



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104202596 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201410475592. 2

(22) 申请日 2014. 09. 17

(71) 申请人 西安电子科技大学

地址 710071 陕西省西安市太白南路 2 号西
安电子科技大学

(72) 发明人 刘刚 张媛 杨芳 江志 朱鹏

(74) 专利代理机构 北京科亿知识产权代理事务
所 (普通合伙) 11350

代理人 汤东风

(51) Int. Cl.

H04N 17/02 (2006. 01)

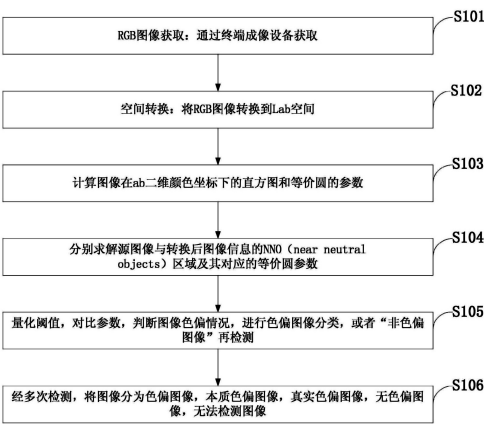
权利要求书6页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

一种应用于智能终端的图像色偏检测方法
及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种应用于智能终端的图像色偏检测方法及系统,图像获取;空间转换;计算图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图和等价圆的参数;分别求解源图像与转换后图像信息的 NNO 区域及其对应的等价圆参数;量化阈值,对比参数,判断图像色偏情况,进行色偏图像分类,或者非色偏图像再检测;经多次检测,将图像分为色偏图像,本质色偏图像,真实色偏图像,无色偏图像,无法检测图像。本发明具有较好的适用性,高色偏检测准确率和可靠性;降低了算法时间和复杂度,具有良好的实时性能,适合于智能终端拍照图像的实时检测。



1. 一种应用于智能终端的图像色偏检测方法,其特征在于,该应用于智能终端的图像色偏检测方法包括:

第一步,在 Lab 空间,计算图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图和等价圆的参数;

第二步,分别求解源图像与转换后图像信息的 NNO 区域及对应的等价圆参数;量化阈值,对比参数,判断图像色偏情况,进行色偏图像分类,或者非色偏图像再检测对结果图像求解二维直方图对应等价圆 D_{σ} 、NNO 的参数,对比源图像等价圆的各个参数,将式 (6) 作为衡量图像参数变化的量化依据,从两者参数的变化趋势对非聚集图像或非色偏图像进行二次判断;

$$\sigma_{cr} = (\sigma - \sigma_{NNO}) / \sigma; u_{cr} = (u - u_{NNO}) / u \quad (6)$$

其中, σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度,能够有效地量化图像在提取 NNO 区域前后的二维直方图等价圆的变化情况,正常的非色偏图像源图像与 NNO 区域图像的二维直方图等价圆 σ 、 u 等参数的变化幅度较大,即正常非色偏图像的 NNO 区域图像的等价圆参数比源图像的等价圆参数变化较大,该特性符合正常无色偏图像的颜色特征;同时,色偏图像在提取 NNO 区域前后的 σ 、 u 参数值变化幅度较小,即色偏图像的 NNO 区域图像同样具有色偏的颜色特征;所以,通过分析 σ 、 u 参数值的变化来实现对非色偏图像分类的方法是有效的,参数阈值如下:

$$\begin{cases} D_{\sigma}NNO < -0.5 \quad || (\sigma_{cr} > 0.7 \ \&\& \ u_{cr} > 0.6) & \text{非色偏图像} \\ D_{\sigma}NNO > 0.5 \quad || (\sigma_{cr} \leq 0.4 \ \&\& \ u_{cr} \leq 0.3) & \text{色偏图像} \\ else & \text{无法识别} \end{cases} \quad (7)$$

当图像 NNO 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NNO < -0.5$ 时,或者, σ 、 u 参数在提取 NNO 区域前后变化的幅度分别超过 70% 和 60% 时,判断图像是正常非色偏图像;当图像 NNO 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NNO > 0.5$ 时,或者, σ 、 u 参数在提取 NNO 区域前后变化的幅度分别低于 40% 和 30% 时,判断图像为色偏图像;

第三步,经不大于 3 次检测,将图像分为色偏图像,本质色偏图像,真实色偏图像,无色偏图像,无法检测图像。

2. 如权利要求 1 中所述的应用于智能终端的图像色偏检测方法,其特征在于,在第一步计算图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图和等价圆的参数之前需要通过拍照智能终端获取一副 RGB 图像 Img_sur 作为待检测图像;将源图像 Img_sur 由 RGB 空间转换到 Lab 色度空间,得到转换后图像 Img_Lab 及其在 L、a、b 分量上的图像亮度及色度数据;其中 RGB 空间转换到 Lab 色度空间公式如下所示:

$$\begin{cases} L = (13933 * R + 46871 * G + 4732 * B) / 2^{16} \\ a = 377 * (14503 * R - 22218 * G + 7714 * B) / 2^{24} + 128 \\ b = 160 * (12773 * R + 39695 * G - 52468 * B) / 2^{24} + 128 \end{cases}$$

3. 如权利要求 1 中所述的应用于智能终端的图像色偏检测方法,其特征在于,色偏图像分类包括以下步骤:计算亮度分量直方图;根据像素出现的次数和区间占比初次判断色偏类型;通过 NNO 区域与源图像二维直方图等价圆参数最终确定图像色偏类型:本质色偏,

真实色偏。

4. 如权利要求 3 中所述的应用于智能终端的图像色偏检测方法,其特征在于,色偏图像分类的具体方法包括:

步骤一,通过式 (1),分析 Img_Lab 图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图分布特征,并依式 (2)、(3) 计算等价圆 E_q 的圆心 C、半径 σ 、 u 、 D 、 D_0 参数;

$$\begin{cases} u_k = \int_k kF(a,b)dk, \\ \sigma_k^2 = \int_k (u_k - k)^2 F(a,b)dk \end{cases}, k = a, b \quad (1)$$

$$\begin{cases} C=(u_a, u_b) \\ \sigma = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} u = \sqrt{u_a^2 + u_b^2} \\ D = u - \sigma \\ D_0 = D / \sigma \end{cases} \quad (3)$$

式 (3) 中 u 为该等价圆的圆心 C 距离中性轴 ($a = 0, b = 0$) 的距离, D 为等价圆外侧距离中性轴的距离, D_0 表示该二维直方图等价圆偏离中性轴的程度: D_0 值越大,表明该图像直方图偏离中性轴越严重;

步骤二,初次判断图像色偏情况:当满足式 (4) 时,则认为图像的 ab 二维平面直方图是聚集的,并暂时将图像归类为色偏图像,否则,初步认定图像为非色偏图像,执行步骤步骤三;

$$(D > 10 \text{ and } D_0 > 0.6) \text{ or } (D_0 > 1.5) \quad (4)$$

步骤三,求解图像的 NNO 区域;理论依据:图像场景中的无色差表面能够完全反映场景中入射光照的颜色;提取出场景中的灰色表面,通过灰色表面的色偏情况,得出图像的光照的偏移情况;方法如下:若 $\text{Img_NNO}(i, j)$ 像素为 NNO 区域像素,则:

$$\begin{cases} 35 \leq L_{i,j} \leq 95 \\ \sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2} \leq \frac{d}{4} \\ \text{Img_NNO}(i, j) \text{ 非孤立} \end{cases}, d = \max \{ \sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2} \} (d \text{ 非孤立}) \quad (5)$$

其中 L 、 a 、 b 为图像在 Lab 色度空间的三个分量信息, d 为待测图像 Img_sur 在 Lab 色度空间中的色度半径最大值;限制 d 所在像素点以及每个 NNO 区域像素点 $\text{Img_NNO}(i, j)$ 为非孤立像素点。

5. 如权利要求 1 中所述的应用于智能终端的图像色偏检测方法,其特征在于,非色偏图像再检测是对上一次结果的补充与校正,步骤为:分别生成源图像与 NNO 区域图像的二维直方图等价圆,量化阈值,对比参数,输出检测结果:本质色偏,真实色偏,无色偏。

6. 如权利要求 5 中所述的应用于智能终端的图像色偏检测方法,其特征在于,非色偏图像再检测的具体方法包括:

步骤一,对结果图像求解二维直方图对应等价圆 D_0 、NNO 的参数,对比源图像等价圆的

各个参数,将式(6)作为衡量图像参数变化的量化依据,从两者参数的变化趋势对非聚集图像或非色偏图像进行二次判断;

$$\sigma_{cr} = (\sigma - \sigma_{NNO}) / \sigma; u_{cr} = (u - u_{NNO}) / u \quad (6)$$

其中, σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度,能够有效地量化图像在提取 NNO 区域前后的二维直方图等价圆的变化情况,正常的非色偏图像源图像与 NNO 区域图像的二维直方图等价圆 σ 、 u 等参数的变化幅度较大,即正常非色偏图像的 NNO 区域图像的等价圆参数比源图像的等价圆参数变化较大,该特性符合正常无色偏图像的颜色特征;同时,色偏图像在提取 NNO 区域前后的 σ 、 u 参数值变化幅度较小,即色偏图像的 NNO 区域图像同样具有色偏的颜色特征;所以,通过分析 σ 、 u 参数值的变化来实现对非色偏图像分类的方法是有效的,设定参数阈值如下:

$$\begin{cases} D_{\sigma}NNO < -0.5 \quad || (\sigma_{cr} > 0.7 \quad \& \quad u_{cr} > 0.6) & \text{非色偏图像} \\ D_{\sigma}NNO > 0.5 \quad || (\sigma_{cr} \leq 0.4 \quad \& \quad u_{cr} \leq 0.3) & \text{色偏图像} \\ else & \text{无法识别} \end{cases} \quad (7)$$

当图像 NNO 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NNO < -0.5$ 时,或者, σ 、 u 参数在提取 NNO 区域前后变化的幅度分别超过 70% 和 60% 时,判断图像是正常非色偏图像;当图像 NNO 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NNO > 0.5$ 时,或者, σ 、 u 参数在提取 NNO 区域前后变化的幅度分别低于 40% 和 30% 时,判断图像为色偏图像;

步骤二,对初次判定为色偏图像的图像进行分类:

将利用图像在 Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布信息,对图像进行首次分类;当图像内容为明显的本质色偏时,Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布呈现区域性的聚集分布;而图像内容为真实色偏时,Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布呈现为比较均匀的离散分布;采用如下方式对图像的 L 分量进行处理:

当 L 分量直方图中某像素出现次数低于出现次数最高的像素出现次数的 1% 时,将该像素的像素数置零;判断经处理后的 L 分量直方图,像素出现次数不为零的最小像素与最大像素所横跨的区间在 L 分量的整个像素区间的比重是否小于 80%;

当非零次数像素所跨越区域小于等于整个像素区间 80% 时,判定该图像色偏类型为本本质色偏;当大于 80 时,则等待进一步的判断;

对具有本质色偏特征,且图像内容不是很单一的本质色偏图像以及真实色偏图像,根据 NNO 区域的二维直方图等价圆的各个参数相对源图像等价圆参数的变化来进行进一步的判定;颜色恒常性;若图像发生色偏失真,则 NNO 区域也会体现出色偏特征;若图像没有发生色偏失真, NNO 区域应表现出正常图像的特征,同样用式(6)对色偏图像进行分类,阈值的设置根据不同的场景进行调整:

$$\begin{cases} D_{\sigma}NNO < -0.3 \quad \& \quad \sigma_{cr} > 0.7 \quad \& \quad u_{cr} > 0.6 & \text{本质色偏图像} \\ else & \text{真实色偏图像} \end{cases} \quad (8)$$

其中 σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了色偏图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度指标。

7. 如权利要求 1 中所述的应用于智能终端的图像色偏检测方法,其特征在于,该应用

于智能终端的图像色偏检测方法具体包括以下步骤：

步骤一,通过具备照相功能的智能终端拍摄一副彩色图像 Img_sur ,即 RGB 图像为待检测图像；

步骤二,将源图像 Img_sur 由 RGB 空间转换到 Lab 色度空间,得到转换后图像 Img_Lab 及在 L、a、b 分量上的图像数据；

步骤三,通过式 (1),定量分析 Img_Lab 图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图分布特征,并依式 (2)、(3) 计算等价圆 E_q 的圆心 C、半径 σ 、 u 、 D 、 D_o 参数；

$$\begin{cases} u_k = \int_k kF(a,b)dk, \\ \sigma_k^2 = \int_k (u_k - k)^2 F(a,b)dk \end{cases}, k = a, b \quad (1)$$

$$\begin{cases} C = (u_a, u_b) \\ \sigma = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} u = \sqrt{u_a^2 + u_b^2} \\ D = u - \sigma \\ D_o = D / \sigma \end{cases} \quad (3)$$

式 (3) 中 u 为该等价圆的圆心 C 距离中性轴 ($a = 0, b = 0$) 的距离, D 为等价圆外侧距离中性轴的距离, D_o 表示该二维直方图等价圆偏离中性轴的程度: D_o 值越大,表明该图像直方图偏离中性轴越严重；

步骤四,初次判断图像色偏情况:当满足式 (4) 时,则认为图像的 ab 二维平面直方图是聚集的,并暂时将图像归类为色偏图像,执行步骤七;否则,初步认定图像为非色偏图像,执行步骤五；

$$(D > 10 \text{ and } D_o > 0.6) \text{ or } (D_o > 1.5) \quad (4)$$

步骤五,求解图像的 NNO 区域,理论依据:图像场景中的无色差表面能够完全反映场景中入射光照的颜色,通过灰色表面的色偏情况,得出图像的光照的偏移情况,方法如下:若 $\text{Img_NNO}(i, j)$ 像素为 NNO 区域像素,则:

$$\begin{cases} 35 \leq L_{i,j} \leq 95 \\ \sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2} \leq \frac{d}{4} \\ \text{Img_NNO}(i, j) \text{ 非孤立} \end{cases}, d = \max \{ \sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2} \} (d \text{ 非孤立}) \quad (5)$$

其中 L、a、b 为图像在 Lab 色度空间的三个分量信息, d 为待测图像 Img_sur 在 Lab 色度空间中的色度半径最大值,限制 d 所在像素点以及每个 NNO 区域像素点 $\text{Img_NNO}(i, j)$ 为非孤立像素点；

步骤六,对步骤五的结果图像求解其二维直方图对应等价圆 D_o NNO 的参数,对比源图像等价圆的各个参数,将式 (6) 作为衡量图像参数变化的量化依据,从两者参数的变化趋势对非聚集图像或非色偏图像进行二次判断；

$$\sigma_{cr} = (\sigma - \sigma_{NNO}) / \sigma; u_{cr} = (u - u_{NNO}) / u \quad (6)$$

其中, σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度, 能够有效地量化图像在提取 NNO 区域前后的二维直方图等价圆的变化情况, 具有很好的参数代表作用, 正常的非色偏图像源图像与 NNO 区域图像的二维直方图等价圆 σ 、 u 等参数的变化幅度较大, 即正常非色偏图像的 NNO 区域图像的等价圆参数比源图像的等价圆参数变化较大, 该特性符合正常无色偏图像的颜色特征; 同时, 色偏图像在提取 NNO 区域前后的 σ 、 u 参数值变化幅度较小, 即色偏图像的 NNO 区域图像同样具有色偏的颜色特征, 所以, 通过分析 σ 、 u 参数值的变化来实现对非色偏图像分类的方法是有效的, 设定参数阈值如下:

$$\begin{cases} D_{\sigma}NNO < -0.5 \quad || (\sigma_{cr} > 0.7 \ \&\& \ u_{cr} > 0.6) & \text{非色偏图像} \\ D_{\sigma}NNO > 0.5 \quad || (\sigma_{cr} \leq 0.4 \ \&\& \ u_{cr} \leq 0.3) & \text{色偏图像} \\ else & \text{无法识别} \end{cases} \quad (7)$$

当图像 NNO 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NNO < -0.5$ 时, 或者, σ 、 u 参数在提取 NNO 区域前后变化的幅度分别超过 70% 和 60% 时, 判断图像是正常非色偏图像; 当图像 NNO 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NNO > 0.5$ 时, 或者, σ 、 u 参数在提取 NNO 区域前后变化的幅度分别低于 40% 和 30% 时, 判断图像为色偏图像;

步骤七, 对初次判定为色偏图像的图像进行分类:

将利用图像在 Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布信息, 对图像进行首次分类, 当图像内容为明显的本质色偏时, Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布呈现区域性的聚集分布; 而图像内容为真实色偏时, Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布呈现为比较均匀的离散分布, 采用如下方式对图像的 L 分量进行处理:

当 L 分量直方图中某像素出现次数低于出现次数最高的像素出现次数的 1% 时, 将该像素的像素数置零;

判断经处理后的 L 分量直方图, 像素出现次数不为零的最小像素与最大像素所横跨的区间在 L 分量的整个像素区间的比重是否小于 80%:

当非零次数像素所跨越区域小于等于整个像素区间 80% 时, 判定该图像色偏类型为本本质色偏;

当大于 80 时, 则等待进一步的判断;

对具有本质色偏特征, 且图像内容不是很单一的本质色偏图像以及真实色偏图像, 根据他们的 NNO 区域的二维直方图等价圆的各个参数相对源图像等价圆参数的变化来进行进一步的判定, 颜色恒常性, 若图像发生色偏失真, 则 NNO 区域也会体现出色偏特征; 若图像没有发生色偏失真, NNO 区域应表现出正常图像的特征, 同样用式 (6) 对色偏图像进行分类, 其中, 阈值的设置根据不同的场景进行调整:

$$\begin{cases} D_{\sigma}NNO < -0.3 \ \&\& \ \sigma_{cr} > 0.7 \ \&\& \ u_{cr} > 0.6 & \text{本质色偏图像} \\ else & \text{真实色偏图像} \end{cases} \quad (8)$$

其中 σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了色偏图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度指标;

步骤八, 将此方法的程序嵌入到可拍照移动终端中, 对设备所获取的图片实时地进行检测, 该程序会反馈检测结果, 即对该硬件在色彩方面性能的评价。

8. 一种应用于智能终端的图像色偏检测系统,其特征在于,该应用于智能终端的图像色偏检测系统包括:色偏图像分类模块、非色偏图像模块、智能安卓系统手机;

在智能安卓系统手机 App 主界面上,放置三个控件:ImageView,用于显示相机获取的图像,即就是待评测的源图像;TextView,给出图像的评测结果,即通过该手机获取的图像是否存在色偏,以及是哪种类型的色偏;Button,设置监听事件 onClick,当触发事件后,调用手机内置的照相机功能,获取到图像后并进行检测,并将结果反馈给 TextView 显示出来。

一种应用于智能终端的图像色偏检测方法及系统

技术领域

[0001] 本发明属于数字图像处理技术领域,尤其涉及一种应用于智能终端的图像色偏检测方法及系统。

背景技术

[0002] 颜色作为图像所包含的最重要的信息之一是直接衡量设备成像质量的重要特征。影响图像颜色质量的关键因素是数字成像设备内部图像传感器中所存储的信号量,其内容不仅仅取决于被采集物体的表面颜色,还将受到当时的外界光照情况。因此当成像设备如数码相机、扫描仪在工作时,由于其内部感光元器件受到诸多因素的影响导致最终获得彩色数字图像的色彩与真实场景物体表面的真实色彩之间存在一定程度的误差,即所谓的色偏。

[0003] 在无参考图像质量评价领域,色偏是一个重要的衡量指标。目前的传统算法对色偏的检测是依据颜色恒常性实现的。经典的算法有 max_RGB 算法、Grey World 算法、Retinex 算法等。这些算法存在准确性较低、算法复杂、时间复杂度高的缺点!不适合对实时性要求较高、且计算资源有限的智能终端场合。

发明内容

[0004] 本发明实施例的目的在于提供一种应用于智能终端的图像色偏检测方法及系统,旨在解决目前没有一种较准确地对图像进行色偏检测方法的问题。

[0005] 本发明实施例是这样实现的,一种应用于智能终端的图像色偏检测方法,该应用于智能终端的图像色偏检测方法包括:

[0006] 第一步,在 Lab 空间,计算图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图和等价圆的参数;

[0007] 第二步,分别求解源图像与转换后图像信息的 NNO 区域及对应的等价圆参数;量化阈值,对比参数,判断图像色偏情况,进行色偏图像分类,或者非色偏图像再检测;

[0008] 第三步,经多次检测,将图像分为色偏图像,本质色偏图像,真实色偏图像,无色偏图像,无法检测图像。

[0009] 进一步,在第一步计算图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图和等价圆的参数之前需要通过拍照智能终端获取一副 RGB 图像 Img_sur 作为待检测图像;将源图像 Img_sur 由 RGB 空间转换到 Lab 色度空间,得到转换后图像 Img_Lab 及其在 L、a、b 分量上的图像数据。

[0010] 进一步,色偏图像分类包括以下步骤:计算亮度分量直方图;根据像素出现的次数和区间占比初次判断色偏类型;通过 NNO 区域与源图像二维直方图等价圆参数最终确定图像色偏类型:本质色偏,真实色偏。

[0011] 进一步,色偏图像分类的具体方法包括:

[0012] 步骤一,通过式 (1),定量分析 Img_Lab 图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图分布特征,并依式 (2)、(3) 计算等价圆 E_q 的圆心 C、半径 σ 、 u 、 D 、 D_0 参数;

$$[0013] \quad \begin{cases} u_k = \int_k k F(a, b) dk, \\ \sigma_k^2 = \int_k (u_k - k)^2 F(a, b) dk \end{cases}, k = a, b \quad (1)$$

$$[0014] \quad \begin{cases} C = (u_a, u_b) \\ \sigma = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \end{cases} \quad (2)$$

$$[0015] \quad \begin{cases} u = \sqrt{u_a^2 + u_b^2} \\ D = u - \sigma \\ D_\sigma = D / \sigma \end{cases} \quad (3)$$

[0016] 式 (3) 中 u 为该等价圆的圆心 C 距离中性轴 ($a = 0, b = 0$) 的距离, D 为等价圆外侧距离中性轴的距离, D_σ 表示该二维直方图等价圆偏离中性轴的程度: D_σ 值越大, 表明该图像直方图偏离中性轴越严重;

[0017] 步骤二, 初次判断图像色偏情况: 当满足式 (4) 时, 则认为图像的 ab 二维平面直方图是聚集的, 并暂时将图像归类为色偏图像, 否则, 初步认定图像为非色偏图像, 执行步骤三;

$$[0018] \quad (D > 10 \text{ and } D_\sigma > 0.6) \text{ or } (D_\sigma > 1.5) \quad (4)$$

[0019] 步骤三, 求解图像的 $NN0$ 区域; 理论依据: 图像场景中的无色差表面能够完全反映场景中入射光照的颜色。因此只要提取出场景中的灰色表面, 然后通过这些灰色表面的色偏情况, 就能精确的估计出图像的光照的偏移情况; 方法如下: 若 $\text{Img_NN0}(i, j)$ 像素为 $NN0$ 区域像素, 则:

[0020]

$$\begin{cases} 35 \leq L_{i,j} \leq 95 \\ \sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2} \leq \frac{d}{4} \\ \text{Img_NN0}(i, j) \text{ 非孤立} \end{cases}, d = \max \{ \sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2} \} (d \text{ 非孤立}) \quad (5)$$

[0021] 其中 L, a, b 为图像在 Lab 色度空间的三个分量信息, d 为待测图像 Img_sur 在 Lab 色度空间中的色度半径最大值; 同时, 为防止图像中的噪声点对于 $NN0$ 区域提取的干扰, 限制 d 所在像素点以及每个 $NN0$ 区域像素点 $\text{Img_NN0}(i, j)$ 为非孤立像素点。

[0022] 进一步, 非色偏图像再检测是对上一次结果的补充与校正, 步骤为: 分别生成源图像与 $NN0$ 区域图像的二维直方图等价圆, 量化阈值, 对比参数, 输出检测结果: 本质色偏, 真实色偏, 无色偏。

[0023] 进一步, 非色偏图像再检测的具体方法包括:

[0024] 步骤一, 对结果图像求解其二维直方图对应等价圆 $D, NN0$ 的参数, 对比源图像等价圆的各个参数, 将式 (6) 作为衡量图像参数变化的量化依据, 从两者参数的变化趋势对非聚集图像或非色偏图像进行二次判断;

$$[0025] \quad \sigma_{cr} = (\sigma - \sigma_{NN0}) / \sigma; u_{cr} = (u - u_{NN0}) / u \quad (6)$$

[0026] 其中, σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的

距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度,能够有效地量化图像在提取 NNO 区域前后的二维直方图等价圆的变化情况,正常的非色偏图像源图像与 NNO 区域图像的二维直方图等价圆 σ 、 u 等参数的变化幅度较大,即正常非色偏图像的 NNO 区域图像的等价圆参数比源图像的等价圆参数变化较大,该特性符合正常无色偏图像的颜色特征;同时,色偏图像在提取 NNO 区域前后的 σ 、 u 参数值变化幅度较小,即色偏图像的 NNO 区域图像同样具有色偏的颜色特征;所以,通过分析 σ 、 u 参数值的变化来实现对非色偏图像分类的方法是有效的,设定参数阈值如下:

[0027]

$$\begin{cases} D_{\sigma}NNO < -0.5 \quad || (\sigma_{cr} > 0.7 \quad \& \quad u_{cr} > 0.6) & \text{非色偏图像} \\ D_{\sigma}NNO > 0.5 \quad || (\sigma_{cr} \leq 0.4 \quad \& \quad u_{cr} \leq 0.3) & \text{色偏图像} \\ else & \text{无法识别} \end{cases} \quad (7)$$

[0028] 当图像 NNO 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NNO < -0.5$ 时,或者, σ 、 u 参数在提取 NNO 区域前后变化的幅度分别超过 70% 和 60% 时,判断图像是正常非色偏图像;当图像 NNO 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NNO > 0.5$ 时,或者, σ 、 u 参数在提取 NNO 区域前后变化的幅度分别低于 40% 和 30% 时,判断图像为色偏图像;

[0029] 步骤二,对初次判定为色偏图像的图像进行分类:

[0030] 将利用图像在 Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布信息,对图像进行首次分类;当图像内容为明显的本质色偏时,Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布呈现区域性的聚集分布;而图像内容为真实色偏时,Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布呈现为比较均匀的离散分布;采用如下方式对图像的 L 分量进行处理:

[0031] 当 L 分量直方图中某像素出现次数低于出现次数最高的像素出现次数的 1% 时,将该像素的像素数置零;判断经处理后的 L 分量直方图,像素出现次数不为零的最小像素与最大像素所横跨的区间在 L 分量的整个像素区间的比重是否小于 80%;

[0032] 当非零次数像素所跨越区域小于等于整个像素区间 80% 时,判定该图像色偏类型为本质色偏;当大于 80 时,则等待进一步的判断;

[0033] 对具有本质色偏特征,且图像内容不是很单一的本质色偏图像以及真实色偏图像,根据 NNO 区域的二维直方图等价圆的各个参数相对源图像等价圆参数的变化来进行进一步的判定;颜色恒常性;若图像发生色偏失真,则 NNO 区域也会体现出色偏特征;若图像没有发生色偏失真,NNO 区域应表现出正常图像的特征,同样用式 (6) 对色偏图像进行分类,阈值的设置根据不同的场景进行调整:

[0034]

$$\begin{cases} D_{\sigma}NNO < -0.3 \quad \& \quad \sigma_{cr} > 0.7 \quad \& \quad u_{cr} > 0.6 & \text{本质色偏图像} \\ else & \text{真实色偏图像} \end{cases} \quad (8)$$

[0035] 其中 σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了色偏图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度指标。

[0036] 进一步,该应用于智能终端的图像色偏检测方法具体包括以下步骤:

[0037] 步骤一,通过可拍照智能终端获取一副 RGB 图像 Img_sur 作为待检测图像;

[0038] 步骤二,将源图像 Img_sur 由 RGB 空间转换到 Lab 色度空间,得到转换后图像 $Img_$

Lab 及在 L、a、b 分量上的图像数据；

[0039] 步骤三,通过式 (1),定量分析 Img_Lab 图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图分布特征,并依式 (2)、(3) 计算等价圆 E_q 的圆心 C、半径 σ 、 u 、 D 、 D_0 参数；

$$[0040] \quad \begin{cases} u_k = \int_k kF(a,b)dk, \\ \sigma_k^2 = \int_k (u_k - k)^2 F(a,b)dk \end{cases}, k = a, b \quad (1)$$

$$[0041] \quad \begin{cases} C=(u_a, u_b) \\ \sigma = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \end{cases} \quad (2)$$

$$[0042] \quad \begin{cases} u = \sqrt{u_a^2 + u_b^2} \\ D = u - \sigma \\ D_\sigma = D / \sigma \end{cases} \quad (3)$$

[0043] 式 (3) 中 u 为该等价圆的圆心 C 距离中性轴 ($a = 0, b = 0$) 的距离, D 为等价圆外侧距离中性轴的距离, D_0 表示该二维直方图等价圆偏离中性轴的程度: D_0 值越大,表明该图像直方图偏离中性轴越严重；

[0044] 步骤四,初次判断图像色偏情况:当满足式 (4) 时,则认为图像的 ab 二维平面直方图是聚集的,并暂时将图像归类为色偏图像,执行步骤七;否则,初步认定图像为非色偏图像,执行步骤五；

$$[0045] \quad (D > 10 \text{ and } D_0 > 0.6) \text{ or } (D_0 > 1.5) \quad (4)$$

[0046] 步骤五,求解图像的 NNO (nearneutralobjects) 区域,理论依据:图像场景中的无色差表面能够完全反映场景中入射光照的颜色,通过这些灰色表面的色偏情况,精确的估计出图像的光照的偏移情况,方法如下:若 $\text{Img_NNO}(i, j)$ 像素为 NNO 区域像素,则:

[0047]

$$\begin{cases} 35 \leq L_{i,j} \leq 95 \\ \sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2} \leq \frac{d}{4} \\ \text{Img_NNO}(i, j) \text{非孤立} \end{cases}, d = \max\{\sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2}\} (d \text{非孤立}) \quad (5)$$

[0048] 其中 L、a、b 为图像在 Lab 色度空间的三个分量信息, d 为待测图像 Img_sur 在 Lab 色度空间中的色度半径最大值,同时,为防止图像中的噪声点对于 NNO 区域提取的干扰,限制 d 所在像素点以及每个 NNO 区域像素点 $\text{Img_NNO}(i, j)$ 为非孤立像素点；

[0049] 步骤六,对步骤五的结果图像求解其二维直方图对应等价圆 D_0 、NNO 的参数,对比源图像等价圆的各个参数,将式 (6) 作为衡量图像参数变化的量化依据,从两者参数的变化趋势对非聚集图像或非色偏图像进行二次判断；

$$[0050] \quad \sigma_{cr} = (\sigma - \sigma_{NNO}) / \sigma; u_{cr} = (u - u_{NNO}) / u \quad (6)$$

[0051] 其中, σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度,能够有效地量化图像在提取 NNO 区域前后的二维直方图等价圆的变化情况,具有很好的参数代表作用,正常的非色偏图像源图像

与 NN0 区域图像的二维直方图等价圆 σ 、 u 等参数的变化幅度较大,即正常非色偏图像的 NN0 区域图像的等价圆参数比源图像的等价圆参数变化较大,该特性符合正常无色偏图像的颜色特征;同时,色偏图像在提取 NN0 区域前后的 σ 、 u 参数值变化幅度较小,即色偏图像的 NN0 区域图像同样具有色偏的颜色特征,所以,通过分析 σ 、 u 参数值的变化来实现对非色偏图像分类的方法是有效的,设定参数阈值如下:

[0052]

$$\begin{cases} D_{\sigma}NN0 < -0.5 \quad || (\sigma_{cr} > 0.7 \quad \& \quad u_{cr} > 0.6) & \text{非色偏图像} \\ D_{\sigma}NN0 > 0.5 \quad || (\sigma_{cr} \leq 0.4 \quad \& \quad u_{cr} \leq 0.3) & \text{色偏图像} \\ else & \text{无法识别} \end{cases} \quad (7)$$

[0053] 当图像 NN0 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NN0 < -0.5$ 时,或者, σ 、 u 参数在提取 NN0 区域前后变化的幅度分别超过 70% 和 60% 时,判断图像是正常非色偏图像;当图像 NN0 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NN0 > 0.5$ 时,或者, σ 、 u 参数在提取 NN0 区域前后变化的幅度分别低于 40% 和 30% 时,判断图像为色偏图像;

[0054] 步骤七,对初次判定为色偏图像的图像进行分类:

[0055] 将利用图像在 Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布信息,对图像进行首次分类,当图像内容为明显的本质色偏时,Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布呈现区域性的聚集分布;而图像内容为真实色偏时,Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布呈现为比较均匀的离散分布,采用如下方式对图像的 L 分量进行处理:

[0056] 当 L 分量直方图中某像素出现次数低于出现次数最高的像素出现次数的 1% 时,将该像素的像素数置零;

[0057] 判断经处理后的 L 分量直方图,像素出现次数不为零的最小像素与最大像素所横跨的区间在 L 分量的整个像素区间的比重是否小于 80%:

[0058] 当非零次数像素所跨越区域小于等于整个像素区间 80% 时,判定该图像色偏类型为本质色偏;

[0059] 当大于 80 时,则等待进一步的判断;

[0060] 对具有本质色偏特征,且图像内容不是很单一的本质色偏图像以及真实色偏图像,根据他们的 NN0 区域的二维直方图等价圆的各个参数相对源图像等价圆参数的变化来进行进一步的判定,颜色恒常性,若图像发生色偏失真,则 NN0 区域也会体现出色偏特征;若图像没有发生色偏失真,NN0 区域应表现出正常图像的特征,同样用式 (6) 对色偏图像进行分类,其中,阈值的设置根据不同的场景进行调整:

[0061]

$$\begin{cases} D_{\sigma}NN0 < -0.3 \quad \& \quad \sigma_{cr} > 0.7 \quad \& \quad u_{cr} > 0.6 & \text{本质色偏图像} \\ else & \text{真实色偏图像} \end{cases} \quad (8)$$

[0062] 其中 σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了色偏图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NN0 区域前后相对自身变化的幅度指标;

[0063] 步骤八,将此方法的程序嵌入到可拍照移动终端中,对设备所获取的图片实时地进行检测,以获取对该硬件在色彩方面性能的评价。

[0064] 本发明实施例的另一目的在于提供一种应用于智能终端的图像色偏检测系统,其

特征在于,该应用于智能终端的图像色偏检测系统包括:

[0065] 通过 RGB 图像获取 ;空间转换 ;计算图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图和等价圆的参数 ;分别求解源图像与转换后图像信息的 NNO(near neutral objects) 区域及其对应的等价圆参数 ;量化阈值,对比参数,判断图像色偏情况,进行色偏图像分类,或者“非色偏图像”再检测 ;经多次检测,将图像分为色偏图像,本质色偏图像,真实色偏图像,无色偏图像,无法检测图像。

[0066] 本发明不会受到场景或者先验知识的局限,并且相较于现有技术而言,提高了检测的精度,同时具有普遍的适用性,提高了色偏检测的准确率和可靠性 ;而且本发明灵活地用了颜色空间的转换以及直方图,NNO 区域,等价圆的一些知识,简化了运算量,具有良好的实时性能,适合于智能终端拍照图像的实时检测,也可用于评价智能终端图像获取系统的性能。

[0067] 由于目前的大部分图形图像库都没有设立专门针对色偏研究的图像库集合,因此,无法全面的分析本文算法和其他算法的性能对比情况。为了验证本文改进算法效果的准确性,本人从网上搜集了大量的色偏、正常图像 (总共 192 幅实验图像,其中 20 幅本质色偏图像、30 幅真实色偏图像、109 幅正常图像以及 33 幅无法判断的图像), 并对该图像集合分别执行原 Lab 色度空间色偏检测算法和改进后算法,并对两个算法的实验检测统计结果进行对比,主要对比两算法的检测准确率和误判率,检测结果对比情况如下表所示:

[0068]

| | | Lab 空间算法 | | | 改进算法 | | |
|--------|------|----------|-----|-----|------|-----|-----|
| | | 图像数 | 准确率 | 误判率 | 图像数 | 准确率 | 误判率 |
| 色偏图像 | 本质色偏 | 15 | 55% | 27% | 16 | 60% | 23% |
| | 真实色偏 | 16 | 60% | 28% | 15 | 70% | 5% |
| 正常图像 | | 132 | 40% | 32% | 127 | 65% | 31% |
| 无法识别图像 | | 29 | 67% | 35% | 34 | 73% | 26% |

[0069] 由上表可知,改进算法相对于原算法在色偏图像的在分类和无色偏图像的再检测方面的检测准确性均有所提高。同时,由于改进算法不需要借助其他的评价和分类算法,使得算法在整个流程上是封闭的、自成体系的,能够用于快速检测和评价图像颜色信息的应用场合中。

附图说明

[0070] 图 1 是本发明实施例提供的应用于智能终端的图像色偏检测方法流程图 ;

[0071] 图 2 是本发明实施例提供的应用于智能终端的图像色偏检测方法实施例的流程图 ;

[0072] 图 3 是本发明实施例提供的色偏图像分类模块流程示意图 ;

- [0073] 图 4 是本发明实施例提供的非色偏图像再检测模块流程示意图；
 [0074] 图 5 是本发明实施例提供的嵌入安卓设备界面示意图；
 [0075] 图 6 是本发明实施例提供的嵌入安卓设备数据操作流程。

具体实施方式

[0076] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0077] 下面结合附图及具体实施例对本发明的应用原理作进一步描述。

[0078] 如图 1 所示，本发明实施例的应用于智能终端的图像色偏检测方法包括以下步骤：

[0079] S101:RGB 图像获取:通过终端成像设备获取；

[0080] S102:空间转换:将 RGB 图像转换到 Lab 空间；

[0081] S103:计算图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图和等价圆的参数；

[0082] S104:分别求解源图像与转换后图像信息的 NN0(near neutral objects) 区域及其对应的等价圆参数；

[0083] S105:量化阈值,对比参数,判断图像色偏情况,进行色偏图像分类,或者“非色偏图像”再检测；

[0084] S106:经多次检测,将图像分为色偏图像,本质色偏图像,真实色偏图像,无色偏图像,无法检测图像。

[0085] 本发明的具体步骤为：

[0086] 步骤一,通过可拍照智能终端获取一副 RGB 图像 Img_sur 作为待检测图像；

[0087] 步骤二,将源图像 Img_sur 由 RGB 空间转换到 Lab 色度空间,得到转换后图像 Img_Lab 及其在 L、a、b 分量上的图像数据；

[0088] 步骤三,通过式 (1),定量分析 Img_Lab 图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图分布特征,并依式 (2)、(3) 计算等价圆 E_q 的圆心 C、半径 σ 、 u 、 D 、 D_o 等参数；

$$[0089] \quad \begin{cases} u_k = \int_k k F(a, b) dk, \\ \sigma_k^2 = \int_k (u_k - k)^2 F(a, b) dk \end{cases}, k = a, b \quad (1)$$

$$[0090] \quad \begin{cases} C = (u_a, u_b) \\ \sigma = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \end{cases} \quad (2)$$

$$[0091] \quad \begin{cases} u = \sqrt{u_a^2 + u_b^2} \\ D = u - \sigma \\ D_o = D / \sigma \end{cases} \quad (3)$$

[0092] 式 (3) 中 u 为该等价圆的圆心 C 距离中性轴 ($a = 0, b = 0$) 的距离, D 为等价圆外侧距离中性轴的距离, D_o 表示该二维直方图等价圆偏离中性轴的程度: D_o 值越大,表明该图像直方图偏离中性轴越严重；

[0093] 步骤四,初次判断图像色偏情况:当满足式(4)时,则认为图像的ab二维平面直方图是聚集的,并暂时将图像归类为“色偏图像”,执行步骤七;否则,初步认定图像为“非色偏图像”,执行步骤五;

$$[0094] \quad (D > 10 \text{ and } D_o > 0.6) \text{ or } (D_o > 1.5) \quad (4)$$

[0095] 步骤五,求解图像的NNO(near neutral objects)区域,理论依据:图像场景中的无色差表面(标准白光下的灰色表面,即彩色图像的中性灰区域)能够完全反映场景中入射光照的颜色,因此只要提取出场景中的灰色表面,然后通过这些灰色表面的色偏情况,就能精确的估计出图像的光照的偏移情况,方法如下:若 $\text{Img_NNO}(i, j)$ 像素为NNO区域像素,则:

[0096]

$$\begin{cases} 35 \leq L_{i,j} \leq 95 \\ \sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2} \leq \frac{d}{4} \\ \text{Img_NNO}(i, j) \text{非孤立} \end{cases}, d = \max\{\sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2}\} (d \text{非孤立}) \quad (5)$$

[0097] 其中 L, a, b 为图像在Lab色度空间的三个分量信息, d 为待测图像 Img_sur 在Lab色度空间中的色度半径最大值,同时,为防止图像中的噪声点对于NNO区域提取的干扰,限制 d 所在像素点以及每个NNO区域像素点 $\text{Img_NNO}(i, j)$ 为非孤立像素点;

[0098] 步骤六,对步骤五的结果图像求解其二维直方图对应等价圆 D_o .NNO的参数,对比源图像等价圆的各个参数,将式(6)作为衡量图像参数变化的量化依据,从两者参数的变化趋势对非聚集图像(非色偏图像)进行二次判断;

$$[0099] \quad \sigma_{cr} = (\sigma - \sigma_{NNO}) / \sigma; u_{cr} = (u - u_{NNO}) / u \quad (6)$$

[0100] 其中, σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取NNO区域前后相对自身变化的幅度,能够有效地量化图像在提取NNO区域前后的二维直方图等价圆的变化情况,具有很好的参数代表作用,正常的非色偏图像源图像与NNO区域图像的二维直方图等价圆 σ, u 等参数的变化幅度较大,即正常非色偏图像的NNO区域图像的等价圆参数比源图像的等价圆参数变化较大,该特性符合正常无色偏图像的颜色特征;同时,色偏图像在提取NNO区域前后的 σ, u 参数值变化幅度较小,即色偏图像的NNO区域图像同样具有色偏的颜色特征,所以,通过分析 σ, u 参数值的变化来实现对非色偏图像分类的方法是有效的,基于大量实验结果的综合,设定参数阈值如下:

[0101]

$$\begin{cases} D_o \text{NNO} < -0.5 \quad || (\sigma_{cr} > 0.7 \ \&\& \ u_{cr} > 0.6) & \text{非色偏图像} \\ D_o \text{NNO} > 0.5 \quad || (\sigma_{cr} \leq 0.4 \ \&\& \ u_{cr} \leq 0.3) & \text{色偏图像} \\ else & \text{无法识别} \end{cases} \quad (7)$$

[0102] 当图像NNO区域等价圆参数 $D_o \text{NNO} < -0.5$ 时,或者, σ, u 参数在提取NNO区域前后变化的幅度分别超过70%和60%时,判断图像是正常非色偏图像;当图像NNO区域等价圆参数 $D_o \text{NNO} > 0.5$ 时,或者, σ, u 参数在提取NNO区域前后变化的幅度分别低于40%和30%时,判断图像为色偏图像;其他情况则认定为算法无法处理的图像类型;

[0103] 步骤七,对初次判定为“色偏图像”的图像进行分类:

[0104] 1、将利用图像在 Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布信息,对图像进行首次分类,当图像内容为明显的本质色偏时,其 Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布呈现区域性的聚集分布;而图像内容为真实色偏时,其 Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布呈现为比较均匀的离散分布,经过大量的实验,采用如下方式对图像的 L 分量进行处理:

[0105] 1.1、当 L 分量直方图中某像素出现次数低于出现次数最高的像素出现次数的 1% 时,将该像素的像素数置零;

[0106] 1.2、判断经 1.1 步骤处理后的 L 分量直方图,像素出现次数不为零的最小像素与最大像素所横跨的区间在 L 分量的整个像素区间的比重是否小于 80%:

[0107] 1.2.1、当非零次数像素所跨越区域小于等于整个像素区间 80% 时,判定该图像色偏类型为本质色偏;

[0108] 1.2.2、当大于 80 时,则等待进一步的判断;

[0109] 2、对那些具有本质色偏特征,且图像内容不是很单一的本质色偏图像以及真实色偏图像,根据他们的 NNO 区域的二维直方图等价圆的各个参数相对源图像等价圆参数的变化来进行进一步的判定,本步骤的原理是:颜色恒常性,若图像发生色偏失真,则其 NNO 区域也会体现出色偏特征;若图像没有发生色偏失真,其 NNO 区域应表现出正常图像的特征,经过本地化实验验证,同样用式 (6) 对色偏图像进行分类,其中,阈值的设置可以根据不同的场景进行调整:

[0110]

$$\begin{cases} D_{\sigma} NNO < -0.3 \ \& \ \sigma_{cr} > 0.7 \ \& \ u_{cr} > 0.6 & \text{本质色偏图像} \\ else & \text{真实色偏图像} \end{cases} \quad (8)$$

[0111] 其中 σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了色偏图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度指标;

[0112] 步骤八,将此方法的程序嵌入到可拍照移动终端中,对设备所获取的图片实时地进行检测,以获取对该硬件在色彩方面性能的评价;

[0113] 本发明的具体实施例:

[0114] 如图 2 所示,本发明实施例的由色偏图像分类模块(图 3),非色偏图像模块再检测(图 4)两部分组成,将这两个模块的算法思想嵌入到安卓设备(智能安卓系统手机),设计如图 5 所示的用户界面,在手机 App 主界面上,放置三个控件:ImageView,用于显示相机获取的图像,即就是待评测的源图像;TextView,给出图像的评测结果,即通过该手机获取的图像是否存在色偏,以及是哪种类型的色偏;Button,设置监听事件 onClick,当触发事件后,调用手机内置的照相机功能,默认为调用后置摄像头(如果有前置摄像头),获取到图像后并进行检测,并将结果反馈给 TextView 显示出来,整个数据流的操作过程如图 6 所示,分为五个模块:Button,设备相机,获取图像,色偏算法,评价结果,下面将按照数据流的操作过程进行详细说明:

[0115] Button:在 Android 开发中,Button 是各种 UI 中最常用的控件之一,用户可以通过触摸它来触发一系列事件,一个没有点击事件的 Button 是没有任何意义的,在开发过程中,通常要给 Button 一个唯一的 ID 或者键,此处命名为 button,可以在 XML 文件中为其设置相关属性,例如宽,高等,主要在 Activity 的 onCreate 中通过 findViewById 获取 button 实例,然后对按钮绑定一个点击事件的监听器 OnClickListener,通过点击按钮调用设备相

机；；

[0116] 设备相机 :Google 提供了调用内置相机的 API,只需要获取相应的权限,就可以通过内置的相机 API 调用手机上的摄像头,实现拍照并获取图像；

[0117] 获取图像 :通过调用相机来获取图像,这里需要有人工交互来实现图像拍摄；

[0118] 色偏算法 :算法的实现语言基于智能设备所嵌入的系统,而在 Android 平台中,由 Java 语言来实现该算法,过程如下：

[0119] 步骤一,将源图像 Img_sur 由 RGB 空间转换到 Lab 色度空间,得到转换后的图像 Img_Lab 及其在 L、a、b 分量上的图像数据；

[0120] 步骤二,通过式 (1),得到 Img_Lab 图像在 ab 二维颜色坐标下的直方图分布特征,并依式 (2)、(3) 计算等价圆 E_q 的圆心 C、半径 σ 、 u 、 D 、 D_o 等参数；

$$[0121] \quad \begin{cases} u_k = \int_k kF(a,b)dk, \\ \sigma_k^2 = \int_k (u_k - k)^2 F(a,b)dk \end{cases}, k = a, b \quad (1)$$

$$[0122] \quad \begin{cases} C=(u_a, u_b) \\ \sigma = \sqrt{\sigma_a^2 + \sigma_b^2} \end{cases} \quad (2)$$

$$[0123] \quad \begin{cases} u = \sqrt{u_a^2 + u_b^2} \\ D = u - \sigma \\ D_o = D / \sigma \end{cases} \quad (3)$$

[0124] 式 (3) 中 u 为该等价圆的圆心 C 距离中性轴 ($a = 0, b = 0$) 的距离, D 为等价圆外侧距离中性轴的距离, D_o 表示该二维直方图等价圆偏离中性轴的程度；

[0125] 步骤三,初次判断图像色偏情况 :当满足式 (4) 时,则认为图像的 ab 二维平面直方图是聚集的,并暂时将图像归类为“色偏图像”,执行步骤七 ;否则,初步认定图像为“非色偏图像”,执行步骤五；

$$[0126] \quad (D > 10 \text{ and } D_o > 0.6) \text{ or } (D_o > 1.5) \quad (4)$$

[0127] 步骤四,求解图像的 NNO 区域,若 $\text{Img_NNO}(i, j)$ 像素为 NNO 区域像素,则：

[0128]

$$\begin{cases} 35 \leq L_{i,j} \leq 95 \\ \sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2} \leq \frac{d}{4} \\ \text{Img_NNO}(i, j) \text{非孤立} \end{cases}, d = \max \{ \sqrt{a_{i,j}^2 + b_{i,j}^2} \} (d \text{非孤立}) \quad (5)$$

[0129] 其中 L、a、b 为图像在 Lab 色度空间的三个分量信息, d 为待测图像 Img_sur 在 Lab 色度空间中的色度半径最大值,同时,为防止图像中的噪声点对于 NNO 区域提取的干扰,限制 d 所在像素点以及每个 NNO 区域像素点 $\text{Img_NNO}(i, j)$ 为非孤立像素点；

[0130] 步骤五,对结果图像求解其二维直方图对应等价圆 D_o NNO 的参数,并对比源图像等价圆的各个参数,将式 (6) 作为衡量图像参数变化的量化依据,从两者参数的变化趋势对非聚集图像 (非色偏图像) 进行二次判断；

[0131] $\sigma_{cr} = (\sigma - \sigma_{NNO}) / \sigma$; $u_{cr} = (u - u_{NNO}) / u$ (6)

[0132] 其中, σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度, 设定参数阈值如下:

[0133]

$$\begin{cases} D_{\sigma}NNO < -0.5 \quad || (\sigma_{cr} > 0.7 \ \&\& \ u_{cr} > 0.6) & \text{非色偏图像} \\ D_{\sigma}NNO > 0.5 \quad || (\sigma_{cr} \leq 0.4 \ \&\& \ u_{cr} \leq 0.3) & \text{色偏图像} \\ else & \text{无法识别} \end{cases} \quad (7)$$

[0134] 当图像 NNO 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NNO < -0.5$ 时, 或者, σ 、 u 参数在提取 NNO 区域前后变化的幅度分别超过 70% 和 60% 时, 判断图像是正常非色偏图像; 当图像 NNO 区域等价圆参数 $D_{\sigma}NNO > 0.5$ 时, 或者, σ 、 u 参数在提取 NNO 区域前后变化的幅度分别低于 40% 和 30% 时, 判断图像为色偏图像; 其他情况则认定为算法无法处理的图像类型;

[0135] 步骤六, 对初次判定为“色偏图像”的图像进行分类:

[0136] 1、利用图像在 Lab 色度空间的 L 分量的直方图分布信息, 对图像进行首次分类, 采用如下方式对图像的 L 分量进行处理:

[0137] 1.1、当 L 分量直方图中某像素出现次数低于出现次数最高的像素出现次数的 1% 时, 将该像素的像素数置零;

[0138] 1.2、判断经 i 步骤处理后的 L 分量直方图, 像素出现次数不为零的最小像素与最大像素所横跨的区间在 L 分量的整个像素区间的比重是否小于 80%:

[0139] 1.2.1、当非零次数像素所跨越区域小于等于整个像素区间 80% 时, 判定该图像色偏类型为本质色偏;

[0140] 1.2.1、当大于 80 时, 则等待进一步的判断;

[0141] 2、对那些具有本质色偏特征, 且图像内容不是很单一的本质色偏图像以及真实色偏图像, 根据 NNO 区域的二维直方图等价圆的各个参数相对源图像等价圆参数的变化来进行进一步的判定。由于色偏检测目前没有统一的图像库可供实验, 所有样例图像来源均网络检索, 经过本地化实验验证, 同样用式 (6) 对色偏图像进行分类, 其中, 阈值的设置可以根据不同的场景进行调整:

[0142]

$$\begin{cases} D_{\sigma}NNO < -0.3 \ \&\& \ \sigma_{cr} > 0.7 \ \&\& \ u_{cr} > 0.6 & \text{本质色偏图像} \\ else & \text{真实色偏图像} \end{cases} \quad (8)$$

[0143] 其中 σ_{cr} 和 u_{cr} 分别代表了色偏图像二维直方图等价圆的半径 σ 和圆心距离原点的距离 u 在提取 NNO 区域前后相对自身变化的幅度指标;

[0144] 评价结果: 将色偏算法的结果反馈给 TextView 显示出来。

[0145] 本发明良好的实时性, 在色偏图像检测时进行多次判断, 使得检测结果更加可靠、准确; 在色偏图像分类方面更加精确。通过大量的实验, 尽可能客观地量化算法中关于阈值的选择问题——图像属于色偏或非色偏的阈值, 色偏图像属于真实色偏或本质色偏的阈值; 在非色偏图像的再检测方面更加准确。该方法进一步分析了二维直方图对应等价圆的参数前后变化情况, 以及首次提出了根据图像的 L 分量信息分布的情况将色偏图像分为真实色偏和本质色偏, 能更加有效地对第一次的检测结果进行补充, 有效评价图像色偏的真实情

况；在对算法的准确性进行提高的同时，巧妙地保留了原算法的实时性等特点，并且精准地对色偏图像分类，可以更好地评价成像产品的性能，合理选择耗材。

[0146] 由于其轻量级，易实现，实时性好，准确性高等特点可以嵌入到多种可拍照移动终端，不仅包括安卓系统的终端，还包括 iOS，windows 等操作系统，通过色偏的检测与分类可以直接反映可拍照智能终端的获取图像的性能；不仅可以用于能够直接获取数字图像的终端产品，而且还可以用于评价彩色静电成像（激光打印、静电复印）产品，采用一定的措施，将纸质图像数字化，从而客观地感知彩色静电成像（激光打印、静电复印）产品成像场景中对于光源信息获取的优劣程度，特别是兼容性耗材的质量。对于彩色打印机而言，碳粉的配方或者打印机的静电成像性能，都可能对图像的色彩产生较为严重的影响。应用范围非常广泛。

[0147] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并不用以限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。



图 1

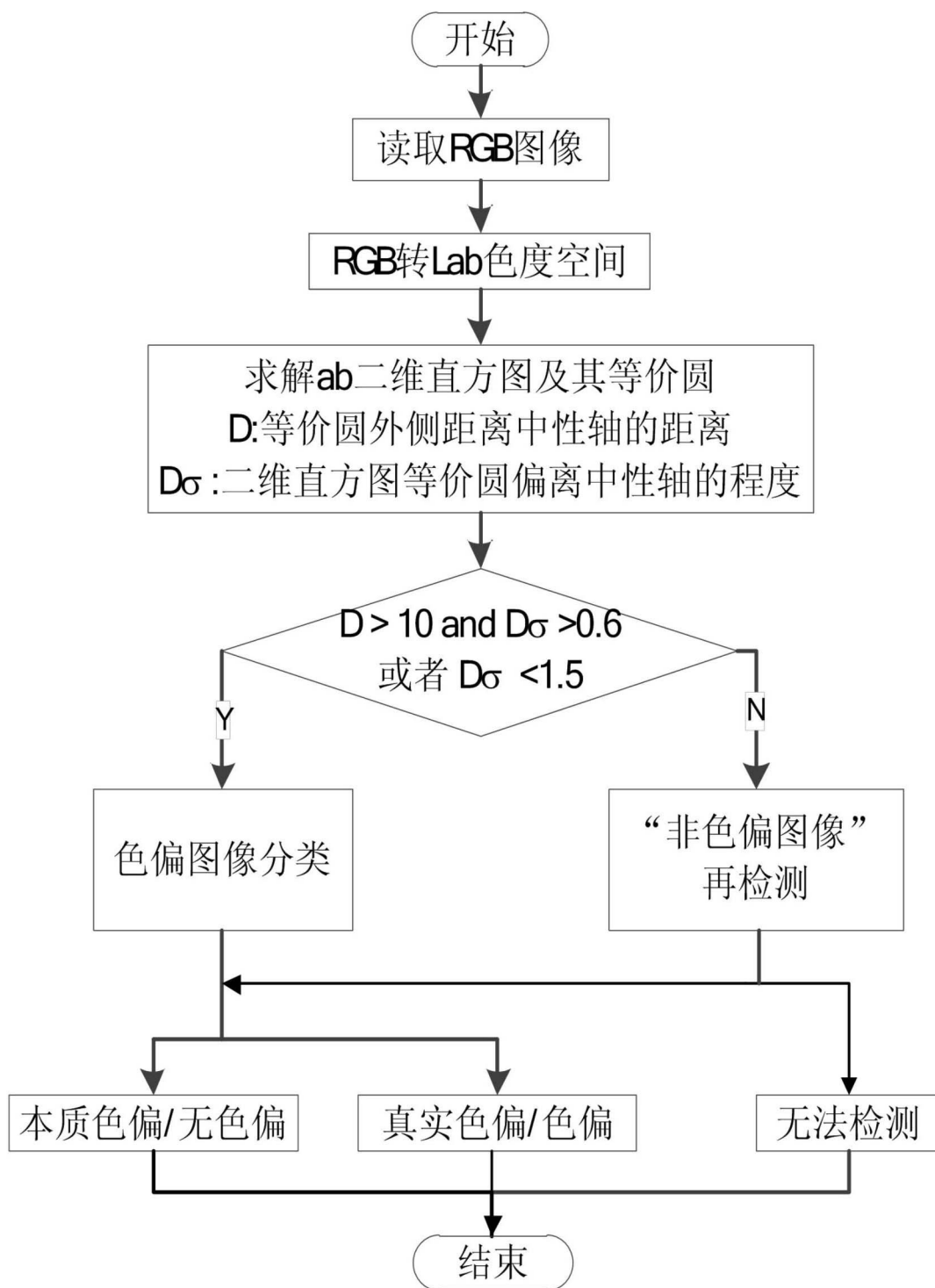


图 2

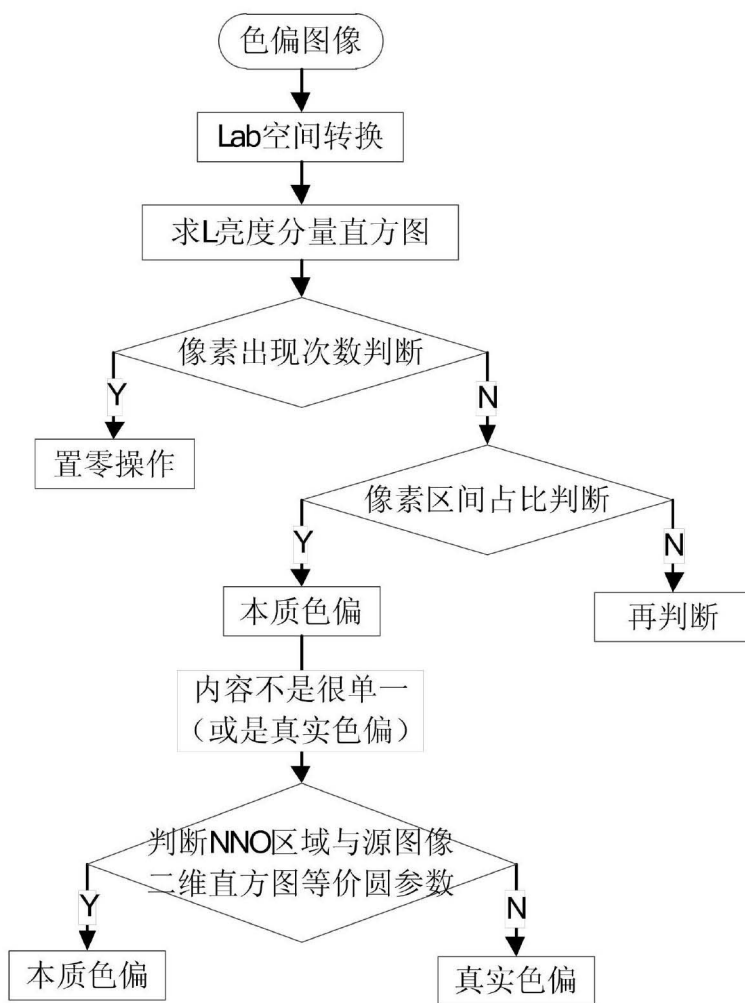


图 3

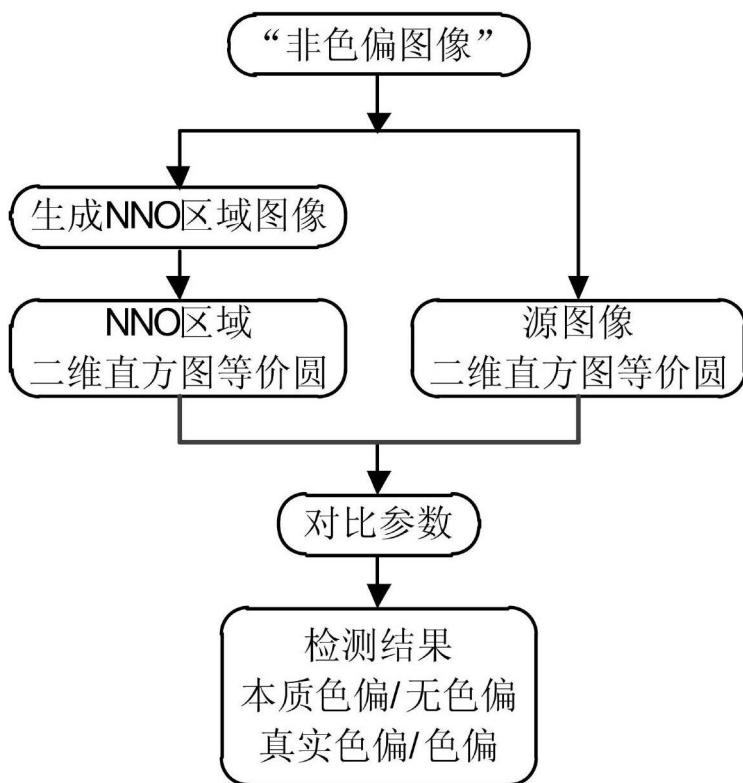


图 4

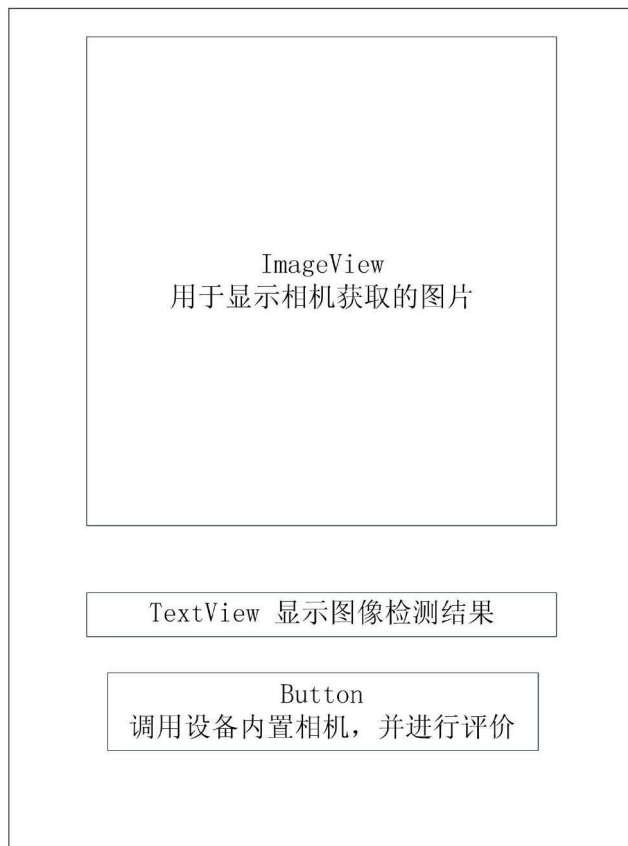


图 5

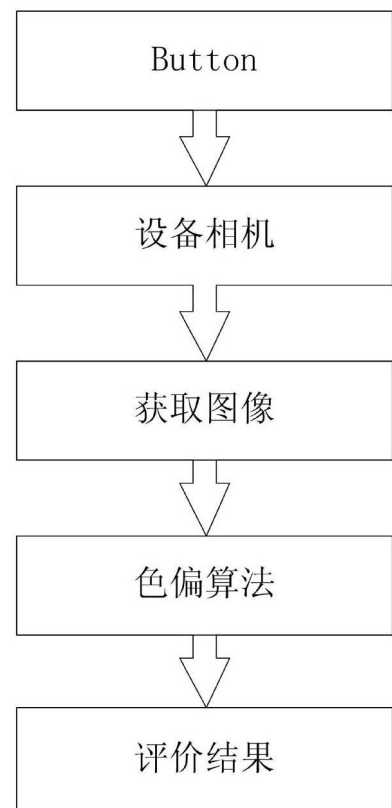


图 6