



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105340272 B

(45)授权公告日 2018.11.06

(21)申请号 201480032934.1

(22)申请日 2014.06.02

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105340272 A

(43)申请公布日 2016.02.17

(30)优先权数据
13305782.8 2013.06.10 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2015.12.09

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/061342 2014.06.02

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/198574 EN 2014.12.18

(73)专利权人 汤姆逊许可公司
地址 法国伊西莱穆利诺

(72)发明人 大卫·图泽 杨妮克·奥利维耶
多米尼克·托罗 凯瑟琳·塞尔

(74)专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021
代理人 潘剑颖

(51)Int.Cl.
H04N 19/33(2006.01)

(56)对比文件
WO 2012125802 A1, 2012.09.20,
US 2006002611 A1, 2006.01.05,
US 2008175495 A1, 2008.07.24,
CN 102165513 A, 2011.08.24,
CN 101742306 A, 2010.06.16,
审查员 万雪超

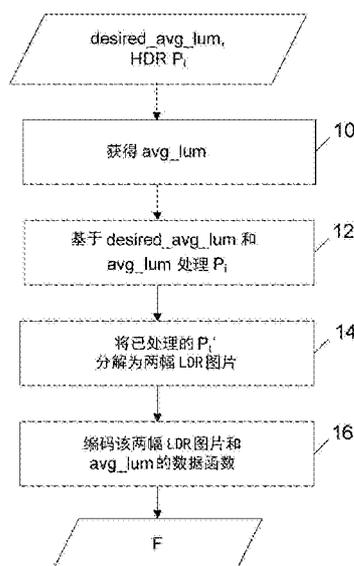
权利要求书2页 说明书11页 附图12页

(54)发明名称

编码和解码方法以及对应的编码器和解码器

(57)摘要

公开了用于编码高动态范围图片的序列的方法。该方法包括：针对序列中的每幅图片，-获得(10)表示所述高动态范围图片的平均亮度的值；-处理(12)所述高动态范围图片，使得与表示所述高动态范围图片的平均亮度的值相比，表示已处理图片的平均亮度的值更接近已定义的平均亮度值；将已处理高动态范围图片至少分解(14)为：一个第一低动态范围图片，以及具有表示景象的整体照度的较低分辨率的一个第二低动态范围图片；以及-对所述第一低动态范围图片和第二低动态范围图片以及表示所述高动态范围图片的平均亮度的所述值的数据函数进行编码(16)。



1. 一种用于编码高动态范围图片的序列的方法,其特征在于,针对所述序列中的每幅高动态范围图片,所述方法包括:

-获得 (10) 表示所述高动态范围图片的平均亮度的当前值;

-处理 (12) 所述高动态范围图片,使得与所述当前值相比,表示已处理图片的平均亮度的值更接近已定义的平均亮度值,其中所述已定义的平均亮度值表示中间灰度;

-将所述已处理高动态范围图片至少分解 (14) 为:与所述高动态范围图片具有相同空间分辨率的一个第一低动态范围图片,以及具有表示所述高动态范围图片的整体照度的较低空间分辨率的一个第二低动态范围图片;

-对所述第一低动态范围图片和第二低动态范围图片以及至少一个数据项进行编码 (16),其中,所述数据项是所述当前值的函数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述数据项是所述当前值。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,处理 (12) 所述高动态范围图片包括:根据所述当前值并根据所述已定义的平均亮度值来确定 (120) 伽马因子,以及根据所述伽马因子向所述高动态范围图片应用 (122) 伽马校正,且所述数据项是所述伽马因子或其倒数。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,其中,获得 (10) 表示所述高动态范围图片的平均亮度的当前值包括:

-向所述高动态范围图片应用 (100) 对数函数以得到对数值,且将所述对数值关于最低对数值和最高对数值进行归一化 (102、104) 以得到归一化的对数值;

-根据所述归一化的对数值确定 (106) 亮度值;以及

-确定 (108) 所述亮度值的中间值或平均值,所述当前值是所述中间值或所述平均值。

5. 根据权利要求4所述的方法,其中,处理 (12) 所述高动态范围图片包括:根据伽马因子向所述归一化的对数值应用 (122) 伽马校正,所述伽马因子等于 (120) 所述已定义的平均亮度值的对数除以所述当前值的对数。

6. 根据权利要求1至3中任一项所述的方法,还包括:在所述序列的至少M幅高动态范围图片上对表示针对所述M幅高动态范围图片确定的平均亮度的当前值进行时间滤波 (64),其中,M是严格大于1的整数,对所述M幅高动态范围图片中的至少一幅图片的处理 (12、70) 使用已滤波的值。

7. 根据权利要求3所述的方法,还包括:在应用伽马校正之前,在所述序列的至少M幅高动态范围图片上对针对所述M幅高动态范围图片确定的伽马因子进行时间滤波 (64),其中,M是严格大于1的整数,对所述M幅高动态范围图片中的至少一幅图片应用 (122) 伽马校正使用已滤波的伽马因子。

8. 一种用于解码高动态范围图片的序列的方法,其特征在于,针对所述序列的每幅高动态范围图片,所述方法包括:

-至少解码 (90):与所述高动态范围图片具有相同空间分辨率的一个第一低动态范围图片和具有表示所述高动态范围图片的整体照度的较低空间分辨率的一个第二低动态范围图片,以及作为表示平均亮度的目标值的函数的至少一个数据项;

-根据所述第一低动态范围图片和所述第二低动态范围图片来重构 (92) 所述高动态范围图片;以及

-使用已解码数据项处理 (94) 已重构高动态范围图片,使得与表示所述已重构高动态

范围图片的平均亮度的值相比,表示已处理图片的平均亮度的值更接近所述目标值,所述目标值表示中间灰度。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所解码的数据项是所述目标值。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,处理(94)所述已重构高动态范围图片包括:根据所述目标值并根据已定义的平均亮度值来确定(942)伽马因子,以及根据所述伽马因子向所述已重构高动态范围图片应用(944)伽马校正。

11. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述数据项是伽马因子,以及处理(94)所述高动态范围图片包括:根据所述伽马因子向所述已重构高动态范围图片应用(944)伽马校正。

12. 一种编码器(600),用于编码高动态范围图片的序列,其特征在于,所述编码器包括:

-用于针对每幅高动态范围图片获得表示所述高动态范围图片的平均亮度的当前值的装置(610、620、630、640、650、660、670);

-用于处理所述高动态范围图片,使得与所述当前值相比,表示已处理图片的平均亮度的值更接近已定义的平均亮度值的装置(610、620、630、640、650、660、670),所述已定义的平均亮度值表示中间灰度;

-用于将所述已处理高动态范围图片至少分解为以下各项的装置(610、620、630、640、650、660、670):与所述高动态范围图片具有相同空间分辨率的一个第一低动态范围图片,以及具有表示所述高动态范围图片的整体照度的较低空间分辨率的一个第二低动态范围图片;以及

-用于对所述第一低动态范围图片和所述第二低动态范围图片以及至少一个数据项进行编码的装置(610、620、630、640、650、660、670),其中,所述数据项是所述当前值的函数。

13. 根据权利要求12所述的编码器,其中,所述编码器被配置为执行根据权利要求1至7中任一项所述的编码方法的步骤。

14. 一种解码器(700),用于解码高动态范围图片的序列,其特征在于,所述解码器包括:

-用于针对每幅高动态范围图片至少解码以下各项的装置(710、720、730、740、750、760、770):与所述高动态范围图片具有相同空间分辨率的一个第一低动态范围图片和具有表示所述高动态范围图片的整体照度的较低空间分辨率的一个第二低动态范围图片,以及作为表示平均亮度的目标值的函数的至少一个数据项;

-用于根据所述第一低动态范围图片和所述第二低动态范围图片来重构所述高动态范围图片的装置(710、720、730、740、750、760、770);以及

-用于使用已解码数据项处理已重构高动态范围图片,使得与表示所述已重构高动态范围图片的平均亮度的值相比,表示已处理图片的平均亮度的值更接近所述目标值的装置(710、720、730、740、750、760、770),所述目标值表示中间灰度。

15. 根据权利要求14所述的解码器,其中,所述解码器被配置为执行根据权利要求8至11中任一项所述的解码方法的步骤。

16. 一种计算机可读介质,其中存储有计算机程序,所述计算机程序在处理器上执行时,使所述处理器执行根据权利要求1至11中任一项所述的方法。

编码和解码方法以及对应的编码器和解码器

技术领域

[0001] 本发明涉及特别是分发场景中的高动态范围图片(HDR图片)的编码。更准确地,公开了用于编码HDR图片的方法和设备。还公开了对应的解码方法和解码设备。

背景技术

[0002] 可请求保护本节中描述的方案,但不必然是之前已想到或请求保护的方案。因此,除非本文中另行指出,否则在本节中描述的方案不是本申请中权利要求的现有技术,并且不因被包括在本节中而被承认为是现有技术。

[0003] 低动态范围图片(LDR图片)是其亮度由有限数目的比特(最常见的是8、10或12个比特)来表示的图片。特别在暗亮度和亮亮度范围内,该有限表示不允许正确地恢复小信号变化。在HDR(高动态范围)图片中,为了保持信号在其整个范围内的高精确度,对信号表示进行扩展。在HDR图片中,通常以浮点格式来表示像素值(每个分量32比特或16比特),最常使用的格式是openEXR半浮点格式(每个RGB分量16比特,即,每像素48比特)。在没有压缩的情况下,openEXR半浮点格式下HD格式(1920x1080像素)的HDR图片的大小是99532800比特。考虑25fps的视频,这大约导致2.488Gbps的数据速率。由于7Mbps是用于广播分发的典型数据速率,需要对这些HDR图片进行压缩和编码。

[0004] 如今,基于传统编码器(例如MPEG编码器)的HDR编码方法大多要求使用至少一个能够编码12或14比特内容的专业编码器。这样的专业编码器是昂贵的。除了专业编码器之外,这些方法中的一些方法使用8比特编码器来编码HDR图片的LDR版本。该LDR图片通常是HDR图片的色调映射版本。已知色调映射引入了伪像。

[0005] 在双调制HDR显示器中通常使用双调制方法。这种双调制HDR显示器由两个面板制成:

[0006] -一个LED面板作为生成景象的低分辨率亮度图片的背光面板;以及

[0007] -一个LCD面板调制来自LED面板的光,以生成最终的HDR图片。

[0008] 为了供给这两个面板,首先将HDR图片分解为两个单独的LDR图片,一个图片用于LED面板,且另一图片用于LCD面板。将双调制方法设计为以与HDR输入内容的值相对应的亮度级来提供图片,即,具有低数据值的HDR输入图片在显示器上产生暗图片,而具有高数据值的HDR产生亮图片。另一方面,MPEG编码器是针对Rec.709标准设计的,该标准是具有相对比色法的标准,即,在数据值与要显示的真实亮度之间不存在物理关系。因为这些原因,具有暗景象的HDR内容产生暗的LCD面板数据,该暗的LCD面板数据将被MPEG编码器进行低效的编码。

发明内容

[0009] 本发明旨在减轻至少一个现有技术的缺陷。为此公开了一种用于编码高动态范围图片序列的方法。该方法包括:针对序列中的每幅图片,

[0010] -获得表示所述高动态范围图片的平均亮度的值;

- [0011] -处理所述高动态范围图片,使得与表示所述高动态范围图片的平均亮度的值相比,表示已处理图片的平均亮度的值更接近已定义的平均亮度值;
- [0012] -将所述已处理高动态范围图片至少分解为:与所述高动态范围图片具有相同分辨率的一个第一低动态范围图片,以及具有表示所述高动态范围图片的整体照度的较低分辨率的一个第二低动态范围图片;
- [0013] -对所述第一低动态范围图片和第二低动态范围图片以及表示所述高动态范围图片的平均亮度的所述值的数据函数进行编码。
- [0014] 可使用单个消费级编码器来实现该解决方案。
- [0015] 根据特定特征,所述数据是表示所述高动态范围图片的平均亮度的值。
- [0016] 根据特定特征,处理所述高动态范围图片包括:根据表示所述高动态范围图片的平均亮度的所述值并根据所述已定义的平均亮度值来确定伽马因子,以及根据所述伽马因子向所述高动态范围图片应用伽马校正,且所述数据是所述伽马因子或其倒数。
- [0017] 伽马校正暗区域和亮区域之间提供了良好的平衡,并因此使得接下来的两个LDR图片的编码更加高效。
- [0018] 有利地,获得表示所述高动态范围图片的平均亮度的值包括:
- [0019] -向所述高动态范围图片应用对数函数以得到对数值,且将所述对数值关于最低对数值和最高对数值进行归一化以得到归一化的对数值;
- [0020] -根据所述归一化的对数值确定亮度值;以及
- [0021] -确定所述亮度值的中间值或平均值,表示平均亮度的所述值是所述中间值或所述平均值。
- [0022] 根据特定实施例,处理所述高动态范围图片包括:根据伽马因子向所述归一化的对数值应用伽马校正,所述伽马因子等于所述已定义的平均亮度值的对数除以表示所述高动态范围图片的平均亮度的值的对数。
- [0023] 根据特定特征,所述已定义的平均亮度等于0.18。
- [0024] 有利地,所述方法还包括:在所述序列的至少M幅高动态范围图片上对表示针对所述M幅高动态范围图片确定的平均亮度的值进行时间滤波,其中,M是严格大于1的整数,对所述M幅高动态范围图片中的至少一幅图片的处理使用已滤波的值。
- [0025] 根据变型,所述方法还包括:在应用伽马校正之前,在所述序列的至少M幅高动态范围图片上对针对所述M幅高动态范围图片确定的伽马因子进行时间滤波,其中,M是严格大于1的整数,对所述M幅高动态范围图片中的至少一幅图片应用伽马校正使用已滤波的伽马因子。
- [0026] 时间滤波保留了序列上的时间连贯性。
- [0027] 还公开了一种用于解码高动态范围图片的序列的方法。该方法包括:针对序列中的每幅图片,
- [0028] -至少解码:与所述高动态范围图片具有相同分辨率的一个第一低动态范围图片和具有表示所述高动态范围图片的整体照度的较低分辨率的一个第二低动态范围图片,以及表示平均亮度的目标值的数据函数;
- [0029] -根据所述第一低动态范围图片和所述第二低动态范围图片来重构所述高动态范围图片;以及

[0030] -使用已解码数据处理已重构高动态范围图片,使得与表示已重构高动态范围图片的平均亮度的值相比,表示已处理图片的平均亮度的值更接近所述目标值。

[0031] 根据特定特征,所解码的数据是表示平均亮度的值。

[0032] 根据特定实施例,处理所述高动态范围图片包括:根据表示平均亮度的所述已解码值并根据已定义的平均亮度值来确定伽马因子,以及根据所述伽马因子向所述已重构高动态范围图片应用伽马校正。

[0033] 根据特定实施例,所述数据是伽马因子,以及处理所述高动态范围图片包括:根据所述伽马因子向所述已重构高动态范围图片应用伽马校正。

[0034] 公开了一种用于编码高动态范围图片的序列的编码器,所述编码器包括:

[0035] -用于针对每幅高动态范围图片获得表示所述高动态范围图片的平均亮度的值的装置;

[0036] -用于处理所述高动态范围图片,使得与表示所述高动态范围图片的平均亮度的值相比,表示已处理图片的平均亮度的值更接近已定义的平均亮度值的装置;

[0037] -用于将所述已处理高动态范围图片至少分解为以下各项的装置:与所述高动态范围图片具有相同分辨率的一个第一低动态范围图片,以及具有表示景象的整体照度的较低分辨率的一个第二低动态范围图片;以及

[0038] -用于对所述第一低动态范围图片和第二低动态范围图片以及表示所述高动态范围图片的平均亮度的所述值的数据函数进行编码的装置。

[0039] 所述编码器被配置为执行编码方法的步骤。

[0040] 公开了一种用于解码高动态范围图片的序列的解码器,所述解码器包括:

[0041] -用于针对每幅高动态范围图片至少解码以下各项的装置:与所述高动态范围图片具有相同分辨率的一个第一低动态范围图片和具有表示所述高动态范围图片的整体照度的较低分辨率的一个第二低动态范围图片,以及表示平均亮度的目标值的数据函数;

[0042] -用于根据所述第一低动态范围图片和所述第二低动态范围图片来重构所述高动态范围图片的装置;以及

[0043] -用于使用已解码数据处理已重构高动态范围图片,使得与表示所述已重构高动态范围图片的平均亮度的值相比,表示所述已处理图片的平均亮度的值更接近所述目标值的装置。

[0044] 所述解码器被配置为执行解码方法的步骤。

[0045] 公开了一种对高动态范围图片的序列进行编码的数据流。针对所述序列的每幅图片,所述数据流包括至少对以下各项进行编码的数据:一个第一低动态范围图片和一个第二低动态范围图片以及对高动态范围图片的平均亮度进行表示的值的的数据函数,所述第一低动态范围图片与所述高动态范围图片具有相同分辨率,所述第二低动态范围图片具有表示所述高动态范围图片的整体照度的较低分辨率,所述值被称为目标值,所述数据被用于处理根据所述第一低动态范围图片和所述第二低动态范围图片重构的高动态范围图片,以使得与表示已重构高动态范围图片的平均亮度的值相比,表示已处理图片的平均亮度的值更接近所述目标值。

附图说明

[0046] 随着下面对本发明实施例中的一些实施例的描述,本发明的其他特征和优点将会显现,该描述是结合附图做出的,在附图中:

[0047] 图1描绘了根据本发明的第一实施例的编码方法的流程图;

[0048] 图2描绘了根据本发明的编码方法的步骤10的详细实现;

[0049] 图3描绘了根据本发明的编码方法的步骤12的详细实现;

[0050] 图4和图5描绘了根据本发明的编码方法的步骤14的详细实现;

[0051] 图6和图7描绘了根据本发明的第二实施例的编码方法的流程图;

[0052] 图8描绘了根据本发明的编码方法的步骤70的详细实现;

[0053] 图9描绘了根据本发明的具体实施例的解码方法的流程图;

[0054] 图10描绘了根据本发明的解码方法的步骤92的详细实现;

[0055] 图11描绘了根据本发明的解码方法的步骤94的详细实现;

[0056] 图12表示根据本发明的编码器;以及

[0057] 图13表示根据本发明的解码器。

具体实施方式

[0058] HDR图片通常被表示为一组像素。色彩值三元组(例如,(R,G,B)值)与每个像素相关联。这样的值通常是(但并非必然是)以8个以上的比特来表示的浮点值。这些图片通常由HDR成像系统所捕捉,与当前的标准数字成像相比,HDR成像系统被配置为捕捉在图片的最亮区域和最暗区域之间的更大的动态范围。HDR图片因此更精确地表示在真实景象中发现的强度等级的范围,并通常通过相同主题的多个不同曝光的图片的方式而被捕捉到。

[0059] 公开了一种用于编码具有N个HDR图片的序列的方法。N是大于或等于1的整数。在第一特定且非限制性实施例中,为了编码整个序列,向序列的每幅图片独立地应用相同的步骤。因此,图1描绘了根据本发明的第一实施例的编码方法的流程图。更准确地,图1描绘了应用于序列的当前HDR图片 P_i 的编码方法的步骤,其中, i 是标识该图片在序列中的位置的整数索引。

[0060] 在步骤10中,获得表示当前HDR图片 P_i 的平均亮度的值 avg_lum 。根据特定实施例,获得该值包括确定例如如图2中所描绘的值。根据变型,从存储器(可选地,通信网络的远程设备的存储器)获得该值。事实上,可通过另一应用确定值 avg_lum 。

[0061] 在步骤12中,基于值 avg_lum 并基于所定义的平均亮度值 $desired_avg_lum$ 处理HDR图片 P_i ,以得到明亮度得到很好平衡的图片。更准确地,处理HDR图片 P_i ,使得已处理图片 P_i' 的对应平均亮度值(表示为 $proc_avg_lum$)接近 $desired_avg_lum$,或与 avg_lum 相比至少更接近 $desired_avg_lum$,即 $|avg_lum - desired_avg_lum| > |proc_avg_lum - desired_avg_lum|$ 。例如,处理 HDR图片 P_i 包括应用伽马校正。因此,对于 P_i 的每个像素,其值 V 被改变为 V^γ ,其中, γ 是伽马因子并等于 $\log_2(desired_avg_value) / \log_2(avg_lum)$ 。通过向图片 P_i 应用伽马曲线,所产生的图片的平均亮度值从 avg_lum 向接近 $desired_median_value$ 的值偏移。特别是针对暗图片,伽马校正生成更适合于MPEG编码的明亮度得到很好平衡的图片。所定义的平均亮度值 $desired_avg_lum$ 被定义为使得已处理图片 P_i' 与 P_i 相比编码花费更少。事实上,传统编码器被定义为在具有明亮度得到很好平衡的图片的最优条件下工作。因此,将 $desired_avg_lum$ 有利地定义为中间灰度(也称为18%灰度)。该灰度是亮度标度上

在感知上大约位于黑和白之间的中间位置处的色调,并因此对应于对于人眼而言明亮度得到很好平衡的图片。可以将其他值用于desired_avg_lum,只要已处理图片 P_i' 的明亮度与 P_i 的明亮度相比得到更好的平衡。因此,将HDR图片的对应平均亮度值从avg_lum 修改为接近desired_avg_lum的值proc_avg_lum。

[0062] 在步骤14中,将已处理图片 P_i' 分解为第一LDR图片和第二LDR图片,其中,第一LDR图片与HDR图片具有相同的分辨率,以及与HDR图片相比具有较低分辨率的第二LDR图片表示HDR图片的整体照度。第一LDR 图片表示景象的结构、细节等。例如,将双调制分解方法用于该目的。在Oh的题为“High dynamic range picture encoding for BrightSide display”的论文中公开的方法是这种双调制方法的示例。双调制分解方法的优点是提供可使用单个编码器(对应地,解码器)来分布的两个8比特数据平面。本发明不受特定的双调制分解方法所限,即,其可使用任何的双调制分解技术或整体照度映射技术。更一般地,可使用根据HDR图片来提供这种第一LDR图片和第二LDR图片的任何方法。

[0063] 在步骤16中,使用单个编码器将第一LDR图片和第二LDR图片编码为流F。可将标准的消费级MPEG编码器用于该目的。更准确地,使用具有时间和空间预测的经典编码方法(例如,基于MPEG2、MPEG4、AVC、H.263、HEVC等)来编码第一LDR图片。这种方法是本领域技术人员所周知的。其经典地包括:确定残差,使用例如DCT(离散余弦变换的英文首字母简写)将残差变换为系数,对系数进行量化并对已量化的系数进行熵编码。将具有较低分辨率的第二LDR图片有利地无损编码到流F 中例如作为补充增强信息消息(SEI消息),或无损编码到用户数据中。在若干视频编码标准中,且具体地在ISO/IEC 14496-10:2005的附录D中定义了这种SEI消息。根据变型,将第二LDR图片编码到图片的已知在解码器侧要被裁剪的区域中。事实上,对于1920x1080HD格式,输入图片是1920x1080,且在解码器侧裁剪8条线。将这8条线有利地用于传输第二LDR图片的数据。在该情况下,在不压缩的情况下编码对应数据,例如使用IPCM(帧内脉冲编码调制)无损编码模式来进行。根据另一变型,例如使用IPCM模式将第二LDR图片的数据无损地编码到第一LDR图片的一些有效的线中。在该情况下,在解码器侧将这些线替换为黑色值、白色值或灰色值,以限制伪像。除了该两幅LDR图片之外,将作为avg_lum 的函数的数据编码到流F中。事实上,在解码器侧使用该数据来反转处理步骤12。根据本发明的特定特征,所编码的数据是avg_lum。根据变型,将伽马因子 γ 或其倒数 $1/\gamma$ 而不是avg_lum编码到流中。根据本发明的特定特征,还将值desired_avg_lum编码到流F中。根据变型,不对该值编码,且该值在解码器侧是已知的。在编码伽马因子 γ 或其倒数 $1/\gamma$ 时,不对值 desired_avg_lum进行编码。

[0064] 图2描绘了根据特定且非限制性实施例的编码方法的步骤10的详细实现。在该具体实施例中,获得值avg_lum包括确定该值。

[0065] 在步骤100中,将 \log_2 函数(以2为底取对数)应用到HDR图片的像素值(R、G和B值)。事实上, \log_2 函数的形状被视为是对亮度的人眼反应的粗略估计。

[0066] 在步骤102中,确定像素 \log_2 值的最低值和最高值。可以将三个分量 R、G、B一起考虑或独立考虑。在后者情况下,因此确定3个最低值和3 个最高值。将最低值表示为min,且将最高值表示为max。根据变型,从存储器(可选地,从通信网络的远程设备)获得该值。

[0067] 在步骤104中,将像素 \log_2 值关于所确定的min和max值进行归一化。因此,归一化的 \log_2 值位于范围[0;1]内。

[0068] 在步骤106中,根据以下公式,由归一化的 \log_2 值确定像素的亮度值:

[0069] $Y=0.2126*R+0.7152*G+0.0722*B$,其中,R、G和B是归一化的像素 \log_2 值。该等式通常用于将(R,G,B)分量变换为(X,Y,Z)分量。本发明不限于该特定等式。事实上,可以使用其他等式,例如 $Y=0.299R+0.587G+0.114B$ 。该等式通常用于将(R,G,B)分量变换为Rec.709(Y, U,V)分量。

[0070] 在步骤108中,根据步骤106处确定的亮度值来确定表示HDR图片 P_i 的平均亮度值的值 avg_lum 。例如,将 avg_lum 设置为亮度值的中间值。根据变型,将 avg_lum 设置为所有亮度值的平均值。

[0071] 在步骤16中,除了 avg_lum 值或者除了 γ 或 $1/\gamma$ 之外,还对 min 值和 max 值进行编码。

[0072] 图3描绘了根据特定且非限制性实施例的编码方法的步骤12的详细实现。

[0073] 在步骤120中,根据 avg_lum 和 $desired_avg_lum$ 确定伽马因子 γ 。将伽马因子设置为 $\log_2(desired_avg_value)/\log_2(avg_lum)$ 。将 $desired_avg_lum$ 例如设置为0.18,以对应于中间灰度。可以使用其他任何可提高编码效率的值。

[0074] 在步骤122处,向步骤104处获得的归一化 \log_2 值应用伽马校正。因此,对于 P_i 的每个像素,其归一化 \log_2 值 V 改变为 V^γ 。通过向图片 P_i 应用伽马曲线,所产生的图片的平均亮度值从 avg_lum 向接近 $desired_median_value$ 的值偏移。

[0075] 图4和图5描绘了根据本发明的具体且非限制性实施例的编码方法的步骤14的详细实现。可以使用任何其他双调制方法,即,产生与HDR 图片具有相同分辨率的LDR图片以及表示HDR图片的整体照度的具有较低分辨率的LDR图片的任何方法。

[0076] 在步骤140中,将已处理图片 P_i' 缩放到可配置的最大明亮度值(例如,等于与Sim2 HDR47显示器最大明亮度值对应的 $4000\text{cd}/\text{m}^2$)。该步骤的输出是图片 $scale_RGB$ 。

[0077] 在步骤142中,将方根应用于 $scale_RGB$ 图片。

[0078] 在步骤144中,计算 $scale_RGB$ 的方根的亮度(例如使用以下等式: $Y=0.2126xR+0.7152xG+0.0722xB$)。

[0079] 在步骤146中,应用模糊函数(例如,高斯滤波器或插值滤波器),以得到亮度的粗略且低频的表示。

[0080] 在步骤148中,将已模糊的图片下采样至LED栅格。步骤146使至LED 栅格的下采样对于峰值(噪声)而言更加鲁棒。

[0081] 在步骤150中,对LED值执行缩放,以考虑与LED点扩展函数的进一步卷积,LED点扩展函数由于卷积的附加处理增大了每个亮度像素值。该步骤的输出是图片 $scale_LED$ 。

[0082] 在步骤152中, $scale_LED$ 图片在 $[0..255]$ 之间缩放,以产生LED面板值。将LED面板值以及在 $[0..255]$ 缩放之前的 min 和 max LED值编码为流F 中的元数据(例如,编码到SEI消息或用户数据中)。LED面板值表示步骤16中提及的第二LDR图片的数据。

[0083] 参考图5,在步骤154中,通过首先拷贝全尺寸图片栅格上的每个 LED值,使用 $scale_LED$ 图片来重构全分辨率背光图片。

[0084] 在步骤156中,将每个拷贝的值与LED点扩展函数进行卷积。所产生的图片表示为 rec_lum 。可使用任何PSF(点扩展函数的英文首字母缩写),例如Sim2HDR47显示器的PSF或利用高斯内核设计的PSF。

[0085] 在步骤158中,使用rec_lum亮度图片来除scale_RGB图片,以产生 scale_LCD图片。

[0086] 在步骤160中,最后将scale_LCD图片在[0..255]之间缩放,以产生在步骤16中编码的LCD面板值。将[0..255]缩放之前的min和max LCD值编码为流F中的元数据(例如,编码到SEI消息或用户数据中)。

[0087] LCD面板值表示步骤16中提及的第一LDR图片的数据。

[0088] 根据本发明的编码方法与显示器无关,即,可以使用任何LED面板分辨率、任何LED点扩展函数和任何LCD面板分辨率。

[0089] 图6和图7描绘了根据第二非限制性实施例的编码方法的流程图。在图中,利用相同的附图标记来在这些图中标识与之前图中的功能模块相同的模块。根据该实施例,在视频中对值avg_lum(以及可能地,对于像素log2值的归一化的min和max值)进行时间滤波。然后,在处理步骤期间使用已滤波的值而不是未滤波的值。由此,在序列中对avg_lum(以及可能地,min和max)值变化进行平滑。因此,序列的图片具有更大的明亮度连贯性,这也提高了编码效率。根据变型,在视频中对伽马因子 γ 而不是值avg_lum进行滤波。然后,在处理步骤期间使用已滤波的伽马因子而不是未滤波的伽马因子。

[0090] 事实上,双调制方法在图片级工作,且没有考虑HDR视频的时间方面。具体地,HDR视频内容对噪声非常敏感,导致图片与图片之间min和max数据值可能相差极大。在双调制算法中使用这些min和max值来计算图片的亮度级。因此,在应用双调制分解方法时,明亮度闪烁主要出现在要编码的LCD面板上。该明亮度闪烁导致连续图片的相同像素之间不正确的匹配,且因此这导致低效的帧间预测。因此,压缩比较低。在将双调制应用到HDR图片上以供给HDR显示器时这不是问题,然而在将双调制应用到HDR图片上以供给用于进一步分发的编码器时,这便成为了问题。

[0091] 关于图6,在步骤60中,针对索引为i的图片P获得avg_lum(i)以及可能地min(i)和max(i)值。该步骤与步骤10相同,且针对步骤10公开的所有变型适用于步骤60。具体地,可从存储器(或可选地,从远程设备)获得值avg_lum(i)以及可能地min(i)和max(i)值。根据具体实施例,根据 avg_lum(i)和desired_avg_lum,针对索引为i的图片P确定伽马因子 $\gamma(i)$ 。例如, $\gamma(i) = \log_2(\text{desired_avg_value}) / \log_2(\text{avg_lum}(i))$ 。

[0092] 在步骤62中,将i的值与N进行比较。如果 $i < N$,则索引i递增1,且重复步骤60。如果 $i \geq N$,则方法继续到步骤64。

[0093] 在步骤64中,在序列中对值avg_lum(i)(或者如果在步骤60中确定 $\gamma(i)$,则对 $\gamma(i)$)以及可能地min(i)和max(i)进行时间滤波,以得到已滤波的值filt_avg_lum(i)(相应地,filt_ $\gamma(i)$)以及可能地filt_min(i)和filt_max(i)。为此,使用大小为M的滑动窗口,该滑动窗口包括当前图片 P_i 。将针对当前图片的已滤波值filt_avg_lum(i)(相应地,filt_ $\gamma(i)$)设置为与滑动窗口中的图片 P_j 相关联的值avg_lum(j)(相应地, $\gamma(i)$)的平均值。针对min(i)和max(i)执行相同操作。当前图片可以是滑动窗口中的任何图片(例如,第一图片、最后图片等)。然后,滑动窗口移动一幅图片的位置,以确定针对下一图片的已滤波值。根据变型,根据滑动窗口计算的已滤波值与滑动窗口中的M幅图片相关联,而不仅与当前图片相关联。在该情况下,将滑动窗口移动M幅图片的位置,以确定针对接下来的M幅图片的已滤波值。

[0094] 关于图7,在步骤70中,利用已滤波值- $filt_avg_lum(i)$ 以及可能地 $filt_min(i)$ 和 $filt_max(i)$ 对当前HDR图片 P_i 进行处理,以获得明亮度得到很好平衡的图片。针对步骤12公开的相同变型适用于步骤70。例如,处理 HDR图片 P_i 包括应用伽马校正。因此,对于 P_i 的每个像素,其值 V 被改变为 V^γ , 其中, γ 是伽马因子并等于 $\log_2(desired_avg_value) / \log_2(filt_avg_lum(i))$ 。根据变型,利用已滤波的伽马因子 $filt_gamma(i)$ 以及可能地 $filt_min(i)$ 和 $filt_max(i)$ 对当前HDR图片 P_i 进行处理,以获得明亮度得到很好平衡的图片。因此,对于 P_i 的每个像素,其值 V 被改变为 V^γ , 其中, $\gamma = filt_gamma(i)$ 。

[0095] 在步骤72中,将HDR图片分解为两幅LDR图片。该步骤与步骤14相同。

[0096] 在步骤74中,然后利用 $filt_avg_lum(i)$ (相应地, $filt_gamma(i)$) 以及可能地 $filt_min(i)$ 和 $filt_max(i)$ 值对该两幅LDR图片进行编码。根据变型,对 $filt_gamma(i)$ 或 $1/filt_gamma(i)$ 而不是 $filt_avg_lum(i)$ 进行编码。否则,该步骤与步骤 16相同。

[0097] 在步骤76中,将 i 的值与 N 进行比较。如果 $i < N$, 则索引 i 递增1,且方法继续到步骤70,否则该方法结束。

[0098] 图8描绘了根据特定且非限制性实施例的编码方法的步骤70的详细实现。

[0099] 在步骤700中,将 \log_2 函数(以2为底取对数)应用到HDR图片的像素值(R、G和B值)。通过存储在步骤100中已经确定的 \log_2 值,该步骤可避免。

[0100] 在步骤702中,然后关于与图片 $P(i)$ 相关联的已滤波的 min 和 max 值(即, $filt_min(i)$ 和 $filt_max(i)$) 对 \log_2 值进行归一化。因此,归一化的 \log_2 值位于范围 $[0;1]$ 内。

[0101] 在步骤704中,根据 $filt_avg_lum(i)$ 和 $desired_avg_lum$ 确定伽马因子 γ 。因此,将伽马因子设置为 $\log_2(desired_avg_value) / \log_2(filt_avg_lum(i))$ 。将 $desired_avg_lum$ 例如设置为0.18,以对应于中间灰度。可以使用任何可提高编码效率的值。如果在步骤64中对伽马因子而不是值 avg_lum 进行滤波,则不实现该步骤。

[0102] 在步骤706中,向关于已滤波的 min/max 值进行了归一化的 \log 值应用伽马校正。因此,针对每个像素,其归一化的 \log 值 V 被改变为 V^γ , 其中, γ 是在步骤704中确定的伽马因子或在步骤64中获得的已滤波的伽马因子 $filt_gamma(i)$ 。

[0103] 还公开了用于解码具有 N 个HDR图片的序列的方法。在特定且非限制性的实施例中,对序列中的每幅图片独立地应用相同的步骤,以对整个序列进行编码。因此,图9描绘了根据本发明的该特定实施例的解码方法的流程图。更准确地,图9描绘了应用于序列的当前HDR图片 P_i 的解码方法的步骤,其中, i 是标识该图片在序列中的位置的整数索引。

[0104] 在步骤90中,从流 F 解码出两幅LDR图片,其中,与要重构的HDR 图片相比具有较低分辨率的第二LDR图片表示HDR图片的整体照度。与 HDR图片具有相同分辨率的第一LDR图片表示景象的结构、细节等。从流 F 解码作为表示平均亮度 avg_lum 的目标值的函数的数据。事实上,在解码器侧使用该数据来反转处理步骤12。根据特定实施例,从流解码的数据是值 avg_lum 。如果在流 F 中存在 $desired_avg_lum, min$ 和 max , $desired_avg_lum, min$ 和 max 也会被解码。根据变型,从流解码的数据是作为 avg_lum 的函数的伽马因子 γ' 。从流解码伽马因子 γ' 而不是 avg_lum , 其中, γ' 的值等于在编码器侧使用的 γ 的值,或等于值 $1/\gamma$ 。该步骤与编码步骤16相反。关于步骤16公开的所有变型因此也可适用于步骤90。

[0105] 在步骤92中,根据已解码LDR图片重构HDR图片 P_i ”。该步骤与分解步骤14相反。因此应用逆双调制。关于步骤14公开的所有变型因此可适用于步骤92。

[0106] 在步骤94中,基于值 avg_lum 并基于所定义的平均亮度值 $desired_avg_lum$ 或者基于 γ' 处理已重构HDR图片 P_i ”。步骤94与步骤12相反。关于步骤12公开的所有变型因此可适用于步骤94。更准确地,对已重构HDR图片 P_i ”进行处理,使得已处理图片的对应平均亮度值接近已解码的 avg_lum ,或至少与已重构图片 P_i ”的对应平均亮度值相比更接近已解码的 avg_lum 。例如,处理已重构的HDR图片 P_i ”包括应用伽马校正。因此,针对 P_i ”的每个像素,其值 V 改变为 $V^{\gamma'}$,其中, $\gamma' = \log_2(avg_lum) / \log_2(desired_avg_value)$,或 γ' 是步骤90中解码的伽马因子。根据变型,针对 P_i ”的每个像素,其值 V 改变为 $V^{\frac{1}{\gamma'}}$,其中, γ' 是步骤 90中解码的伽马因子。 $desired_avg_lum$ 是解码器侧已知的常数值,或可在流F中发送给解码器。在该情况下,在步骤90中从流中解码该值。

[0107] 图10描绘了根据本发明的具体且非限制性实施例的编码方法的步骤92的详细实现。可使用任何其他逆双调制方法。根据该特定实施例,在步骤90处解码的第一LDR图片是其像素与已解码LCD面板值相关联的 LCD面板,以及第二LDR图片是其像素与已解码LED面板值相关联的 LED面板。

[0108] 在步骤1000中,使用已解码的 min 和 max LCD值对已解码的LCD面板值进行逆向缩放,以产生 inv_scale_LCD 图片(双调制 $scale_LCD$ 图片的重构版本)。

[0109] 在步骤1002中,使用已解码的 min 和 max LED值对已解码的LED面板值进行逆向缩放,以产生 inv_scale_LED 图片(双调制 $scale_LED$ 图片的重构版本)。对于双调制,通过以下方式使用 inv_scale_LED 图片来重构全分辨率背光图片:首先,在步骤1004中,拷贝全尺寸图片栅格上的每个LED值,且在步骤1006中将每个拷贝的值与已选择的LED点扩展函数进行卷积,以产生 inv_rec_lum 图片(双调制 rec_lum 图片的重构版本)。然后,在步骤1008中将 inv_rec_lum 图片与 inv_scale_LED 图片相乘,以产生 inv_scale_RGB 图片(双调制 $scale_RGB$ 图片的重构版本),在步骤 1010中通过将 inv_scale_RGB 图片与可配置的最大明亮度值(例如,4000 cd)相除来对 inv_scale_RGB 图片进行归一化,以产生重构的HDR图片 P_i ”。

[0110] 图11描绘了根据本发明的解码方法的步骤94的详细实现。

[0111] 在步骤940中,将已重构HDR图片 P_i ”的像素值关于在步骤90中从流F 解码的 min 和 max 值进行去归一化。然后,向已去归一化的像素值应用逆 \log_2 函数。该步骤与编码侧的步骤702相反。 min 和 max 值是在步骤16或步骤74处可能编码到流F中的 min 和 max 值。

[0112] 在步骤942中,根据 avg_lum 和 $desired_avg_lum$ 确定伽马因子 γ 。将伽马因子设置为 $\log_2(avg_lum) / \log_2(desired_avg_value)$ 。将 $desired_avg_lum$ 例如设置为0.18,以对应于中间灰度。可以使用任何可提高编码效率的值。 $desired_avg_lum$ 与在编码中使用的 $desired_avg_lum$ 具有相同的值。如果在步骤90中对伽马因子而不是值 avg_lum 进行解码,则不实现该步骤。

[0113] 在步骤944中,向步骤940处获得的值应用伽马校正。因此,针对每个像素,其值 V 被改变为 $V^{\gamma'}$,其中, γ' 是在步骤942中确定的伽马因子或在步骤90中解码的伽马因子。根据变型,每个像素的值 V 改变为 $V^{\frac{1}{\gamma'}}$,其中, γ' 是步骤90中解码的伽马因子。该步骤与步骤122相反。

[0114] 本发明还涉及数据流,例如通过根据本发明的编码方法产生的流F。根据本发明的数据流包括对高动态范围图片序列进行编码的数据。具体地,针对序列的每幅HDR图片,其

包括至少对以下进行编码的数据：一个第一低动态范围图片和一个第二低动态范围图片以及表示高动态范围图片的平均亮度的值 avg_lum 的数据（例如， avg_lum 、 $filt_avg_lum(i)$ 、 $\gamma(i)$ 、 $1/\gamma(i)$ 、 $filt_gamma(i)$ 或 $1/filt_gamma(i)$ ）函数，该第一低动态范围图片与HDR 图片具有相同分辨率，该第二低动态范围图片具有表示景象的整体照度的较低分辨率，其中，第一低动态范围图片和第二低动态范围图片是根据高动态范围图片确定的。可选地，其还包括在步骤102处获得或可能在步骤64处滤波的值 min 和 max 。这些值（ avg_lum 、 $filt_avg_lum(i)$ 、 $\gamma(i)$ 、 $1/\gamma(i)$ 、 $filt_gamma(i)$ 或 $1/filt_gamma(i)$ ）被用于处理根据所述第一低动态范围图片和所述第二低动态范围图片重构的高动态范围图片，使得与表示所述已重构高动态范围图片的平均亮度的值相比，表示所述已处理图片的平均亮度的值更接近表示所述高动态范围图片的平均亮度的所述值。

[0115] 图12表示编码器600的示例性架构。编码器600包括以下通过数据和地址总线640联系在一起的要素：

[0116] -至少一个处理器610（或者CPU（“中央处理单元”的英文首字母缩写）和/或GPU（“中央处理单元”的英文首字母缩写），其例如是DSP（或数字信号处理器））；

[0117] -一个或若干个存储器，例如RAM（或随机存取存储器）630和可能的ROM（或只读存储器）620；

[0118] -一个或若干个I/O（输入/输出）接口650，适于显示用户信息和/或允许用户输入数据或参数（例如，键盘、鼠标、触摸板、网络相机）；以及

[0119] -电源660。

[0120] 根据变型，电源660在解码器外部。图12的这些要素中的每一个都是本领域技术人员所周知的，且将不会进一步公开。在每个所述存储器中，本说明书中使用的词语“寄存器”指的是每个所述存储器中的具有低容量（少许二进制数据）的存储器区域以及具有大容量（使得可存储整个程序，或使得表示所计算的数据的所有或部分数据可显示）的存储器区域。RAM 630包括寄存器中由处理器610执行并在编码器600启动后上载的程序、寄存器中的输入数据、寄存器中编码方法的不同状态下的已处理数据、以及寄存器中用于编码的其他变量。在启动时，处理器610 上载程序到RAM 630中，并执行对应指令。

[0121] 图13表示解码器700的示例性架构。解码器700包括以下通过数据和地址总线740联系在一起的要素：

[0122] -至少一个处理器710（例如，CPU/GPU），其例如是DSP（或数字信号处理器）；

[0123] -一个或若干个存储器，例如RAM（或随机存取存储器）730和可能的ROM（或只读存储器）720；

[0124] -一个或若干个输入/输出接口750，适于显示用户信息和/或允许用户输入数据或参数（例如，键盘、鼠标、触摸板、网络相机）；以及

[0125] -电源760。

[0126] 根据变型，电源760在解码器外部。图13的这些要素中的每一个都是本领域技术人员所周知的，且将不会进一步公开。在每个所述存储器中，本说明书中使用的词语“寄存器”可对应于具有较小容量（少许比特）的区域或非常大的区域（例如，整个程序或者大量的接收或解码数据）。在启动时，CPU 710上载程序到RAM中，并执行对应指令。

[0127] RAM 730包括寄存器中由CPU 710执行并在解码器700启动后上载的程序、寄存器

中的输入数据、寄存器中解码方法的不同状态下的解码数据、以及寄存器中用于解码的其他变量。

[0128] 根据变型,根据纯硬件实现来实现与本发明兼容的编码器和解码器,例如以专用组件(例如,以ASIC(专用集成电路)或FPGA(现场可编程门阵列)或VLSI(超大规模集成电路))的形式或以集成在设备中的若干电子组件的形式或甚至以硬件要素和软件要素的混合形式来实现。

[0129] 例如可以在方法或过程、装置、软件程序、数据流或信号中实现本文中描述的的实现。即使仅在单实现形式的背景中进行讨论(例如,仅作为方法或设备讨论),还可以通过其它形式(例如,程序)实现对所讨论的特征的实现。例如,可以在适当的硬件、软件或者固件中实现装置。例如,可以在如处理器的装置中实现该方法,通常,处理器指的是进行处理设备,例如包括计算机、微处理器、集成电路或可编程逻辑设备。处理器还包括例如通信设备,如计算机、蜂窝电话、便携式/个人数字助理(“PDA”)以及其它便于最终用户之间的信息传送的设备。

[0130] 可在各种不同的设备或应用中体现本文中描述的各种处理和特征的实现,具体地,例如设备或应用。这种设备的示例包括编码器、解码器、处理解码器的输出的后置处理器、向编码器提供输入的前置处理器、视频编码器、视频解码器、视频编解码器、web服务器、机顶盒、膝上型设备、个人计算机、蜂窝电话、PDA以及其他通信设备。应该清楚的是,设备可以是移动的并甚至安装在移动的车辆中。

[0131] 此外,可以通过由处理器执行的指令来实现方法,以及这种指令(和/或通过实现产生的数据值)可被存储在处理器可读的介质上,例如集成电路、软件载体或其他存储设备(例如,硬盘、致密盘(“CD”)、光盘(例如DVD,通常称为通用数字盘或数字视频盘)、随机存取存储器(“RAM”)或只读存储器(“ROM”)。该指令可以形成在处理器可读介质上有形地体现出的应用程序。例如,指令可以在硬件、固件、软件或组合中。例如,可以在操作系统、单独的应用或此二者的组合中找到指令。因此,可例如将处理器刻画为被配置执行处理的设备以及包括具有用于执行处理的指令的处理器可读介质(例如,存储设备)的设备。此外,除了指令之外,或替代指令,处理器可读介质可以存储通过实现产生的数据值。

[0132] 对于本领域技术人员将会显而易见的是,实现可以产生被形成来携带信息的信号,该信息例如可被存储或发送。例如,该信息可以包括用于执行方法的指令,或所描述的实现中的一个实现所产生的数据。例如,可以格式化信号,以将用于写或读所描述实施例的语法的规则作为数据来携带,或将由所描述的实施例所写的实际语法值作为数据来携带。例如,可以将这种信号格式化为电磁波(例如,使用频谱的射频部分)或格式化为基带信号。例如,格式化可包括:对数据流进行编码,以及利用编码数据流来调制载波。例如,信号所携带的信息可以是模拟信息或数字信息。众所周知,可以在各种不同的有线或无线链路上发送该信息。可以将该信号存储在处理器可读介质上。

[0133] 已描述了很多的实现。然而,应该理解,可以做出各种修改。例如,可以合并、增加、修改或移除不同实现的要素以产生其它实现。此外,本领域一般技术人员应该理解,其它的结构和处理可以替换所公开的结构和处理,并且所产生的实现将至少执行实质上与所公开的实现相同的功能,以至至少实质上与所公开的实现相同的方式获取至少实质上与所公开的实现相同的结果。因此,本申请预期了这些实现和其他实现。

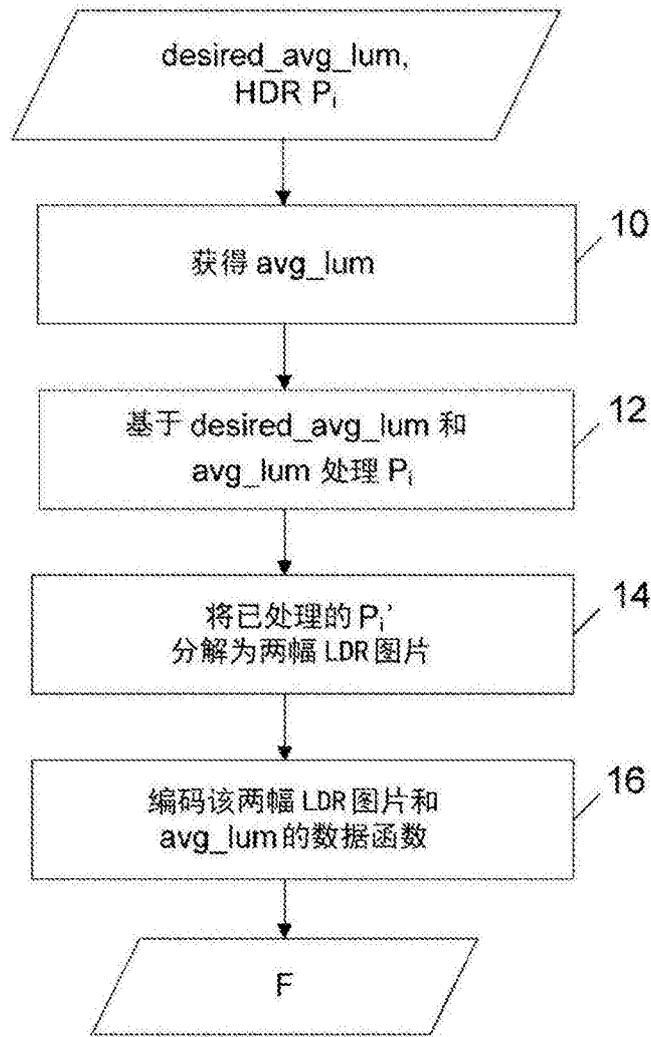


图1

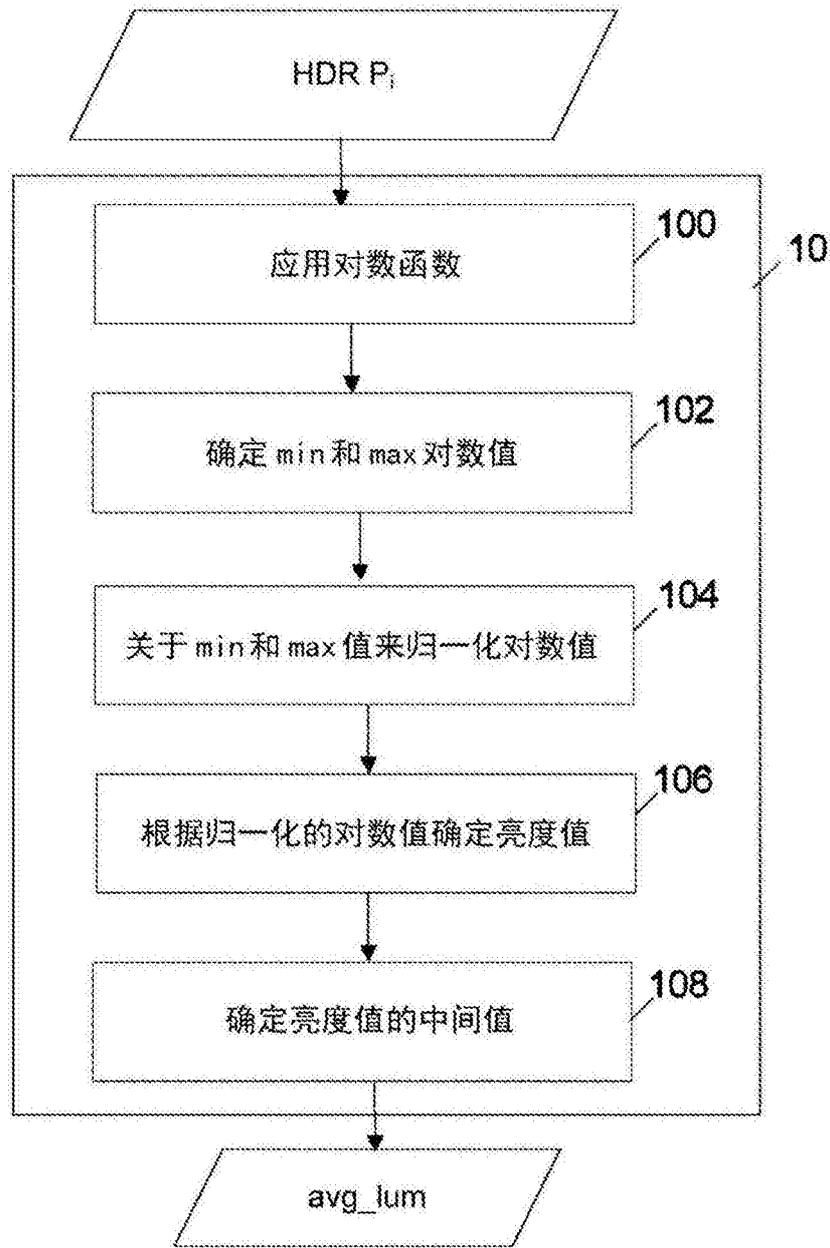


图2

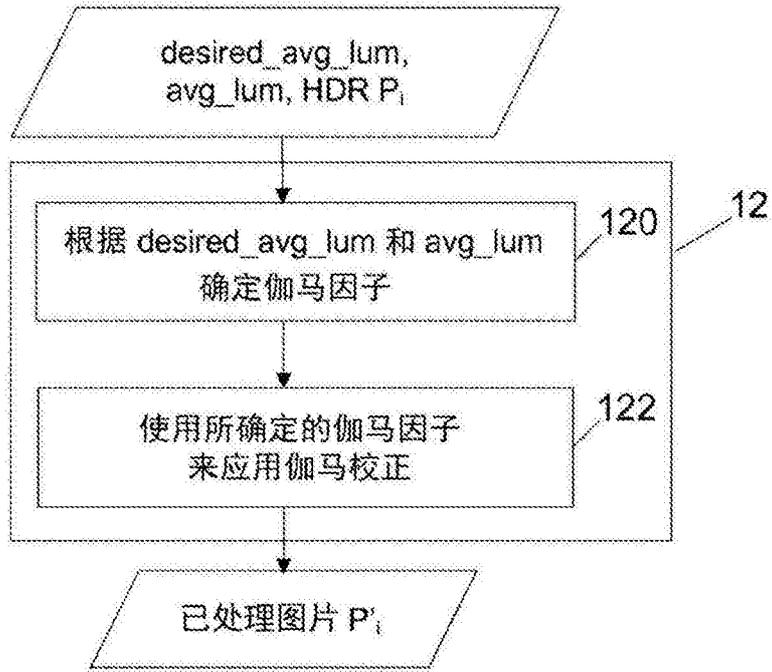


图3

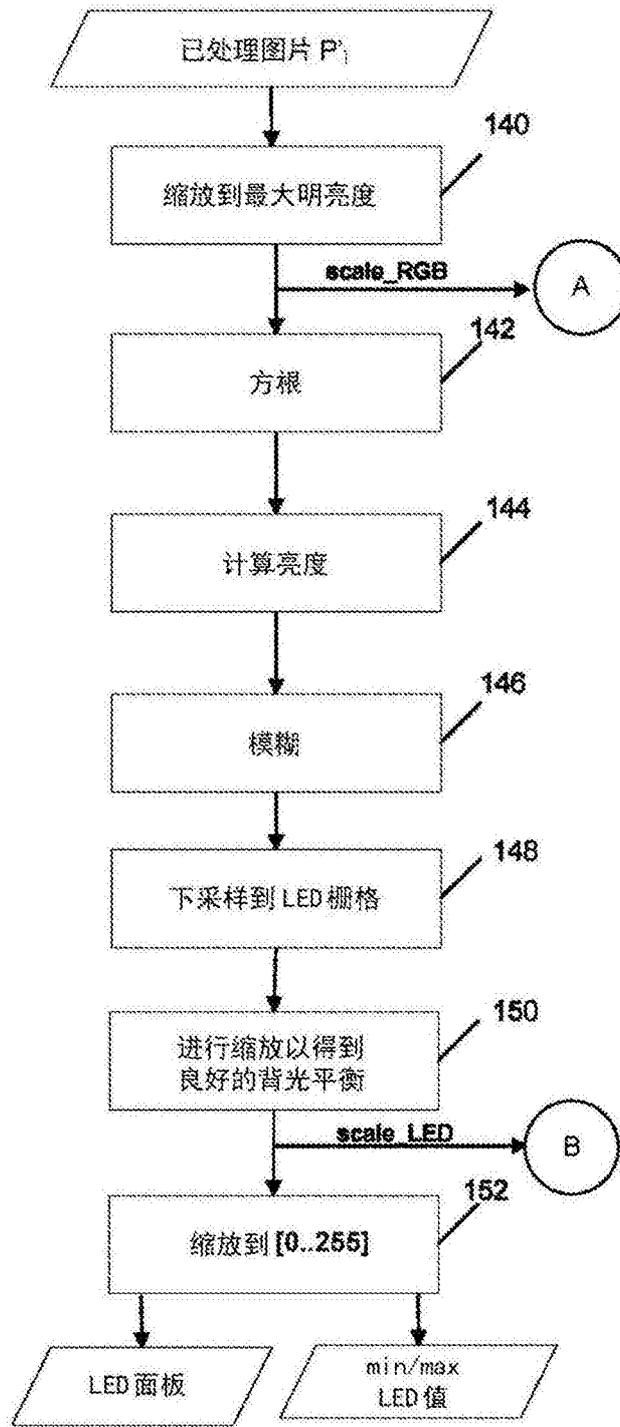


图4

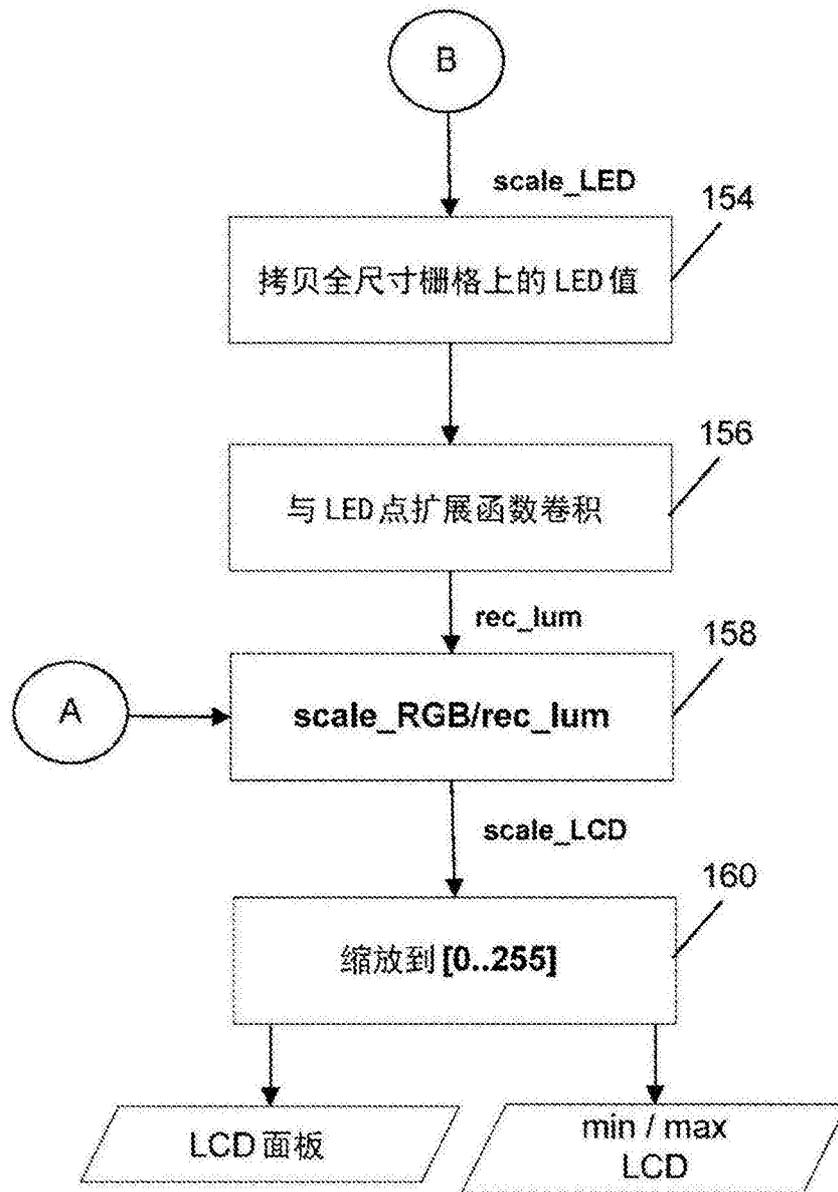


图5

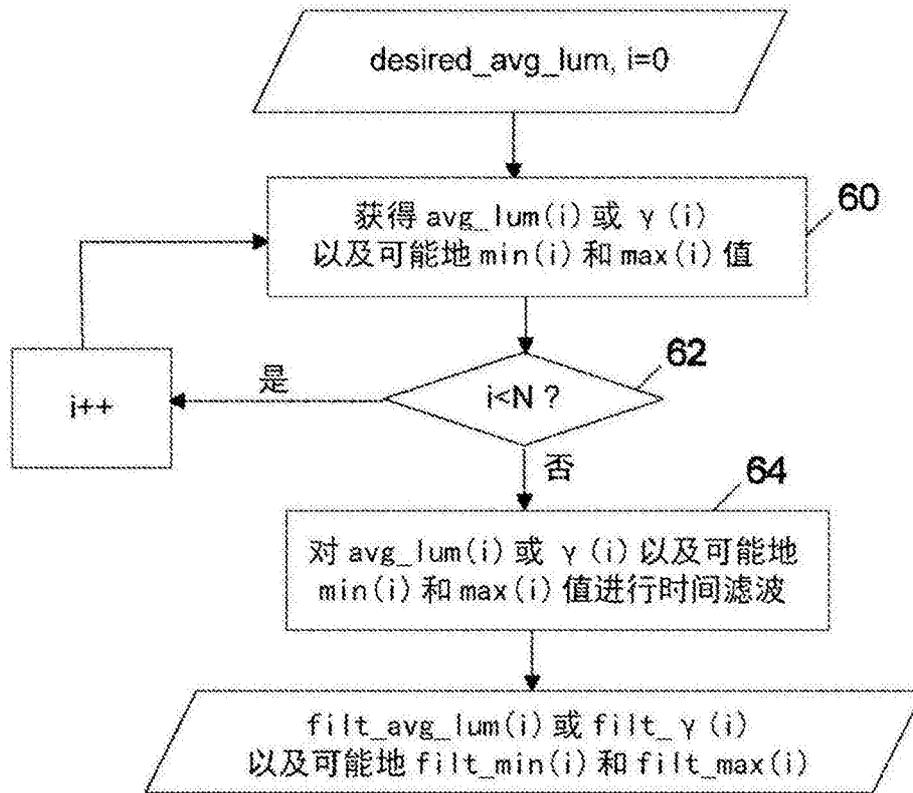


图6

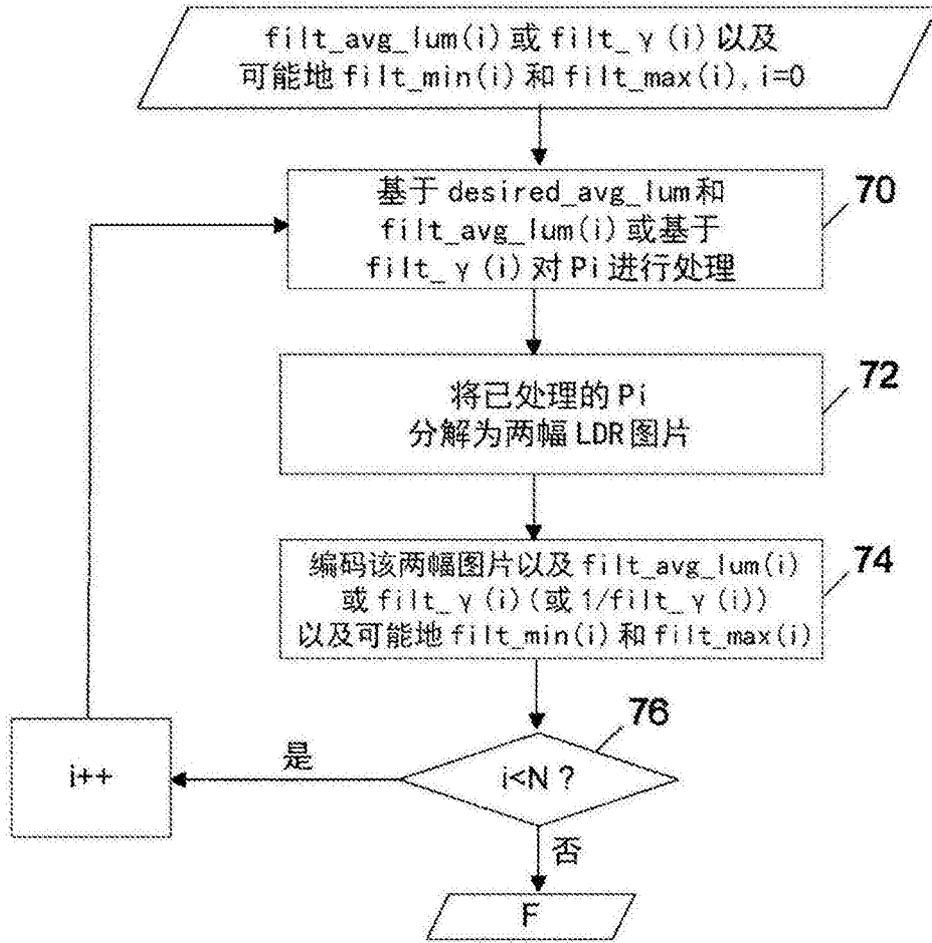


图7

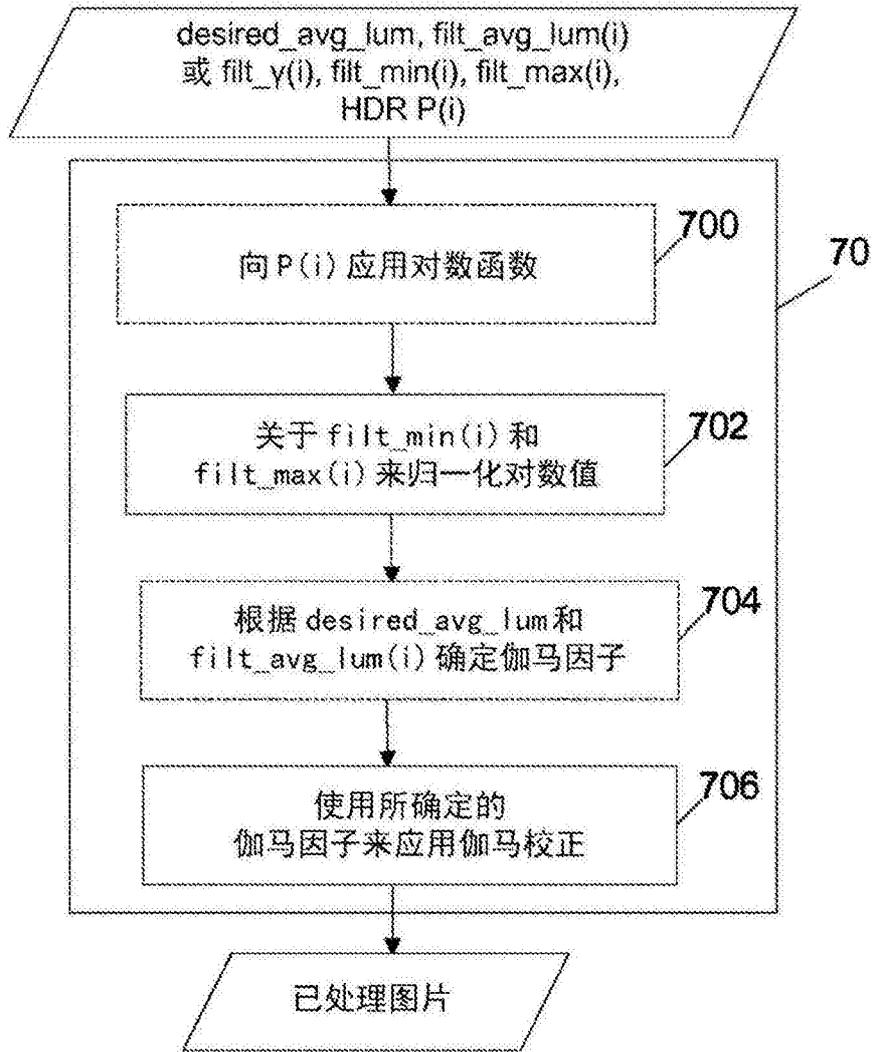


图8

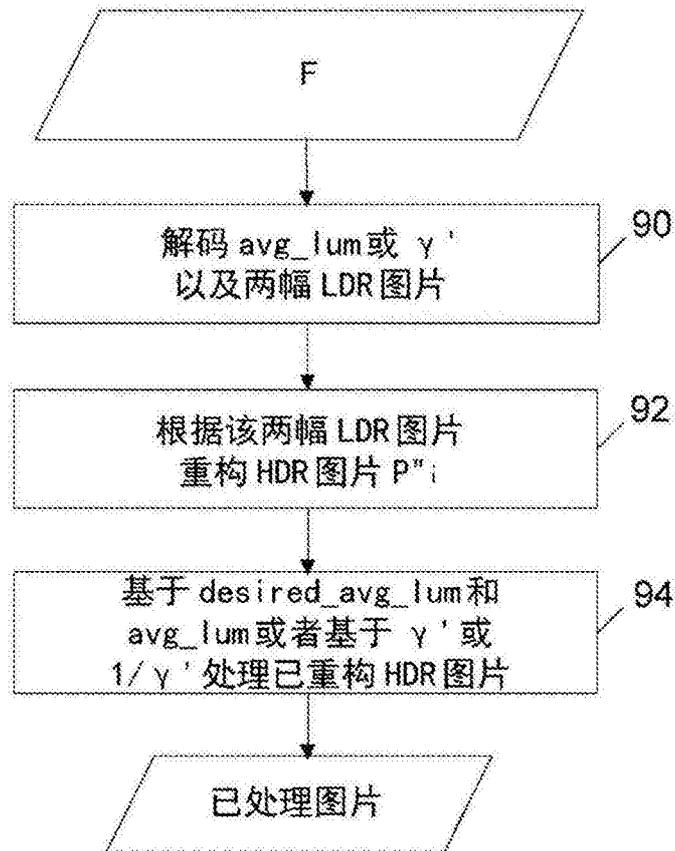


图9

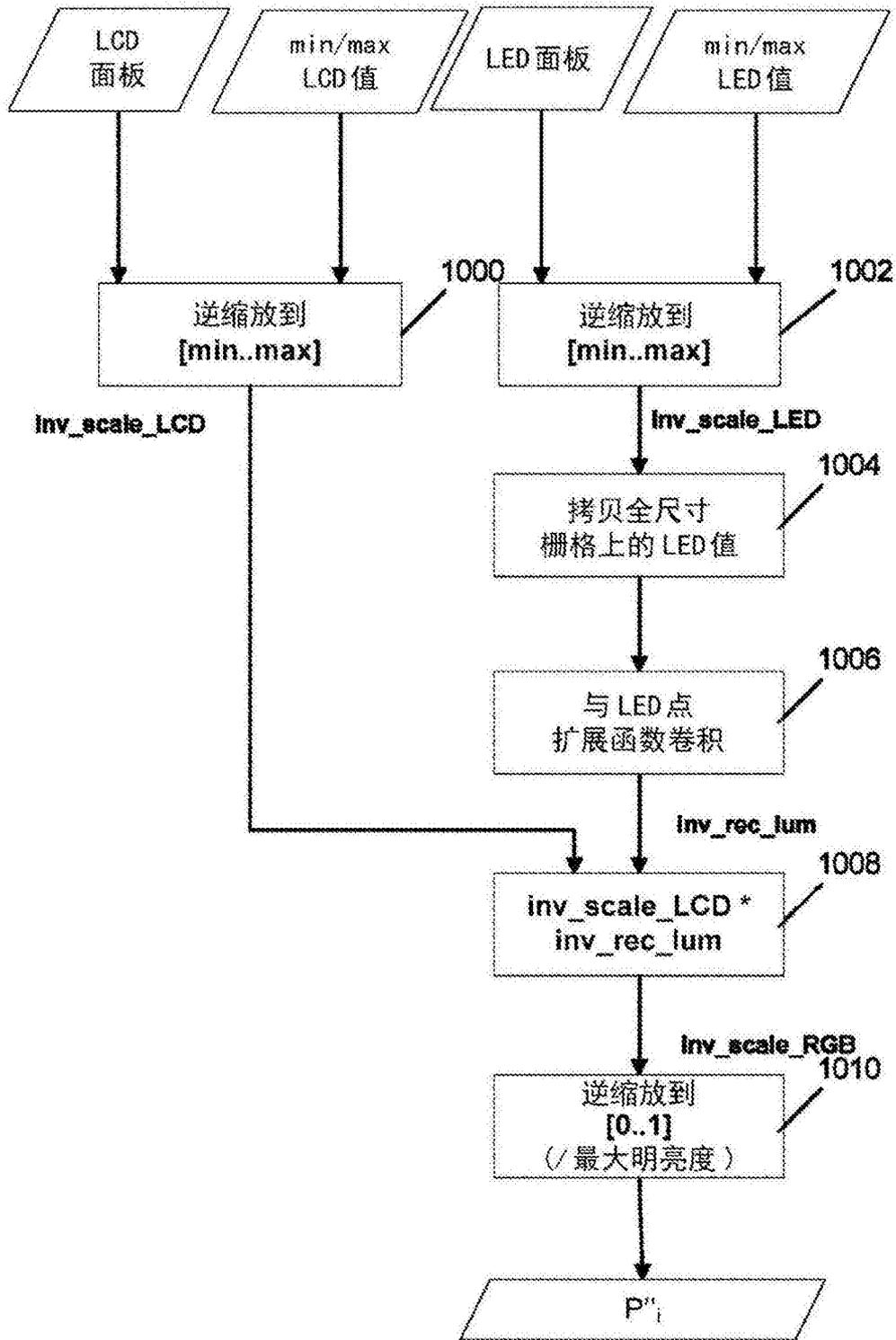


图10

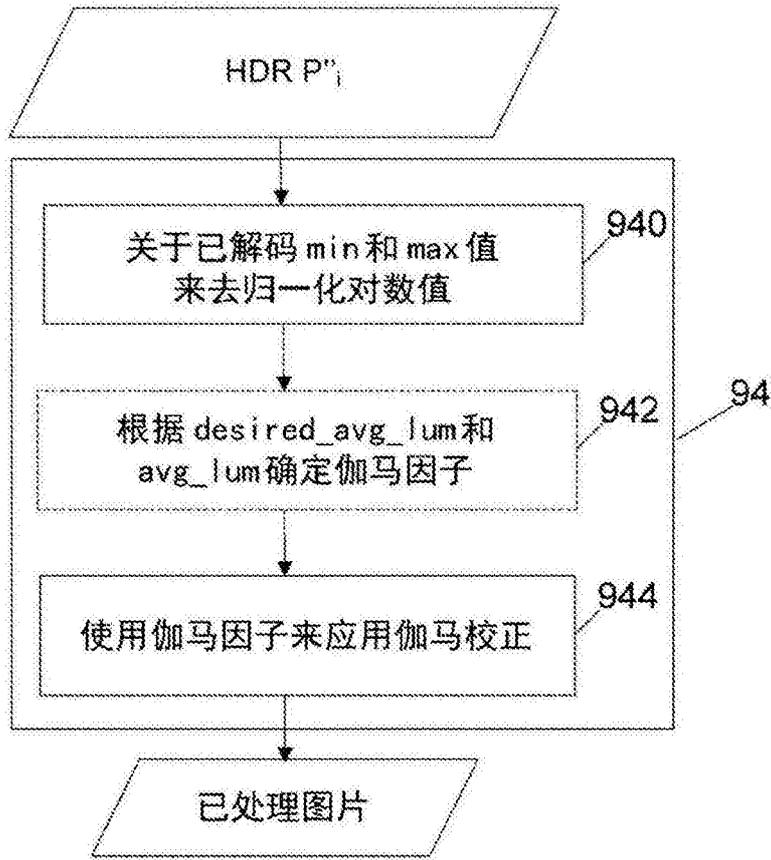


图11

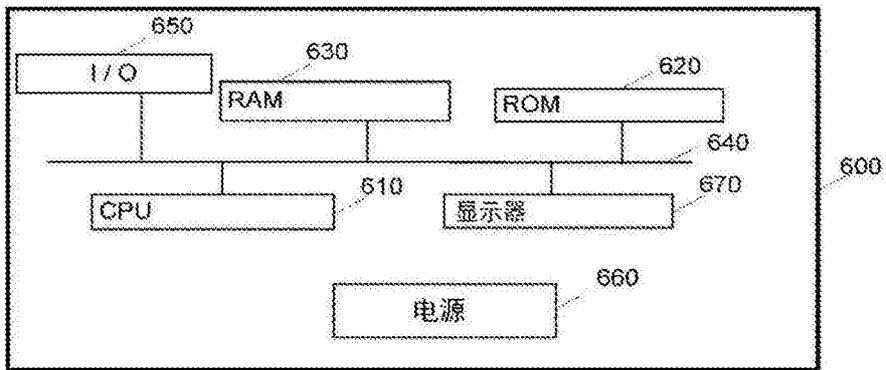


图12

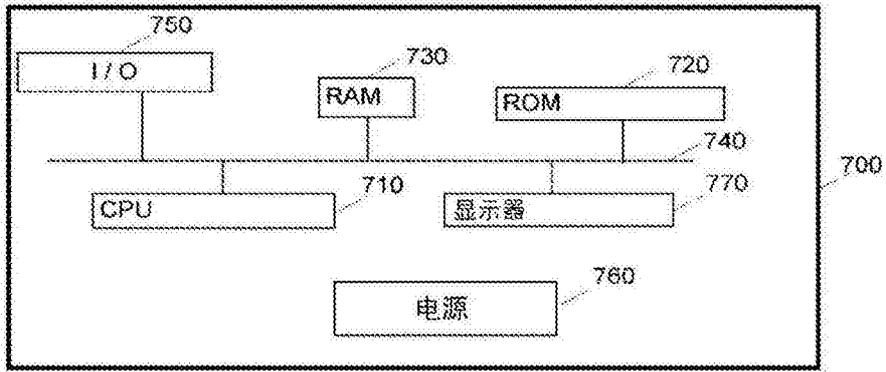


图13