



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105230003 B

(45)授权公告日 2019.07.16

(21)申请号 201480021958.7

(22)申请日 2014.04.14

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105230003 A

(43)申请公布日 2016.01.06

(30)优先权数据

61/812,232 2013.04.15 US

13/915,622 2013.06.11 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.10.15

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2014/033909 2014.04.14

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/172221 EN 2014.10.23

(73)专利权人 微软技术许可有限责任公司

地址 美国华盛顿州

(72)发明人 S·B·康 A·G·柯克

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公  
司 31100

代理人 蔡悦

(51)Int.Cl.

H04N 5/33(2006.01)

H04N 5/225(2006.01)

H04N 9/04(2006.01)

H04N 17/00(2006.01)

(56)对比文件

W0 2009046268 A1,2009.04.09,

CN 103308517 A,2013.09.18,

审查员 石晨阳

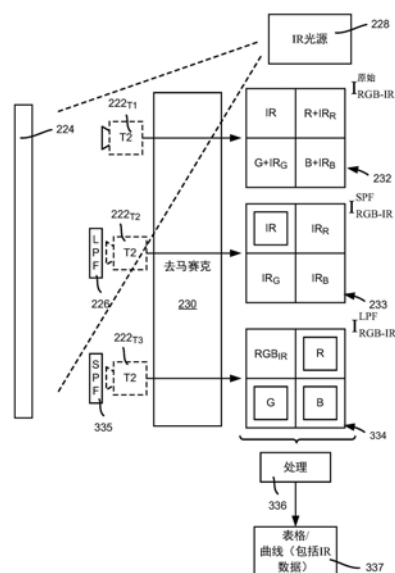
权利要求书3页 说明书8页 附图6页

### (54)发明名称

用于校准图像捕捉设备的颜色校正变换的方法和系统

### (57)摘要

本公开涉及针对在传感器感光元件的R、G、B部分中检测到的红外(IR)分量的颜色校正。校准过程基于诸如通过滤波技术和/或使用不同的IR光照条件之类来获得或估计每个感光元件中的IR分量来确定真实R、G、B。经由离线校准获得的表格或曲线集对图像的在线校正所需的校正数据建模。



1. 一种用于校准图像捕捉设备的颜色校正变换的方法,所述图像捕捉设备包括由包括红色、绿色、蓝色以及红外IR部分的感光元件组成的传感器,所述方法包括:

经由所述图像捕捉设备捕捉已知颜色数据在包含已知IR量的IR光照条件下的图像作为原始图像数据,

经由所述图像捕捉设备通过长通滤波器来捕捉所述已知颜色数据作为经长通滤波的图像数据,

对于所述传感器的感光元件的每个对应部分,从原始图像数据中减去所述感光元件的所述红色、绿色或蓝色部分中的一个或多个的经长通滤波的图像数据以获得所述感光元件的真实颜色数据值,

使用对应于所述真实颜色数据值的数据来产生一个或多个表格或曲线,所述一个或多个表格或曲线中的每一个表示所述已知IR量分别与所述感光元件的所述红色、绿色或蓝色部分中的一个或多个中的一个在所述IR量的IR光照条件下捕捉的颜色数据中包含的颜色数据偏差值之间的映射;

在不同IR光照条件下捕捉不同的原始图像数据和经长通滤波的图像数据的集合;

使用捕捉到的不同的原始图像数据和经长通滤波的图像数据的集合来产生对应于被用来捕捉所述不同的原始图像数据和经长通滤波的图像数据的集合的所述不同IR光照条件的一个或多个表格或曲线;

标识所述图像捕捉设备正捕捉的图像的IR光照条件;

访问一组对应于所标识的IR光照条件的一个或多个表格或曲线;以及

基于所述一组对应于所标识的IR光照条件的一个或多个表格或曲线来校准所述图像捕捉设备。

2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括访问所述一个或多个表格或曲线中的数据来对在线捕捉的图像进行颜色校正。

3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括对所述真实颜色数据值进行标准化以提供对应于所述真实颜色数据值的数据。

4. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括经由所述传感器通过短通滤波器来捕捉基准真值颜色数据作为经短通滤波的图像数据,对于所述传感器的感光元件的每个对应部分从所述原始图像数据中减去所述感光元件的红外部分的经短通滤波的图像数据以获得所述感光元件的真实红外数据。

5. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括捕捉不同IR光照条件下的原始图像数据和经长通滤波的图像数据的不同集,以及使用所述原始图像数据和经长通滤波的图像数据来产生一个或多个表格或曲线的不同集,每个集对应于一个不同的IR光照条件。

6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法进一步包括访问所述一个或多个表格或曲线中的数据来对在线捕捉的图像进行颜色校正,包括:

(i) 选择起始IR值作为当前IR值,(a) 使用红外值来获得预测的红色、绿色和蓝色值,(b) 使用预测的红色、绿色和蓝色值来更新当前红外值,(c) 返回到(a) 达一定数目次迭代,或者

(ii) 选择起始红色、绿色和蓝色作为当前红色、绿色和蓝色值,(a) 使用当前红色、绿色

和蓝色值来获得预测的IR值，(b) 使用预测的IR值来更新所述当前红色、绿色和蓝色值，以及(c) 返回到(a) 达一定数目次迭代，或者

(iii) (i) 和(ii) 的组合。

7. 一种用于校准图像捕捉设备的颜色校正变换的系统包括，

包括传感器的图像捕捉设备，所述传感器包括感光元件，每个感光元件具有红外、红色、绿色、和蓝色部分，以及

一个或多个处理器，所述处理器被编程以：

接收生成所述图像捕捉设备的颜色校正变换的请求，所述图像捕捉设备包括由包括红色、绿色、蓝色以及红外IR部分的感光元件组成的传感器；

基于该请求，经由所述图像捕捉设备捕捉已知颜色数据在包含已知IR量的IR光照条件下的图像作为原始图像数据，

经由所述图像捕捉设备通过长通滤波器来捕捉所述已知颜色数据作为经长通滤波的图像数据，

对于所述传感器的感光元件的每个对应部分，从原始图像数据中减去所述感光元件的所述红色、绿色或蓝色部分中的一个或多个的经长通滤波的图像数据以获得所述感光元件的真实颜色数据值，

使用对应于所述真实颜色数据值的数据来产生一个或多个表格或曲线，所述一个或多个表格或曲线中的每一个表示所述已知IR量分别与所述感光元件的所述红色、绿色或蓝色部分中的一个或多个中的一个在所述IR量的IR光照条件下捕捉的颜色数据中包含的颜色数据偏差值之间的映射；

在不同IR光照条件下捕捉不同的原始图像数据和经长通滤波的图像数据的集合；

使用捕捉到的不同的原始图像数据和经长通滤波的图像数据的集合来产生对应于被用来捕捉所述不同的原始图像数据和经长通滤波的图像数据的集合的所述不同IR光照条件的一个或多个表格或曲线；

标识所述图像捕捉设备正捕捉的图像的IR光照条件；

访问一组对应于所标识的IR光照条件的一个或多个表格或曲线；以及

基于所述一组对应于所标识的IR光照条件的一个或多个表格或曲线来校准所述图像捕捉设备。

8. 如权利要求7所述的系统，其特征在于，所述处理器还被配置成为对所述真实颜色数据值进行标准化。

9. 如权利要求7所述的系统，其特征在于，还包括被配置成针对所述感光元件中的至少一些的第一、第二和第三数据提供红外、红色、绿色和蓝色数据。

10. 一种存储有计算机可执行指令的计算机存储介质，所述计算机可执行指令在由计算机执行时致使所述计算机执行一种用于校准图像捕捉设备的颜色校正变换的方法，所述图像捕捉设备包括由包括红色、绿色、蓝色以及红外IR部分的感光元件组成的传感器，所述方法包括：

经由所述图像捕捉设备捕捉已知颜色数据作为原始图像数据，

经由所述图像捕捉设备通过长通滤波器来捕捉所述已知颜色数据在包含已知IR量的IR光照条件下的图像作为经长通滤波的图像数据，

对于所述传感器的感光元件的每个对应部分,从原始图像数据中减去所述感光元件的所述红色、绿色或蓝色部分中的一个或多个的经长通滤波的图像数据以获得所述感光元件的真实颜色数据值,

使用对应于所述真实颜色数据值的数据来产生一个或多个表格或曲线,所述一个或多个表格或曲线中的每一个表示所述已知IR量分别与所述感光元件的所述红色、绿色或蓝色部分中的一个或多个中的一个在所述IR量的IR光照条件下捕捉的颜色数据中包含的颜色数据偏差值之间的映射;

在不同IR光照条件下捕捉不同的原始图像数据和经长通滤波的图像数据的集合;

使用捕捉到的不同的原始图像数据和经长通滤波的图像数据的集合来产生对应于被用来捕捉所述不同的原始图像数据和经长通滤波的图像数据的集合的所述不同IR光照条件的一个或多个表格或曲线;

标识所述图像捕捉设备正捕捉的图像的IR光照条件;

访问一组对应于所标识的IR光照条件的一个或多个表格或曲线;以及

基于所述一组对应于所标识的IR光照条件的一个或多个表格或曲线来校准所述图像捕捉设备。

## 用于校准图像捕捉设备的颜色校正变换的方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于校准图像捕捉设备的颜色校正变换的技术。

### 背景技术

[0002] 一些当前的成像设备包含多分量传感器,该多分量传感器包括颜色(R、G、B)和红外感光元件(其中,R、G、B有时在此处被分别称为红、绿和蓝,并且用IR表示红外)。取决于传感器所用于的环境,感光元件的R、G和B部分(此后被称为 $R_0$ 、 $G_0$ 、 $B_0$ ,其中下标0表示最初所捕捉的分量状态)通常包含大量的IR分量,诸如在环境光包含IR时,或者当IR被投射到场景中供深度传感或其它目的时。

[0003] 在所捕捉的 $R_0$ 、 $G_0$ 、 $B_0$ 数据包含IR信息时,数据不提供真实的颜色信息。例如,如果数据被直接用于去马赛克(以逐像素地生成RGB),则所得到的颜色看上去褪色。

### 发明内容

[0004] 提供本概述以便以简化形式介绍将在以下的详细描述中进一步描述的一些代表性概念的选集。本概述不旨在标识出所要求保护的主题的关键特征或必要特征,也不旨在以限制所要求保护的主题的范围的任何方式来使用。

[0005] 简单来说,此处所描述的主题的各个方面中的一个或多个方面涉及对校正在感光元件的红色、绿色、或蓝色部分中的至少一个中的红外光的颜色校正(提取)矩阵进行校准。经由包括感光元件的传感器来捕捉基准真值颜色数据作为原始图像数据。还经由所述传感器通过长通滤波器来捕捉所述基准真值颜色数据作为经长通滤波的图像数据。对于所述传感器的感光元件的每个对应部分,从原始图像数据中减去所述感光元件的所述红色、绿色或蓝色部分中的至少一个的经长通滤波的图像数据以获得所述感光元件的真实颜色数据值。使用对应于所述真实颜色数据值的数据来产生可在在线使用期间访问以对图像进行颜色校正的一个或多个表格或曲线。

[0006] 在一个或多个方面,传感器包括具有红外、红色、绿色、和蓝色部分的感光元件,所述传感器被配置成在不使用滤波器的情况下捕捉基准真值数据的第一图像,使用长通滤波器来捕捉所述基准真值数据的第二图像,以及使用短通滤波器来捕捉所述基准真值数据的第三图像。处理组件基于所述第一和第二图像来获得真实红色、绿色和蓝色数据,并且基于所述第一和第三图像来获得真实红外数据。处理组件将对应于所述真实红色、绿色、和蓝色数据和真实红外数据的数据输出到一个或多个表格或曲线中。

[0007] 一个或多个方面涉及(a)选择当前红外值;(b)访问表格或曲线数据以基于当前红外值来确定预测的红色、绿色和蓝色值;(c)访问表格或曲线数据以基于预测的红色、绿色和蓝色值来确定预测的红外值;(d)将当前红外值设置为预测的红外值;(e)返回到步骤(b)直到满足停止标准;以及(f)基于当前红外值和最后的预测的红色、绿色和蓝色值来输出红外值以及红色、绿色和蓝色值。

[0008] 结合附图阅读以下详细描述,本发明的其他优点会变得显而易见。

## 附图说明

[0009] 作为示例而非限制,在附图中示出了本发明,附图中相同的附图标记指示相同或相似的元素,附图中:

[0010] 图1A和1B是表示根据一个或多个示例实现的被配置成对红色、绿色和蓝色感光元件的遭受的红外污染进行颜色校正的示例相机的框图。

[0011] 图2是根据一个或多个示例实现的基于经由长通滤波对不滤波来捕捉图像的示例颜色校正校准过程的表示。

[0012] 图3是根据一个或多个示例实现的基于经由长通滤波对不滤波以及短通滤波对不滤波来捕捉图像的示例颜色校正校准过程的表示。

[0013] 图4是根据一个或多个示例实现的表示作为离线颜色校正校准的一部分可被采用的示例步骤的流程图。

[0014] 图5是根据一个或多个示例实现的表示作为在线图像处理期间的颜色校正的一部分可被采用的示例步骤的流程图。

[0015] 图6是表示其中可实现此处所描述的各个实施例的一个或多个方面的游戏系统形式的示例性非限制计算系统或操作环境的框图。

## 具体实施方式

[0016] 此处所描述的技术的各个方面一般涉及从传感器数据中提取真实RGB。在一个方面,这是通过校准过程来促成的,例如,使用基准真实颜色(例如比色图表)来确定特定相机等如何在存在IP照射的情况下捕捉R、G、B和IR值。应当注意,如此处所使用的,“真实”是一个非精准的、相对的概念,因此校准是基于被决定为基准真值的无论什么来执行的,该基准真值受变化的光照条件等的影响。此外,以下所描述的曲线、表格、映射和/或其它结构等可使用近似、内插等,藉此“真实”通常意味着大致地实现或接近于基准真值(例如尽可能地)。在实践中,通过输出经过对IR进行补偿之后的真实颜色,图像外观已获得了显著改善。

[0017] 应当理解,本文中的任何示例均是非限制的。例如,尽管此处的各示例涉及使用IR分量数据来不仅的“真实”RGB,但也可使用RGB分量数据来逼近“真实”IR。因此,本发明不限制于在此描述的任何具体的实施例、方面、概念、结构、功能或示例。相反,此处所描述的任何实施例、方面、概念、结构、功能或示例都是非限制性的,并且本发明一般能够以在图像处理方面提供好处和优点的各种方式来使用。

[0018] 图1A显示了一个示例系统,其中RGB和IR相机102将图像处理成真实颜色(以及可选的真实IR)。一般来说,存储器105中的源(例如原始)图像104如此处所描述的经由处理器106和真实颜色提取算法108(以下将描述)处理成真实颜色(以及可选的真实IR)图像110。如以下所描述的,真实颜色提取算法108使用在更早的校准过程期间计算的表格/曲线112(和/或其它数据)。需要注意,并非在相机中执行处理,相机可被耦合到外部计算设备来执行处理,例如将原始图像馈送到计算设备以进行IR校正使得此后根据需要可使用真实颜色/IR图像。

[0019] 图1B类似于图1A,除了表格/曲线120(和/或其它数据)和算法122的实例作为数据和指令被分别编码到逻辑124中,而不是存储器或其它计算机可读存储和可执行处理器指令。逻辑124执行指令以将原始(源)图像126转换成真实颜色/IR图像128。需要注意,其它图

像处理技术可在运行真实颜色提取算法或逻辑之前或之后执行,因而源图像可以是如原始捕捉的或者由另一规程以某种方式修改的。为了简洁,源图像有时被称为“原始”图像,就像其“原先”捕捉的一样,无论是否存在任何其它图像处理。

[0020] 图2显示了示例校准过程,该过程可例如是制造过程的一部分,或者可稍后在具有用于实现算法/逻辑的适当的硬件、固件和/或软件能力的任何相机上执行。在图2中,相同的相机222被用于拍摄(至少一个)基准真值颜色数据图像,诸如固定的比色图表224。为了解说的目的,在图2中,相机222(的虚线实例)被显示为处于代表两个不同时间的两个不同“位置”222<sub>T1</sub>和222<sub>T2</sub>,但在现实中,相机222是不移动的,并且一般在比色图表224前面的中心位置。区别并不在物理的相机位置,而是在时间T2,低通滤波器226被放置在相机前以阻挡可见光,这与在时间T1时不同。

[0021] 比色图表可以是例如任何已知的不同色块集或诸如此类,但是在一个实现中,比色图表是六列乘四列的网格的二十四种不同颜色(包括黑白灰变化)。网格中的每种颜色对应于固定的已知R、G和B值。

[0022] IR光源228可被用于将恒定水平的IR投射到比色图表224上,该投射通常是处于受控的光照条件下。如以下所描述的,IR光源可以是变化的,使得针对不同类型的校准可发射不同的IR量,或者可使用不同的IR光源。值得注意的是,IR光源可在适当的距离处正对(例如,轻微地偏上或偏下)相机,使得比色图表被相对均匀地照射。尽管如此,在一个实现中,IR的量被逐个像素程度地确定并被减去,藉此IR值跨比色图表的合理变化并不显著。

[0023] 在现实中,红外(或者近红外NIR,此处与IR是同义的)污染了相机传感器所检测到的R、G和B值,藉此需要附加处理来得到每个像素处的(大致)真实的RGB-IR值。输出可使用“去马赛克”过程来生成,如图2中的框230所示。

[0024] 如可看到的,感光元件232和233分别包含没有滤波器的情况下和采用阻挡可见光的长通滤波器的情况下捕捉的值。因此,未滤波的(原始的)感光元件232包括被污染了一定量的IR的IR和R、G和B值,示为R+IR<sub>R</sub>、G+IR<sub>G</sub>、B+IR<sub>B</sub>。经长通滤波的感光元件233包含IR、IR<sub>R</sub>、IR<sub>G</sub>、IR<sub>B</sub>值。

[0025] 在处理组件236中,从原始的R、G和B部分中的每一个中减去经滤波的IR移除了IR污染所造成的差(Δ):

$$[0026] \quad I_{RGB-IR}^{\Delta} = I_{RGB-IR}^{raw} - I_{RGB-IR}^{LPF}$$

[0027] 以上等式的第一部分对应于R<sup>Δ</sup>,G<sup>Δ</sup>,B<sup>Δ</sup>,这可通过例如辐射校准来线性化,辐射校准是图像处理中的一种已知技术,用来补偿传感器对于光的非线性响应。非线性性可以许多已知方式中的任何一种来建模,例如经由在不同光照条件下捕捉的各种图像来凭经验确定。

[0028] 一旦被线性化,仿射矩阵变换可被离线计算以执行真实RGB校正,随后可在实际使用中被“在线”使用。以下描述了该变换,该变换被建模为查找表/曲线(例如,对应于图2的框237-239);(假设一定程度的相信IR泄漏;由于相机具有IR传感器,因此来自该传感器的信息也可被使用):

$$[0029] \quad A_{3 \times 4} \begin{pmatrix} R_0 \\ G_0 \\ B_0 \\ IR_0 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} R_0 \\ G_0 \\ B_0 \\ IR_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

[0030] 在其中不考虑IR泄漏的替代实施例中,IR分量可被忽略,藉此可使用 $3 \times 3$ 矩阵。

[0031] 在另一替代实施例中,(图3的框图中所示),该替代实施例适用于IR感光元件包含大量可见光信息时,校准技术可被修改以使用附加的图像集,其中除了用长通滤波器(LPF)来阻挡这一可见光,还使用短通滤波器336(SPF)来阻挡IR。这一采用附加的SPF步骤的校准规程还被例示在图4的示例步骤中;(该流程图通过移除步骤406和410来适用于非SPF规程,步骤406和410在流程图中被标识为“可选”)。

[0032] 图3的这一校准配置也具有相同的相机,该相机被使用在三个不同时间处,即用来捕捉原始的、经长通滤波的以及经短通滤波的图像;(然而,图3中没有像图2中那样示出“实线”相机以使图3保持简单)。捕捉经由步骤402、404和406来显示。

[0033] 感光元件233中的带框的“IR”(当长通滤波器被使用时)以及感光元件334中带框的“R”、“G”以及“B”(当短通滤波器被使用时)表示待恢复的真实信号。像之前一样,可使用减法(图3的框336中的)来从R、G和B中移除IR分量(步骤408),以及(在这一替代实施例中的)来移除R、G和B分量的减法。线性化(也表示在框336中)随后在步骤412中执行。

[0034] 一旦信号被线性化,“真实”RGB可被用于预测 $RGB_{IR}$ 。在步骤414,映射C可被用于将RGB映射成 $RGB_{IR}$ (三维映射成一维)。像之前一样,“真实”IR可被用于预测 $IR_R$ 、 $IR_G$ 、 $IR_B$ (三个一对一映射:“真实”IR映射成 $IR_R$ ,“真实”IR映射成 $IR_G$ ,“真实”IR映射成 $IR_B$ )。每个映射可以是查找表或经拟合的参数曲线(被称为表/曲线 $Q_R$ 、 $Q_G$ 、 $Q_B$ ),如图3中框337所示。 $3 \times 4$ (或 $3 \times 3$ )变换不再被显示。

[0035] 在校准之后,表格/曲线是已知的,并且可如在图1A和1B中被存储在相机中。在进行中的操作期间,滤波不可用,使得对于原始图像的任何感光元件:

[0036]  $IR_0 = IR + RGB_{IR}$ ,

[0037]  $R_0 = R + IR_R$ ,

[0038]  $G_0 = G + IR_G$ ,

[0039]  $B_0 = B + IR_B$ 。

[0040] 为了得到真实R、G、B、IR,可使用以下的规程(也被显示在图5的流程图中的示例步骤中):

[0041] 步骤502:初始化 $IR = a * IR_0$ ,其中a是0.5和1.0之间的指定值。

[0042] 步骤504:使用 $IR$ 、 $Q_R$ 、 $Q_G$ 和 $Q_B$ 来预测 $IR_R$ 、 $IR_G$ 、 $IR_B$ 。

[0043] 步骤506:根据 $IR_R$ 、 $IR_G$ 、 $IR_B$ 计算R、G、B:

[0044]  $R = R_0 - IR_R$ ,  $G = G_0 - IR_G$ ,  $B = B_0 - IR_B$ 。

[0045] 步骤508:使用R、G、B和映射C来预测 $RGB_{IR}$ 。

[0046] 步骤510:更新 $IR = IR_0 - RGB_{IR}$ 。

[0047] 步骤512从步骤504开始重复该过程,直到收敛(例如,更新的IR值在一定次数个迭代上不变化),或者重复达固定次数个步骤。步骤514输出经计算的真正值。如可见到的,这



一过程通过以下来迭代地打磨真实值：预测IR分量来预测更接近的真实R、G、B，并且使用那些预测的R、G、B值来寻找更接近的IR值，该更接近的IR值被用于寻找更接近的R、G、B值，以此类推，直到达到某种收敛或者达到某个迭代限制。该过程可对于每一个感光元件重复。该过程可以其它顺序来完成，即通过从RGB值开始并预测IR，随后用预测的IR来更新RGB，依此类推。

[0048] 需要注意的是，这仅仅是一个示例，也可使用其它优化来从原始数据 ( $R_0, G_0, B_0, IR_0$ ) 中提取 ( $R, G, B, IR$ )。

[0049] 在另一替代实施例中，IR照明可经由可变或多个IR光源来改变；滤波器可被使用或者可不被使用。校准因此捕捉不同IR光照条件下的比色图表。不同IR光照条件允许将真实颜色与IR分量有效地分开。

[0050] 线性化可经由使用包括多次曝光的标准技术生成的查找表来进行，而矩阵变换  $M_{3 \times 4}$  通过包括比色图表的校准过程来提取。由于当不使用滤波器时不存在任何针对NIR的基准真值，因此数据可按原样被使用并且被直接内插。

[0051] 将输入  $R_0, G_0, B_0$  和  $IR_0$  映射到RGB的等式与上文相同，即：

$$[0052] \quad A_{3 \times 4} \begin{pmatrix} R_0 \\ G_0 \\ B_0 \\ IR_0 \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} \end{bmatrix} \begin{pmatrix} R_0 \\ G_0 \\ B_0 \\ IR_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix}$$

[0053] 比色图表中的每个块具有一种唯一的已知颜色。为了处理多个图像捕捉，令  $N=P \times Q$ ，其中P是图表中块的个数，而Q是各自处于不同IR照明条件下的图像捕捉的个数。为了提取RGB，对以下超定线性方程组求解：

$$[0054] \quad \begin{pmatrix} R_0^{(1)} & G_0^{(1)} & B_0^{(1)} & IR_0^{(1)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ R_0^{(N)} & G_0^{(N)} & B_0^{(N)} & IR_0^{(N)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{12} \\ a_{13} \\ a_{14} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R^{(1)} \\ \vdots \\ R^{(N)} \end{pmatrix}$$

$$[0055] \quad \begin{pmatrix} R_0^{(1)} & G_0^{(1)} & B_0^{(1)} & IR_0^{(1)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ R_0^{(N)} & G_0^{(N)} & B_0^{(N)} & IR_0^{(N)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{21} \\ a_{22} \\ a_{23} \\ a_{24} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} G^{(1)} \\ \vdots \\ G^{(N)} \end{pmatrix}$$

$$[0056] \quad \begin{pmatrix} R_0^{(1)} & G_0^{(1)} & B_0^{(1)} & IR_0^{(1)} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ R_0^{(N)} & G_0^{(N)} & B_0^{(N)} & IR_0^{(N)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a_{31} \\ a_{32} \\ a_{33} \\ a_{34} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} B^{(1)} \\ \vdots \\ B^{(N)} \end{pmatrix}$$

[0057] 以上的技术基于宽光谱分布，但现实可能不是这样。因此，在任何替代实施例中，校准可在不同光照条件下执行，其中为每一个光照条件计算了不同的仿射矩阵。例如，一种光照条件可以是普通的室内照明，另一种可以是具有一定IR照明的暗房间等等。还可能期望(或需要)对于相同的光照条件有多个仿射变换，基于存在的IR的量来拆分。

[0058] 在在线操作期间校准之后,宽光谱分布(或用户输入)可被用来估计当前光照条件,并且估计的光照条件被用于选择要应用的匹配校准参数。一种选项是基于当前光照条件和预定义光照条件之间的相似性度量来计算加权方案,并且对像素值进行加权平均作为输出。

#### [0059] 示例性操作环境

[0060] 图6示出了其中可实现例如图1A—5中的任何一个的示例和实现(尤其是图2—4中所描述的校准)的合适的计算和联网环境600的示例。计算系统环境600只是合适的计算环境的一个示例,而非意在暗示对本发明的使用或功能性范围有任何限制。也不应该将计算环境600解释为对示例操作环境600中示出的任一组件或其组合有任何依赖性要求。

[0061] 本发明可用众多其他通用或专用计算系统环境或配置来操作。适用于本发明的公知计算系统、环境、和/或配置的示例包括但不限于:个人计算机、服务器计算机、手持式或膝上型设备、平板设备、多处理器系统、基于微处理器的系统、机顶盒、可编程消费电子产品、网络PC、微型计算机、大型计算机、包括任何以上系统或设备的分布式计算环境等等。

[0062] 本发明可在诸如程序模块等由计算机执行的计算机可执行指令的通用上下文中描述。一般而言,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等。本发明也可被实践在分布式计算环境中,分布式计算环境中任务是由通过通信网络链接的远程处理设备执行的。在分布式计算环境中,程序模块可以位于包括存储器存储设备在内的本地和/或远程计算机存储介质中。

[0063] 参考图6,用于实现本发明的各方面的示例系统可包括计算机610形式的通用计算设备。计算机610的组件可以包括但不限于:处理单元620、系统存储器630和将包括系统存储器在内的各种系统组件耦合至处理单元620的系统总线621。系统总线621可以是若干类型的总线结构中的任一种,包括存储器总线或存储器控制器、外围总线和使用各种总线体系结构中的任一种的局部总线。作为示例而非限制,这样的体系结构包括工业标准体系结构(ISA)总线、微通道体系结构(MCA)总线、增强型ISA(EISA)总线、视频电子技术标准协会(VESA)局部总线和外围部件互连(PCI)总线(也称为夹层(Mezzanine)总线)。

[0064] 计算机610通常包括各种计算机可读介质。计算机可读介质可以是能由计算机610访问的任何可用介质,并包含易失性和非易失性介质以及可移动和不可移动介质两者。作为示例而非限制,计算机可读介质可包括计算机存储介质和通信介质。计算机存储介质包括以存储诸如计算机可读的指令、数据结构、程序模块或其他数据之类的信息的任何方法或技术实现的易失性和非易失性、可移动和不可移动介质。计算机存储介质包括但不限于,RAM、ROM、EPROM、EEPROM、闪存或其它固态存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘(“DVD”)或其它光学存储、磁带盒、磁带、磁盘存储或其它磁性存储设备、或能用于存储所需信息且可以由计算设备610访问的任何其它介质。通信介质通常以诸如载波或其他传输机制之类的已调制数据信号来体现计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据,并且包括任何信息传送介质。术语“已调制数据信号”是指使得以在信号中编码信息的方式来设置或改变其一个或多个特性的信号。作为示例而非限制,通信介质包括诸如有线网络或直接线连接之类的有线介质,以及诸如声学、RF、红外及其他无线介质之类的无线介质。上面各项中的任何项的组合也包括在计算机可读介质的范围内。

[0065] 系统存储器630包括易失性和/或非易失性存储器形式的计算机存储介质,如只读

存储器 (ROM) 631 和随机存取存储器 (RAM) 632。包含诸如在启动期间帮助在计算机 610 内的元件之间传输信息的基本例程的基本输入/输出系统 633 (BIOS) 通常存储在 ROM 631 中。RAM 632 通常包含处理单元 620 可立即访问和/或当前正在操作的数据和/或程序模块。作为示例而非限制,图 6 示出了操作系统 634、应用程序 635、其他程序模块 636 和程序数据 637。

[0066] 计算机 610 也可以包括其他可移动/不可移动、易失性/非易失性计算机存储介质。仅作为示例,图 6 示出了从不可移动、非易失性磁介质中读取或向其写入的硬盘驱动器 641,从可移动、非易失性磁盘 652 中读取或向其写入的磁盘驱动器 651,以及从诸如 CDRom 或其他光学介质等可移动、非易失性光盘 656 中读取或向其写入的光盘驱动器 655。可以在该示例操作环境中使用的其它可移动/不可移动、易失性/非易失性计算机存储介质包括但不限于,磁带盒、固态设备存储卡、数字多功能盘、数字录像带、固态 RAM、固态 ROM 等等。硬盘驱动器 641 通常通过诸如接口 640 之类的不可移动存储器接口连接到系统总线 621,并且磁盘驱动器 651 和光盘驱动器 655 通常通过诸如接口 650 之类的可移动存储器接口连接到系统总线 621。

[0067] 以上描述并在图 6 中示出的驱动器及其相关联的计算机存储介质为计算机 610 提供了对计算机可读指令、数据结构、程序模块和其他数据的存储。例如,在图 6 中,硬盘驱动器 641 被示为存储操作系统 644、应用程序 645、其他程序模块 646 和程序数据 647。注意,这些组件可与操作系统 634、应用程序 635、其它程序模块 636 和程序数据 637 相同,也可与它们不同。操作系统 644、应用程序 645、其他程序模块 646 和程序数据 647 在这里被标注了不同的附图标记是为了说明至少它们是不同的副本。用户可通过诸如平板或者电子数字化仪 664、话筒 663、键盘 662 和定点设备 661 (通常指的是鼠标、跟踪球或触摸垫) 等输入设备向计算机 610 输入命令和信息。图 6 中未示出的其他输入设备可以包括操纵杆、游戏手柄、圆盘式卫星天线、扫描仪等。这些以及其它输入设备通常通过耦合到系统总线的用户输入接口 660 连接到处理单元 620,但也可通过诸如并行端口、游戏端口或通用串行总线 (USB) 之类的其它接口和总线结构来连接。监视器 691 或其他类型的显示设备也经由诸如视频接口 690 之类的接口连接至系统总线 621。监视器 691 也可以与触摸屏面板等集成。注意到监视器和/或触摸屏面板可以在物理上耦合至其中包括计算设备 610 的外壳,诸如在平板型个人计算机中。此外,诸如计算设备 610 等计算机还可以包括其他外围输出设备,诸如扬声器 695 和打印机 696,它们可以通过输出外围接口 694 等连接。

[0068] 计算机 610 可使用到一个或多个远程计算机 (诸如,远程计算机 680) 的逻辑连接而在联网环境中操作。远程计算机 680 可以是个人计算机、服务器、路由器、网络 PC、对等设备或其他常见网络节点,并且通常包括许多或所有以上相对计算机 610 所描述的元件,但在图 6 中仅示出了存储器存储设备 681。图 6 中所示的逻辑连接包括一个或多个局域网 (LAN) 671 和一个或多个广域网 (WAN) 673,但也可以包括其他网络。此类联网环境在办公室、企业范围的计算机网络、内联网和因特网中是常见的。

[0069] 当在 LAN 联网环境中使用时,计算机 610 通过网络接口或适配器 670 连接到 LAN 671。当在 WAN 联网环境中使用时,计算机 610 通常包括调制解调器 672 或用于通过诸如因特网等 WAN 673 建立通信的其它手段。可为内置或可为外置的调制解调器 672 可以经由用户输入接口 660 或其他合适的机构连接至系统总线 621。诸如包括接口和天线的无线联网组件 674 可以通过诸如接入点或对等计算机等合适的设备耦合到 WAN 或 LAN。在联网环境中,相关

于计算机610所示的程序模块或其部分可被存储在远程存储器存储设备中。作为示例而非限制,图6示出了远程应用程序685驻留在存储器设备681上。可以理解,所示的网络连接是示例,也可以使用在计算机之间建立通信链路的其他手段。

[0070] 辅助子系统699(例如,用于内容的辅助显示)可经由用户接口660连接,从而即使计算机系统的主要部分处于低功率状态中,也允许诸如程序内容、系统状态和事件通知等数据被提供给用户。辅助子系统699可连接至调制解调器672和/或网络接口670,从而在主处理单元620处于低功率状态中时,也允许在这些系统之间进行通信。

[0071] 结语

[0072] 尽管本发明易于作出各种修改和替换构造,但其某些说明性实施例在附图中示出并在上面被详细地描述。然而应当了解,这不旨在将本发明限于所公开的具体形式,而是相反地,旨在覆盖落入本发明的精神和范围之内内的所有修改、替换构造和等效方案。

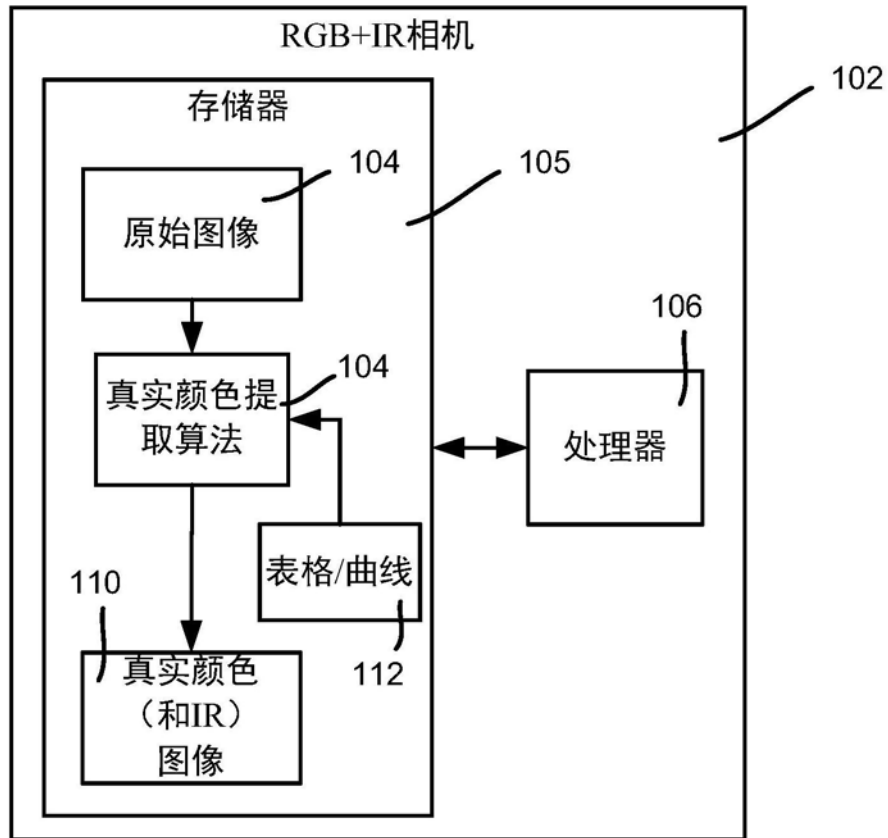


图1A

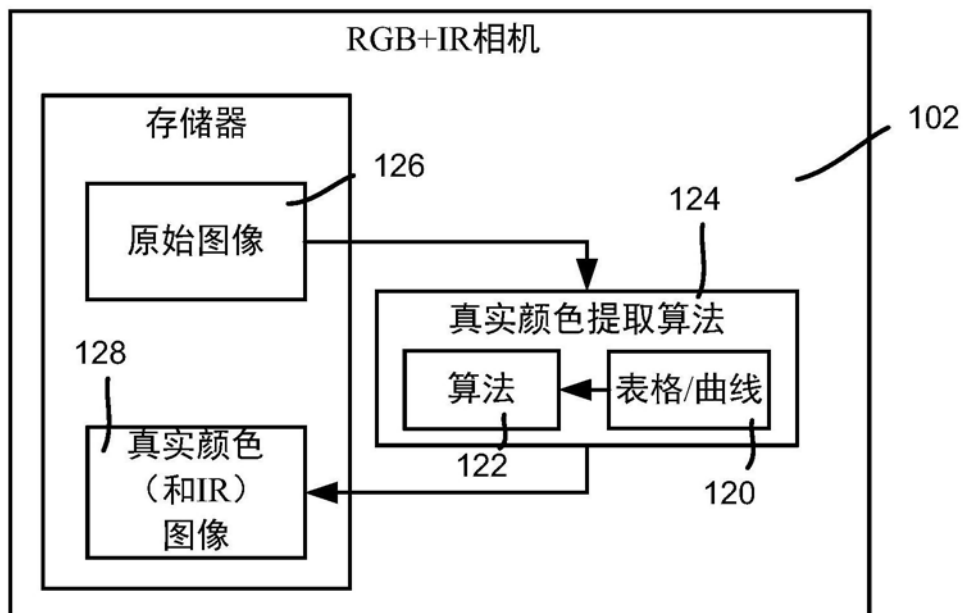


图1B

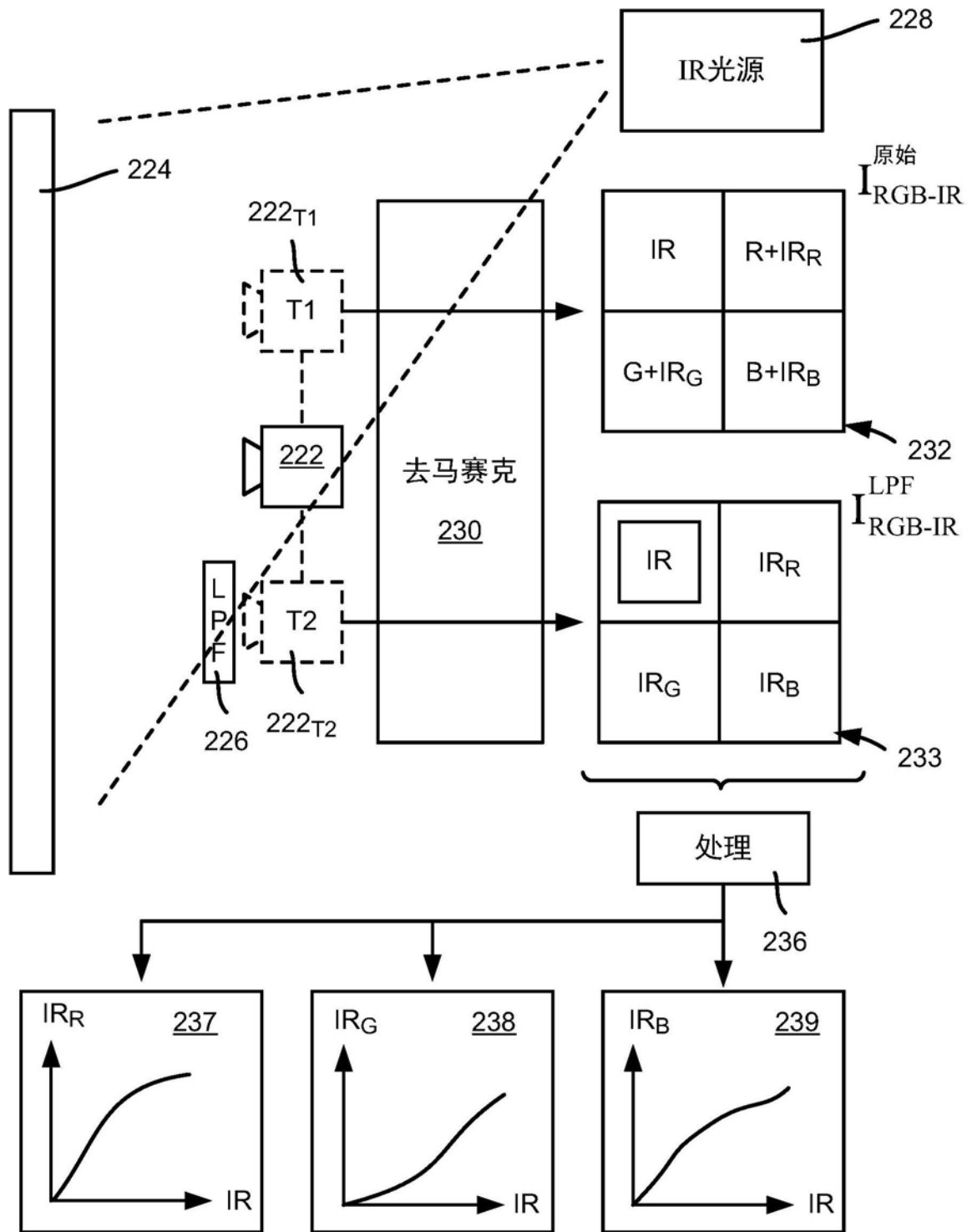


图2

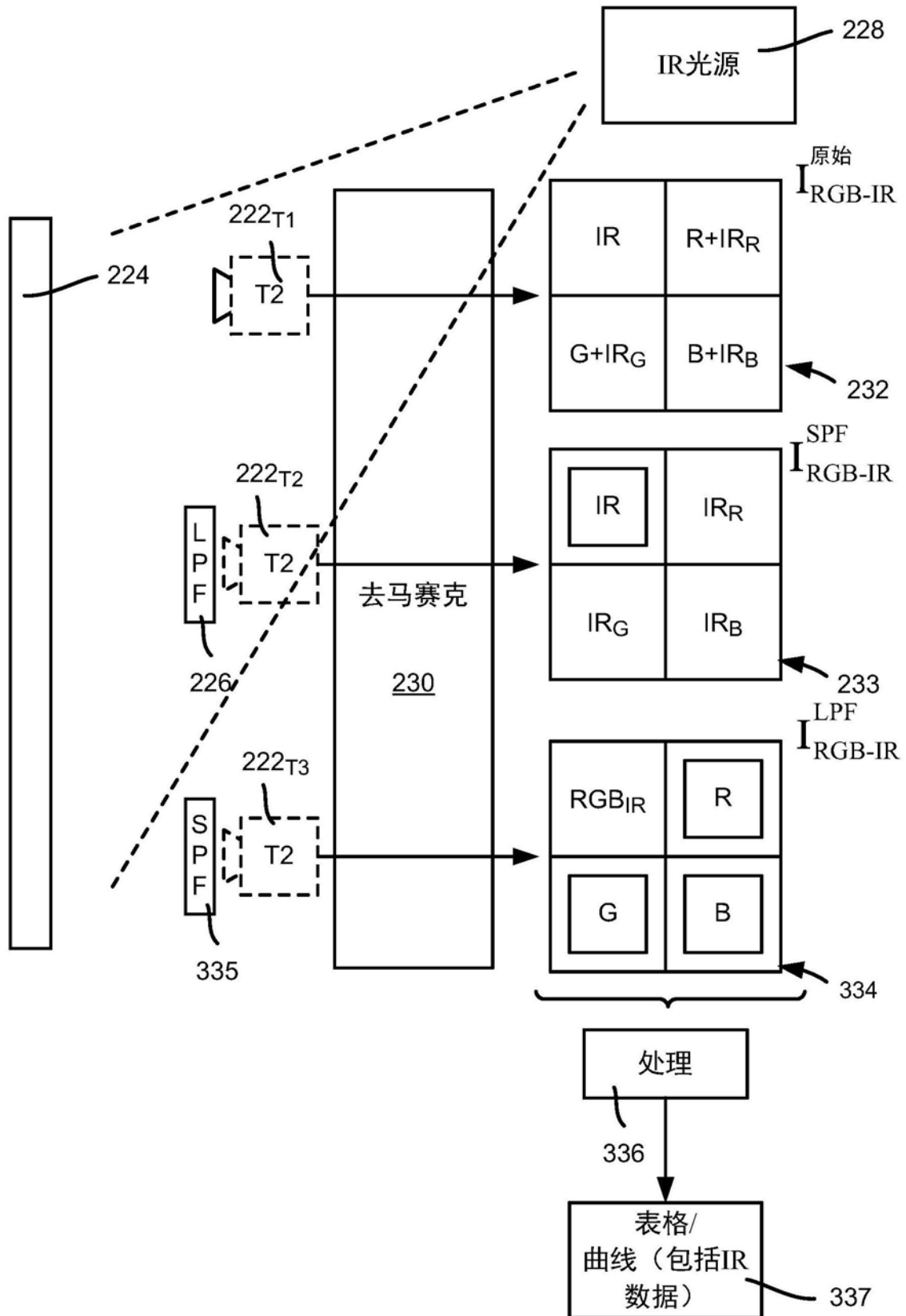


图3

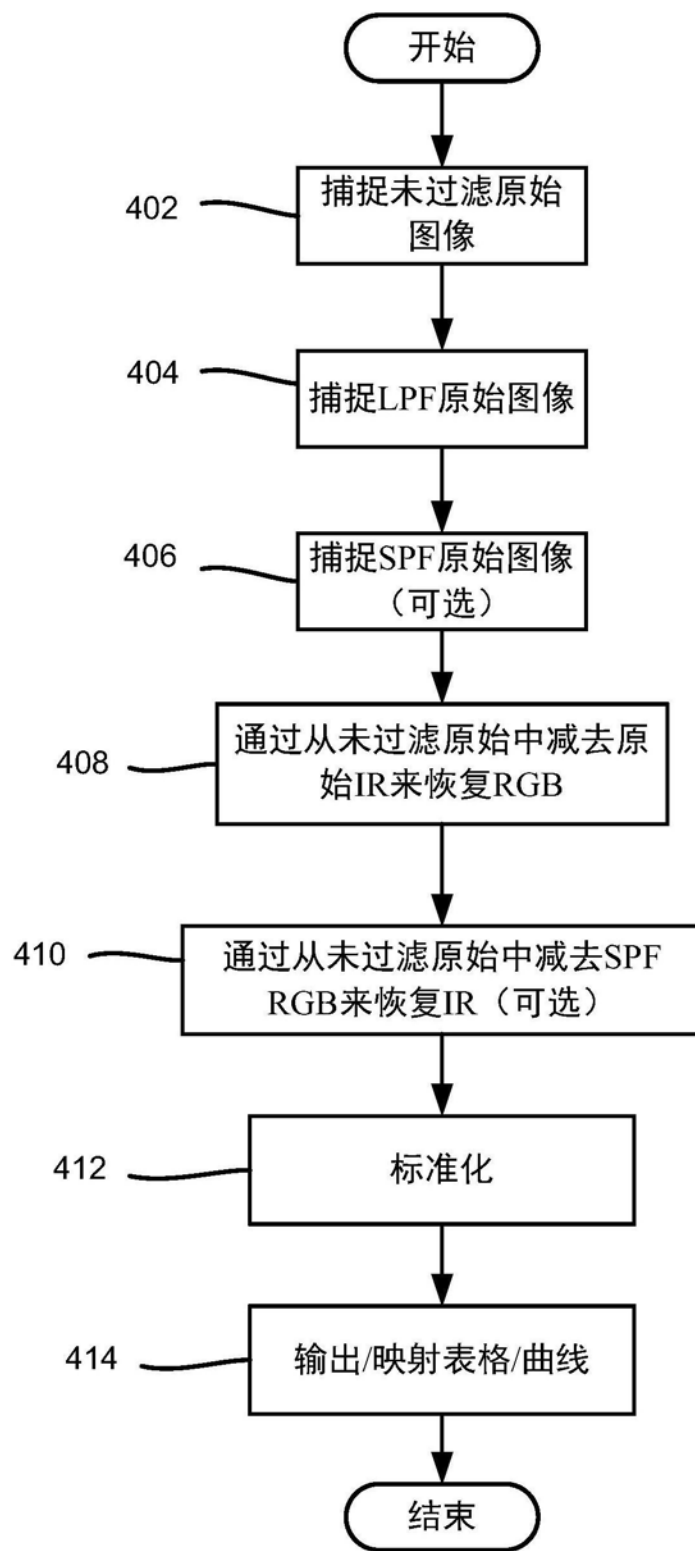


图4



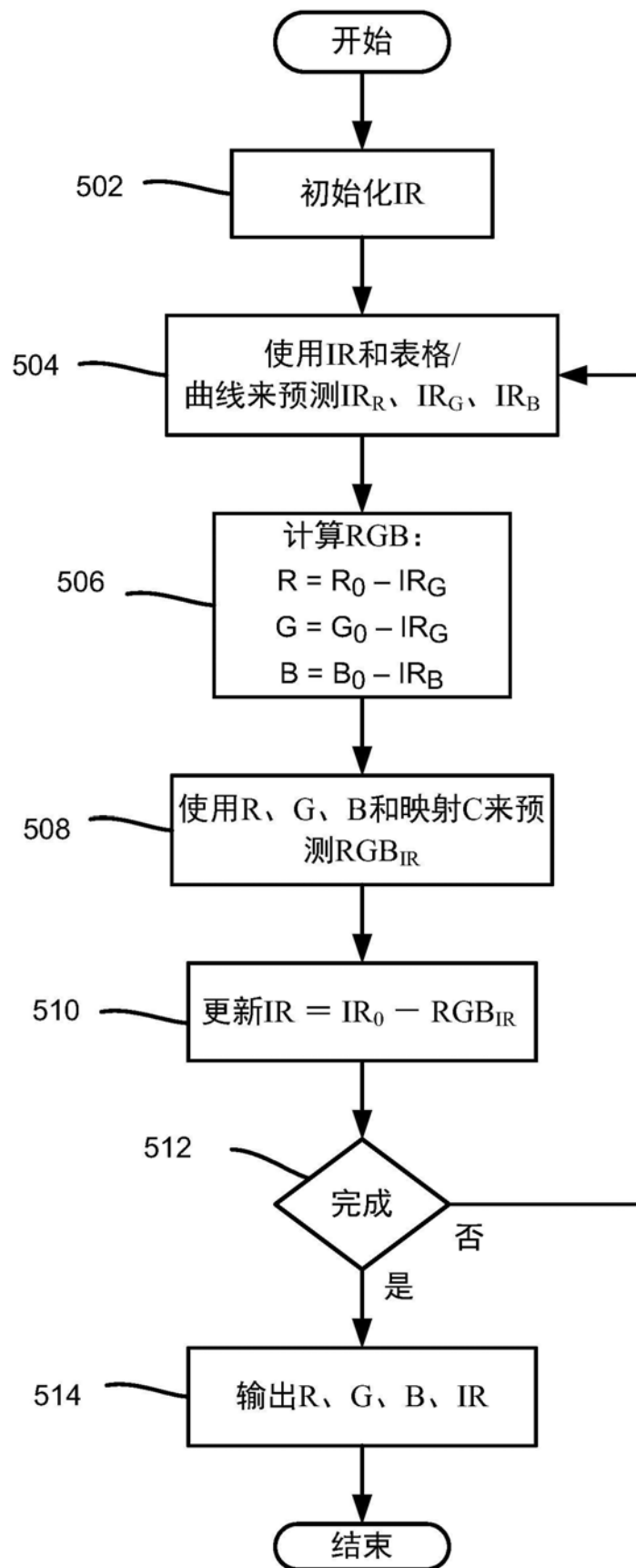


图5

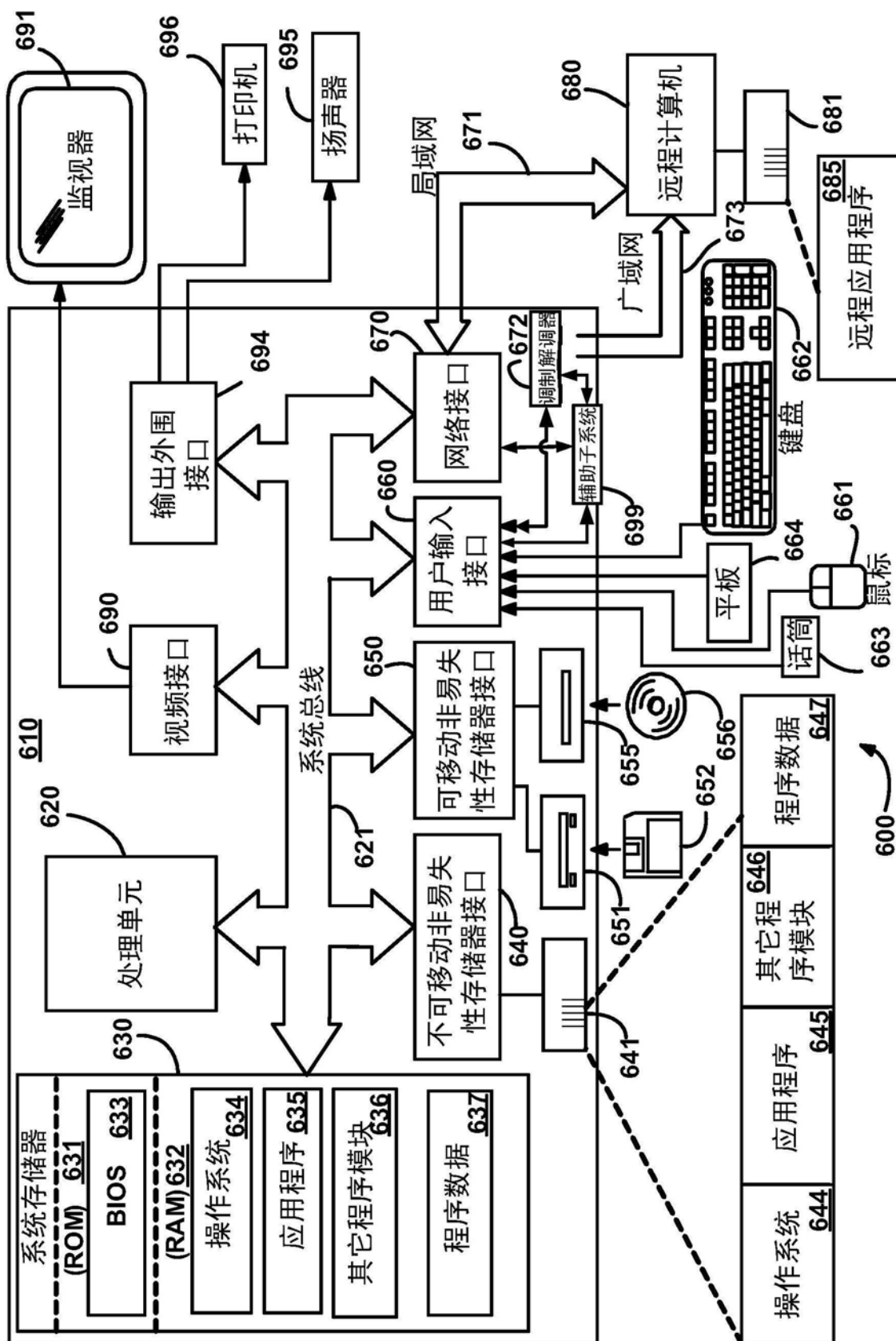


图6