



(10) 授权公告号 CN 112740319 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 08

(21) 申请号 201980060071.1

(22) 申请日 2019.02.08

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112740319 A

(43) 申请公布日 2021.04.30

(30) 优先权数据

10-2018-0110539 2018.09.14 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.03.12

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/KR2019/001589 2019.02.08

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/054927 KO 2020.03.19

(73) 专利权人 三星电子株式会社

地址 韩国京畿道

专利权人 釜庆大学校产学协力团

(72) 发明人 郑暎勋 阮黄南 李哲 金要燮

文永秀 武文宿 林载炫

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

专利代理师 邵亚丽

(51) Int.Cl.

G09G 5/10 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101546426 A, 2009.09.30

CN 103377468 A, 2013.10.30

US 2008018795 A1, 2008.01.24

US 2011129149 A1, 2011.06.02

US 4599656 A, 1986.07.08

审查员 宋澄

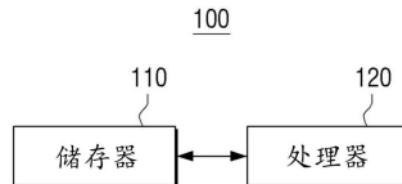
权利要求书3页 说明书19页 附图7页

(54) 发明名称

电子设备及其控制方法

(57) 摘要

公开了电子设备。该电子设备包括：存储器，存储基于第一最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第一人类视觉系统 (HVS) 识别信息和基于第二最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第二HVS识别信息；和处理器，用于基于第一最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第一直方图，基于第二最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第二直方图，基于第一HVS识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第三直方图，基于第二HVS识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第四直方图，并且基于关于第一直方图和第三直方图的信息获得的第一值和基于第二直方图和第四直方图获得的第二值之间的差获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。



1. 一种电子设备,包括:

存储器,被配置为存储基于第一最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第一人类视觉系统(HVS)识别信息和基于第二最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第二HVS识别信息;和

处理器,被配置为,

基于所述第一最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第一直方图,

基于所述第二最大输出亮度获得关于所述输入图像的相邻像素之间的灰度差的第二直方图,

基于所述第一HVS识别信息获得关于所述输入图像的相邻像素之间的亮度差的第三直方图,

基于所述第二HVS识别信息获得关于所述输入图像的相邻像素之间的亮度差的第四直方图,以及

根据基于所述第一直方图和所述第三直方图信息获得的第一值和基于所述第二直方图和所述第四直方图获得的第二值之间的差,获得关于对应于所述第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器被配置为:

通过将根据所述第二最大输出亮度的引导色调映射曲线应用于所述输入图像来获得引导图像,

获得关于所述引导图像的相邻像素之间的灰度差的第五直方图,以及

基于所述第一值和所述第二值之间的差以及所述第二直方图和所述第五直方图之间的差,获得关于对应于所述第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中所述处理器被配置为通过将与所述输入图像的每个像素的灰度值成反比的权重应用于所述第二直方图和所述第五直方图之间的差来获得关于所述输入图像的亮度值。

4. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器被配置为:

基于所述第二最大输出亮度获得关于所述输入图像的相邻像素之间的灰度差的多个第二直方图;

基于所述第二HVS识别信息获得对应于所述多个第二直方图的多个第四直方图;

基于所述多个第二直方图的每一个中包括的多个元素和对应的第四直方图中包括的多个元素之间的乘积获得多个第二值;以及

基于所述多个第二值中的每一个和所述第一值之间的差值来选择所述多个第二直方图中的一个,并且基于对应于所选择的第二直方图的第四直方图来获得关于所述输入图像的亮度值。

5. 根据权利要求4所述的设备,其中所述处理器被配置为:

通过将多个色调映射曲线应用于所述输入图像来获得多个图像,并且基于所述多个图像中包括的相邻像素之间的灰度差来获得所述多个第二直方图;以及

从所述多个色调映射曲线当中识别对应于所选择的第二直方图的色调映射曲线,并且通过将识别到的色调映射曲线应用于所述输入图像来获得关于所述输入图像的亮度值。

6. 根据权利要求1所述的设备,其中所述存储器被配置为存储关于图像的灰度值和对应的亮度值的映射信息,并且

其中所述处理器被配置为基于所述映射信息获得与所述输入图像中包括的多个像素中的每个像素的灰度值相对应的亮度值,并且基于所获得的亮度值获得所述第三直方图和所述第四直方图。

7. 根据权利要求1所述的设备,其中所述处理器被配置为:

通过将所述输入图像缩放到不同尺寸来获得多个缩放图像;

基于所述第一最大输出亮度获得关于所述多个缩放图像的相邻像素之间的灰度差的多个直方图;以及

通过对所述多个直方图应用不同的权重并将对其应用了权重的所述多个直方图相加来获得所述第一直方图。

8. 根据权利要求2所述的设备,其中所述处理器被配置为通过将权重矩阵应用于所述第二直方图来获得第六直方图,并且基于所述第一值和所述第二值之间的差、所述第二直方图和第五直方图之间的差以及所述第六直方图来获得关于对应于所述第二最大输出亮度的输入图像的亮度值,并且

其中所述权重矩阵是用于在对角方向上对元素应用1的对角矩阵。

9. 根据权利要求8所述的设备,被实施为显示设备,其中所述处理器被配置为基于以下数学表达式获得关于所述输入图像的亮度值,

$$\underset{H_{500}}{\text{minimize}} \quad \alpha \| H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS} - H_{500} \odot R_{500}^{HVS} \|_F^2 + (1-\alpha) \| W \odot (H_{500} - H_g) \|_F^2 + \beta \| H_{500} D \|_F^2$$

在这里, H_{1k} 代表第一直方图, H_{500} 代表第二直方图, R_{1k}^{HVS} 代表第三直方图, R_{500}^{HVS} 代表第四直方图, H_g 代表第五直方图, $H_{500} D$ 代表第六直方图, $H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS}$ 代表第一值, $H_{500} \odot R_{500}^{HVS}$ 代表第二值, D 代表权重矩阵, α 代表第一权重, 而 β 代表第二权重。

10. 一种用于控制存储基于第一最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第一人类视觉系统 (HVS) 识别信息和基于第二最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第二 HVS 识别信息的电子设备的方法, 所述方法包括:

基于所述第一最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第一直方图;

基于所述第二最大输出亮度获得关于所述输入图像的相邻像素之间的灰度差的第二直方图;

基于所述第一 HVS 识别信息获得关于所述输入图像的相邻像素之间的亮度差的第三直方图;

基于所述第二 HVS 识别信息获得关于所述输入图像的相邻像素之间的亮度差的第四直方图; 以及

根据基于所述第一直方图和所述第三直方图信息获得的第一值和基于所述第二直方图和所述第四直方图获得的第二值之间的差, 获得关于对应于所述第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

11. 根据权利要求10所述的方法, 还包括:

通过将根据所述第二最大输出亮度的引导色调映射曲线应用于所述输入图像来获得引导图像;以及

获得关于所述引导图像的相邻像素之间的灰度差的第五直方图,

其中获得关于所述输入图像的亮度值包括基于所述第一值和所述第二值之间的差以及所述第二直方图和所述第五直方图之间的差,获得关于对应于所述第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

12. 根据权利要求11所述的方法,其中所述获得关于所述输入图像的亮度值包括通过与所述输入图像的每个像素的灰度值成反比的权重应用于所述第二直方图和所述第五直方图之间的差来获得关于所述输入图像的亮度值。

13. 根据权利要求10所述的方法,其中所述获得所述第二直方图包括基于所述第二最大输出亮度获得关于所述输入图像的相邻像素之间的灰度差的多个第二直方图,以及

其中所述获得关于所述输入图像的亮度值包括:

基于所述多个第二直方图的每一个中包括的多个元素和对应的第四直方图中包括的多个元素之间的乘积获得多个第二值;

基于所述多个第二值中的每一个和所述第一值之间的差值来选择所述多个第二直方图中的一个;以及

基于对应于所选择的第二直方图的第四直方图来获得关于所述输入图像的亮度值。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中所述获得所述第二直方图包括:

通过将多个色调映射曲线应用于所述输入图像来获得多个图像;以及

基于所述多个图像中包括的相邻像素之间的灰度差来获得所述多个第二直方图;以及

其中所述获得关于所述输入图像的亮度值包括:

从所述多个色调映射曲线当中识别对应于所选择的第二直方图的色调映射曲线;以及

通过将识别到的色调映射曲线应用于所述输入图像来获得关于所述输入图像的亮度值。

15. 根据权利要求10所述的方法,其中所述获得所述第三直方图包括:

基于关于存储在所述电子设备中的图像的灰度值和对应的亮度值的映射信息,获得与所述输入图像中包括的多个像素中的每个像素的灰度值相对应的亮度值;以及

基于所述第一HVS识别信息和所获得的亮度值获得所述第三直方图,并且

其中所述获得所述第四直方图包括:

基于所述映射信息获得与所述输入图像中包括的所述多个像素中的每个像素的灰度值相对应的亮度值;以及

基于所述第二HVS识别信息和所获得的亮度值获得所述第四直方图。

电子设备及其控制方法

技术领域

[0001] 本公开涉及电子设备及其控制方法,更具体地,涉及用于通过调整输入图像的灰度和亮度来输出输入图像的电子设备及其控制方法。

背景技术

[0002] 随着电子技术的发展,各种类型的电子设备已经被开发和分销。具体地,近年来,最常用的移动设备或显示设备(诸如TV)已经得到了快速发展。

[0003] 最近,已经开发和分销了能够以1000nit或更高的高亮度和高光强度执行输出的电子设备,并且这种电子设备可以最小化图像的失真并在宽动态范围内输出图像。

[0004] 相关技术的具有有限高亮度输出的电子设备通过降低亮度,而不考虑图像的特征和人类视觉系统(human visual system,HVS)的识别响应来输出图像。因此,输出图像的动态范围的宽度减小,并且出现了根据人类视觉系统的图像失真等。

[0005] 对于具有有限高亮度输出的电子设备,需要用于通过考虑图像的特征和人类视觉系统的识别响应来调整输入图像的灰度或亮度的模型。

发明内容

[0006] 技术问题

[0007] 本公开是鉴于上述需求而做出的,并且本公开的目的是提供用于通过考虑人类视觉系统的识别响应、图像的特征等来调整图像的灰度或亮度的电子设备及其控制方法。

[0008] 技术解决方案

[0009] 根据本公开的方面,提供了电子设备,包括:储存器,被配置为存储基于第一最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第一人类视觉系统(HVS)识别信息和基于第二最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第二HVS识别信息;以及处理器,被配置为基于第一最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第一直方图,基于第二最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第二直方图,基于第一HVS识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第三直方图,基于第二HVS识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第四直方图,并且基于基于第一直方图和第三直方图信息获得的第一值与基于第二直方图和第四直方图获得的第二值之间的差,获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

[0010] 处理器可以被配置为通过将根据第二最大输出亮度的引导色调映射曲线应用于输入图像来获得引导图像,获得关于引导图像的相邻像素之间的灰度差的第五直方图,并且基于第一值和第二值之间的差以及第二直方图和第五直方图之间的差获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

[0011] 处理器可以被配置为通过将与输入图像的每个像素的灰度值成反比的权重应用于第二直方图和第五直方图之间的差来获得关于输入图像的亮度值。

[0012] 处理器可以被配置为基于第二最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间

的灰度差的多个第二直方图,基于第二HVS识别信息获得对应于多个第二直方图的多个第四直方图,基于多个第二直方图的每一个中包括的多个元素和对应的第四直方图中包括的多个元素之间的乘积获得多个第二值,并且基于多个第二值的每一个和第一值之间的差值选择多个第二直方图中的一个,并且基于对应于所选择的第二直方图的第四直方图获得关于输入图像的亮度值。

[0013] 处理器可以被配置为通过将多个色调映射曲线应用于输入图像来获得多个图像,并且基于多个图像中包括的相邻像素之间的灰度差来获得多个第二直方图,并且从多个色调映射曲线当中识别对应于所选择的第二直方图的色调映射曲线,并且通过将识别到的色调映射曲线应用于输入图像来获得关于输入图像的亮度值。

[0014] 储存器可以被配置为存储关于图像的灰度值和对应的亮度值的映射信息,并且处理器可以被配置为基于映射信息获得对应于输入图像中包括的多个像素中的每个像素的灰度值的亮度值,并且基于获得的亮度值获得第三直方图和第四直方图。

[0015] 处理器可以被配置为通过将输入图像缩放到不同尺寸来获得多个缩放图像,基于第一最大输出亮度获得关于多个缩放图像的相邻像素之间的灰度差的多个直方图,并且通过将不同的权重应用于多个直方图并且将对其应用了权重的多个直方图相加来获得第一直方图。

[0016] 处理器可以被配置为通过将权重矩阵应用于第二直方图来获得第六直方图,并且基于第一值和第二值之间的差、第二直方图和第五直方图之间的差以及第六直方图来获得与对应于第二最大输出亮度的输入图像有关的亮度值,并且权重矩阵可以是用于在对角线方向上将1应用于元素的对角矩阵。

[0017] 处理器可以被配置为基于以下数学表达式获得关于输入图像的亮度值。

$$[0018] \quad \underset{H_{500}}{\text{minimize}} \quad \alpha \| H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS} - H_{500} \odot R_{500}^{HVS} \|_F^2 + (1-\alpha) \| W \odot (H_{500} - H_g) \|_F^2 + \beta \| H_{500} D \|_F^2$$

[0019] 在这里, H_{1k} 代表第一直方图, H_{500} 代表第二直方图, R_{1k}^{HVS} 代表第三直方图, R_{500}^{HVS} 代表第四直方图, H_g 代表第五直方图, $H_{500}D$ 代表第六直方图, $H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS}$ 代表第一值, $H_{500} \odot R_{500}^{HVS}$ 代表第二值, D 代表权重矩阵, α 代表第一权重,而 β 代表第二权重。

[0020] 在本公开的另一方面,提供了用于控制电子设备的方法,该电子设备存储基于第一最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第一人类视觉系统(HVS)识别信息,以及基于第二最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第二HVS识别信息,该方法包括基于第一最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第一直方图,基于第二最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第二直方图,基于第一HVS识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第三直方图,基于第二HVS识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第四直方图,并且基于基于第一直方图和第三直方图信息获得的第一值与基于第二直方图和第四直方图获得的第二值之间的差获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

[0021] 该控制方法还可以包括通过将根据第二最大输出亮度的引导色调映射曲线应用于输入图像来获得引导图像,并且获得关于引导图像的相邻像素之间的灰度差的第五直方图,并且获得关于输入图像的亮度值可以包括基于第一值和第二值之间的差以及第二直方图

图和第五直方图之间的差获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

[0022] 获得关于输入图像的亮度值可以包括通过将输入图像的每个像素的灰度值成反比的权重应用于第二直方图和第五直方图之间的差来获得关于输入图像的亮度值。

[0023] 获得第二直方图可以包括基于第二最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的多个第二直方图,并且获得关于输入图像的亮度值可以包括基于多个第二直方图的每一个中包括的多个元素和对应的第四直方图中包括的多个元素之间的乘积获得多个第二值,基于多个第二值中的每一个与第一值之间的差值来选择多个第二直方图中的一个,并且基于对应于所选择的第二直方图的第四直方图来获得关于输入图像的亮度值。

[0024] 获得第二直方图可以包括通过将多个色调映射曲线应用于输入图像来获得多个图像,并且基于多个图像中包括的相邻像素之间的灰度差来获得多个第二直方图,并且获得关于输入图像的亮度值可以包括从多个色调映射曲线当中识别对应于所选择的第二直方图的色调映射曲线,并且通过将识别到的色调映射曲线应用于输入图像来获得关于输入图像的亮度值。

[0025] 获得第三直方图可以包括基于关于存储在电子设备中的图像的灰度值的映射信息和对应的亮度值获得与输入图像中包括的多个像素中的每个像素的灰度值相对应的亮度值,并且基于第一HVS识别信息和获得的亮度值获得第三直方图,并且获得第四直方图可以包括基于映射信息获得对应于输入图像中包括的多个像素中的每个像素的灰度值的亮度值,并且基于第二HVS识别信息和获得的亮度值获得第四直方图。

[0026] 获得第一直方图可以包括:通过将输入图像缩放到不同尺寸来获得多个缩放图像;基于第一最大输出亮度获得关于多个缩放图像的相邻像素之间的灰度差的多个直方图;以及通过对多个直方图应用不同的权重并将对其应用了权重的多个直方图相加来获得第一直方图。

[0027] 该控制方法还可以包括通过将权重矩阵应用于第二直方图来获得第六直方图,获得关于输入图像的亮度值可以包括基于第一值和第二值之间的差、第二直方图和第五直方图之间的差以及第六直方图来获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值,并且权重矩阵可以是用于在对角线方向上将1应用于元素的对角矩阵。

[0028] 获得关于输入图像的亮度值可以包括基于以下数学表达式获得关于输入图像的亮度值。

$$[0029] \quad \underset{H_{500}}{\text{minimize}} \quad \alpha \| H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS} - H_{500} \odot R_{500}^{HVS} \|_F^2 + (1-\alpha) \| W \odot (H_{500} - H_g) \|_F^2 + \beta \| H_{500} D \|_F^2$$

[0030] 在这里, H_{1k} 代表第一直方图, H_{500} 代表第二直方图, R_{1k}^{HVS} 代表第三直方图, R_{500}^{HVS} 代表第四直方图, H_g 代表第五直方图, $H_{500}D$ 代表第六直方图, $H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS}$ 代表第一值, $H_{500} \odot R_{500}^{HVS}$ 代表第二值, D 代表权重矩阵, α 代表第一权重,而 β 代表第二权重。

[0031] 根据本公开的又一方面,提供了存储计算机指令的非暂时性计算机可读记录介质,该计算机指令在由电子设备的处理器执行时使得电子设备能够执行操作,该操作包括基于第一最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第一直方图,基于第二最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第二直方图,基于基于第一

最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第一人类视觉系统 (HVS) 识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第三直方图, 基于基于第二最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第二 HVS 识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第四直方图, 并且基于基于第一直方图和第三直方图信息获得的第一值与基于第二直方图和第四直方图获得的第二值之间的差, 获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

[0032] 发明效果

[0033] 根据本公开的各种实施例, 一种电子设备及其控制方法, 用于通过考虑人类视觉系统的识别响应、图像的特征等来调整图像的灰度或亮度, 来相较于输入图像最小化关于输出图像的视觉差异、失真程度等。

附图说明

[0034] 图1是示出根据实施例的电子设备的示意图;

[0035] 图2是示出根据实施例的电子设备的配置的框图;

[0036] 图3是示出图2所示的电子设备的特定配置的框图;

[0037] 图4是示出根据实施例的第一直方图的示意图;

[0038] 图5是示出根据实施例的关于灰度值和亮度值的映射信息的曲线图;

[0039] 图6和图7是示出根据实施例的人类视觉系统 (HVS) 识别信息的示意图;

[0040] 图8和图9是示出根据实施例的相邻像素之间的亮度差的示意图;

[0041] 图10是示出根据实施例的引导色调映射曲线的示意图;

[0042] 图11是示出根据实施例的权重的示意图;

[0043] 图12是示出根据实施例的权重矩阵的示意图;

[0044] 图13是示出根据实施例的输入图像的亮度值的示意图; 并且

[0045] 图14是示出根据实施例的用于控制电子设备的方法的流程图。

具体实施方式

[0046] 在简要解释本公开中使用的术语之后, 将在下面更详细地描述本公开。

[0047] 考虑到本公开的功能, 在本公开的实施例中使用的术语已经被选择为尽可能广泛使用的通用术语, 但是这些术语可以根据本领域技术人员的意图、先例、新技术的出现等而变化。此外, 在特定情况下, 还可以有任意选择的术语, 在这种情况下, 该含义将在本公开的描述中描述。因此, 在本公开中使用的术语应该基于术语本身的含义和贯穿本公开的内容, 而不是基于术语的简单名称来定义。

[0048] 本公开的实施例可以进行各种改变并包括各种实施例, 并且特定实施例将在附图中示出并在描述中详细描述。然而, 应当理解, 这并不限制特定实施例的范围, 并且包括了所公开的精神和技术范围内包括的所有修改、等同物和/或替代物。在描述本公开时, 当确定详细描述可能不必要地模糊本公开的要害时, 可以省略相关技术的详细描述。

[0049] 术语“第一”、“第二”等可用于描述各种元素, 但是这些元素不受这些术语的限制。这些术语仅用于区分一种元素与另一种元素。

[0050] 除非另有具体定义, 单数表达可包含复数表达。应当理解, 术语 (诸如“包括”或

“由……组成”)在这里用于表示特征、数量、步骤、操作、元素、部分或其组合的存在,并且不排除添加其他特征、数量、步骤、操作、元素、部分或其组合的一个或多个的存在或可能性。

[0051] 本公开中的术语(诸如“模块”或“单元”)可以执行至少一个功能或操作,并且可以实施为硬件、软件或硬件和软件的组合。此外,除了当多个“模块”、“单元”等中的每一个需要在单独的硬件中实现时,这些组件可以集成在至少一个模块中,并且可以实施在至少一个处理器(未示出)中。

[0052] 在下文中,参考附图,将详细描述本公开的实施例。但是,本公开可以以各种不同的形式实施,并且不限于本文描述的实施例。此外,在附图中,为了清楚地描述本公开,省略了与描述无关的部分,并且在整个说明书中,相同的附图标记用于相同的部分。

[0053] 图1是示出根据实施例的电子设备的示意图。

[0054] 参考图1,电子设备100可以被实施为显示设备(例如,TV)。然而,电子设备100不限于此,并且可以被实施为执行图像处理的各种类型的电子设备。例如,电子设备100可以被实施为用于向配备有显示器的外部设备提供内容的各种类型的源设备,诸如蓝光播放器、数字多功能盘(digital versatile disc,DVD)播放器、流式内容输出设备、机顶盒等。根据本公开的各种实施例,电子设备100可以通过执行图像处理来自主输出图像,并且向配备有显示器的外部设备提供图像。

[0055] 电子设备100可以被实施为具有显示功能的设备,诸如TV、智能手机、平板PC、PMP、PDA、膝上型PC、智能手表、头戴式显示器(head mounted display,HMD)、近眼显示器(near eye display,NED)等。电子设备100可以被实施为包括提供显示功能的各种类型的显示器,诸如液晶显示器(liquid crystal display,LCD)、有机发光二极管(organic light-emitting diode,OLED)、硅上液晶(liquid crystal on silicon,LCoS)、数字光处理(digital light processing,DLP)、微型LED、量子点(quantum dot,QD)等。在下文中,为了描述方便,将通过假设电子设备100被实施为显示设备来进行描述。

[0056] 电子设备100可以输出电子设备100中提供的显示器的可输出亮度内的图像。例如,电子设备100可以输出亮度为200至700nit的图像。然而,不限于此,并且根据电子设备100中提供的显示器,电子设备100可以输出亮度最大为500nit或1000nit的图像。例如,当电子设备100中提供的显示器的最大可输出亮度是1000nit时,电子设备100可以识别对应于输入图像的像素值的0到1000nit的亮度值,并且输出具有识别到的亮度值的输入图像。在另一示例中,当电子设备100中提供的显示器的最大可输出亮度为500nit时,电子设备100可以识别对应于输入图像的像素值的0至500nit的亮度值,并且输出具有识别到的亮度值的输入图像。

[0057] 当电子设备100中提供的显示器的最大可输出亮度是1000nit时,输出图像的亮度可以是0到1000nit,而当电子设备100中提供的显示器的最大可输出亮度是500nit时,输出图像的亮度可以是0到500nit。

[0058] 参考图1A,当电子设备100'的最大可输出亮度是1000nit时,第一输出图像10的亮度可以是0到1000nit。参考图1B,当电子设备100的最大可输出亮度是500nit时,第二输出图像20的亮度可以是0到500nit。尽管输入图像相同,但是根据电子设备100的最大可输出亮度,第一输出图像10和第二输出图像20的亮度可以在彼此不同的范围内。第二输出图像20可以被提供为比第一输出图像10相对更暗。此外,第二输出图像20可以具有比第一输出

图像10的动态范围的宽度更窄的动态范围的宽度。

[0059] 在相关技术中,通过仅考虑电子设备的最大可输出亮度,而不考虑人类可视系统(HVS)的识别信息、图像特征等来输出输入图像。在示例中,电子设备将预先存储的静态色调映射曲线应用于输入图像,以在电子设备的最大可输出亮度内调整输出图像的亮度。

[0060] 根据本公开的各种实施例的电子设备100可以通过考虑除了电子设备100的最大可输出亮度之外的根据HVS的识别信息、图像特征等来执行针对输入图像的图像处理。此外,电子设备100可以将非静态的动态色调映射曲线应用于输入图像,以调整输出图像的亮度。

[0061] 根据本公开的各种实施例,当由具有1000nit的最大可输出亮度的电子设备100'输出输入图像时的第一输出图像10和当由具有500nit的最大可输出亮度的电子设备100输出输入图像时的第二输出图像20之间根据人类视觉系统(HVS)的差异感、差异、劣化程度、失真程度等可以被最小化。稍后将详细描述人类视觉系统(HVS)、人类视觉系统识别信息等。

[0062] 同时,作为电子设备100的最大可输出亮度提到的亮度值(诸如1000nit、500nit等)仅仅是示例,并且不限于此。例如,监视器可以输出400nit的最大亮度,智能手机可以输出700nit的最大亮度,而数字标牌可以输出2000nit的最大亮度。电子设备100的最大可输出亮度不限于此,并且可以进行各种设置。例如,电子设备100可以输出具有1000nit或更多和0.05nit或更少的亮度的图像。在下文中,为了描述方便,将通过假设电子设备100的最大可输出亮度是500nit来进行描述。

[0063] 图2是示出根据实施例的电子设备的配置的框图。

[0064] 参考图2,电子设备100可以包括存储器110和处理器120。

[0065] 存储器110可以存储用于操作电子设备100的操作系统(operating system, O/S)、软件模块和各种数据(诸如各种多媒体内容)。

[0066] 存储器110可以被实施为处理器120中包括的内部存储器(诸如ROM(例如,电可擦除可编程只读存储器(electrically erasable programmable read-only memory, EEPROM))或RAM),或者可以实施为与处理器120分离的存储器。在这种情况下,存储器110可以根据数据存储目的以嵌入电子设备100中的存储器的形式实施,或者可以以可从电子设备100拆卸的存储器的形式实施。例如,用于操作电子设备100的数据可以存储在嵌入电子设备100中的存储器中,而用于电子设备100的扩展功能的数据可以存储在可从电子设备100拆卸的存储器中。同时,嵌入电子设备100中的存储器可以以闪存、非易失性存储器、易失性存储器、硬盘驱动器(hard disk drive, HDD)或固态驱动器(solid state drive, SSD)的形式实施,并且可从电子设备100拆卸的存储器可以实施为存储卡(例如,微型SD卡或USB存储器)或可连接到USB端口的外部存储器(例如,USB存储器)。

[0067] 具体地,根据本公开的实施例的存储器110可以存储根据基于最小可觉差(以下称为just-noticeable difference, JND)概念的亮度值的人类视觉系统(以下称为HVS)识别信息。在这里,JND可以是指注意到两个刺激之间的差异的最小差异的概念。在示例中,根据亮度值的HVS识别信息可以通过数字化第一亮度和第二亮度之间的差异是否导致对人的视神经的刺激超过阈值或更多、对应于第一亮度和第二亮度之间的差异的对人的视神经的刺激变化量等的事实而获得的信息。

[0068] 根据实施例的储存器110可以存储基于特定亮度的根据相邻像素之间的亮度差的HVS识别信息。在这里,根据相邻像素之间的亮度差的HVS识别信息可以通过数字化对应于像素的亮度和与相应像素相邻的像素的亮度之间的差异的人的视神经的识别刺激量(或响应量或反应量)而获得的信息。例如,当像素的亮度为100nit并且与相应像素相邻的像素的亮度为500nit时,对应于100nit和500nit之间的差异的人的视神经的刺激变化量可以被数字化并包括在HVS识别信息中。

[0069] 储存器110可以存储基于第一最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第一HVS识别信息和基于第二最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第二HVS识别信息。在示例中,第一最大输出亮度可以是1000nit,而第二最大输出亮度可以是500nit。

[0070] 储存器110可以存储基于1000nit的根据相邻像素之间的亮度差的HVS识别信息和基于500nit的根据相邻像素之间的亮度差的HVS识别信息。在这里,1000nit和500nit仅仅是示例,并且不限于此。例如,储存器110可以存储基于2000nit的HVS识别信息和基于1000nit的HVS识别信息。

[0071] 根据实施例,根据亮度值的HVS识别信息可以预先存储在储存器110中。然而,不限于此,并且电子设备100可以从服务器(未示出)接收HVS识别信息,并将HVS识别信息存储在储存器110中。此外,预先存储在储存器110中的HVS识别信息也可以被更新。

[0072] 根据本公开的实施例的储存器110可以预先存储关于图像的灰度值和相应亮度值的映射信息。例如,8位的输入图像可以具有0到255的灰度值。当输出输入图像时,电子设备100可以基于映射信息识别对应于输入图像的灰度值的亮度值,并且输出具有识别到的亮度值的输入图像。在示例中,电子设备100可以基于映射信息从具有500nit的亮度的输入图像的多个像素当中输出具有255的灰度值的像素。

[0073] 在另一示例中,10位的输入图像可以具有0到1023的灰度值。当输出10位的输入图像时,电子设备100可以基于映射信息识别对应于输入图像的灰度值的亮度值,并且输出具有识别到的亮度值的输入图像。在示例中,电子设备100可以基于映射信息从具有500nit的亮度的输入图像的多个像素当中输出具有1023的灰度值的像素。下面将参考图5详细描述映射信息。

[0074] 同时,输入图像中包括的多个像素的每一个像素的灰度值可以表示为像素值、亮度值、亮度代码等,但是在下文中,为了描述方便,这些被统称为灰度值。

[0075] 处理器120可以被实施为用于处理数字信号的数字信号处理器(digital signal processor,DSP)、微处理器或时间控制器(time controller,TCON)。然而,不限于此,并且处理器120可以包括中央处理单元(central processing unit,CPU)、微控制器单元(microcontroller unit,MCU)、微处理单元(microprocessing unit,MPU)、控制器、应用处理器(application processor,AP)、或通信处理器(communication processor,CP)、以及ARM处理器中的一个或多个,或者可以被定义为相应的术语。此外,处理器120可以实施为包括处理算法的片上系统(System on Chip,SoC)或大规模集成电路(large scale integration,LSI),或者可以以现场可编程门阵列(field programmable gate array,FPGA)的形式实施。

[0076] 特别地,根据本公开的实施例的处理器120可以基于第一最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第一直方图。在下文中,为了描述方便,假设第一最大

输出亮度为1000nit。

[0077] 根据实施例,输入图像可以是基于1000nit的图像。例如,输入图像的灰度值可以与0至1000nit的亮度值映射。当电子设备100的最大可输出亮度是1000nit时,输入图像可以以0到1000nit的亮度输出。输出图像可以具有具有0到1000nit的宽度的动态范围。

[0078] 根据实施例,处理器120可以获得关于输入图像的像素和与相应像素相邻的像素之间的灰度差的第一直方图。在这里,第一直方图可以是2D直方图。2D直方图的X轴可以指示像素的灰度值,而Y轴可以指示与相应像素相邻的像素的灰度值。

[0079] 在示例中,当输入图像的分辨率为 3840×2160 时,处理器120可以获得位于输入图像的 (x,y) 处的像素和位于与相应像素相邻的 $(x+1,y)$ 处的像素之间的灰度差。处理器120可以分别基于输入图像中8294400个像素和与其相邻的像素之间的灰度差来获得第一直方图。

[0080] 在另一示例中,处理器120可以获得位于输入图像的 (x,y) 处的像素和位于相应像素附近的 $(x,y+1)$ 处的像素之间的灰度差,并且基于灰度差获得第一直方图。

[0081] 根据本公开的实施例的处理器120可以基于第二最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第二直方图。根据实施例,电子设备100的最大可输出亮度可以是第二最大输出亮度。例如,电子设备100的最大输出亮度和第二最大输出亮度可以是500nit。处理器120可以获得用于在作为电子设备100的最大可输出亮度的500nit内输出输入图像的图像。在下文中,为了便于描述,为了在作为电子设备100的最大可输出亮度的500nit内输出输入图像而获得的图像和对应于第二最大输出亮度的输入图像可以被统称为基于500nit的图像。

[0082] 在示例中,处理器120可以获得位于基于500nit的图像的 (x,y) 处的像素和位于相应像素附近的 $(x+1,y)$ 处的像素之间的灰度差。例如,当输入图像的分辨率为 3840×2160 时,处理器120可以分别基于基于500nit的图像中的8294400个像素和与其相邻的像素之间的灰度差来获得第二直方图。

[0083] 在另一示例中,处理器120可以获得位于基于500nit的图像的 (x,y) 处的像素和位于相应像素附近的 $(x,y+1)$ 处的像素之间的灰度差,并且基于灰度差获得第二直方图。

[0084] 根据本公开的实施例的处理器120可以基于第一HVS识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第三直方图。

[0085] 根据实施例的处理器120可以基于存储在存储器110中的基于1000nit的第一HVS识别信息,获得位于输入图像的 (x,y) 处的像素和位于相应像素附近的 $(x+1,y)$ 处的像素之间的亮度差。然后,处理器120可以分别基于输入图像中的多个像素和与其相邻的像素之间的亮度差来获得第三直方图。

[0086] 在另一示例中,处理器120可以基于位于输入图像的 (x,y) 处的像素和位于相应像素附近的 $(x,y+1)$ 处的像素之间的亮度差来获得第三直方图。

[0087] 根据本公开的实施例的处理器120可以基于第二HVS识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第四直方图。

[0088] 根据实施例的处理器120可以基于存储在存储器110中的基于500nit的第二HVS识别信息,获得位于基于500nit的图像的 (x,y) 处的像素和位于与相应像素相邻的 $(x+1,y)$ 处的像素之间的亮度差。然后,处理器120可以分别基于基于500nit的图像中的多个像素和与

其相邻的像素之间的亮度差获得第四直方图。

[0089] 在另一示例中,处理器120可以基于位于基于500nit的图像的(x,y)处的像素和位于相应像素附近的(x,y+1)处的像素之间的亮度差来获得第四直方图。

[0090] 根据实施例的处理器120可以基于第一直方图和第三直方图信息获得第一值,并且基于第二直方图和第四直方图获得第二值。然后,处理器120可以基于第一值和第二值之间的差获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。例如,处理器120可以基于以下数学表达式1获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像有关的亮度值。

[0091] [数学表达式1]

$$[0092] \quad \| H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS} - H_{500} \odot R_{500}^{HVS} \|_F^2$$

[0093] 在这里, H_{1k} 表示第一直方图, H_{500} 表示第二直方图, R_{1k}^{HVS} 表示第三直方图, R_{500}^{HVS} 表示第四直方图, $H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS}$ 表示第一值, $H_{500} \odot R_{500}^{HVS}$ 表示第二值,以及 $\odot$ 表示元素之间的乘法。

[0094] 根据本公开的实施例的处理器120可以基于第二最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的多个第二直方图。

[0095] 在示例中,处理器120可以通过将多个色调映射曲线(tone mapping curves,TMC)应用于输入图像来获得多个图像,并且基于多个图像中包括的相邻像素之间的灰度差来获得多个第二直方图。在这里,多个图像中的每一个可以是基于500nit的图像。

[0096] 同时,根据本公开的实施例的处理器120可以通过将多个色调映射曲线应用于输入图像来获得多个图像。在这里,色调映射曲线可以是用于将输入图像中包括的每个像素的灰度值调整为另一个灰度的曲线。在另一示例中,色调映射曲线可以是用于将输入图像中包括的每个像素的亮度值调整为另一亮度的曲线。然而,不限于此,并且用于将输入图像中的像素的灰度调整为另一灰度的各种类型的数学表达式和曲线图可以用作灰度调整曲线。

[0097] 根据本公开的实施例的处理器120可以基于第二HVS识别信息获得对应于多个第二直方图的多个第四直方图。在示例中,处理器120可以获得对应于基于500nit的图像的第二直方图和第四直方图。然后,处理器120可以基于第二直方图和第四直方图的每一个中包括的多个元素之间的乘积来获得第二值。

[0098] 处理器120可以基于多个第二直方图的每一个中包括的多个元素和对应的第四直方图中包括的多个元素的乘积来获得多个第二值。然后,处理器120可以基于多个第二值中的每一个与第一值之间的差值来选择多个第二直方图其中的一个。

[0099] [数学表达式2]

$$[0100] \quad \underset{H_{500}}{\text{minimize}} \quad \alpha \| H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS} - H_{500} \odot R_{500}^{HVS} \|_F^2$$

[0101] H_{1k} 表示第一直方图, H_{500} 表示第二直方图, R_{1k}^{HVS} 表示第三直方图, R_{500}^{HVS} 表示第四直方图, $H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS}$ 表示第一值, $H_{500} \odot R_{500}^{HVS}$ 表示第二值,以及 $\odot$ 表示元素间的乘法运算。

[0102] 例如,处理器120可以识别其中多个第二值中的每一个与第一值之间的差值是最

小值的第二直方图和第四直方图。在另一示例中,处理器120可以从多个第二直方图中选择用于最小化多个第二值中的每一个与第一值之间的差值的第二直方图。

[0103] 然后,处理器120可以基于对应于所选择的第二直方图的第四直方图获得关于输入图像的亮度值。例如,处理器120可以从应用于输入图像的多个色调映射曲线当中识别对应于所选择的第二直方图的色调映射曲线,并且通过将识别到的色调映射曲线应用于输入图像来获得关于输入图像的亮度值。在示例中,处理器120可以通过将识别到的色调映射曲线应用于输入图像来获得基于500nit的图像,并输出所获得的图像。

[0104] 根据实施例,处理器120可以从基于500nit的多个图像当中输出针对基于1000nit的输入图像具有最小的根据HVS的差异感、差异、劣化程度和失真程度的图像。例如,处理器120可以基于数学表达式2来从多个图像当中识别用于最小化第一值和第二值之间的差的图像,并输出识别到的图像。

[0105] 在另一示例中,处理器120可以基于数学表达式2来从多个色调映射曲线当中识别用于最小化第一值和第二值之间的差的色调映射曲线,并且通过将识别到的色调映射曲线应用于输入图像来调整输入图像的亮度,并且输出输入图像。

[0106] 图3是示出图2所示的电子设备的特定配置的框图。

[0107] 参考图3,电子设备100可以包括存储器110、处理器120、显示器130、图像接收器140、通信器150、远程控制器接收器160和输入单元170。与图2所示的配置重叠的图3所示配置的详细描述不再重复。

[0108] 处理器120可以使用存储在存储器110中的各种程序来控制电子设备100的一般操作。

[0109] 处理器120可以包括RAM、ROM、图形处理器、主CPU、第一到第n接口和总线。RAM、ROM、图形处理器、主CPU和第一到第n接口可以经由总线相互连接。

[0110] ROM可以存储用于系统启动的指令集。如果输入接通指令以供电,主CPU将存储在存储器110中的O/S复制到RAM,并通过根据存储在ROM中的指令执行O/S来启动系统。当启动完成时,主CPU将存储在存储器110中的各种应用程序复制到RAM,并通过执行复制到RAM的应用程序来执行各种操作。

[0111] 图形处理器通过使用操作单元和渲染单元生成包括各种对象(诸如参考图标、图像、文本等)的屏幕。操作单元可以通过使用从通信器150接收到的控制命令,根据屏幕的布局来计算属性值,诸如要显示的每个对象的坐标值、其形状、大小、颜色等。

[0112] 主CPU可以通过访问存储器110,使用存储在存储器110中的O/S来执行启动。主CPU可以使用存储在存储器110中的各种程序、内容、数据等来执行各种操作。

[0113] 第一到第n接口可以连接到上述各种元件。接口之一可以是经由网络连接到外部设备的网络接口。

[0114] 显示器130可以提供可以由电子设备100提供的各种内容屏幕。在这里,内容屏幕可以包括各种内容(诸如图像、视频、文本、音乐等)、包括各种内容的应用执行屏幕以及图形用户界面(graphics user interface, GUI)屏幕等。

[0115] 同时,如上所述,显示器130可以实施为各种类型的显示器,诸如液晶显示器、有机发光二极管、硅上液晶(LCoS)、数字光处理(DLP)等。此外,显示器130可以由透明材料形成,以实施为用于显示信息的透明显示器。

[0116] 同时,显示器130可以以具有带触摸板的层结构的触摸屏的形式实施,并且在这种情况下,显示器130可以用作除了输出设备之外的用户接口。

[0117] 同时,根据本公开的实施例的显示器130可以具有根据处理器120的控制、显示器130的性能等的可输出的最大亮度。例如,显示器130可以输出500nit的最大亮度。在另一示例中,显示器130可以输出1000nit的最大亮度。在本公开中,为了便于描述,假设第一最大输出亮度为1000nit,第二最大输出亮度为500nit,并且假设由电子设备100可输出的最大亮度为500nit的情况。然而,这些仅仅是示例,并且不限于此。例如,虽然由电子设备100可输出的最大亮度是1000nit,但是电子设备100可以在处理器120的控制下将亮度调整为0至500nit并输出输入图像。根据本公开的各种实施例,处理器120可以调整图像的每个像素的灰度、亮度等,并输出图像,而不管根据显示器130的性能等的由电子设备100可输出的最大亮度。

[0118] 图像接收器140可以被实施为用于接收广播图像的调谐器,但不限于此,并且可以被实施为用于接收各种外部图像的各种类型的通信模块,诸如Wi-Fi模块、USB模块、HDMI模块等。此外,图像可以存储在存储器110中,并且在这种情况下,根据本公开的各种实施例的电子设备100可以调整存储在存储器110中的图像的每个像素的灰度和输出亮度,并且输出图像。

[0119] 通信器150可以发送/接收图像。例如,通信器150可以通过经由通信方法(诸如基于AP的Wi-Fi(无线LAN网络)、蓝牙、ZigBee、有线/无线局域网(local area network, LAN)、WAN、以太网、IEEE 1394、HDMI、USB、MHL、AES/EBU、光、同轴等)的流式传输或下载方法从外部设备(例如,源设备)、外部存储介质(例如,USB)、外部服务器(例如,网络上的硬盘驱动器)等接收听觉信号。

[0120] 此外,通信器150可以从外部服务器(未示出)接收第一HVS识别信息和第二HVS识别信息以及关于图像的灰度值和相应亮度值的映射信息。在示例中,电子设备100可以从外部服务器接收信息并将该信息存储在存储器110中,并且基于从外部服务器接收到的信息更新预存信息。此外,电子设备100可以从服务器获得用于选择多个第二直方图中的任何一个的权重、权重矩阵等。在另一示例中,电子设备100可以从服务器获得用于选择多个色调映射曲线中的任何一个的权重、权重矩阵等。

[0121] 远程控制器信号接收器160可以是用于接收从远程控制器发射的远程控制器信号的元件。远程控制器信号接收器160可以通过包括用于接收红外(infrared, IR)信号的光接收器来实施,或者可以以通过根据无线通信协议(诸如蓝牙或Wi-Fi)与远程控制器进行通信来接收远程控制器信号的形式来实施。

[0122] 输入单元170可以被实施为电子设备100的主体上提供的各种按钮。用户可以经由输入单元180输入各种用户命令,诸如打开/关闭命令、频道改变命令、音量调节命令、菜单确认命令等。

[0123] 图4是示出根据实施例的第一直方图的示意图。

[0124] 根据本公开的实施例的电子设备100可以通过将输入图像缩放到不同尺寸获得多个缩放图像10-1、……和10-N。在示例中,电子设备可以通过顺序缩小输入图像获得第一到第N缩放图像10-1、……和10-N。

[0125] 然后,电子设备100可以基于第一最大输出亮度获得关于多个缩放图像10-1、……

和10-N的相邻像素之间的灰度差的多个直方图。例如,电子设备100可以获得对应于第一到第N缩放图像10-1、……和10-N中的每一个的2D直方图。

[0126] 例如,电子设备100可以基于第一缩放因子 K_1 缩放输入图像,并获得第一缩放图像10-1。然后,电子设备100可以获得第一缩放图像10-1的2D直方图 $H_{1k}^{k_1}$ 。

[0127] 此外,电子设备100可以基于第二缩放因子 K_2 来缩放输入图像,并且获得第二缩放图像10-2。然后,电子设备100可以获得第二缩放图像10-2的2D直方图 $H_{1k}^{k_2}$ 。

[0128] $H_{1k}^{k_N}$ 设备100可以基于第N缩放因子 K_N 缩放输入图像,并且获得第N缩放图像10-N。然后,电子设备100可以获得第N缩放图像10-N的2D直方图 $H_{1k}^{k_N}$ 。

[0129] 根据本公开的实施例的电子设备100可以应用不同的权重 ω_1 、 ω_2 、……、 ω_N 到多个直方图 $H_{1k}^{k_1}$, $H_{1k}^{k_2}$, …… , $H_{1k}^{k_N}$ 并将对其应用权重的多个直方图

$(\omega_1 H_{1k}^{k_1}, \omega_2 H_{1k}^{k_2}, \dots, \omega_N H_{1k}^{k_N})$ 相加,以获得第一直方图 H_{1k} 。

[0130] 根据实施例的电子设备100可以基于以下数学表达式3获得第一直方图 H_{1k} 。

[0131] [数学表达式3]

[0132] $H_{1k} = \omega_1 H_{1k}^{k_1} + \omega_2 H_{1k}^{k_2} + \dots + \omega_N H_{1k}^{k_N}$

[0133] 在这里, ω_i 表示第i缩放图像的权重,并且 $H_{1k}^{k_i}$ 表示通过将第i缩放因子 K_i 应用于输入图像而获得的第i缩放图像10-i的2D直方图。

[0134] 这里的2D直方图表示图像中彼此相邻的两个像素之间灰度差的频率。在示例中,图像 $X = \{x(i, j) \mid 1 \leq i \leq H, 1 \leq j \leq W\}$ 的2D直方图可以由 $H_x = \{h_x(m, n) \mid 1 \leq m \leq K, 1 \leq n \leq K\}$ 表示。2D直方图上的第(m,n)元素 $h_x(m, n)$ 可以表示图像中的像素的灰度值为m并且与相应像素相邻的像素的灰度值为n的频率。

[0135] 电子设备100可以基于第一直方图和第三历史信息获得第一值。例如,电子设备100可以基于数学表达式1或2获得第一值 $H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS}$ 。在这里, H_{1k} 表示第一直方图信息而 R_{1k}^{HVS} 表示第三直方图信息。

[0136] 图5是示出根据实施例的关于灰度值和亮度值的映射信息的曲线图。

[0137] 根据本公开的实施例的电子设备100可以包括关于图像的灰度值和对应的亮度值的映射信息。当输出图像时,电子设备100可以基于映射信息识别对应于图像的每个像素的灰度值的亮度值。然后,电子设备100可以根据识别到的亮度值输出图像。电子设备100可以基于映射信息将灰度值转换成亮度值。

[0138] 参考图5,关于图像的灰度值和对应的亮度值的映射信息可以被称为电光传递函数(以下称为electro-optical transfer function, EOTF)。例如,电子设备100可以包括根据ST.2084标准的EOTF。然而,不限于此,并且电子设备100可以包括表示灰度值和对应于相应灰度值的亮度值的各种类型的查找表(lookup table, LUT)、函数、曲线图等。例如,电子

设备100还可以包括根据BT.1886标准的EOTF。此外,电子设备100可以通过更新等接收和存储根据新标准的EOTF。

[0139] 根据本公开的实施例的电子设备100可以基于映射信息获得对应于输入图像中包括的多个像素中的每个像素的灰度值的亮度值。在示例中,电子设备100可以获得0至1000nit的亮度值。

[0140] 此外,根据实施例的电子设备100可以基于映射信息识别从输入图像获得的基于500nit的图像的每个像素的灰度值和对应的亮度值。在示例中,电子设备100可以获得0至500nit的亮度值。

[0141] 同时,根据本公开的实施例的电子设备100可以通过将多个色调映射曲线应用于输入图像来获得多个图像。在这里,多个图像中的每一个可以是基于500nit的图像。然后,电子设备100可以基于映射信息获得多个图像中的每一个的亮度值。在示例中,电子设备100可以识别多个图像当中的第一图像的每个像素的灰度值和对应的亮度值。此外,电子设备100可以识别多个图像当中的第二图像的每个像素的灰度值和对应的亮度值。

[0142] 根据本公开的实施例的电子设备100可以基于输入图像的平均画面水平(下文中,APL)来识别最大输出亮度。在这里,APL可以是输入图像的平均灰度值。由于APL高,图像可能是相对亮的图像,而由于APL低,图像可能是相对暗的图像。在示例中,电子设备100可以根据输入图像的亮度来限制最大输出亮度,以便在最大功耗(或平均功耗)内输出输入图像。电子设备100可以根据输入图像的APL来限制最大输出亮度。在示例中,电子设备100可以根据输入图像的APL输出输入图像中的1023级灰度值作为100nit至500nit的亮度。

[0143] 为了在最大功耗(或平均功耗)内输出图像,相比于具有相对较低APL的图像的每个灰度值的亮度,电子设备100可以将具有高APL的图像的每个灰度值的亮度限制为低。

[0144] 图6和图7是示出根据实施例的人类视觉系统(HVS)识别信息的示意图。

[0145] 根据本公开的实施例的电子设备100可以存储根据基于最小可觉差(以下称为JND)概念的亮度值的人类视觉系统(以下称为HVS)识别信息。

[0146] 图6中所示曲线图的X轴指示亮度值,而Y轴指示人类视觉系统的识别响应(或识别刺激)的数字化值。该曲线图显示,人类视觉系统的识别响应在0nit至200nit的低亮度下迅速变化,而人类视觉系统的识别响应在200nit至1000nit的高亮度下逐渐变化。该曲线图显示人的视神经对相对较低的亮度敏感。

[0147] 参考图7A,电子设备100可以基于映射信息(例如,在图5中所示的曲线图)获得位于输入图像10的(x,y)处的像素的亮度值 $L(x,y)$ 。然后,电子设备100可以获得位于与相应像素相邻的(x+1,y)处的像素的亮度值 $L(x+1,y)$ 。电子设备100可以基于HVS识别信息(例如,图6中所示的曲线图)获得根据相邻像素之间的亮度差的HVS识别响应量 R_{1k}^{HVS} 。

[0148] 参考图7B,电子设备100可以基于映射信息获得位于基于500nit的图像的(x,y)处的像素的亮度值 $L'(x,y)$ 。然后,电子设备100可以获得位于与相应像素相邻的(x+1,y)处的像素的亮度值 $L'(x+1,y)$ 。电子设备100可以基于HVS识别信息(例如,图6中所示的曲线图)获得根据相邻像素之间的亮度差的HVS识别响应量 R_{500}^{HVS} 。

[0149] 同时,根据本公开的实施例的电子设备100可以通过将多个色调映射曲线应用于输入图像10来获得多个图像。在这里,多个图像中的每一个可以是基于500nit的图像。电子

设备100可以基于映射信息获得多个图像中的每一个的亮度值。此外,电子设备100可以获得多个图像中的每一个的HVS识别响应量 R_{500}^{HVS} 。

[0150] 图8和图9是示出根据实施例的相邻像素之间的亮度差的示意图。

[0151] 根据实施例,基于第一最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第一人类视觉系统(HVS)识别信息可以是以2D直方图的形式。

[0152] 参考图8,X轴指示像素的灰度值,而Y轴指示与相应像素相邻的像素的灰度值。当图像中的像素的灰度值为m并且与相应像素相邻的像素的灰度值为n时,2D直方图上的第(m,n)元素 $R_x^{HVS}(m,n)$ 可以表示根据相邻像素之间的亮度差的HVS识别响应量。例如,可以假设,基于映射信息对应于输入图像10的200的灰度值的亮度值是1.77,对应于输入图像10的800的灰度值的亮度值是798。 R_{1k}^{HVS} 电子设备100可以基于HVS识别信息(例如,图6中所示的曲线图)获得根据亮度值1.77和亮度值798之间的差的HVS识别响应量965 ($R_{1k}^{HVS}(200,800) = 965$)。

[0153] 图8所示的第一HVS识别信息是基于第一最大输出亮度(例如,1000nit)通过假设像素的灰度值是0至1023并且与相应像素相邻的像素的灰度值是0至1023,根据相邻像素之间的亮度差对HVS识别响应量进行建模而获得的2D直方图。

[0154] 在示例中,当像素的灰度值和与相应像素相邻的像素的灰度值相同时,亮度差可以是0,并且HVS识别响应量可以是0(例如, $R_{1k}^{HVS}(300,300) = 0$)。

[0155] 根据本公开的实施例的电子设备100可以基于第一HVS识别信息获得关于输入图像10的相邻像素之间的亮度差的第三直方图。

[0156] 图9中所示的第二HVS识别信息是基于第二最大输出亮度(例如,500nit)通过根据相邻像素之间的亮度差对HVS识别响应量进行建模而获得的2D直方图。

[0157] 参考图9,可以假设基于映射信息,对应于基于500nit的图像20的灰度值200的亮度值是1.48,并且对应于基于500nit的图像20的灰度值800的亮度值是481。电子设备100可以基于HVS识别信息(例如,图6中所示的曲线图)获得根据亮度值1.48和亮度值481之间的差的HVS识别响应量862 ($R_{500}^{HVS}(200,800) = 862$)。

[0158] 图9所示的第二HVS识别信息是基于第二最大输出亮度(例如,1000nit)通过假设像素的灰度值是0至1023并且与相应像素相邻的像素的灰度值是0至1023,根据相邻像素之间的亮度差对HVS识别响应量进行建模而获得的2D直方图。

[0159] 根据本公开的实施例的电子设备100可以基于第二HVS识别信息获得关于基于500nit的图像20的相邻像素之间的亮度差的第四直方图。

[0160] 图10是示出根据实施例的引导色调映射曲线的示意图。

[0161] 根据本公开的实施例的电子设备100可以通过将引导色调映射曲线应用于输入图像来获得引导图像,并且获得关于引导图像的相邻像素之间的灰度差的第五直方图。

[0162] 在示例中,引导色调映射曲线可以是用于输出具有0至500nit的亮度的输入图像的多条色调映射曲线中的任何一条。参考图10,根据本公开的实施例的引导色调映射曲线

可以是用于按照原样输出0至500nit的亮度并且在对应于输入图像的每个像素的灰度值的亮度值当中调节和输出500nit至1000nit的亮度到500nit的曲线。然而,不限于此。例如,引导色调映射曲线可以是用于将对应于0至1000nit的输入图像的灰度值的亮度值与0至500nit的亮度值线性映射的曲线。

[0163] 根据本公开的实施例的电子设备100可以获得关于通过将引导色调映射曲线应用于输入图像而获得的引导图像的相邻像素之间的灰度差的第五直方图。

[0164] 在示例中,电子设备100可以获得位于通过调整输入图像的灰度而获得的引导图像的(x,y)处的像素和位于相应像素附近的(x+1,y)处的像素之间的灰度差,并且基于灰度差获得第五直方图。具有根据引导色调映射曲线调整的灰度的输入图像可以以0到500nit的亮度输出。

[0165] 根据实施例的电子设备100可以基于以下数学表达式4获得关于对应于基于第二直方图和第五直方图之间的差的第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

[0166] [数学表达式4]

$$[0167] \quad \underset{H_{500}}{\text{minimize}} \quad \| W \odot (H_{500} - H_g) \|_F^2$$

[0168] 在这里, H_{500} 表示第二直方图, H_g 表示第五直方图,而W表示权重。

[0169] 根据本公开的实施例的电子设备100可以从多个色调映射曲线当中识别用于最小化第二直方图和第五直方图之间的差的色调映射曲线,并且通过将识别到的色调映射曲线应用于输入图像来获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。例如,电子设备100可以基于多个色调映射曲线当中的任意一个引导色调映射曲线获得第二直方图和第五直方图之间的差,并且基于不同于多个色调映射曲线当中的引导色调映射曲线的色调映射曲线获得第二直方图和第五直方图之间的差。电子设备100可以从这些当中识别对应于相对较小差的色调映射曲线。同时,数学表达式4可以是与保持输入图像的亮度相关的表达式。

[0170] 同时,根据本公开的实施例的电子设备100可以对第二直方图和第五直方图之间的差应用权重。这里的权重可以与输入图像的每个像素的灰度值成反比。

[0171] 根据HVS识别信息,与高亮度相比,人的视觉对低亮度相对更敏感。例如,根据作为低亮度的0到150nit的亮度变化的HVS识别响应量大于根据作为高亮度的500到1000nit的亮度变化的HVS识别响应量。根据本公开的实施例的电子设备100可以获得与输入图像的每个像素的灰度值成反比的权重,以便尽可能地保持输入图像的低灰度和低亮度。在示例中,电子设备100可以基于数学表达式5获得权重。

[0172] [数学表达式5]

$$[0173] \quad W(i, j) = 1023 - \max(i, j)$$

[0174] 在这里,i表示像素的灰度值,而j表示与相应像素相邻的像素的灰度值。

[0175] 图11是示出根据实施例的权重的示意图。

[0176] 如图11所示的权重直方图可以基于数学表达式5获得。权重的X轴是像素的灰度值,而Y轴是与相应像素相邻的像素的灰度值。

[0177] 与高亮度相比,人的视觉对低亮度相对更敏感。因此,如果像素的灰度值和位于与相应像素相邻的像素的灰度值都相对较低,则电子设备100可以应用高权重(例如,接近

1023的权重)。在另一示例中,如果像素的灰度值和位于与相应像素相邻的像素的灰度值都相对较高,则电子设备100可以应用低权重(例如,接近0的权重)。

[0178] 同时,在本公开的各种实施例中,假设输入图像具有根据HDR10标准的0至1000nit的亮度值,并且假设输入图像作为10位图像具有0至1023的灰度值。然而,这仅仅是一个实施例,并且不限于此。例如,输入图像可以具有0至500nit的亮度值,并且可以作为8位图像具有0至255的灰度值。在这种情况下,电子设备100还可以基于 $255 - \max(i, j)$ 获得权重W。

[0179] 根据本公开的实施例的电子设备100可以基于以下数学表达式6获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

[0180] [数学表达式6]

$$[0181] \quad \underset{H_{500}}{\text{minimize}} \quad \alpha \| H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS} - H_{500} \odot R_{500}^{HVS} \|_F^2 + (1-\alpha) \| W \odot (H_{500} - H_g) \|_F^2$$

[0182] 在这里, α ($0 \leq \alpha \leq 1$) 表示代表重要性的第一权重。例如,如果必须相对强调HVS识别响应而不是保持输入图像的亮度,则 α 可以接近1。在另一示例中,如果必须相对强调保持输入图像的亮度而不是HVS识别响应,则 α 可以接近0。

[0183] 图12是示出根据实施例的权重矩阵的示意图。

[0184] 根据本公开的实施例的电子设备100可以通过将权重矩阵应用于第二直方图来获得第六直方图。

[0185] 根据实施例,为了防止色调映射曲线根据输入图像的特征快速变化,电子设备可以基于数学表达式7获得第六直方图。

[0186] [数学表达式7]

$$[0187] \quad \underset{H_{500}}{\text{minimize}} \quad \| H_{500} D \|_F^2$$

[0188] 在这里, H_{500} 表示第二直方图,而D表示权重矩阵。

[0189] 参考图12,权重矩阵可以是用于在对角方向上对元素应用1的对角矩阵。在示例中,权重矩阵可以是用于在对角方向上对元素应用1,对位于与相应元素相邻的元素应用-1,并对剩余元素应用0的双对角矩阵。

[0190] 电子设备100可以将权重矩阵应用于第二直方图,以防止色调映射曲线的快速变化。同时,图12所示的权重矩阵仅仅是一个实施例,并且不限于此。例如,权重矩阵可以是三对角矩阵。根据制造商的目的、图像的特征等,可以将具有各种形式的矩阵设置为权重矩阵。

[0191] 图13是示出根据实施例的输入图像的亮度值的示意图。

[0192] 根据本公开的实施例的电子设备100可以基于以下数学表达式8获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

[0193] [数学表达式8]

$$[0194] \quad \underset{H_{500}}{\text{minimize}} \quad \alpha \| H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS} - H_{500} \odot R_{500}^{HVS} \|_F^2 + (1-\alpha) \| W \odot (H_{500} - H_g) \|_F^2 + \beta \| H_{500} D \|_F^2$$

[0195] 在这里, H_{1k} 代表第一直方图, H_{500} 代表第二直方图, R_{1k}^{HVS} 代表第三直方图, R_{500}^{HVS} 代表第四直方图, H_g 代表第五直方图, $H_{500} D$ 代表第六直方图, $H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS}$ 代表第一值,

$H_{500} \odot R_{500}^{HVS}$ 代表第二值, D 代表权重矩阵, α 代表第一权重, 而 β 代表第二权重。

[0196] 根据实施例, 电子设备 100 可以基于数学表达式 8 从多个第二直方图当中选择用于最小化第一值和第二值之间的差、第二直方图和第五直方图之间的差以及第六直方图之和的第二直方图。然后, 电子设备 100 可以识别对应于第二直方图的第四直方图。电子设备 100 可以从多个色调映射曲线当中识别对应于所选择的第二直方图的色调映射曲线, 并且通过将识别到的色调映射曲线应用于输入图像来调整输入图像的亮度。在这里, 具有调整的亮度的输入图像可以以 0 到 500nit 的亮度输出。具有调整的亮度的输入图像可以指基于 500nit 的图像。

[0197] 参考图 13A, 假设输入图像是由具有 1000nit 的最大可输出亮度的电子设备输出的, 并且参考图 13B, 假设输入图像是由具有 500nit 的最大可输出亮度的电子设备输出的。在相关技术中, 通过仅应用线性色调映射曲线或静态色调映射曲线, 将最大输出亮度从 1000nit 调整为 500nit。因此, 根据人类视觉系统 (HVS) 的差异感、差异、劣化程度和失真程度很高。根据本公开的实施例的电子设备 100 可以尽可能地保持动态范围宽度等, 并且在最小化根据人类视觉系统的劣化程度的同时输出具有 0 至 500nit 的亮度的输入图像。

[0198] 图 14 是示出根据实施例的用于控制电子设备的方法的流程图。

[0199] 同时, 根据本公开的实施例, 用于控制存储基于第一最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第一人类视觉系统 (HVS) 识别信息和基于第二最大输出亮度的根据相邻像素之间的亮度差的第二 HVS 识别信息的电子设备的方法可以首先包括基于第一最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第一直方图 (S1410)。

[0200] 可以基于第二最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的第二直方图 (S1420)。

[0201] 可以基于第一 HVS 识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第三直方图 (S1430)。

[0202] 可以基于第二 HVS 识别信息获得关于输入图像的相邻像素之间的亮度差的第四直方图 (S1440)。

[0203] 可以基于基于第一直方图和第三直方图信息获得的第一值和基于第二直方图和第四直方图获得的第二值之间的差, 来获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值 (S1450)。

[0204] 根据本公开的实施例的控制方法可以包括通过将根据第二最大输出亮度的引导色调映射曲线应用于输入图像来获得引导图像, 并且获得关于引导图像的相邻像素之间的灰度差的第五直方图, 并且获得关于输入图像的亮度值的步骤 S1450 可以包括基于第一值和第二值之间的差以及第二直方图和第五直方图之间的差获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值。

[0205] 获得关于输入图像的亮度值的步骤 S1450 可以包括通过将输入图像的每个像素的灰度值成反比的权重应用于第二直方图和第五直方图之间的差来获得关于输入图像的亮度值。

[0206] 获得第二直方图的步骤 S1420 可以包括基于第二最大输出亮度获得关于输入图像的相邻像素之间的灰度差的多个第二直方图, 并且获得关于输入图像的亮度值的步骤 S1450 可以包括基于多个第二直方图的每一个中包括的多个元素和对应的第四直方图中包

括的多个元素之间的乘积获得多个第二值,基于多个第二值的每一个和第一值选择多个第二直方图中的一个,并且基于对应于所选择的第二直方图的第四直方图获得关于输入图像的亮度值。

[0207] 获得第二直方图的步骤S1420可以包括通过将多个色调映射曲线应用于输入图像来获得多个图像,并且基于多个图像中包括的相邻像素之间的灰度差来获得多个第二直方图,并且获得关于输入图像的亮度值的步骤S1450可以包括从多个色调映射曲线当中选择对应于所选择的第二直方图的色调映射曲线,并且通过将所选择的色调映射曲线应用于输入图像来获得关于输入图像的亮度值。

[0208] 获得第三直方图的步骤S1430可以包括基于关于存储在电子设备中的图像的灰度值和对应的亮度值的映射信息获得对应于输入图像中包括的多个像素中的每个像素的灰度值的亮度值,并且基于第一HVS识别信息和所获得的亮度值获得第三直方图,并且获得第四直方图的步骤S1440可以包括基于映射信息获得对应于输入图像中包括的多个像素中的每个像素的灰度值的亮度值,并且基于第二HVS识别信息和所获得的亮度值获得第四直方图。

[0209] 获得第一直方图的步骤S1410可以包括通过将输入图像缩放到不同尺寸来获得多个缩放图像,基于第一最大输出亮度获得关于多个缩放图像的相邻像素之间的灰度差的多个直方图,以及将不同的权重应用于多个直方图,并且通过将其应用了权重的多个直方图相加来获得第一直方图。

[0210] 根据本公开的实施例的控制方法还可以包括通过将权重矩阵应用于第二直方图来获得第六直方图,并且获得关于输入图像的亮度值的步骤S1450可以包括基于第一值和第二值之间的差、第二直方图和第五直方图之间的差以及第六直方图来获得关于对应于第二最大输出亮度的输入图像的亮度值,并且权重矩阵可以是用于在对角线方向上对元素应用1的对角矩阵。

[0211] 获得关于输入图像的亮度值的步骤S1450可以包括基于以下数学表达式获得关于输入图像的亮度值。

[0212] 同时,根据本公开的各种实施例的方法可以以可安装在相关技术的电子设备上的应用的形式来实施。

$$[0213] \quad \underset{H_{500}}{\text{minimize}} \quad \alpha \| H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS} - H_{500} \odot R_{500}^{HVS} \|_F^2 + (1-\alpha) \| W \odot (H_{500} - H_g) \|_F^2 + \beta \| H_{500} D \|_F^2$$

[0214] 在这里, H_{1k} 代表第一直方图, H_{500} 代表第二直方图, R_{1k}^{HVS} 代表第三直方图, R_{500}^{HVS} 代表第四直方图, H_g 代表第五直方图, $H_{500}D$ 代表第六直方图, $H_{1k} \odot R_{1k}^{HVS}$ 代表第一值, $H_{500} \odot R_{500}^{HVS}$ 代表第二值, D 代表权重矩阵, α 代表第一权重,而 β 代表第二权重。

[0215] 此外,根据上述公开的各种实施例的方法可以简单地通过相关技术的电子设备中的软件升级或硬件升级来实施。

[0216] 此外,上述公开的实施例可以通过电子设备中提供的嵌入式服务器或电子设备的外部服务器来执行。

[0217] 上述实施例可以在计算机可读的记录介质或使用软件、硬件或其组合的类似设备中实施。在一些情况下,本说明书中描述的实施例可以被实施为处理器本身。根据软件方面

的实施,本说明书中描述的实施例(诸如过程和功能)可以实施为单独的软件模块。软件模块的每一个可以执行本说明书中描述的一个或多个功能和操作。

[0218] 用于执行根据上述公开的实施例的处理操作的计算机指令可以存储在非暂时性计算机可读介质中。当存储在这种非暂时性计算机可读介质中的计算机指令由处理器执行时,计算机指令可以使特定机器能够执行根据上述实施例的处理操作。

[0219] 非暂时性计算机可读介质不是短期存储数据的介质(诸如寄存器、高速缓存或存储器),而是可以指半永久存储数据并可由机器读取的介质。非暂时性计算机可读介质的特定示例可以包括CD、DVD、硬盘驱动器、蓝光光盘、USB、存储卡和IROM。

[0220] 虽然已经示出和描述了本公开的优选实施例,但是本公开不限于上述特定实施例,并且很明显,在不脱离如所附权利要求所要求的本公开的主旨的情况下,本公开所属技术领域的普通技术人员可以做出各种修改。此外,这种修改不应被解释为独立于本公开的技术思想或前景。

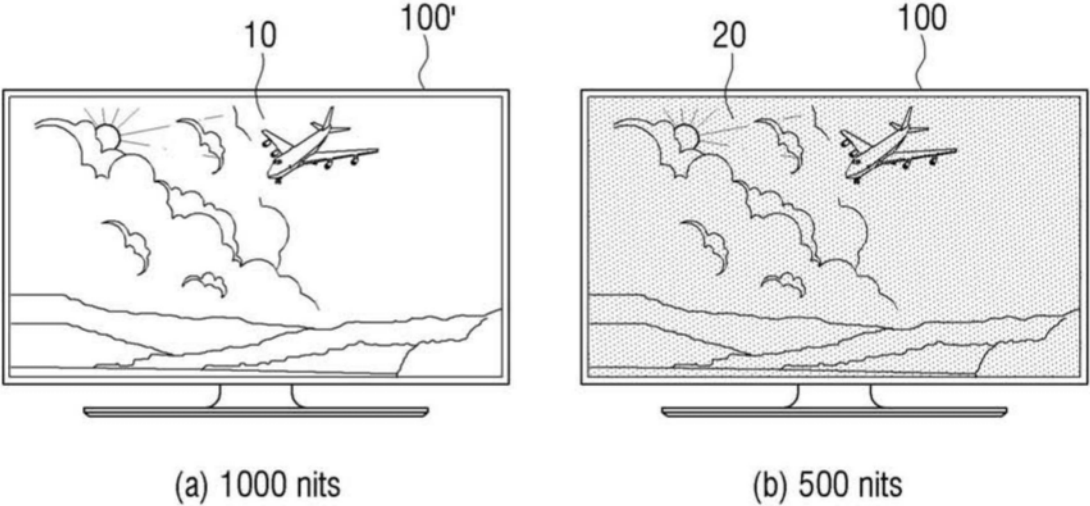


图1

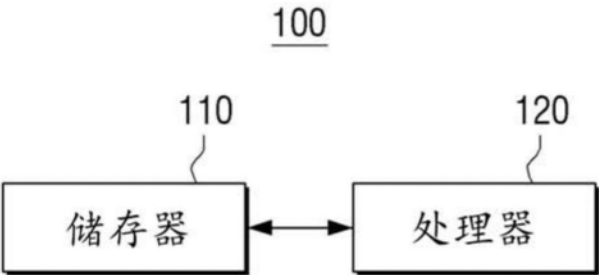


图2

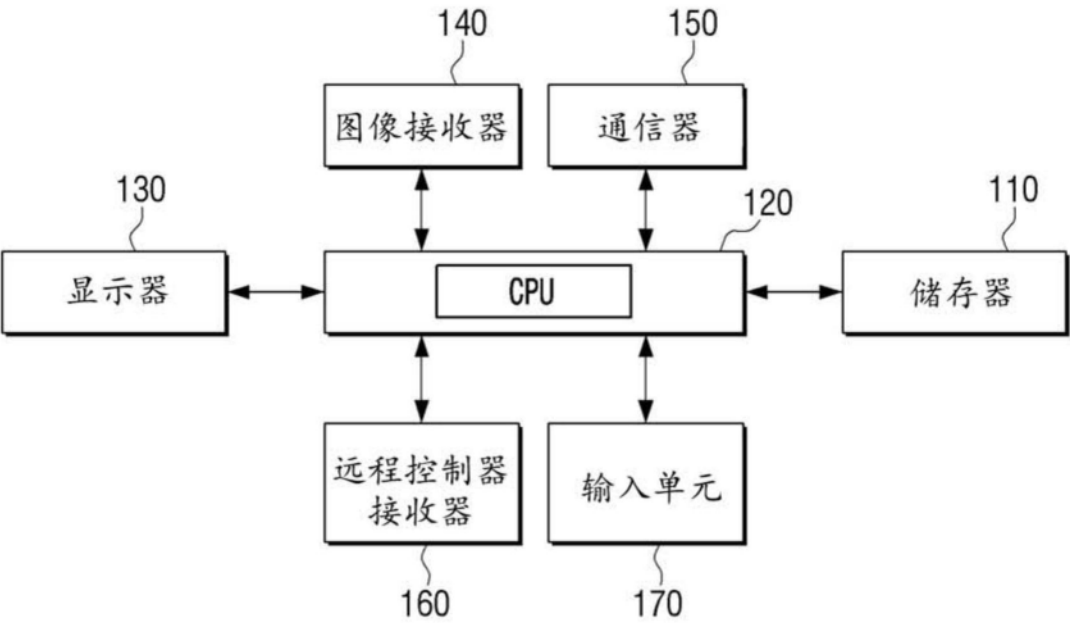


图3

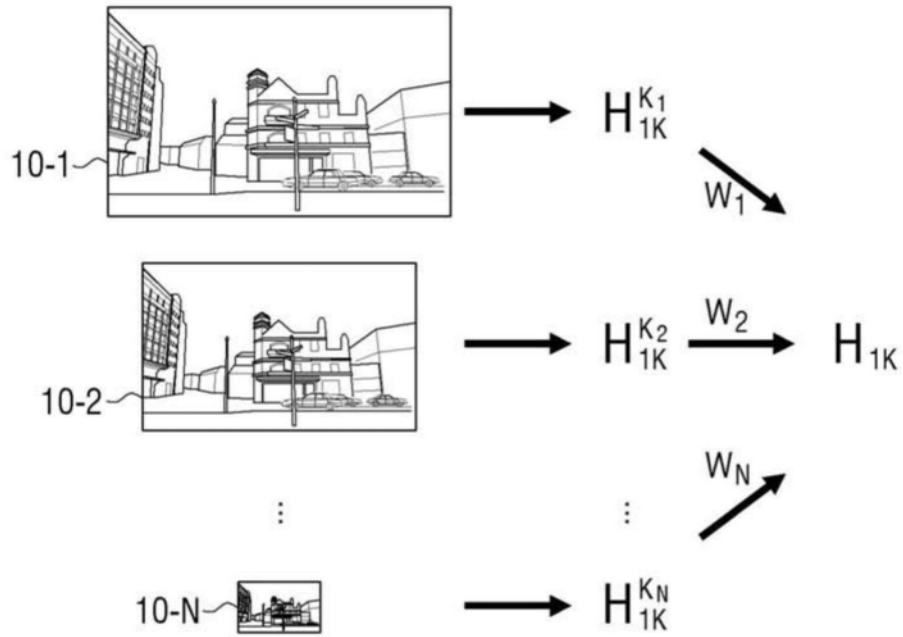


图4

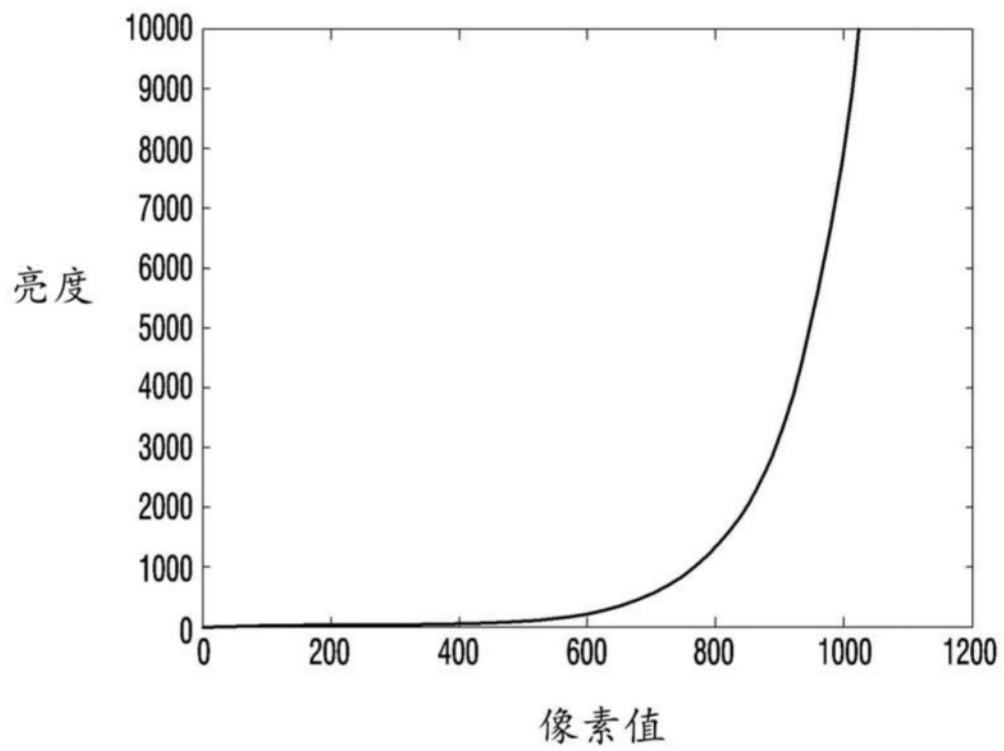


图5

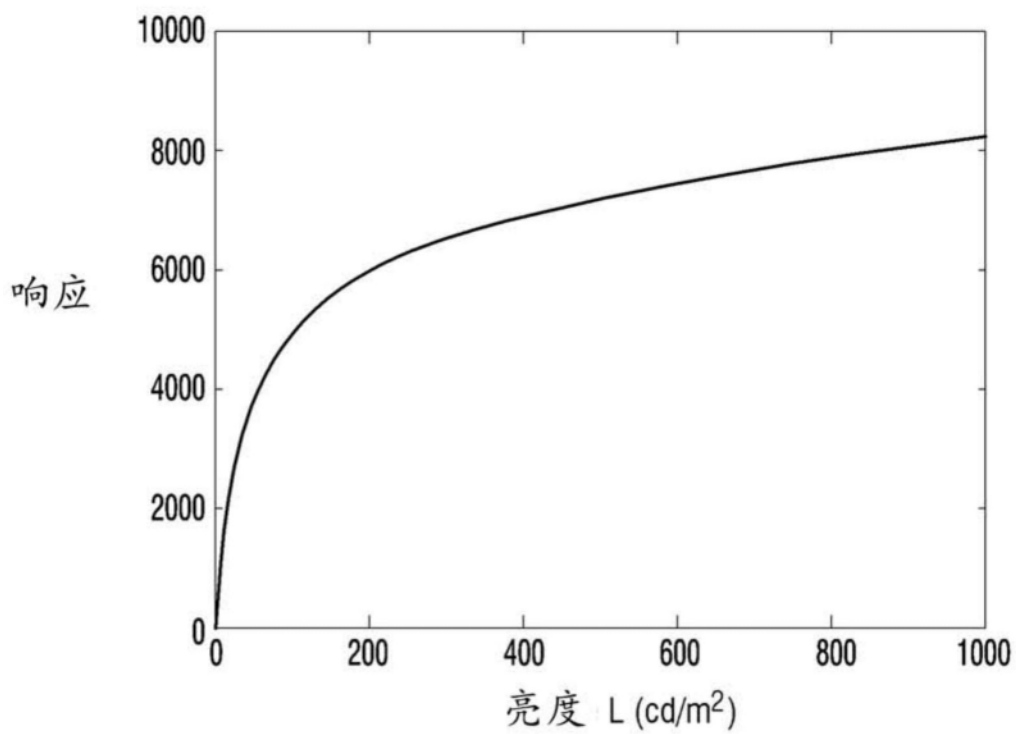


图6

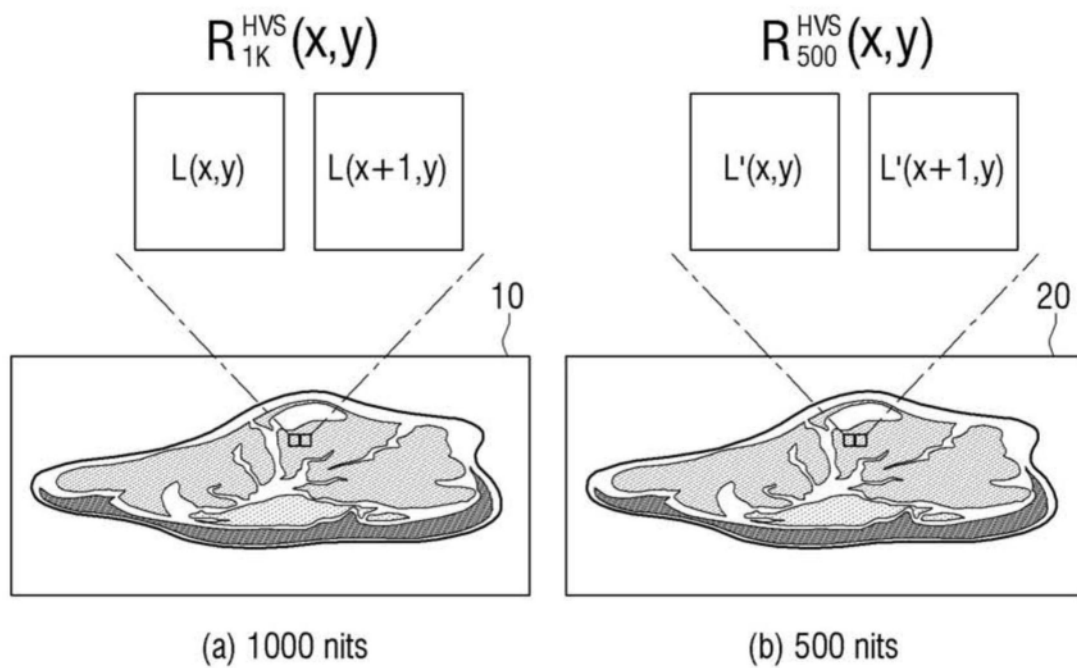


图7

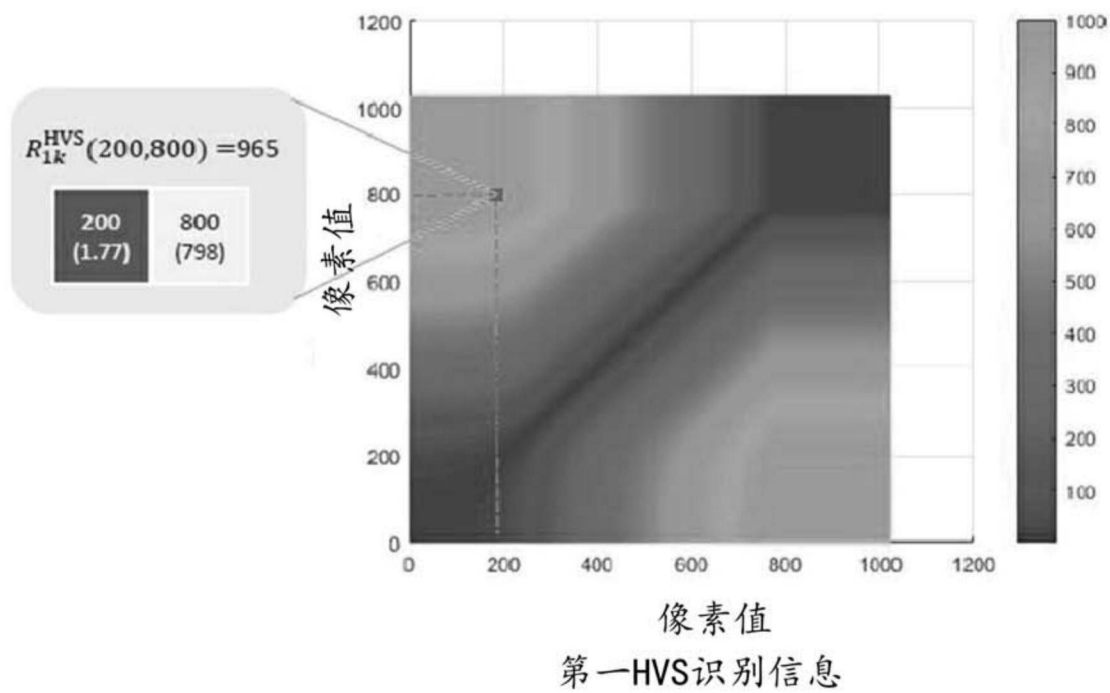


图8

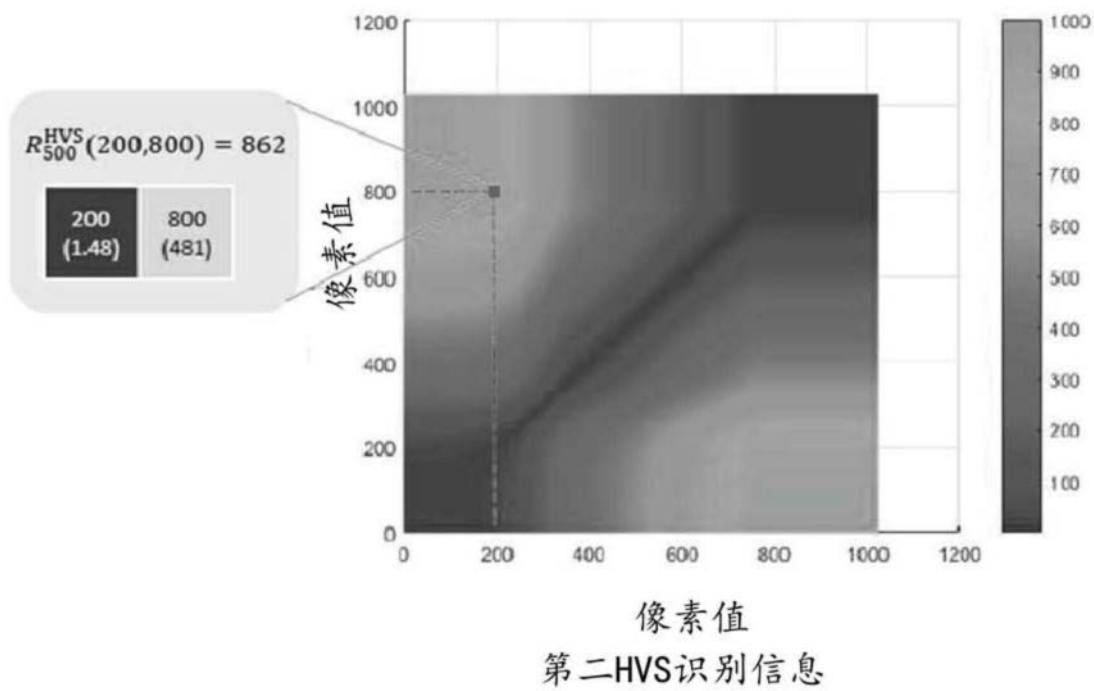


图9

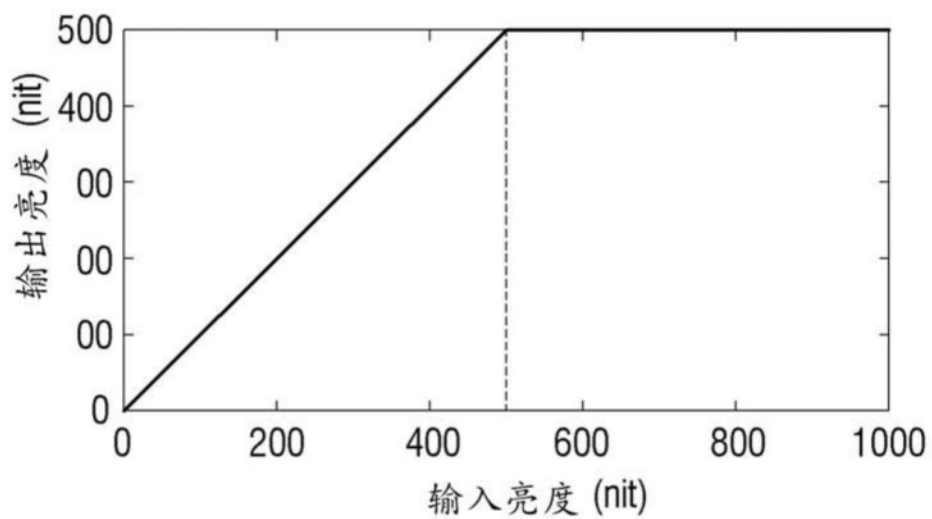


图10

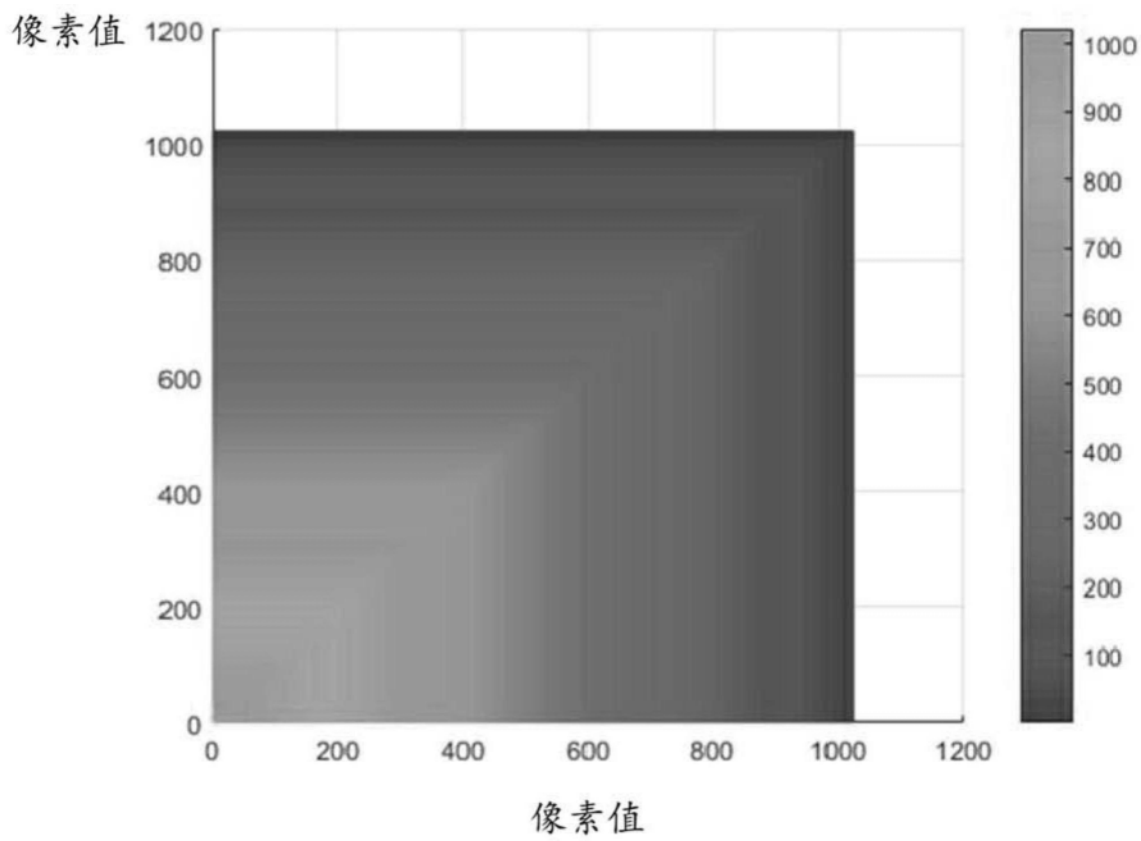


图11

$$D = \begin{bmatrix} 1 & -1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & -1 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

图12



图13

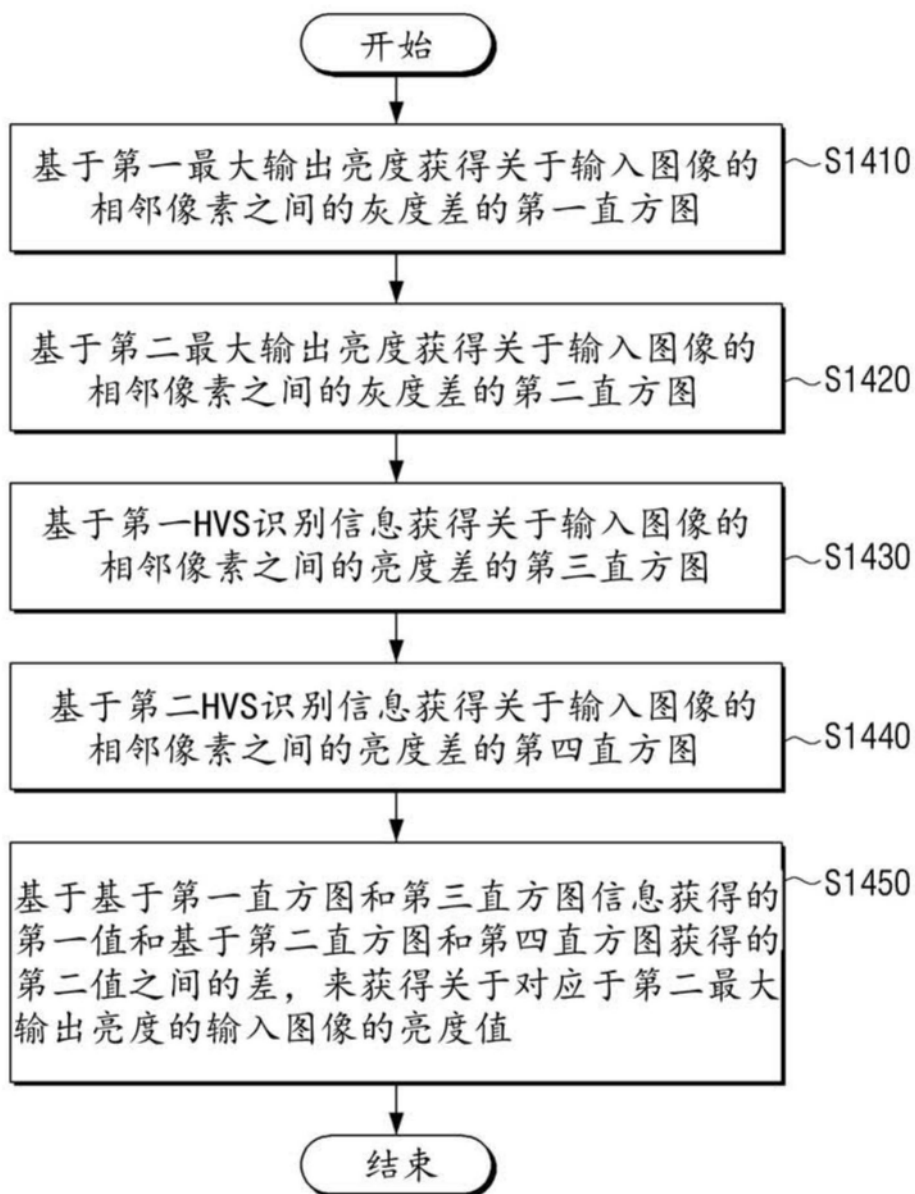


图14