输入到显示适配的标准算法中,好像,但其虽然明确不

是,但它是原始内容创建者的亮度映射函数(即,好像我们正在执行标准显示适配)。

[0118] 最后,这个函数可以应用在颜色处理核心中,例如用图3阐明的颜色处理核心,以便基于HDR图像的输入亮度获得MDR图像的输出亮度(或等效地可以从SDR图像开始来实现计算,则为在具有不同形状的组合亮度映射函数的情况下)。

[0119] 图8显示了一些实际示例,其中叠加了一些数值明亮度值。通常将判断PB_D值,因此刻度将在内容(例如电影)的PB_C值处结束,在本例中为4000尼特。我们表明,权重因子确定曲线也可能发生变化(例如,第一权重确定曲线WP1和第二权重确定曲线WP2),例如取决于正在处理的图像内容的类型,因为某些内容可能会在更大的显示PB_D子集上得到很好的分级,因为它不太重要,而其他内容可能会在稍后开始显示一些问题,等等。虽然我们用感知上统一的亮度表示的对数定义阐明了示例,但是对调整的定义,特别是权重确定函数的规范,也可以在其他非线性表示中起作用。

[0120] 水平轴也可以描述为PB_D(即PB_D/PB_H)在由PB_H定义为最大值的对数系统中的相对值(即,例如通过公式1,或类似的感知统一公式)。

[0121] 对于函数形状或函数的形状,我们指的是各种输入点的输出点的轨迹,例如抛物线凸面形状,可由形状控制参数控制,例如由针对公式 $y_{out} = a \cdot x^2 + b \cdot x + c$ 的值a、b和c控制。

[0122] 图7显示了如何通过使用另一种基于Para的调整来优雅而简单地影响接收器显示适配行为的光亮度行为。

[0123] 作为元数据接收的内容创建者的原始Para具有以亮度Lsd结尾的暗段SD,亮线性段SB从Lsb开始,中间(抛物线形)段SM控制中间范围亮度的分级。

[0124] 替代分级Para由替代亮度映射函数确定单元502生成,其具有例如对于替代暗段SDA(或通常为1.x,甚至2.x等)比创建者的Para斜率SL(又名Shadowgain)陡峭1.3倍的斜率SL。该函数的其余部分可能不是纯Para(例如,某个定制CC曲线形状后继的Para),但是替代亮度映射函数确定单元502也可以确定例如替代最亮段SBA的高光增益,例如在很大程度上对应于SB区域的斜率的高光增益,同时为最暗的输出亮度留出一些额外的空间,与段SMA的替代中间区域重分级行为的确定相协调。其他Para函数形状控制参数,例如对于替代的亮度映射Para和原始的一个或不同的,等等,高光增益可能相等。

[0125] 本文中公开的算法部件可以(全部或部分)在实践中实现为硬件(例如应用特定IC的部分)或作为运行在特殊数字信号处理器或通用处理器等上的软件。

[0126] 本领域技术人员从我们的介绍中应该可以理解哪些组件可以是可选的改进并且可以与其他组件结合实现,以及方法的(可选)步骤如何对应于设备的各个装置,反之亦然。本申请中的“设备”一词以其最广泛的含义使用,即一组允许实现特定目标的装置,因此可以例如是IC(的小电路部分),或专用器件(例如带显示器的器件),或网络系统的一部分等。“布置”也旨在最广泛的意义上使用,因此尤其可以包括单个设备、设备的一部分、协作设备的(部分的)集合等。

[0127] 计算机程序产品的名称应被理解为包括在一系列加载步骤(可能包括中间转换步骤,例如翻译成中间语言,以及最终处理器语言)将命令输入处理器,并执行发明的任何特征功能之后,能够实现通用或专用处理器的命令集合的任何物理实现。特别地,计算机程序产品可以被实现为载体上的数据,例如磁盘或磁带、内存中存在的数据、通过网络连接(有

线或无线)传输的数据或纸上的程序代码。除了程序代码,程序所需的特征数据也可以体现为计算机程序产品。

[0128] 操作该方法所需的一些步骤可能已经存在于处理器的功能中,而不是在计算机程序产品中进行描述,例如数据输入和输出步骤。

[0129] 需要说明的是,上述实施例是对本发明的说明而非限制。在技术人员可以容易地实现所呈现的示例到权利要求的其他区域的映射的情况下,为了简洁起见,我们没有深入提及所有这些选项。除了如在权利要求中组合的本发明的元件的组合之外,元件的其他组合也是可能的。可以在单个专用元件中实现元件的任何组合。

[0130] 权利要求中括号之间的任何附图标记均不旨在对权利要求进行限制。“包括”一词不排除权利要求中未列出的要素或方面的存在。元素前面的词语“一”或“一个”不排除存在多个这样的元素。

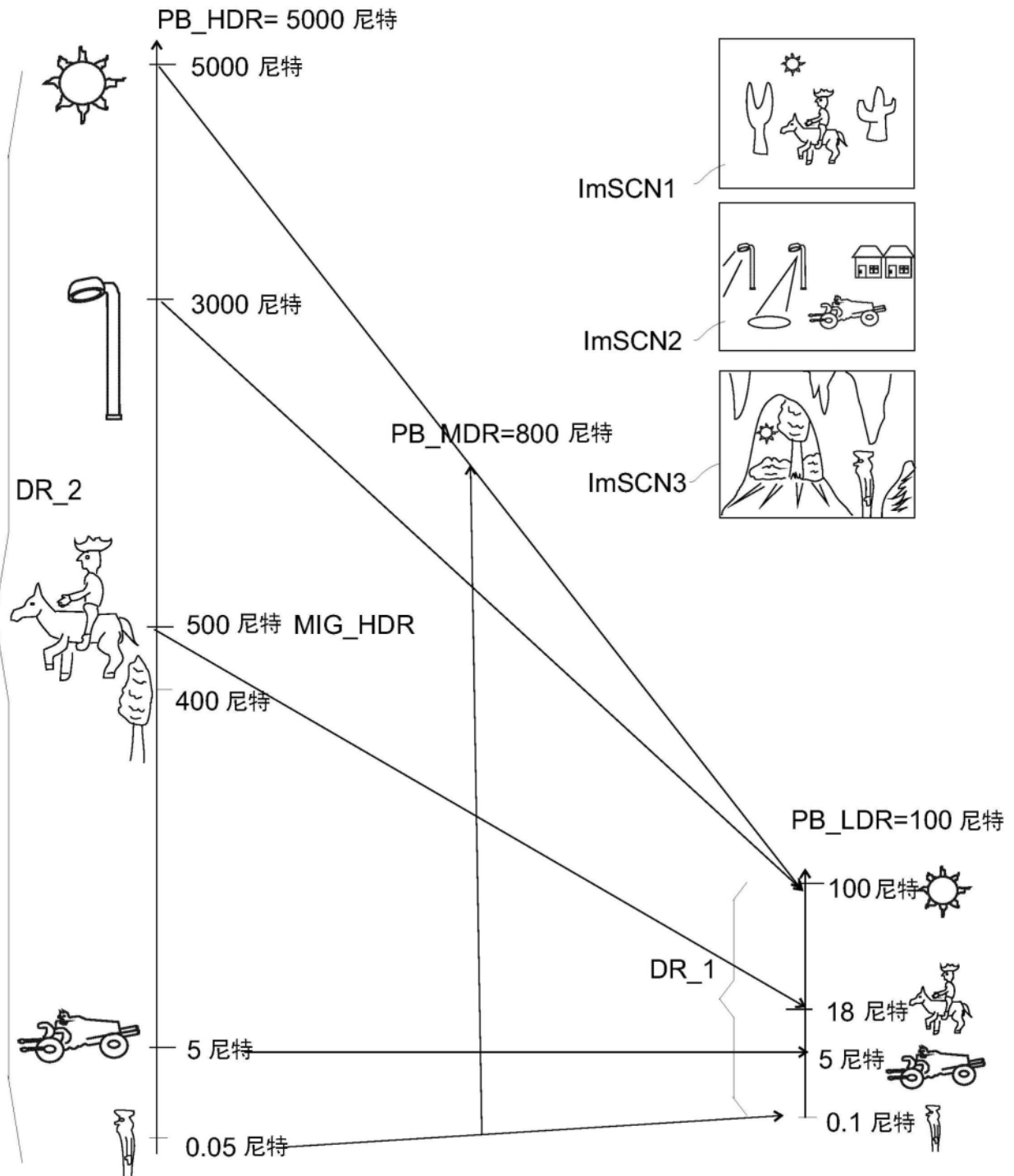


图1

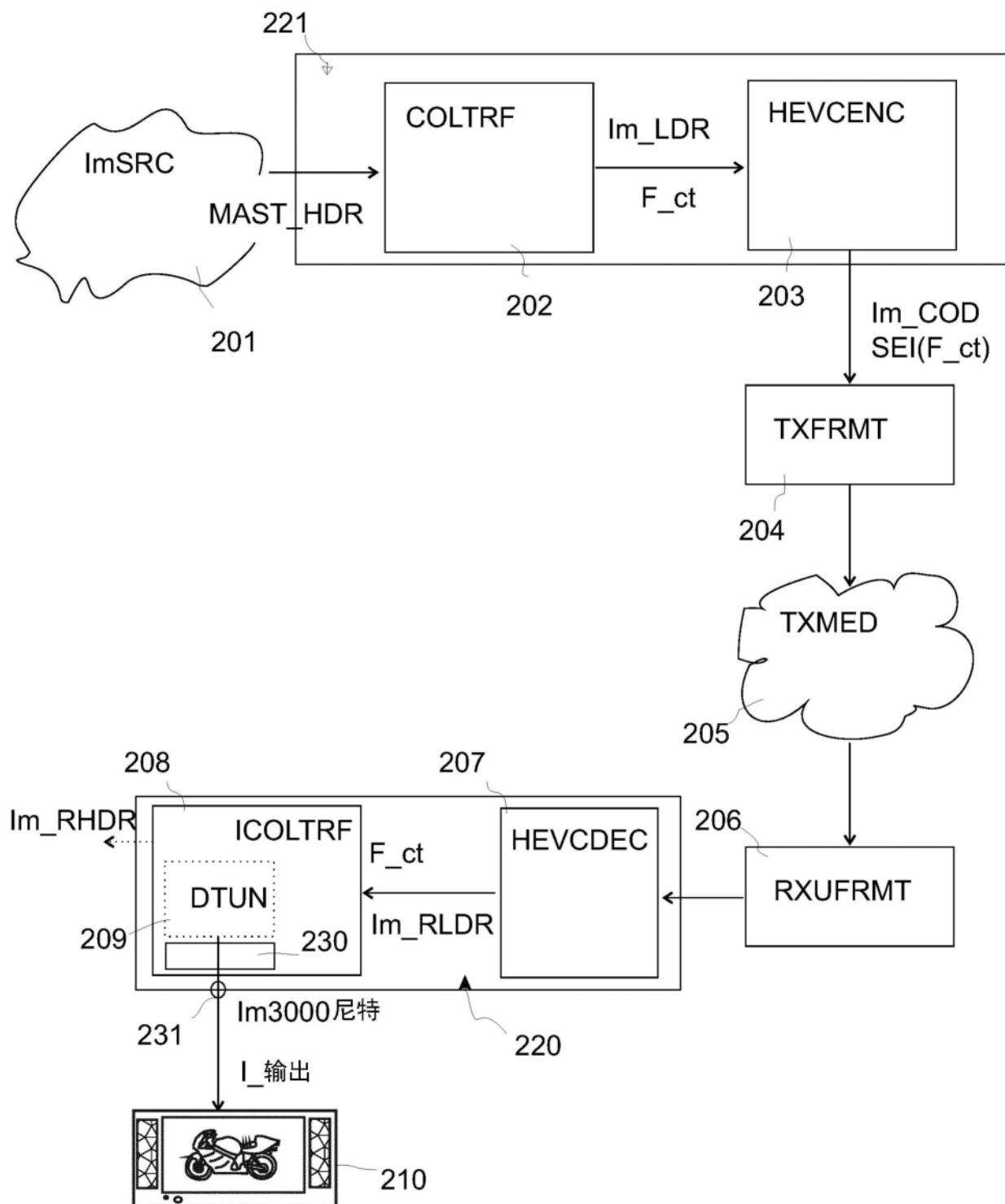


图2

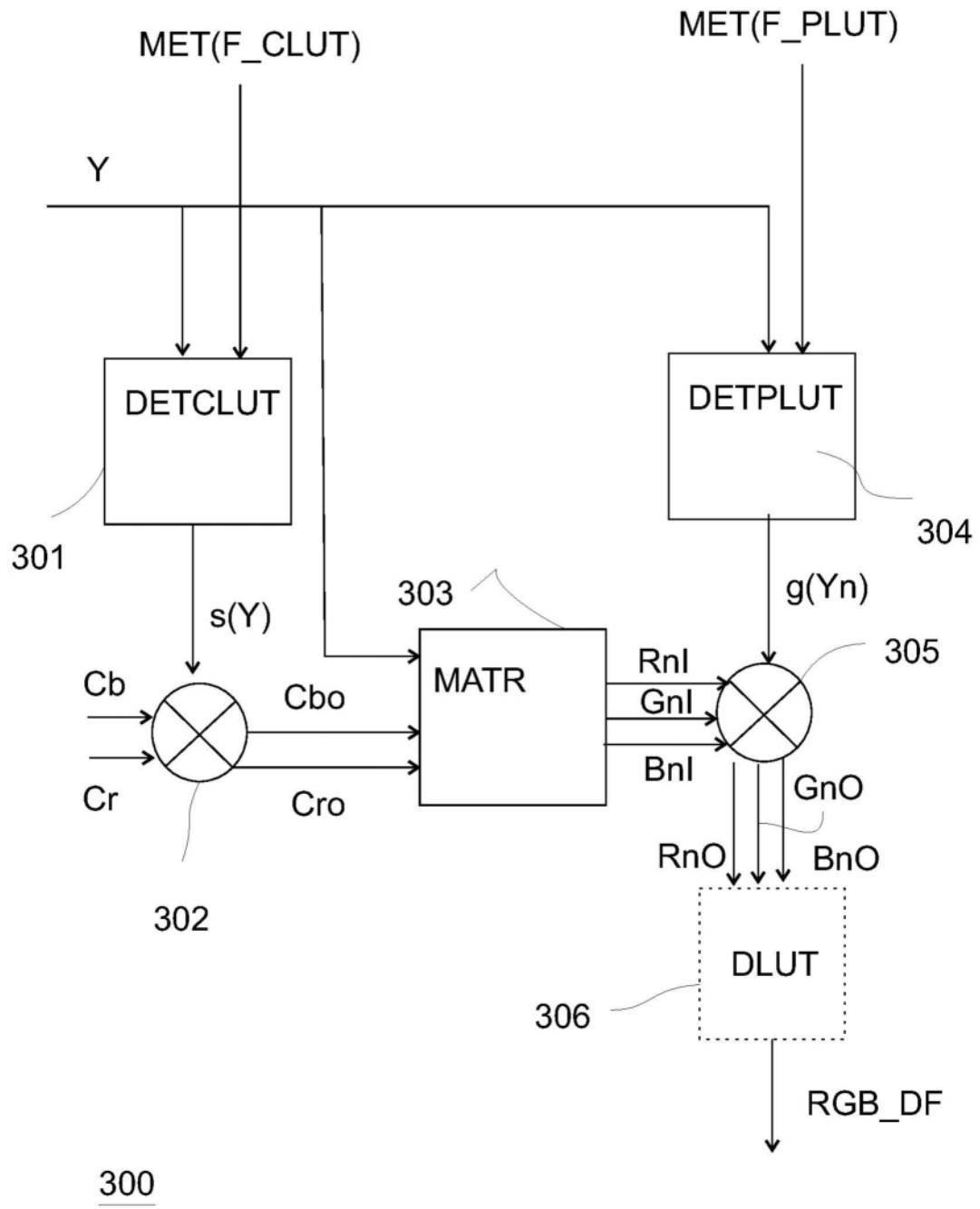


图3

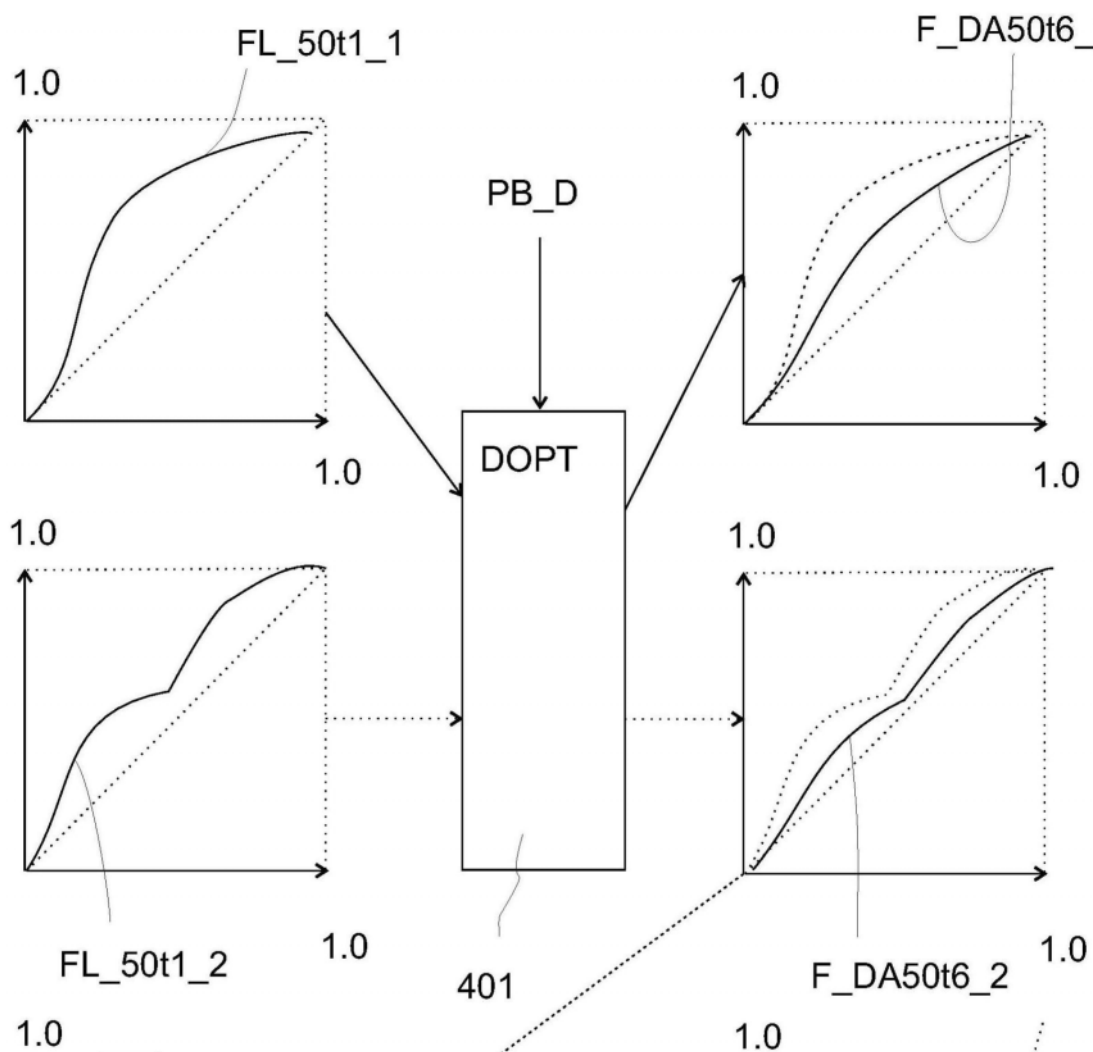


图4A

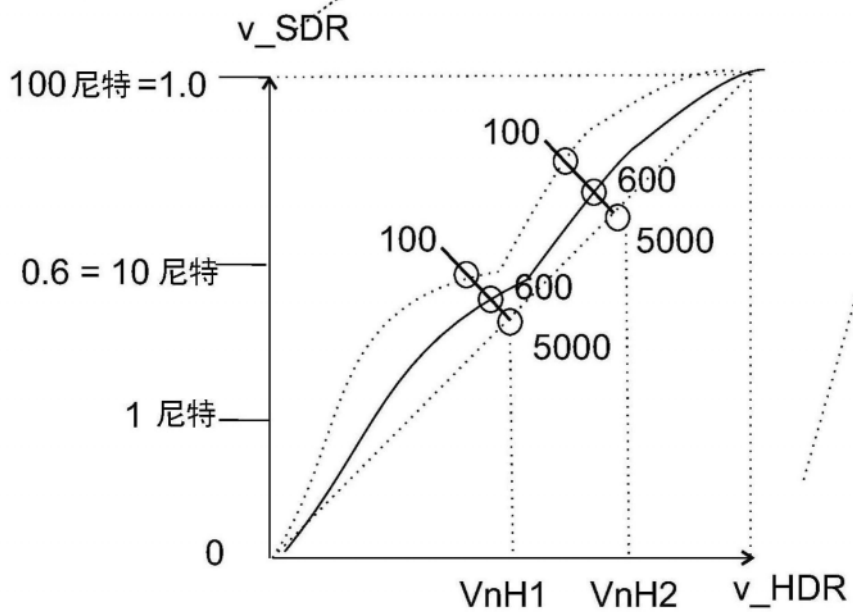


图4B

图4

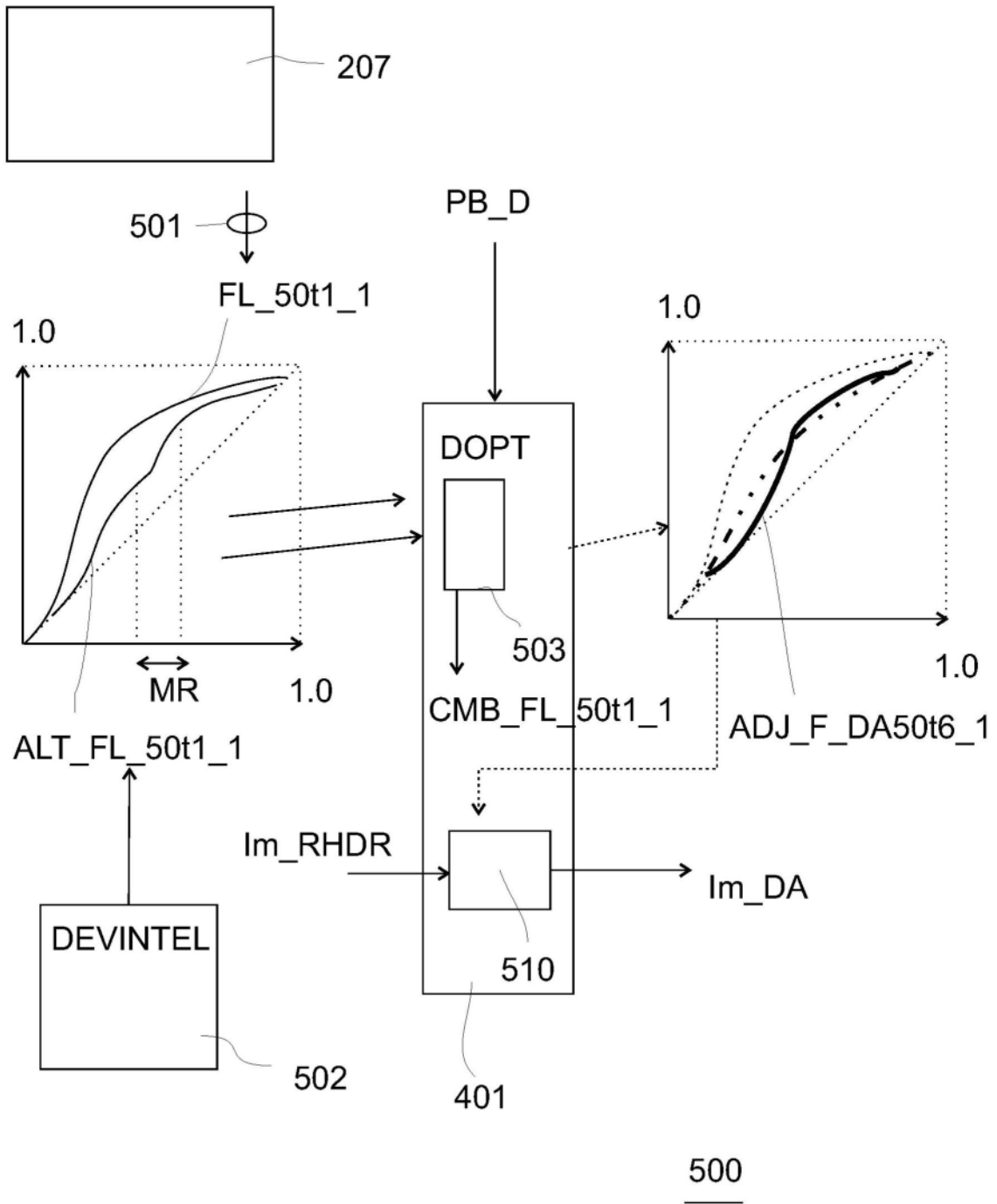


图5

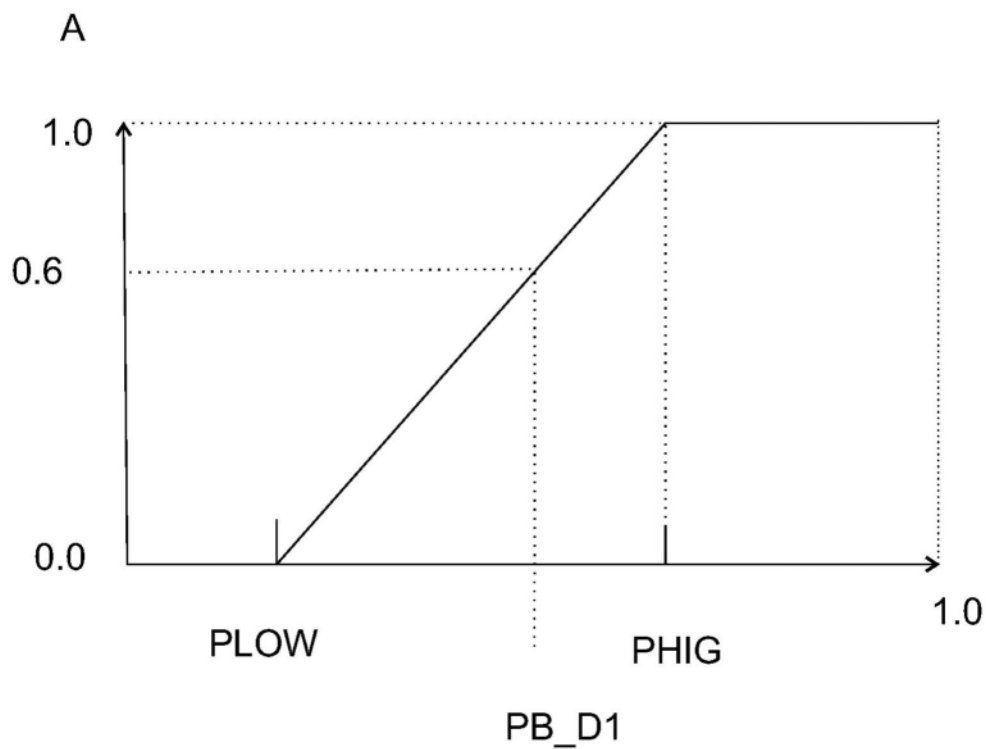


图6

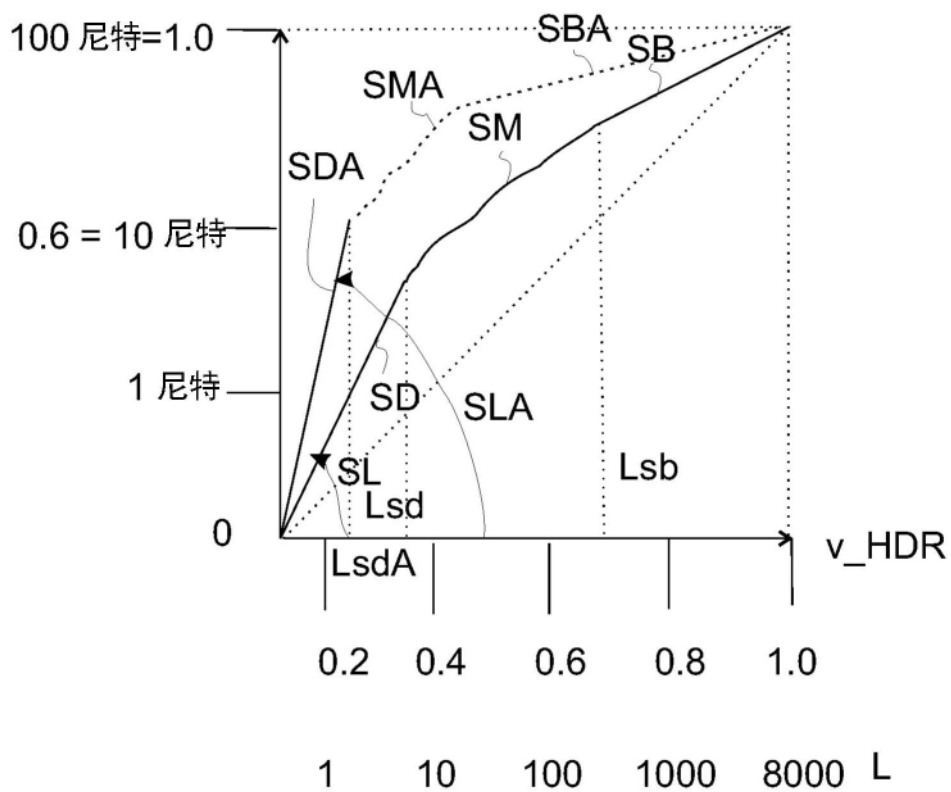


图7

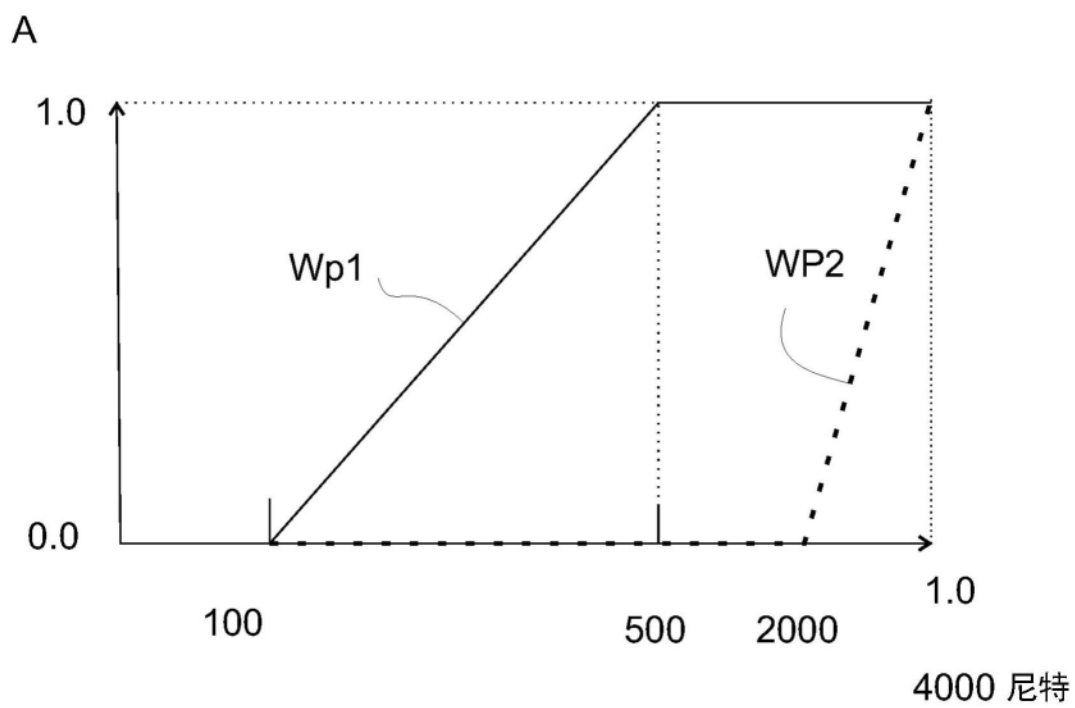


图8