

(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
2016 年 12 月 29 日 (29.12.2016)



(10) 国际公布号
WO 2016/206087 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 5/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2015/082486

(22) 国际申请日: 2015 年 6 月 26 日 (26.06.2015)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 北京大学深圳研究生院 (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 李霖 (LI, Lin); 中国广东省深圳南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。王荣刚 (WANG, Ronggang); 中国广东省深圳南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。唐聘洲 (TANG, Chengzhou); 中国广东省深圳南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。王振宇 (WANG, Zhenyu); 中国广东省深圳南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。高文 (GAO, Wen); 中国广东省

深圳南山区西丽深圳大学城北大湾区, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳鼎合诚知识产权代理有限公司 (DHC IP ATTORNEYS); 中国广东省深圳福田区金田路与福华路交汇处现代国际大厦 2201, Guangdong 518048 (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, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, 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, ST, 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: LOW-ILLUMINATION IMAGE PROCESSING METHOD AND DEVICE

(54) 发明名称: 一种低照度图像处理方法和装置

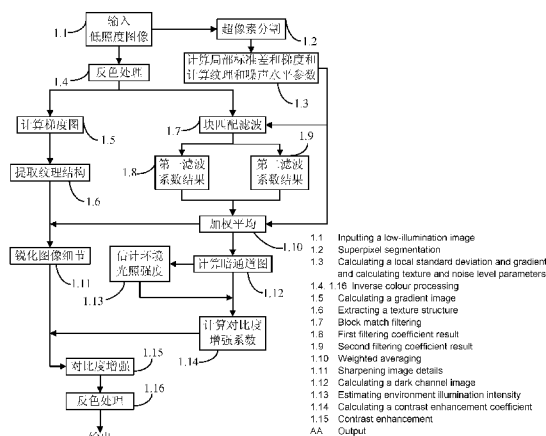


图 2

(57) Abstract: A low-illumination image processing method and device. With regard to the problem of noise amplification existing in an original low-illumination image contrast enhancement technique, it is proposed that a noise suppression filter is additionally arranged before an operation of contrast enhancement, and smoothing processing is performed on an inverse colour image of a low-illumination image by adopting a first filtering coefficient and a second filtering coefficient so that image contrast is enhanced while random noise is suppressed. Texture and noise level parameters of an image are calculated according to a local block interior characteristic of the image, and weighted averaging is performed on a first smoothing image and a second smoothing image after smoothing processing according to the texture and noise level parameters. A texture image is obtained by performing texture structure extraction on a gradient image of an inverse colour image, and the texture image is combined with a weighted image to sharpen the weighted image so as to have the effect of enhancing image details. Therefore, the contrast of a low-illumination image can be effectively enhanced, various types of noise can be filtered, and the image colour and details can be retained at the same time to obtain a clear and lifelike restored image.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2016/206087 A1



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, KM, 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))。

一种低照度图像处理方法和装置，针对原有的低照度图像对比度增强技术中存在的噪声放大问题，提出在进行对比度增强操作前，加入噪声抑制滤波器，采用第一滤波系数和第二滤波系数对低照度图像的反色图像进行平滑处理，在增强图像对比度的同时抑制随机噪声。根据图像的局部块内特征，计算图像的纹理和噪声水平参数，根据纹理和噪声水平参数，对平滑处理后的第一平滑图像和第二平滑图像进行加权平均。针对反色图像的梯度图像进行纹理结构提取后得到纹理图像，将其与加权图像相加，对加权图像进行锐化，起到增强图像细节的作用。因此，可以有效增强低照度图像的对比度，滤除各种噪声，同时保留图像色彩和细节，得到清晰逼真的复原图像。

一种低照度图像处理方法和装置

技术领域

本申请涉及数字图像处理领域，具体涉及一种低照度图像处理方法和装置。

背景技术

人们越来越多地使用监控摄像头，用来保证城市、交通、公共场所等方面的安全，同时也使用车载摄像头来提高驾驶的安全性。但是低光照（如夜晚、背光、室内等）条件会大大降低此类摄像头的性能，使其拍摄的图像和视频可视性降低，往往难以辨别关键人、物等信息。上述情况下拍摄的图像称为低照度图像，低照度图像有各种噪声，进行图像增强后更加突显出来，从而降低图像中关注对象的可辨识度，强烈降低人的主观感受。

对于传统的图像增强技术（比如去雾霾和低照度增强技术），其对图像进行处理之后，会大大增强图像中原有的噪声，往往在图像中出现大片颜色噪声（Color noise）和一些亮度噪声（Luma noise）。传统的图像增强技术不能有效地滤除这些噪声。

对于传统的降噪方法，其不能解决下面两个问题：

- 1）有效滤除大片颜色噪声的同时保证物体的色彩饱和度。
- 2）在滤除亮度噪声的同时保留物体的细节。

发明内容

本申请提供一种低照度图像处理方法和装置，解决了低照度图像处理后噪声放大、细节损失等问题。

根据本申请的第一方面，本申请提供了一种低照度图像处理方法，包括：

输入低照度图像；

将所述低照度图像分割成不同的纹理区域，计算各个纹理区域内像素点灰度的标准差及梯度，并将所述标准差与梯度的比值作为图像的纹理和噪声水平参数；

对所述低照度图像进行反色处理，得到反色图像；

根据各个纹理区域内像素点灰度的标准差的平均值，确定第一滤波系数和第二滤波系数，分别采用第一滤波系数和第二滤波系数对反色图像进行平滑处理，分别得到第一平滑图像和第二平滑图像；

根据所述纹理和噪声水平参数，对第一平滑图像和第二平滑图像进行加权平均，得到加权图像；

计算得到所述加权图像的暗通道图，并根据所述暗通道图得到环境光照强度；

根据所述暗通道图和环境光照强度得到对比度增强系数；

计算得到所述反色图像的梯度图像，对所述梯度图像进行纹理结构提取，得到纹理图像；

将所述加权图像与纹理图像相加，得到锐化图像；

根据所述环境光照强度 and 对比度增强系数对所述锐化图像进行对比度增强，得到增强图像；

对所述增强图像进行反色处理，得到输出图像。

根据本申请的第二方面，本申请提供了一种低照度图像处理装置，包括：

输入模块，用于输入低照度图像；

图像分割模块，用于将所述低照度图像分割成不同的纹理区域；

第一计算模块，用于计算各个纹理区域内像素点灰度的标准差及梯度和，并将所述标准差与梯度和的比值作为图像的纹理和噪声水平参数；

第一反色模块，用于对所述低照度图像进行反色处理，得到反色图像；

平滑滤波模块，用于根据各个纹理区域内像素点灰度的标准差的平均值，确定第一滤波系数和第二滤波系数，分别采用第一滤波系数和第二滤波系数对反色图像进行平滑处理，分别得到第一平滑图像和第二平滑图像；

加权模块，用于根据所述纹理和噪声水平参数，对第一平滑图像和第二平滑图像进行加权平均，得到加权图像；

第二计算模块，用于计算得到所述加权图像的暗通道图，并根据所述暗通道图得到环境光照强度；根据所述暗通道图和环境光照强度得到对比度增强系数；

第三计算模块，用于计算得到所述反色图像的梯度图像，对所述梯度图像进行纹理结构提取，得到纹理图像；

锐化模块，用于将所述加权图像与纹理图像相加，得到锐化图像；

对比度增强模块，用于根据所述环境光照强度 and 对比度增强系数对所述锐化图像进行对比度增强，得到增强图像；

第二反色模块，用于对所述增强图像进行反色处理，得到输出图像。

本申请提供的低照度图像处理方法和装置中，先将输入的低照度图像分割成不同的纹理区域，以得到图像的纹理和噪声水平参数。一方面，根据各个纹理区域内像素点灰度的标准差的平均值，确定第一滤波系数

和第二滤波系数，分别采用第一滤波系数和第二滤波系数对低照度图像的反色图像进行平滑处理，得到第一平滑图像和第二平滑图像；根据纹理和噪声水平参数，对第一平滑图像和第二平滑图像进行加权平均，得到加权图像；根据加权图像的暗通道图得到环境光照强度，进而得到对比度增强系数。另一方面，对反色图像的梯度图像进行纹理结构提取，得到纹理图像。之后，将加权图像与纹理图像相加，得到锐化图像；再根据对比度增强系数对锐化图像进行对比度增强，得到增强图像。最后对增强图像进行反色处理，得到输出图像。因此，本申请提供的低照度图像处理方法和装置，可以有效地增强低照度图像的对比度，滤除各种噪声，同时保留图像色彩和细节，得到清晰逼真的复原图像。

附图说明

图 1 为本申请一种实施例中低照度图像处理装置的结构示意图；

图 2 为本申请一种实施例中低照度图像处理方法的流程示意图；

图 3 为分别采用现有技术和本实施例提供的低照度图像处理方法对同一输入图像进行处理后的对比示意图。

具体实施方式

本申请实施例提供的低照度图像处理方法和装置，可应用于视频监控系统、图像处理软件等，能有效进行去雾霾处理和低照度增强处理，在图像降噪上既能滤除颜色噪声和亮度噪声，也最大可能地保留图像的色彩和细节。

下面通过具体实施方式结合附图对本申请作进一步详细说明。

请参考图 1，本实施例提供了一种低照度图像处理方法和装置。低照度图像处理装置包括输入模块 101、图像分割模块 102、第一计算模块 103、第一反色模块 104、平滑滤波模块 105、加权模块 106、第二计算模块 107、第三计算模块 108、锐化模块 109、对比度增强模块 110 和第二反色模块 111。

下面结合低照度图像处理方法对该装置进行说明，请参考图 2，低照度图像处理方法包括下面步骤：

步骤 1.1：输入模块 101 输入低照度图像 I。

步骤 1.2：图像分割模块 102 将低照度图像 I 分割成不同的纹理区域。优选的，图像分割模块 102 采用超像素（superpixel）分割将低照度图像 I 分割成不同的纹理区域。

步骤 1.3：第一计算模块 103 计算各个纹理区域内像素点灰度的标准差 σ 及梯度和 s ，并将标准差 σ 与梯度和 s 的比值作为图像的纹理和噪声水平参数 α ，即 $\alpha = \sigma / s$ 。

步骤 1.4：第一反色模块 104 对低照度图像 I 的每一个颜色通道进行反色处理，得到反色图像 R。第一反色模块 104 按照公式 $R = 255 - I$ 对低

照度图像 I 进行反色处理。先对低照度图像 I 进行反色，然后在进行后续处理，可以将图像中低亮度像素转换成高亮度像素，从而有利于对低照度区域的对比度增强处理。

步骤 1.5: 第三计算模块 108 利用微分算子与 R 的三个颜色通道分别进行卷积，得到 R 的梯度图像 R_d 。

步骤 1.6: 第三计算模块 108 选择大小合适的滤波系数，对 R_d 进行纹理结构提取，得到 R_d 的不含噪声的主要纹理图像 R_{ds} 。其中，滤波系数可以选择经验值。

步骤 1.7: 平滑滤波模块 105 分别采用第一滤波系数和第二滤波系数对反色图像进行平滑处理，本实施例中，利用三维块匹配 (BM3D) 滤波器对反色图像进行平滑处理。使用 BM3D 图像滤波器，能在去除图像噪声的同时，尽可能保留更多的图像纹理细节。优选的，第一滤波系数大于各个纹理区域内像素点灰度的标准差 σ 的平均值，第二滤波系数小于各个纹理区域内像素点灰度的标准差 σ 的平均值。

步骤 1.8: 本实施例中，平滑滤波模块 105 采用 σ 的平均值的 2 倍作为第一滤波系数，得到纹理较平滑的第一平滑图像 R_s^{coarse} 。

步骤 1.9: 平滑滤波模块 105 采用 σ 的平均值的 1/2 作为第二滤波系数，得到纹理较突出的第二平滑图像 R_s^{fine} 。

在其他实施例中，第一滤波系数和第二滤波系数可以根据实际需求选择，并且，平滑滤波模块 105 也可以选择其他滤波器对反色图像进行平滑处理。

步骤 1.10: 加权模块 106 根据纹理和噪声水平参数 α ，对滤波去噪得到的第一平滑图像和第二平滑图像进行加权平均，得到加权图像。本实施例中，采用下面公式得到加权图像 R_s :

$$R_s = \alpha \cdot R_s^{fine} + (1 - \alpha) \cdot R_s^{coarse}$$

步骤 1.7-步骤 1.10 相当于在进行对比度增强操作前端加入噪声抑制滤波器，解决原有的低照度图像对比度增强技术中存在的噪声放大问题。

步骤 1.11: 锐化模块 109 将加权图像与纹理图像相加，得到锐化图像。本实施例中，采用下面公式得到细节增强的锐化图像 R_{sharp} :

$$R_{sharp} = R_s + \alpha \cdot R_{ds}$$

通过加权求和可以取得较好的锐化效果，同时避免边缘过分增强。

步骤 1.6、1.7、1.11 中，去除梯度图像中的噪声，保留其中的关键结构信息，并用该结构信息对图像进行锐化，起到增强图像细节的作用。

步骤 1.12: 第二计算模块 107 计算得到加权图像的暗通道图 R_{dark} , 暗通道图是指: 图像中每个像素点上三个颜色通道中灰度值最小的那一个颜色通道构成的灰度图像。

本实施例中, 采用下面公式计算暗通道图:

$$R_{\text{dark}}(x) = \min_{y \in \Omega(x)} \left(\min_{c \in \{r, g, b\}} R^c(y) \right)$$

其中, x 和 y 表示像素点的位置, $\Omega(x)$ 为以像素点 x 为中心的邻域, c 代表不同颜色通道。具体的, $\Omega(x)$ 为以像素点 x 为中心、大小为 3×3 的邻域。

步骤 1.13: 第二计算模块 107 根据暗通道图得到环境光照强度 A 。本实施例中, 将 R_{dark} 内各个像素按照灰度值从大到小排序, 找出排在前面 0.2% 的像素点, 计算加权图像中这些像素点三个颜色通道灰度的平均值, 找出平均值最大的像素点, 将该像素点的像素值 (三个颜色通道的灰度值) 作为对环境光照强度 A 的估计值。

步骤 1.14: 第二计算模块 107 根据暗通道图和环境光照强度得到对比度增强系数 t 。本实施例中, 采用下面计算公式:

$$t(x) = 1 - \omega * \min_{y \in \Omega(x)} \left(\min_{c \in \{r, g, b\}} \frac{R^c(y)}{A^c} \right)$$

其中, x 和 y 表示像素点的位置, $t(x)$ 为对比度增强系数, $\Omega(x)$ 为以像素点 x 为中心的邻域, c 代表不同颜色通道, ω 为权重修正系数, $R^c(y)$ 为 c 通道中第 y 个像素点的亮度值, A 为环境光照强度。具体的, $\Omega(x)$ 为以像素点 x 为中心、大小为 3×3 的邻域。

为了避免出现对比度过度增强和增强不足的问题, 本实施例中, 根据像素点的 RGB 三个通道的灰度值 (即像素点的亮度) 来自适应地调节系数 ω , 其调节方式采用下面公式:

$$\omega(x) = \left(1 - 10^{-\sqrt{\frac{\sum_{c \in \{r, g, b\}} (255 - I_c(x))}{3}}} \right)^2$$

其中, $\omega(x)$ 为第 x 个像素点的权重修正系数, $I_c(x)$ 为 c 通道中第 x 个像素点的灰度值。

在其他实施例中, ω 也可以取一固定值, 例如, 取 0.85。

通常, 直接利用上面计算出的 $t(x)$ 进行低照度图像增强, 会在照度极低的区域失效, 造成增强不足的问题, 所以在按照上面公式求出对比

度增强系数 $t(x)$ 之后, 还需要对其进行简单的修正, 具体为: 对小于预设值的增强系数进行进一步缩小。本实施例中, 修正公式如下:

$$t(x) = \begin{cases} 2t^2(x), & 0 < t(x) < 0.5 \\ t(x), & 0.5 < t(x) < 1 \end{cases}$$

在其他实施例中, 也可以采用其他修正方式。

步骤 1.15: 对比度增强模块 110 根据环境光照强度 and 对比度增强系数对锐化图像进行对比度增强, 得到增强图像, 即对锐化图像进行去雾处理, 恢复成清晰的增强图像 R_{clear} , 本实施例中, 采用下面恢复公式:

$$R_{clear} = \frac{R_{sharp} - A}{t} + A$$

步骤 1.16: 第二反色模块 111 用于对增强图像的每一个颜色通道进行反色处理, 得到输出图像 J 。第二反色模块 111 按照公式 $J=255-R_{clear}$ 对增强图像 R_{clear} 进行反色处理。

请参考图 3, 图 3(a) 为输入的低照度图像, 图 3(b) 为采用传统方法直接进行对比度增强得到的输出图像, 图 3(c) 为采用本实施例提供的低照度图像处理方法得到的输出图像。从图 3 中可以分析出, 采用实施例提供的低照度图像处理方法得到的输出图像具有更小的噪声, 且能够保留图像的色彩和细节。

本领域技术人员可以理解, 上述实施方式中各种方法的全部或部分步骤可以通过程序来指令相关硬件完成, 该程序可以存储于一计算机可读存储介质中, 存储介质可以包括: 只读存储器、随机存取存储器、磁盘或光盘等。

以上内容是结合具体的实施方式对本申请所作的进一步详细说明, 不能认定本申请的具体实施只局限于这些说明。对于本申请所属技术领域的普通技术人员来说, 在不脱离本申请发明构思的前提下, 还可以做出若干简单推演或替换。

权 利 要 求

1、一种低照度图像处理方法，其特征在于，包括：

输入低照度图像；

将所述低照度图像分割成不同的纹理区域，计算各个纹理区域内像素点灰度的标准差及梯度和，并将所述标准差与梯度和的比值作为图像的纹理和噪声水平参数；

对所述低照度图像进行反色处理，得到反色图像；

根据各个纹理区域内像素点灰度的标准差的平均值，确定第一滤波系数和第二滤波系数，分别采用第一滤波系数和第二滤波系数对反色图像进行平滑处理，分别得到第一平滑图像和第二平滑图像；

根据所述纹理和噪声水平参数，对第一平滑图像和第二平滑图像进行加权平均，得到加权图像；

计算得到所述加权图像的暗通道图，并根据所述暗通道图得到环境光照强度；

根据所述暗通道图和环境光照强度得到对比度增强系数；

计算得到所述反色图像的梯度图像，对所述梯度图像进行纹理结构提取，得到纹理图像；

将所述加权图像与纹理图像相加，得到锐化图像；

根据所述环境光照强度 and 对比度增强系数对所述锐化图像进行对比度增强，得到增强图像；

对所述增强图像进行反色处理，得到输出图像。

2、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，采用超像素分割将所述低照度图像分割成不同的纹理区域。

3、如权利要求 1 所述的方法，其特征在于，分别采用第一滤波系数和第二滤波系数，利用三维块匹配滤波器对反色图像进行平滑处理，分别得到第一平滑图像和第二平滑图像；并且，所述第一滤波系数大于各个纹理区域内像素点灰度的标准差的平均值，所述第二滤波系数小于各个纹理区域内像素点灰度的标准差的平均值。

4、如权利要求 1-3 任一项所述的方法，其特征在于，还包括对所述对比度增强系数进行修正的步骤，具体为：对小于预设值的增强系数进行进一步缩小。

5、一种低照度图像处理装置，其特征在于，包括：

输入模块，用于输入低照度图像；

图像分割模块，用于将所述低照度图像分割成不同的纹理区域；

第一计算模块，用于计算各个纹理区域内像素点灰度的标准差及梯度和，并将所述标准差与梯度和的比值作为图像的纹理和噪声水平参数；

第一反色模块，用于对所述低照度图像进行反色处理，得到反色图

像;

平滑滤波模块, 用于根据各个纹理区域内像素点灰度的标准差的平均值, 确定第一滤波系数和第二滤波系数, 分别采用第一滤波系数和第二滤波系数对反色图像进行平滑处理, 分别得到第一平滑图像和第二平滑图像;

加权模块, 用于根据所述纹理和噪声水平参数, 对第一平滑图像和第二平滑图像进行加权平均, 得到加权图像;

第二计算模块, 用于计算得到所述加权图像的暗通道图, 并根据所述暗通道图得到环境光照强度; 根据所述暗通道图和环境光照强度得到对比度增强系数;

第三计算模块, 用于计算得到所述反色图像的梯度图像, 对所述梯度图像进行纹理结构提取, 得到纹理图像;

锐化模块, 用于将所述加权图像与纹理图像相加, 得到锐化图像;

对比度增强模块, 用于根据所述环境光照强度和对比度增强系数对所述锐化图像进行对比度增强, 得到增强图像;

第二反色模块, 用于对所述增强图像进行反色处理, 得到输出图像。

6、如权利要求 5 所述的装置, 其特征在于, 图像分割模块用于采用超像素分割将所述低照度图像分割成不同的纹理区域。

7、如权利要求 5 所述的装置, 其特征在于, 平滑滤波模块用于分别采用第一滤波系数和第二滤波系数, 利用三维块匹配滤波器对反色图像进行平滑处理, 分别得到第一平滑图像和第二平滑图像; 并且, 所述第一滤波系数大于各个纹理区域内像素点灰度的标准差的平均值, 所述第二滤波系数小于各个纹理区域内像素点灰度的标准差的平均值。

8、如权利要求 7 所述的装置, 其特征在于, 加权模块用于根据所述纹理和噪声水平参数, 对第一平滑图像和第二平滑图像进行加权平均, 得到加权图像时, 采用下面公式:

$$R_s = \alpha \cdot R_s^{fine} + (1 - \alpha) \cdot R_s^{coarse}$$

其中, R_s 为加权图像, R_s^{coarse} 为第一平滑图像, R_s^{fine} 为第二平滑图像, α 为纹理和噪声水平参数。

9、如权利要求 8 所述的装置, 其特征在于, 锐化模块用于将所述加权图像与纹理图像相加, 得到锐化图像时, 采用下面公式:

$$R_{sharp} = R_s + \alpha \cdot R_{ds}$$

其中, R_{sharp} 为锐化图像, R_{ds} 为纹理图像。

10、如权利要求 5 所述的装置，其特征在于，第二计算模块用于根据暗通道图和环境光照强度得到对比度增强系数时，采用下面公式：

$$t(x) = 1 - \omega * \min_{y \in \Omega(x)} \left(\min_{c \in \{r, g, b\}} \frac{R^c(y)}{A^c} \right)$$

其中， x 和 y 表示像素点的位置， $t(x)$ 为对比度增强系数， $\Omega(x)$ 为以像素点 x 为中心的邻域， c 代表不同颜色通道， ω 为权重修正系数， $R^c(y)$ 为 c 通道中第 y 个像素点的亮度值， A 为环境光照强度。

11、如权利要求 10 所述的装置，其特征在于，第二计算模块还用于采用下面公式根据像素点在 RGB 三个通道的亮度值自适应调节所述权重修正系数：

$$\omega(x) = \left(1 - 10^{-\sqrt{\frac{\sum_{c \in \{r, g, b\}} (255 - I_c(x))^2}{3}}} \right)^2$$

其中， $\omega(x)$ 为第 x 个像素点的权重修正系数， $I_c(x)$ 为 c 通道中第 x 个像素点的亮度值。

12、如权利要求 5-11 任一项所述的装置，其特征在于，第二计算模块还用于对所述对比度增强系数进行修正，具体为：第二计算模块用于对小于预设值的增强系数进行进一步缩小。

13、如权利要求 12 所述的装置，其特征在于，第二计算模块用于对所述对比度增强系数进行修正时，采用下面公式：

$$t(x) = \begin{cases} 2t^2(x), & 0 < t(x) < 0.5 \\ t(x), & 0.5 < t(x) < 1 \end{cases}$$

其中， $t(x)$ 为对比度增强系数。

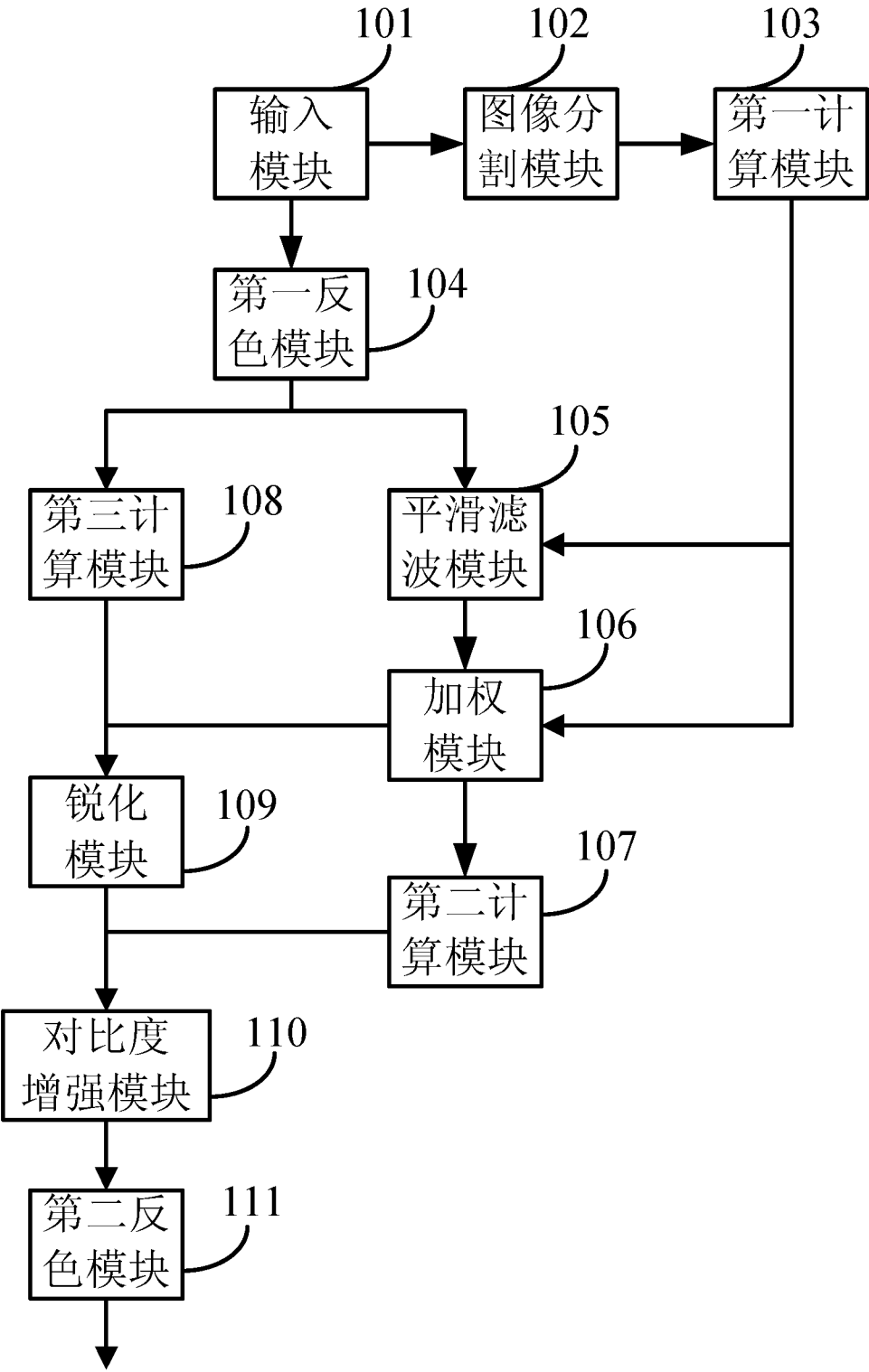


图 1

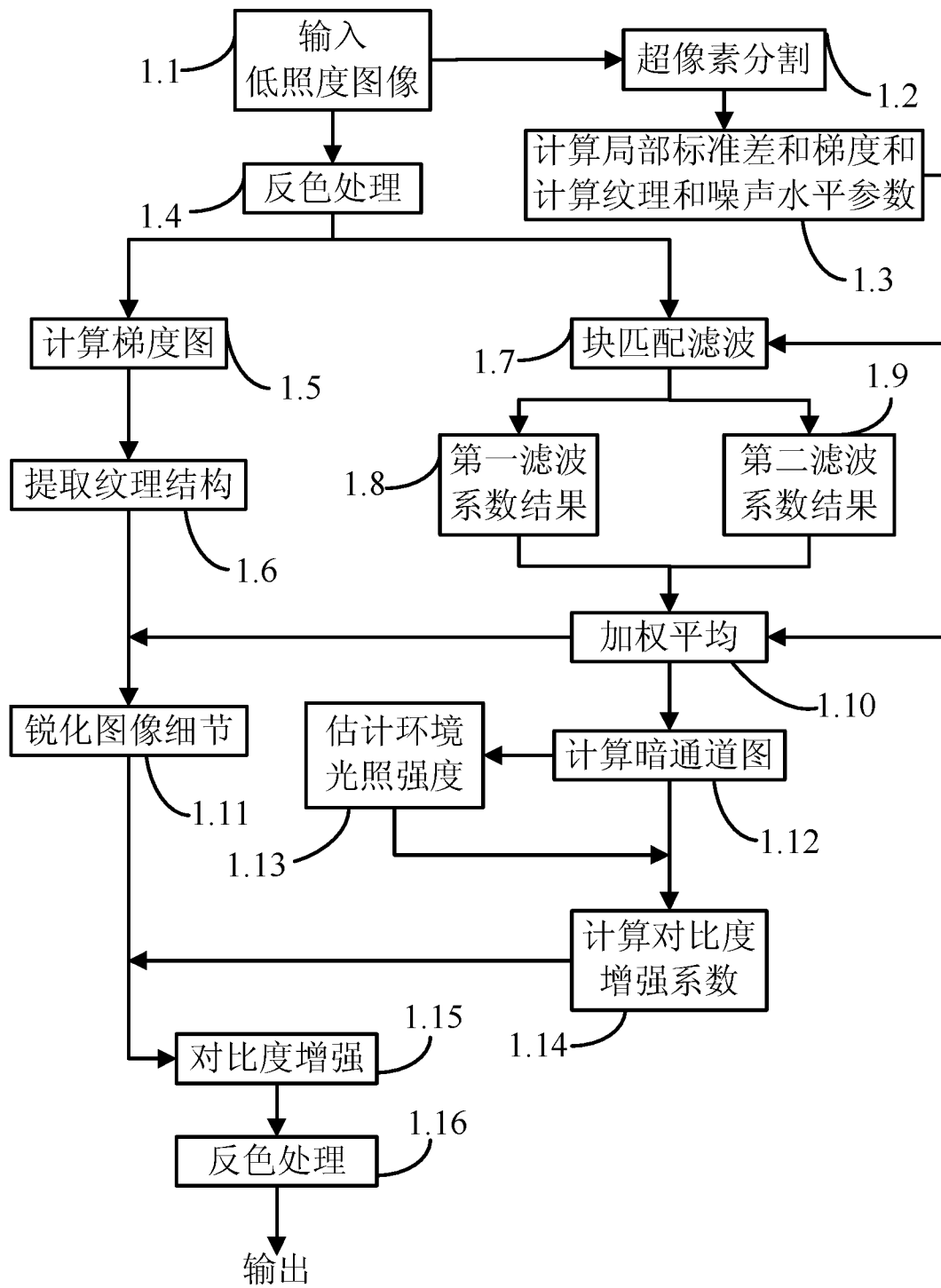


图 2

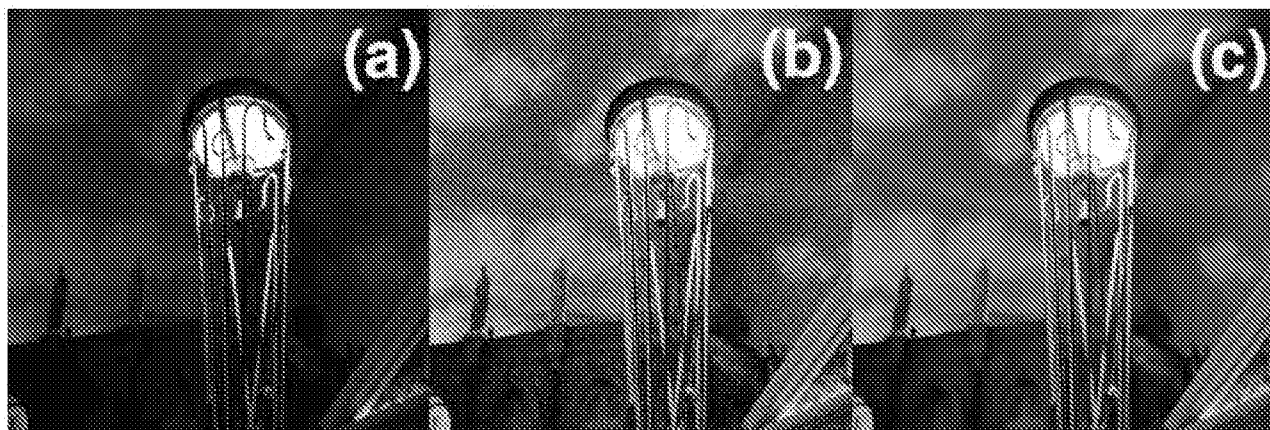


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2015/082486

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 5/00 (2006.01) 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)

G06T; H04N

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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: low illumination, dark light, denoise, reverse colour, image, dark, illumination, glimmer, obscuration, divide, partition, segment, texture, veins, noise, reverse, smoothness, filter, light, intensity, contrast, enhance

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 105046658 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL), 11 November 2015 (11.11.2015), claims 1-13	1-13
A	CN 101102399 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY et al.), 09 January 2008 (09.01.2008), description, page 2, paragraph 4 to page 5, paragraph 2	1-13
A	CN 103177424 A (XIDIAN UNIVERSITY), 26 June 2013 (26.06.2013), the whole document	1-13
A	EP 2047801 A1 (HITACHI MEDICAL CORPORATION), 15 April 2009 (15.04.2009), 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 10 December 2015 (10.12.2015)	Date of mailing of the international search report 01 March 2016 (01.03.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 CI, Xue Telephone No.: (86-10) 62413237

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2015/082486

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 105046658 A	11 November 2015	None	
CN 101102399 A	09 January 2008	WO 2009012659 A1	29 January 2009
		EP 2187620 A1	19 May 2010
		JP 2010534432 A	04 November 2010
		US 2010303372 A1	02 December 2010
CN 103177424 A	26 June 2013	None	
EP 2047801 A1	15 April 2009	WO 2008010375 A1	24 January 2008
		CN 101489488 A	22 July 2009
		US 2010022878 A1	28 January 2010
		JP 4757307 B2	24 August 2011

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2015/082486

A. 主题的分类

G06T 5/00(2006.01)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)

G06T; H04N

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))

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 图像, 低照度, 微光, 暗光, 分割, 纹理, 噪声, 去噪, 反色, 反转, 平滑, 滤波, 光照, 强度, 对比度, 增强, image, dark, illumination, glimmer, obscuration, divide, partition, segment, texture, veins, noise, reverse, smoothness, filter, light, intensity, contrast, enhance

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
E	CN 105046658 A (北京大学深圳研究生院) 2015年 11月 11日 (2015 - 11 - 11) 权利要求1-13	1-13
A	CN 101102399 A (上海交通大学 等) 2008年 1月 9日 (2008 - 01 - 09) 说明书第2页第4段至第5页第2段	1-13
A	CN 103177424 A (西安电子科技大学) 2013年 6月 26日 (2013 - 06 - 26) 全文	1-13
A	EP 2047801 A1 (HITACHI MEDICAL CORPORATION) 2009年 4月 15日 (2009 - 04 - 15) 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

2015年 12月 10日

国际检索报告邮寄日期

2016年 3月 1日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

慈雪

电话号码 (86-10)62413237

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2015/082486

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利			公布日 (年/月/日)
CN	105046658	A	2015年 11月 11日	无			
CN	101102399	A	2008年 1月 9日	WO	2009012659	A1	2009年 1月 29日
				EP	2187620	A1	2010年 5月 19日
				JP	2010534432	A	2010年 11月 4日
				US	2010303372	A1	2010年 12月 2日
CN	103177424	A	2013年 6月 26日	无			
EP	2047801	A1	2009年 4月 15日	WO	2008010375	A1	2008年 1月 24日
				CN	101489488	A	2009年 7月 22日
				US	2010022878	A1	2010年 1月 28日
				JP	4757307	B2	2011年 8月 24日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)