

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2014 年 7 月 17 日 (17.07.2014)



(10) 国际公布号
WO 2014/107906 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06F 19/00 (2011.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2013/070453
- (22) 国际申请日: 2013 年 1 月 15 日 (15.01.2013)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201310011245.X 2013 年 1 月 12 日 (12.01.2013) CN
- (71) 申请人: 深圳市华星光电技术有限公司 (SHENZHEN CHINA STAR OPTOELECTRONICS TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市光明新区塘明大道 9-2 号, Guangdong 518132 (CN)。
- (72) 发明人: 陈黎暄 (CHEN, Lixuan); 中国广东省深圳市光明新区塘明大道 9-2 号, Guangdong 518132 (CN)。 康志聪 (KANG, Chih-tsung); 中国广东省深圳市光明新区塘明大道 9-2 号, Guangdong 518132 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市威世博知识产权代理事务所 (普通合伙) (CHINA WISPRO INTELLECTUAL PROPERTY LLP.); 中国广东省深圳市南山区高新区粤兴三道 8 号中国地质大学产学研基地中地大楼 A806, Guangdong 518057 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH,

[见续页]

(54) Title: METHOD FOR ESTABLISHING EVALUATION STANDARD PARAMETER AND METHOD FOR EVALUATING IMAGE QUALITY OF DISPLAY

(54) 发明名称: 评价标准参数的建立方法及显示屏图像质量的评价方法

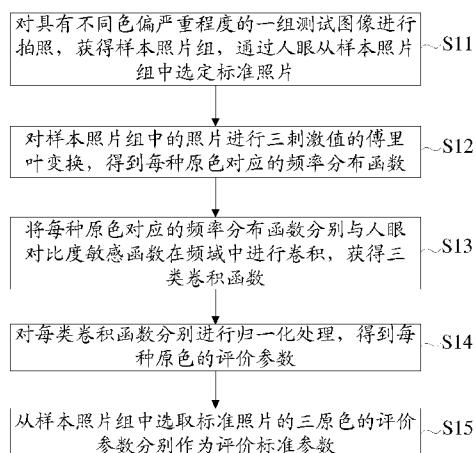


图 1 / FIG.1

- S11 Photographing of the set of test images of varying degrees of color cast severity, acquisition of the sample photo set, and selection of the standard photo from the sample photo set via the human eyes
- S12 Fourier transformation of the tristimulus values for the photos in the sample photo set, and acquisition of the frequency distribution function corresponding to each primary color
- S13 Convolution of the frequency distribution function corresponding to each primary color with the human eye contrast sensitivity function in the frequency domain, acquisition of the three types of convolution functions
- S14 Normalization respectively of each type of convolution function, acquisition of the evaluation parameter of each primary color
- S15 Selection of the evaluation parameters of the three primary colors of the standard photo from the sample photo set to serve respectively as the evaluation standard parameters

(57) Abstract: Provided are a method for establishing an evaluation standard parameter and a method for evaluating the image quality of a display screen. The establishment method comprises: photographing a set of test images of varying degrees of color cast severity, acquiring a sample photo set, and selecting a standard photo from the sample photo set via human eyes (S11); Fourier transforming of tristimulus values for the photos in the sample photo set, and acquiring a frequency distributions function corresponding to each primary color (S12); convoluting the frequency distribution function corresponding to each primary color with a human eye contrast sensitivity function in a frequency domain, acquiring three types of convolution functions (S13); normalizing respectively each type of convolution function, acquiring an evaluation parameter of each primary color (S14); and, selecting the evaluation parameters of the three primary colors of the standard photo from the sample photo set to serve respectively as evaluation standard parameters (S15).

(57) 摘要: 提供一种评价标准参数的建立方法和显示屏图像质量的评价方法, 所述建立方法包括: 对具有不同色偏严重程度的一组测试图像进行拍照, 获得样本照片组, 通过人眼从样本照片组中选定标准照片 (S11); 对样本照片组中的照片进行三刺激值的傅里叶变换, 得到每种原色对应的频率分布函数 (S12); 将每种原色对应的频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积, 获得三类卷积函数 (S13); 对每类卷积函数分别进行归一化处理, 得到每种原色的评价参数 (S14); 以及从样本照片组中选取标准照片的三原色的评价参数分别作为评价标准参数 (S15)。



CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

评价标准参数的建立方法及显示屏图像质量的评价方法

【技术领域】

本发明涉及图像处理领域，特别是涉及一种评价标准参数的建立方法，还涉及一种采用评价标准参数的显示屏图像质量的评价方法。

【背景技术】

显示屏作为友好的人机交流信息的界面，可以准确、直观、清晰地输出信息。显示屏作为一款电子产品销售时，显示屏图像质量成为消费者购买的重要决定因素之一，图像质量由亮度、色偏、清晰度等相关参数决定。因此，评价显示屏图像质量是显示屏开发与设计需要考虑的重要内容。由于显示屏的显示信息直接通过人眼观察得到，对于不同的环境与用途，其评价标准是不同的。近年来，随着各种显示技术的数量和多样性的快速增加，人们对显示屏图像质量的要求与日俱增。

现有技术中，评价图像质量是采用 JND 标准（Just Noticeable Difference，最小可觉差），其需要利用基于心理物理学方法的视觉感知实验确定 JND 临界图像，具体为：每次在显示器上同时并排显示两幅图像，一幅为原始图像，一幅为测试图像。被试需要在两幅图像中选出其认为色偏较明显的图像，起初，测试图像与原始图像间色偏差别很大，被试可以很容易地将两者区分开。如果被试选择正确，则减小下幅测试图像与原始图像间的色偏差别；如果被试选择错误，则增大下幅测试图像与原始图像的色偏差别。重复上述过程。在色偏差别满足一定条件时，其所对应的测试图像即为 JND 临界图像。对于之后的图像的评价，均以该 JND 临界图像为基准。

然而，由于被试的技术熟练程度不同，所以这种借助被试肉眼进行的图像质量评价结果会出现差异。即使是同一被试进行评价，由于被试在不同时间点的实际状态不同，被试观察显示屏的视角、距离、光线条件不同，导致被试的

主观性会介入到评价中，导致评价的精确度不一致。此外，被试对显示屏中色偏的严重程度的认知水平也会随图像亮度和周围光线条件的不同而改变。

正如从上述中可以看到的那样，由于被试的主观性介入到评价中，所以很难在显示屏的设计、开发和消费者之间给出客观和公正的评价标准。

【发明内容】

本发明的主要目的是提供一种评价标准参数的建立方法及显示屏图像质量的评价方法，能够以评价标准参数代替人眼的观察。

为解决上述技术问题，本发明采用的另一个技术方案是：提供一种评价标准参数的建立方法，评价标准参数用于评价显示屏的图像质量，图像质量的高低与图像的色偏严重程度成反比，建立方法包括：对具有不同色偏严重程度的一组测试图像进行拍照，获得样本照片组，通过人眼从样本照片组中选定标准照片；对样本照片组中的照片进行三刺激值的傅里叶变换，得到每种原色对应的频率分布函数，每种原色对应的频率分布函数分别表示为：

$$F(\omega_X) = F[X] = \int_{-\infty}^{\infty} X e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$F(\omega_Y) = F[Y] = \int_{-\infty}^{\infty} Y e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$F(\omega_Z) = F[Z] = \int_{-\infty}^{\infty} Z e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$X = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

$F(\omega_X)$ 、 $F(\omega_Y)$ 、 $F(\omega_Z)$ 分别为红原色、绿原色、蓝原色对应的频率分布函数， F 为傅里叶变换的作用算子， X 、 Y 、 Z 代表红、绿、蓝三种原色的刺激值， λ 为波长， $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$ 、 $\bar{z}(\lambda)$ 为标准色度观察者光谱三刺激值， $\varphi(\lambda)$ 为照片光谱反射率， (a, b) 为可见光谱范围， μ 为比例因子；对每种原色对应的频率分布函数分别进行滤波，以滤除噪声；将每种原色对应的频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积，获得三类卷积函数，人眼对比度敏感函数表示为：

$$CSF(\omega) = 2.6 \times (0.0192 + 0.114 \times \omega) \times e^{(-0.114 \times \omega)^{1.1}}$$

三类卷积函数分别表示为:

$$H(\omega_x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_x) CSF(k - \omega) d\omega$$

$$H(\omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_y) CSF(k - \omega) d\omega$$

$$H(\omega_z) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_z) CSF(k - \omega) d\omega$$

$CSF(\omega)$ 为人眼对比度敏感函数, $\omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2}$ 为空间频率, ω_x 和 ω_y 分别为水平、垂直方向的空间频率, $H(\omega_x)$ 、 $H(\omega_y)$ 、 $H(\omega_z)$ 为三类卷积函数, k 为偏移量, 范围为 $-\infty \sim \infty$; 对每类卷积函数分别进行归一化处理, 得到每种原色的评价参数, 评价参数表示为:

$$Factor_x = \frac{H(\omega_x)}{F(\omega_x)}$$

$$Factor_y = \frac{H(\omega_y)}{F(\omega_y)}$$

$$Factor_z = \frac{H(\omega_z)}{F(\omega_z)}$$

$Factor_x$ 、 $Factor_y$ 、 $Factor_z$ 为评价参数; 从样本照片组中选取标准照片的三原色的评价参数分别作为评价标准参数。

其中, 对每类卷积函数分别进行归一化处理的步骤具体包括: 将每类卷积函数分别做原点中心平移, 计算每类卷积函数在原点的函数绝对值, 计算每类卷积函数对应的频率分布函数对应所有变量的函数绝对值之和, 计算函数绝对值与函数绝对值之和的比值。

其中, 计算函数绝对值与函数绝对值之和的比值之前, 从函数绝对值之和剔除每种原色对应的频率分布函数在原点的函数值。

为解决上述技术问题, 本发明采用的另一个技术方案是: 提供一种评价标准参数的建立方法, 评价标准参数用于评价显示屏的图像质量, 图像质量的高低与图像的色偏严重程度成反比, 建立方法包括: 对具有不同色偏严重程度的一组测试图像进行拍照, 获得样本照片组, 通过人眼从样本照片组中选定标准照片; 对样本照片组中的照片进行三刺激值的傅里叶变换, 得到每种原色对应的频率分布函数; 将每种原色对应的频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数

在频域中进行卷积, 获得三类卷积函数; 对每类卷积函数分别进行归一化处理, 得到每种原色的评价参数; 从样本照片组中选取标准照片的三原色的评价参数分别作为评价标准参数。

其中, 在将每种原色对应的频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积的步骤之前, 对每种原色对应的频率分布函数分别进行滤波, 以滤除噪声。

其中, 每种原色对应的频率分布函数分别表示为:

$$F(\omega_X) = F[X] = \int_{-\infty}^{\infty} X e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$F(\omega_Y) = F[Y] = \int_{-\infty}^{\infty} Y e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$F(\omega_Z) = F[Z] = \int_{-\infty}^{\infty} Z e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$X = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

其中, $F(\omega_X)$ 、 $F(\omega_Y)$ 、 $F(\omega_Z)$ 分别为红原色、绿原色、蓝原色对应的频率分布函数, F 为傅里叶变换的作用算子, X 、 Y 、 Z 代表红、绿、蓝三种原色的刺激值, λ 为波长, $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$ 、 $\bar{z}(\lambda)$ 为标准色度观察者光谱三刺激值, $\varphi(\lambda)$ 为照片光谱反射率, (a, b) 为可见光谱范围, μ 为比例因子。

其中, 人眼对比度敏感函数表示为:

$$CSF(\omega) = 2.6 \times (0.0192 + 0.114 \times \omega) \times e^{(-0.114 \times \omega)^{1.1}}$$

其中, $CSF(\omega)$ 为人眼对比度敏感函数, $\omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2}$ 为空间频率, ω_x 和 ω_y 分别为水平、垂直方向的空间频率。

其中, 三类卷积函数分别表示为:

$$H(\omega_X) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_X) CSF(k - \omega) d\omega$$

$$H(\omega_Y) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_Y) CSF(k - \omega) d\omega$$

$$H(\omega_Z) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_Z) CSF(k - \omega) d\omega$$

其中, $H(\omega_X)$ 、 $H(\omega_Y)$ 、 $H(\omega_Z)$ 为三类卷积函数, k 为偏移量, 范围为 $-\infty \sim \infty$ 。

其中, 对每类卷积函数分别进行归一化处理的步骤具体包括: 将每类卷积

函数分别做原点中心平移，计算每类卷积函数在原点的函数绝对值，计算每类卷积函数对应的频率分布函数对应所有变量的函数绝对值之和，计算函数绝对值与函数绝对值之和的比值。

其中，计算函数绝对值与函数绝对值之和的比值之前，从函数绝对值之和中剔除每种原色对应的频率分布函数在原点的函数值。

其中，评价参数表示为：

$$\begin{aligned} \text{Factor}_x &= \frac{H(\omega_x)}{F(\omega_x)} \\ \text{Factor}_y &= \frac{H(\omega_y)}{F(\omega_y)} \\ \text{Factor}_z &= \frac{H(\omega_z)}{F(\omega_z)} \end{aligned}$$

其中， Factor_x 、 Factor_y 、 Factor_z 为评价参数。

为解决上述技术问题，本发明采用的另一个技术方案是：提供一种显示屏图像质量的评价方法，评价方法采用上述任一种的建立方法得到的评价标准参数，评价方法包括：对显示屏的图像进行拍照，获得照片；对照片进行三刺激值的傅里叶变换，得到每种原色对应的频率分布函数；将每种原色对应的频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积，获得三类卷积函数；对每类卷积函数分别进行归一化处理，得到每种原色的评价参数；判断每种原色的评价参数是否大于对应原色的评价标准参数，如果有一种原色的评价参数大于对应原色的评价标准参数，确定图像的质量不合格。

其中，对每类卷积函数分别进行归一化处理的步骤具体包括：将每类卷积函数分别做原点中心平移，计算每类卷积函数在原点的函数绝对值，计算每类卷积函数对应的频率分布函数对应所有变量的函数绝对值之和，计算函数绝对值与函数绝对值之和的比值。

综上所述，本发明的评价标准参数的建立方法及显示屏图像质量的评价方法通过对图像的照片进行三刺激值的傅里叶变换，然后与人眼对比度敏感函数卷积，将卷积函数归一化处理得到评价参数，在获得所有照片后选定标准照片，该标准照片的评价参数即为评价标准参数，实现了以评价标准参数代替人眼的

观察，能够得到较为客观和系统的评价标准参数，提高图像评价的客观性，帮助显示系统的设计与开发。

上述说明仅是本发明技术方案的概述，为了能够更清楚了解本发明的技术手段，而可依照说明书的内容予以实施，并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够更明显易懂，以下特举较佳实施例，并配合附图，详细说明如下。

【附图说明】

图 1 是本发明评价标准参数的建立方法第一实施例的流程示意图；

图 2 是一种人眼对比度敏感函数曲线的示例图；

图 3 是本发明评价标准参数的建立方法第二实施例的流程示意图；

图 4 是本发明显示屏图像质量的评价方法实施例的流程示意图。

【具体实施方式】

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，均属于本发明保护的范围。

请参阅图 1，图 1 是本发明评价标准参数的建立方法第一实施例的流程示意图。评价标准参数用于评价显示屏的图像质量。本发明实施例中，图像的色偏现象能够被人眼直接观察得到，图像质量的高低与图像的色偏严重程度成反比。建立方法包括以下步骤：

步骤 S11：对具有不同色偏严重程度的一组测试图像进行拍照，获得样本照片组，通过人眼从样本照片组中选定标准照片。

其中，该组测试图像为纯色图像，且具有的严重程度是任意分布的，在开发与设计显示屏的过程中，通过人为设计而得到严重程度任意分布的该组测试

图像。本发明并不对该组测试图像的数量做限制，数量可以根据实际测试需要选取。

该组测试图像通过 CCD(Charge-coupled Device, 电荷耦合元件)仪器拍照。每幅测试图像得到一张照片，拍照完成后，获得样本照片组。

现有的显示屏和压缩编码等相关技术还不能做到使图像质量非常完美，总是存在不尽如人意的缺陷。由于影响最终图像质量的各技术参数间存在交互影响，提高各参数的成本也存在差异，而成本是实际生产中必须考虑的问题，因而改善图像质量的开发与设计需要考虑各因素的权重与折中。考虑到显示屏的图像质量是由消费者通过人眼直接观察进行判断的，而人眼对图像具有的严重程度的感知能力有限，有的图像存在一定的严重程度，但人眼却并不能感知到，可以认为这样的图像质量合格。因此，在本实施例中，通过人眼选定一幅照片作为标准照片，该照片的严重程度几乎不影响图像的质量，能够被人眼接受。

步骤 S12: 对样本照片组中的照片进行三刺激值的傅里叶变换，得到每种原色对应的频率分布函数。

其中，显示屏的纯色画面具有一种颜色，而匹配该颜色需要一定数量的三原色（红、绿、蓝），三原色的量为该颜色的三刺激值。因此，三刺激值可以表征一幅图片的色偏程度。进行三刺激值的傅里叶变换，即是对每个原色进行傅里叶变换，从每张照片能够得到三个频率分布函数，每个频率分布函数对应一种原色，从频率分布函数上可以得到一些列频谱值。

步骤 S13: 将每种原色对应的频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积，获得三类卷积函数。

其中，人眼对比度敏感函数（CSF, contrast sensitivity function）为探测对比度阈值的倒数（称作视觉敏锐度）随刺激的空间频率变化的函数。人眼 CSF 数据是通过人眼视觉心理物理学实验测量得到。例如，请参阅图 2，图 2 是一种人眼对比度敏感函数曲线的示例图。图中，横坐标表示空间频率，纵坐标表示视觉敏锐度。图中具有若干条曲线，其均是由之前的科技工作者经过一些实验得

到的相互靠近的经验曲线。

每一种原色对应的频率分布函数与人眼对比度敏感函数进行卷积后，就得到一类卷积函数，该频率分布函数上原来的每个频谱值相应改变，即重新得到一组频谱值，这些频谱值均可以从该类卷积函数上得到。

步骤 S14: 对每类卷积函数分别进行归一化处理，得到每种原色的评价参数。

其中，归一化处理后，三类卷积函数对应的频谱值均由有量纲变为无量纲，评价参数也就表示卷积函数对应的频谱值与频率分布函数对应的频谱值的相对值的关系。

步骤 S15: 从样本照片组中选取标准照片的三原色的评价参数分别作为评价标准参数。

其中，所有的评价参数得到后，从评价参数中可以直接明了地获知标准照片的评价参数与其它评价参数的差别，可以判断标准照片的选取是否具有代表性和参照性。

如果认为标准照片的评价参数的参照性的选取存在较大误差，可以重复步骤 S11，重新选择出标准照片。这里，由于图像的色偏由三刺激值确定，因此，每个刺激值的评价参数都作为一种评价标准参数，这样评价标准参数才会更准确和系统。

相较现有技术选择 JND 临界图像，以 JND 临界图像作为标准图像而言，本发明的评价标准参数的建立方法计算标准照片的评价参数，选取该评价参数作为评价标准参数，评价标准参数作为客观评价标准，实现以评价标准参数代替人眼的观察。

请参阅图 3，图 3 是本发明评价标准参数的建立方法第二实施例的流程示意图。建立方法包括以下步骤：

步骤 S21: 对具有不同色偏严重程度的一组测试图像进行拍照，获得样本照片组。

步骤 S22: 通过人眼从样本照片组中选定标准照片。

其中，步骤 S21 和步骤 S22 请参照前述实施例，此处不再赘述。

步骤 S23: 对样本照片组中的照片进行三刺激值的傅里叶变换，得到每种原色对应的频率分布函数。

其中，这里对照片的三个刺激值都进行傅里叶变换，每种原色对应的频率分布函数分别表示为：

$$F(\omega_x) = F[X] = \int_{-\infty}^{\infty} X e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$F(\omega_y) = F[Y] = \int_{-\infty}^{\infty} Y e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$F(\omega_z) = F[Z] = \int_{-\infty}^{\infty} Z e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$X = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

$F(\omega_x)$ 、 $F(\omega_y)$ 、 $F(\omega_z)$ 分别为红原色、绿原色、蓝原色对应的频率分布函数， F 为傅里叶变换的作用算子， X 、 Y 、 Z 代表红、绿、蓝三种原色的刺激值， λ 为波长， $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$ 、 $\bar{z}(\lambda)$ 为标准色度观察者光谱三刺激值， $\varphi(\lambda)$ 为照片光谱反射率， (a, b) 为可见光谱范围， μ 为比例因子。

步骤 S24: 对每种原色对应的频率分布函数分别进行滤波。

其中，滤波可以滤除噪声。在本实施例中，对每种原色对应的频率分布函数进行均值滤波。

步骤 S25: 将每种原色对应的频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积，获得三类卷积函数。

其中，由于三刺激值都对应频率分布函数，因此卷积需要进行三次。人眼对比度敏感函数表示为：

$$CSF(\omega) = 2.6 \times (0.0192 + 0.114 \times \omega) \times e^{(-0.114 \times \omega)^{1.1}}$$

$CSF(\omega)$ 为人眼对比度敏感函数， $\omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2}$ 为空间频率，其单位为周期/度， ω_x 和 ω_y 分别为水平、垂直方向的空间频率。空间频率是指单位长度内亮度（也就是灰度）作周期性变化的次数。

三类卷积函数分别表示为:

$$H(\omega_x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_x) CSF(k - \omega) d\omega$$

$$H(\omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_y) CSF(k - \omega) d\omega$$

$$H(\omega_z) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_z) CSF(k - \omega) d\omega$$

$H(\omega_x)$ 、 $H(\omega_y)$ 、 $H(\omega_z)$ 为三类卷积函数, k 为偏移量, 范围为 $-\infty \leq \infty$ 。

步骤 S26: 将每类卷积函数分别做原点中心平移, 计算每类卷积函数在原点的函数绝对值。

其中, 将卷积函数做原点中心平移是指将卷积函数的中心平移至坐标原点, 即将卷积函数对应的频谱图像平移至坐标原点, 在该原点, 频谱值绝对值最大, 而该最大频谱值的绝对值就是函数绝对值。

步骤 S27: 计算每类卷积函数对应的频率分布函数对应所有变量的函数绝对值之和。

其中, 函数绝对值之和是指每个像素对应的频谱值的绝对值之和。

步骤 S28: 计算函数绝对值与函数绝对值之和的比值, 得到每种原色的评价参数。

其中, 在本实施例中, 在计算时, 函数绝对值之和中包括原点处的频谱值的绝对值。一幅照片最后得到三原色的评价参数, 每种原色的评价参数表示为:

$$Factor_x = \frac{H(\omega_x)}{F(\omega_x)}$$

$$Factor_y = \frac{H(\omega_y)}{F(\omega_y)}$$

$$Factor_z = \frac{H(\omega_z)}{F(\omega_z)}$$

$Factor_x$ 、 $Factor_y$ 、 $Factor_z$ 为评价参数。该评价参数表征了图像质量的高低。在其它实施例中, 函数绝对值之和中不包括原点处的频谱值的绝对值, 即函数绝对值之和中剔除了频率分布函数在原点的函数值。

步骤 S29: 从样本照片组中所有照片的评价参数中选取标准照片的评价参数作为评价标准参数。

其中，选定标准照片的评价参数后，其 X、Y 和 Z 的三刺激值的评价参数作为三种标准评价参数。

本实施例的评价标准参数的建立方法将主观性的评价标准变为客观化的评价参数，无论对于开发、设计、测试或生产，利用该评价标准参数对于图像评价都能提供帮助。

请参阅图 4，图 4 是本发明显示屏图像质量的评价方法实施例的流程示意图。本实施例的评价方法采用前述实施例的建立方法得到的评价标准参数。评价方法包括以下步骤：

步骤 S31：对显示屏的图像进行拍照，获得照片。

步骤 S32：对照片进行三刺激值的傅里叶变换，得到每种原色对应的频率分布函数。

步骤 S33：将每种原色对应的频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积，获得三类卷积函数。

其中，步骤 S31、S32 以及 S33 请参照前述实施例的相关步骤，此处不再赘述。

步骤 S34：对每类卷积函数分别进行归一化处理，得到每种原色的评价参数。

其中，步骤 S34 具体包括：将卷积函数做原点中心平移，计算卷积函数在原点的函数绝对值，计算频率分布函数对应所有变量的函数绝对值之和，计算函数绝对值与函数绝对值之和的比值。

步骤 S35：判断每种原色的评价参数是否大于对应原色的评价标准参数，如果有一种原色的评价参数大于对应原色的评价标准参数，确定图像的质量不合格。

其中，以标准照片的评价标准参数为基准，将一幅照片红原色的评价参数与红原色的评价标准参数作比较、绿原色的评价参数与绿原色的评价标准参数作比较以及蓝原色的评价参数与蓝原色的评价标准参数作比较，如果有任一原色的评价参数大于其相同原色的评价标准参数，则说明色偏现象的严重程度明

显，确定图像质量不合格，否则合格。

通过上述方式，本发明的评价标准参数的建立方法及显示屏图像质量的评价方法通过建立评价标准参数，再将任意图像的评价参数与评价标准参数作比较进行评价，能够使评价过程更为客观，减少评价过程中人眼的参与，有助于显示系统的设计与开发。

以上所述仅为本发明的实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

权利要求

1、一种评价标准参数的建立方法，所述评价标准参数用于评价显示屏的图像质量，图像质量的高低与图像的色偏严重程度成反比，其中，所述建立方法包括：

对具有不同色偏严重程度的一组测试图像进行拍照，获得样本照片组，通过人眼从所述样本照片组中选定标准照片；

对所述样本照片组中的照片进行三刺激值的傅里叶变换，得到每种原色对应的频率分布函数，所述每种原色对应的频率分布函数分别表示为：

$$F(\omega_x) = F[X] = \int_{-\infty}^{\infty} X e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$F(\omega_y) = F[Y] = \int_{-\infty}^{\infty} Y e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$F(\omega_z) = F[Z] = \int_{-\infty}^{\infty} Z e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$X = \mu \int_a^b \phi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \mu \int_a^b \phi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \mu \int_a^b \phi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

$F(\omega_x)$ 、 $F(\omega_y)$ 、 $F(\omega_z)$ 分别为红原色、绿原色、蓝原色对应的频率分布函数， F 为傅里叶变换的作用算子， X 、 Y 、 Z 代表红、绿、蓝三种原色的刺激值， λ 为波长， $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$ 、 $\bar{z}(\lambda)$ 为标准色度观察者光谱三刺激值， $\phi(\lambda)$ 为照片光谱反射率， (a, b) 为可见光谱范围， μ 为比例因子；

对每种原色对应的所述频率分布函数分别进行滤波，以滤除噪声；

将每种原色对应的所述频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积，获得三类卷积函数，所述人眼对比度敏感函数表示为：

$$CSF(\omega) = 2.6 \times (0.0192 + 0.114 \times \omega) \times e^{(-0.114 \times \omega)^{1.1}}$$

所述三类卷积函数分别表示为：

$$H(\omega_x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_x) CSF(k - \omega) d\omega$$

$$H(\omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_y) CSF(k - \omega) d\omega$$

$$H(\omega_z) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_z) CSF(k - \omega) d\omega$$

CSF(ω) 为所述人眼对比度敏感函数, $\omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2}$ 为空间频率, ω_x 和 ω_y 分别为水平、垂直方向的空间频率, $H(\omega_x)$ 、 $H(\omega_y)$ 、 $H(\omega_z)$ 为所述三类卷积函数, k 为偏移量, 范围为 $-\infty \leq \infty$;

对每类所述卷积函数分别进行归一化处理, 得到每种原色的评价参数, 所述评价参数表示为:

$$Factor_x = \frac{H(\omega_x)}{F(\omega_x)}$$

$$Factor_y = \frac{H(\omega_y)}{F(\omega_y)}$$

$$Factor_z = \frac{H(\omega_z)}{F(\omega_z)}$$

$Factor_x$ 、 $Factor_y$ 、 $Factor_z$ 为所述评价参数;

从所述样本照片组中选取所述标准照片的三原色的评价参数分别作为评价标准参数。

2、根据权利要求 1 所述的建立方法, 其中, 所述对每类所述卷积函数分别进行归一化处理的步骤具体包括:

将每类所述卷积函数分别做原点中心平移, 计算每类所述卷积函数在原点的函数绝对值, 计算每类所述卷积函数对应的所述频率分布函数对应所有变量的函数绝对值之和, 计算所述函数绝对值与所述函数绝对值之和的比值。

3、根据权利要求 2 所述的建立方法, 其中, 计算所述函数绝对值与所述函数绝对值之和的比值之前, 从所述函数绝对值之和中剔除每种原色对应的所述频率分布函数在所述原点的函数值。

4、一种评价标准参数的建立方法, 所述评价标准参数用于评价显示屏的图像质量, 图像质量的高低与图像的色偏严重程度成反比, 其中, 所述建立方法包括:

对具有不同色偏严重程度的一组测试图像进行拍照, 获得样本照片组, 通过人眼从所述样本照片组中选定标准照片;

对所述样本照片组中的照片进行三刺激值的傅里叶变换, 得到每种原色对应的频率分布函数;

将每种原色对应的所述频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积, 获得三类卷积函数;

对每类所述卷积函数分别进行归一化处理, 得到每种原色的评价参数;

从所述样本照片组中选取所述标准照片的三原色的评价参数分别作为评价标准参数。

5、根据权利要求 4 所述的建立方法, 其中, 在将每种原色对应的所述频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积的步骤之前, 对每种原色对应的所述频率分布函数分别进行滤波, 以滤除噪声。

6、根据权利要求 4 所述的建立方法, 其中, 所述每种原色对应的频率分布函数分别表示为:

$$F(\omega_X) = F[X] = \int_{-\infty}^{\infty} X e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$F(\omega_Y) = F[Y] = \int_{-\infty}^{\infty} Y e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$F(\omega_Z) = F[Z] = \int_{-\infty}^{\infty} Z e^{-i\omega\lambda} d\lambda$$

$$X = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{x}(\lambda) d\lambda$$

$$Y = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda$$

$$Z = \mu \int_a^b \varphi(\lambda) \bar{z}(\lambda) d\lambda$$

其中, $F(\omega_X)$ 、 $F(\omega_Y)$ 、 $F(\omega_Z)$ 分别为红原色、绿原色、蓝原色对应的频率分布函数, F 为傅里叶变换的作用算子, X 、 Y 、 Z 代表红、绿、蓝三种原色的刺激值, λ 为波长, $\bar{x}(\lambda)$ 、 $\bar{y}(\lambda)$ 、 $\bar{z}(\lambda)$ 为标准色度观察者光谱三刺激值, $\varphi(\lambda)$ 为照片光谱反射率, (a, b) 为可见光谱范围, μ 为比例因子。

7、根据权利要求 6 所述的建立方法, 其中, 所述人眼对比度敏感函数表示为:

$$CSF(\omega) = 2.6 \times (0.0192 + 0.114 \times \omega) \times e^{(-0.114 \times \omega)^{1.1}}$$

其中, $CSF(\omega)$ 为所述人眼对比度敏感函数, $\omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2}$ 为空间频率, ω_x 和 ω_y 分别为水平、垂直方向的空间频率。

8、根据权利要求 7 所述的建立方法, 其中, 所述三类卷积函数分别表示为:

$$H(\omega_x) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_x)CSF(k - \omega)d\omega$$

$$H(\omega_y) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_y)CSF(k - \omega)d\omega$$

$$H(\omega_z) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega_z)CSF(k - \omega)d\omega$$

其中, $H(\omega_x)$ 、 $H(\omega_y)$ 、 $H(\omega_z)$ 为所述三类卷积函数, k 为偏移量, 范围为 $-\infty \sim \infty$ 。

9、根据权利要求 8 所述的建立方法, 其中, 所述对每类所述卷积函数分别进行归一化处理的步骤具体包括:

将每类所述卷积函数分别做原点中心平移, 计算每类所述卷积函数在原点的函数绝对值, 计算每类所述卷积函数对应的所述频率分布函数对应所有变量的函数绝对值之和, 计算所述函数绝对值与所述函数绝对值之和的比值。

10、根据权利要求 9 所述的建立方法, 其中, 计算所述函数绝对值与所述函数绝对值之和的比值之前, 从所述函数绝对值之和中剔除每种原色对应的所述频率分布函数在所述原点的函数值。

11、根据权利要求 9 所述的建立方法, 其中, 所述评价参数表示为:

$$Factor_x = \frac{H(\omega_x)}{F(\omega_x)}$$

$$Factor_y = \frac{H(\omega_y)}{F(\omega_y)}$$

$$Factor_z = \frac{H(\omega_z)}{F(\omega_z)}$$

其中, $Factor_x$ 、 $Factor_y$ 、 $Factor_z$ 为所述评价参数。

12、一种显示屏图像质量的评价方法, 其中, 所述评价方法采用根据权利要求 4 所述的建立方法得到的评价标准参数, 所述评价方法包括:

对所述显示屏的图像进行拍照, 获得照片;

对所述照片进行三刺激值的傅里叶变换, 得到每种原色对应的频率分布函数;

将每种原色对应的所述频率分布函数分别与人眼对比度敏感函数在频域中进行卷积, 获得三类卷积函数;

对每类所述卷积函数分别进行归一化处理, 得到每种原色的评价参数;

判断每种原色的评价参数是否大于对应原色的所述评价标准参数, 如果有

一种原色的评价参数大于对应原色的所述评价标准参数，确定所述图像的质量不合格。

13、根据权利要求 12 所述的评价方法，其特征在于，所述对每类所述卷积函数分别进行归一化处理的步骤具体包括：

将每类所述卷积函数分别做原点中心平移，计算每类所述卷积函数在原点的函数绝对值，计算每类所述卷积函数对应的所述频率分布函数对应所有变量的函数绝对值之和，计算所述函数绝对值与所述函数绝对值之和的比值。

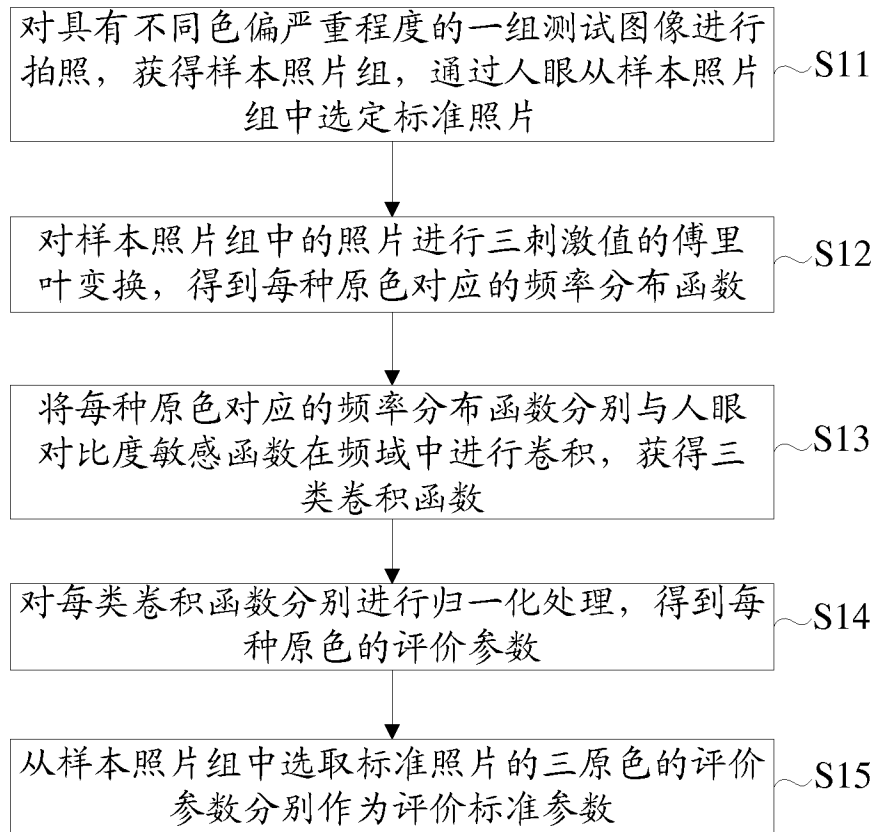


图 1

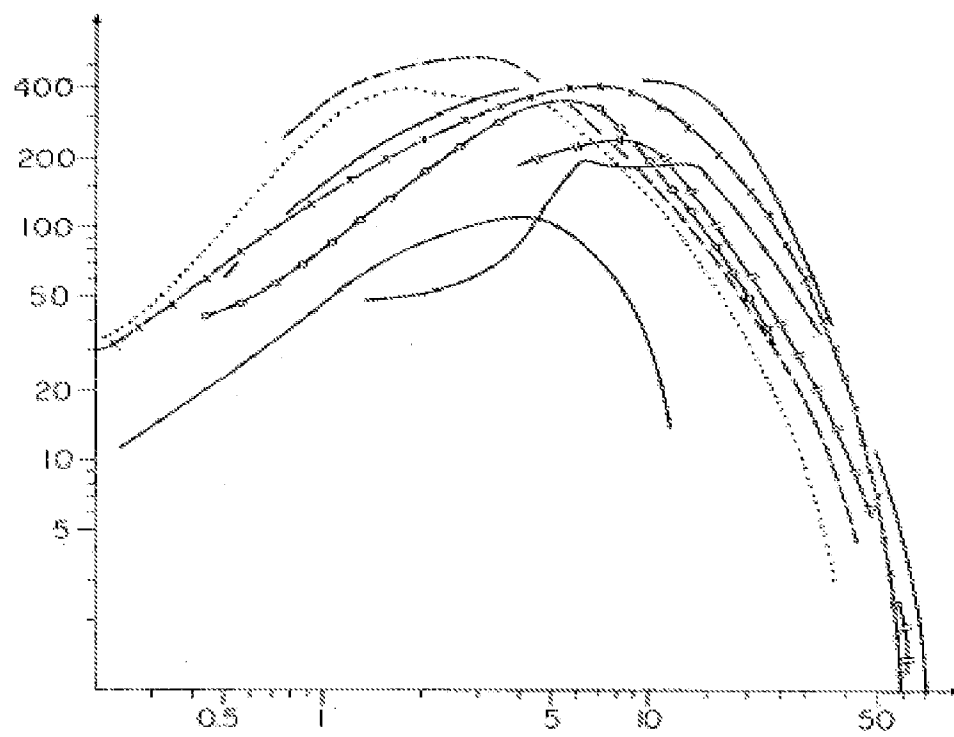


图 2

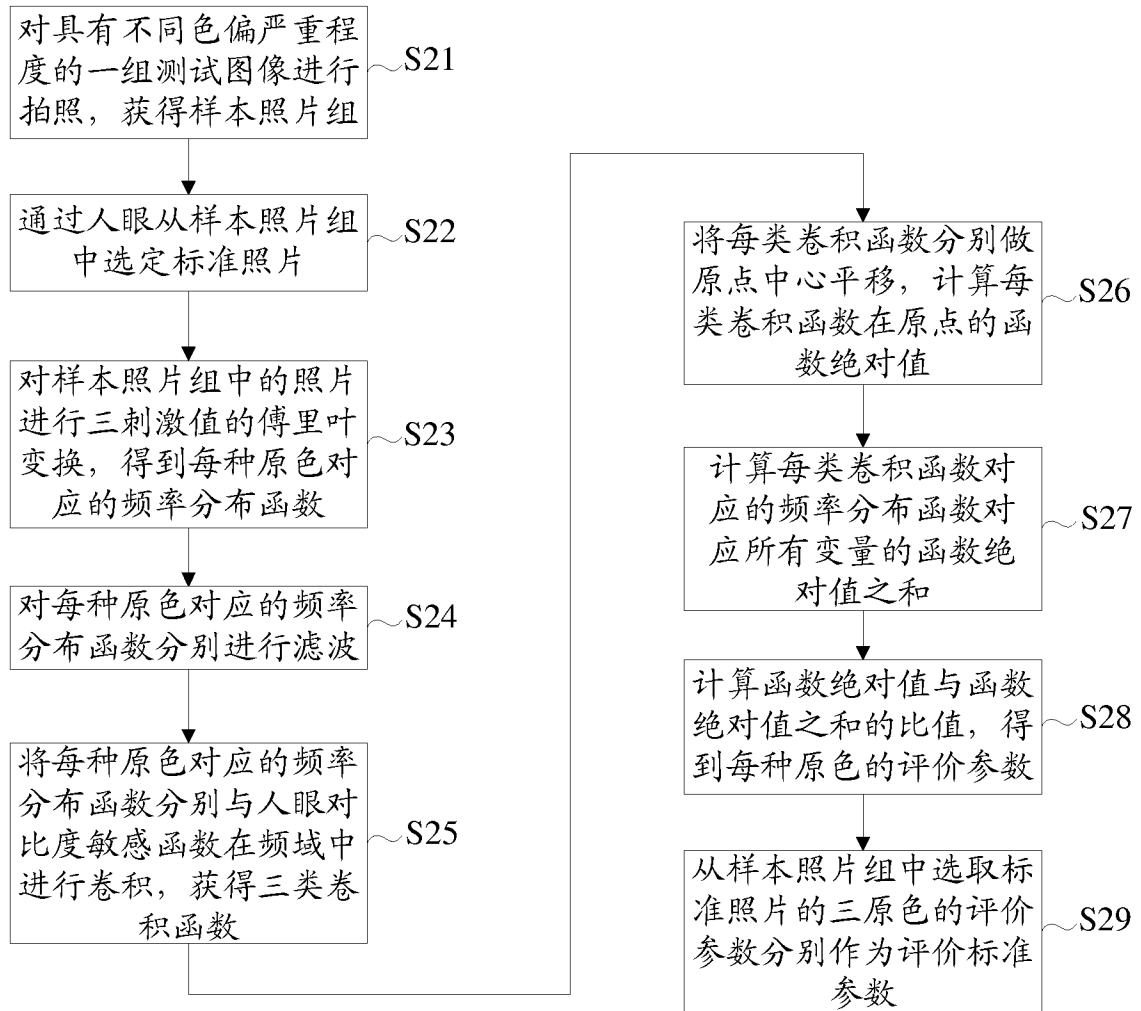


图 3



图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2013/070453

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 19/00 (2011.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: G06F 19/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT;CNKI;DWPI;VEN: image, picture, photograph, stimulus value, Fourier transformation, chromatographic, screen, display, convolution, parameter, eyes

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 100465989 C (UNIV TIANJIN POLYTECHNIC) 04 March 2009 (04.03.2009) see claim 1 and figure 1	4-5, 12-13
Y	CN 1156371 C (YATUSHI PRINT CO., LTD. HESHAN) 07 July 2004 (07.07.2004) see description, page 1 paragraph [0002]	4-5, 12-13
A	CN 102855631 A (UNIV ZHEJIANG) 02 January 2013 (02.01.2013) see the whole document	1-13

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 14 May 2013 (14.05.2013)	Date of mailing of the international search report 06 June 2013 (06.06.2013)
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Xinyu Telephone No. (86-10) 62411824

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2013/070453

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 100465989 C	04.03.2009	CN 101136067 A	05.03.2008
CN 1156371 C	07.07.2004	CN 1359794 A	24.07.2002
CN 102855631 A	02.01.2013	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2013/070453

A. 主题的分类

G06F 19/00 (2011.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: G06F 19/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT;CNKI;DWPI;VEN

图像, 图象, 拍照, 照片, 刺激值, 傅里叶, 傅立叶, 色偏, 原色, 屏, 卷积, 参数, 眼, image, picture, photograph, stimulus value, Fourier transformation, chromatographic, screen, display, convolution, parameter, eyes

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
Y	CN100465989C (天津工业大学) 04.3 月 2009 (04.03.2009) 参见权利要求 1、图 1	4-5,12-13
Y	CN1156371C (鹤山雅图仕印刷有限公司) 07.7 月 2004 (07.07.2004) 参见说明书第 1 页第 2 段	4-5,12-13
A	CN102855631A (浙江大学) 02.1 月 2013 (02.01.2013) 参见全文	1-13



其余文件在 C 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

14.5 月 2013(14.05.2013)

国际检索报告邮寄日期

06.6 月 2013 (06.06.2013)

ISA/CN 的名称和邮寄地址:

中华人民共和国国家知识产权局

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员

李昕宇

电话号码: (86-10) **62411824**

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2013/070453

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN100465989C	04.03.2009	CN101136067A	05.03.2008
CN1156371C	07.07.2004	CN1359794A	24.07.2002
CN102855631A	02.01.2013	无	