

(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
2020 年 4 月 30 日 (30.04.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/082593 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 5/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/124517

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 27 日 (27.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811259739.9 2018 年 10 月 26 日 (26.10.2018) 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: 邓宇帆 (DENG, Yufan); 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: 深圳翼盛智成知识产权事务所(普通合伙) (ESSEN PATENT & TRADEMARK AGENCY); 中国广东省深圳市福田区深南大道 6021 号喜年中心 A 座 1709-1711, Guangdong 518040 (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR ENHANCING IMAGE CONTRAST

(54) 发明名称: 增强图像对比度的方法及其装置

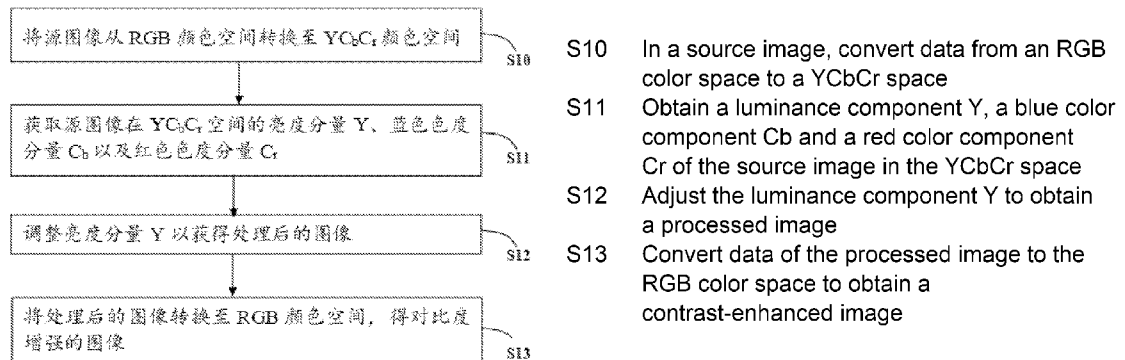


图 2

(57) Abstract: A method and device for enhancing image contrast. The method comprises: in a source image, converting data from an RGB color space to a YCbCr space so as to extract a luminance component, and performing gamma curve correction on a non-color image corresponding thereto to obtain an image of dark region details and an image of light region details; using a PCNN model to fuse the image of the dark region details and the image of the light region details to obtain a contrast-enhanced luminance component; and converting the contrast-enhanced luminance component and an unadjusted component value back to the RGB color space to obtain a contrast-enhanced image.

(57) 摘要: 一种增强图像对比度的方法及其装置, 通过将源图像从 RGB 空间转至 YCbCr 空间以提取亮度分量并使其对应非彩色图像进行伽马曲线校正以获得暗区细节图像和亮区细节图像, 利用 PCNN 模型将暗区细节图像和亮区细节图像融合以得到对比度增强的亮度分量, 对比增强的亮度分量及未调整的分量转回至 RGB 颜色空间, 得对比度增强图像。

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, 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))。

说明书

发明名称：增强图像对比度的方法及其装置

技术领域

[0001] 本申请涉及数字图像处理技术领域，尤其涉及一种增强图像对比度的方法及其装置。

背景技术

[0002] 直方图均衡化是图像处理领域中利用图像直方图对对比度进行调整的方法。如图1所示，直方图均衡化通过使原始图像的灰度直方图从比较集中的某个灰度区间变成在全部灰度范围内地均匀分布，该方法增加了像素灰度值的动态范围从而达到增强图像整体对比度的效果。该方法对于整体偏暗或偏亮的图像有明显效果，然而其会导致图像失去部分细节。

[0003] 因此，有必要提出一种技术方案以解决现有技术在提高图像对比度时会失去图像部分细节的问题。

发明概述

技术问题

[0004] 本申请的目的在于提供一种增强图像对比度的方法，以解决现有技术在提高图像对比度时会失去图像部分细节的问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 一种增强图像对比度的方法，包括如下步骤：

[0006] 将源图像从RGB颜色空间转换至 YC_bC_r 颜色空间；

[0007] 获取所述源图像在 YC_bC_r 空间的亮度分量Y、蓝色色度分量 C_b 以及红色色度分量 C_r ；

[0008] 调整所述亮度分量Y以获得处理后的图像；

[0009] 将所述处理后的图像转换至RGB颜色空间，得对比度增强的图像；

[0010] 其中，所述调整所述亮度分量Y以获得处理后的图像包括如下步骤：

[0011] 将所述亮度分量Y对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以分别拉伸低灰阶和拉

伸高灰阶，分别得暗区细节图像和亮区细节图像；

[0012] 采用脉冲耦合神经网络模型将所述暗区细节图像和所述亮区细节图像进行融合，得对比度增强的亮度分量 Y_1 ；

[0013] 所述对比度增强的亮度分量 Y_1 、所述蓝色色度分量 C_b 以及所述红色色度分量 C_r 构成所述处理后的图像。

[0014] 在上述增强图像对比度的方法中，所述采用脉冲耦合神经网络模型将所述暗区细节图像和所述亮区细节图像进行融合包括如下步骤：

[0015] 分别计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中像素 (i, j) 灰度梯度值的绝对值作为第一刺激值和第二刺激值；

[0016] 分别计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度值与128灰阶的差值的绝对值作为第一强度连接值和第二强度连接值；

[0017] 将所述第一刺激值和所述第一强度连接值作为所述像素 (i, j) 在第一通道的输入值并迭代 N 次，获取所述暗区细节图像对应的第一点火矩阵；

[0018] 将所述第二刺激值和所述第二强度连接值作为所述像素 (i, j) 在第二通道的输入值并迭代 N 次，获取所述亮区细节图像对应的第二点火矩阵；

[0019] 将所述第一点火矩阵和所述第二点火矩阵中所述像素 (i, j) 的点火值进行比较，获取所述对比度增强的亮度分量 Y_1 ；

[0020] 其中，所述 N 为大于0的整数，所述像素 (i, j) 表示位于第 i 行第 j 列的像素，所述 i 和所述 j 均为大于0的正整数；

[0021] 所述脉冲耦合神经网络模型包括所述第一通道和所述第二通道。

[0022] 在上述增强图像对比度的方法中，所述将所述第一点火矩阵和所述第二点火矩阵中所述像素 (i, j) 的点火值进行比较包括如下步骤：

[0023] 若所述像素 (i, j) 在所述第一点火矩阵中的点火值大于所述像素 (i, j) 在所述第二点火矩阵中的点火值，则所述像素 (i, j) 融合后的灰度值为所述暗区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度值；

[0024] 若所述像素 (i, j) 在所述第一点火矩阵中的点火值小于或等于所述像素 (i, j) 在所述第二点火矩阵中的点火值，则所述像素 (i, j) 融合后的灰度值为所述亮区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度值；

- [0025] 所述像素 (i, j) 融合后的灰度值构成所述对比度增强的亮度分量 Y_1 。
- [0026] 在上述增强图像对比度的方法中, 用拉普拉斯算子、高斯拉普拉斯算子、凯尼 (Canny) 算子、索贝尔 (Sobel) 算子中的任意一种以计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度梯度值。
- [0027] 在上述增强图像对比度的方法中, 所述拉普拉斯算子的公式为:
- [0028] $grads_{ij} = lum(i-1, j) + lum(i+1, j) + lum(i, j-1) + lum(i, j+1) - 4lum(i, j)$
- [0029] ; 其中, 所述 $lum(i, j)$ 表示像素 (i, j) 的灰度值, 所述 $lum(i-1, j)$ 表示像素 (i-1, j) 的灰度值, 所述 $lum(i+1, j)$ 表示像素 (i+1, j) 的灰度值, 所述 $lum(i, j-1)$ 表示像素 (i, j-1) 的灰度值, 所述 $lum(i, j+1)$ 表示像素 (i, j+1) 的灰度值, 所述 $grads_{ij}$ 为像素 (i, j) 的灰度梯度值。
- [0030] 在上述增强图像对比度的方法中, 所述将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以分别拉伸低灰阶和拉伸高灰阶包括如下步骤:
- [0031] 将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶, 得所述暗区细节图像;
- [0032] 将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶, 得所述亮区细节图像;
- [0033] 所述伽马曲线对应的函数为 $y = 255 \cdot (x/255)^{(\gamma/2.2)}$, 所述 x 为所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像中像素 (i, j) 的灰度值, 所述 γ 为灰度系数, 所述 y 为拉伸后亮度分量 Y 中像素 (i, j) 的灰度值;
- [0034] 所述 γ 大于 0 且小于 2.2 时, 所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶, 所述 γ 大于 2.2 时, 所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶。
- [0035] 在上述增强图像对比度的方法中, 所述 $\gamma=2$ 时, 所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶得所述暗区细节图像; 所述 $\gamma=2.4$ 时, 所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶得所述亮区细节图像。
- [0036] 在上述增强图像对比度的方法中, 所述将源图像从 RGB 颜色空间转换至 YC_bC_r 颜色空间的公式为:
- [0037] $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$;

[0038] $C_b = -0.169R - 0.331G + 0.500B$;

[0039] $C_r = 0.500R - 0.419G - 0.081B$;

[0040] 其中, R 表示所述源图像在RGB颜色空间中红色分量的取值, G 表示所述源图像在RGB颜色空间中绿色分量的取值, B 表示所述源图像在RGB颜色空间中蓝色分量的取值; Y 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中亮度分量的取值, C_b 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中蓝色色度分量的取值, C_r 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中红色色度分量的取值。

[0041] 在上述增强图像对比度的方法中, 所述将所述处理后的图像转换至所述RGB颜色空间的公式为:

[0042] $R = Y_1 + 1.403C_r$;

[0043] $G = Y_1 - 0.344C_b - 0.714C_r$;

[0044] $B = Y_1 + 1.773C_b$;

[0045] 其中, Y_1 、 C_r 及 C_b 分别为处理后的图像亮度分量的取值、源图像转化至 YC_bC_r 空间中红色色度分量的取值以及源图像转化至 YC_bC_r 空间中蓝色色度分量的取值; R 、 G 、 B 分别为处理后的图像在RGB颜色空间中的红色分量的取值、绿色分量的取值以及蓝色分量的取值。

[0046] 本申请的又一目的是提供一种增强图像对比度的装置。

[0047] 一种增强图像对比度的装置, 包括:

[0048] 第一转换模块, 用于将源图像从RGB颜色空间转换至 YC_bC_r 颜色空间;

[0049] 获取模块, 用于获取所述源图像在 YC_bC_r 空间的亮度分量 Y 、蓝色色度分量 C_b 以及红色色度分量 C_r ;

[0050] 亮度调整模块, 用于调整所述亮度分量 Y 以获得处理后的图像;

[0051] 第二转换模块, 用于将所述处理后的图像转换至RGB颜色空间, 得对比度增强的图像;

[0052] 其中, 所述亮度调整模块包括:

[0053] 灰阶拉伸单元, 用于将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以分别拉伸低灰阶和拉伸高灰阶, 分别得暗区细节图像和亮区细节图像;

[0054] 融合单元, 用于采用脉冲耦合神经网络模型将所述暗区细节图像和所述亮区细

节图像进行融合，得对比度增强的亮度分量 Y_1 ；

[0055] 所述对比度增强的亮度分量 Y_1 、所述蓝色色度分量 C_b 以及所述红色色度分量 C_r 构成所述处理后的图像。

[0056] 在上述增强图像对比度的装置中，所述融合单元包括：

[0057] 第一计算子单元，用于分别计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中像素 (i, j) 的灰度梯度值的绝对值作为第一刺激值和第二刺激值；

[0058] 第二计算子单元，用于分别计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度值与128灰阶的差值的绝对值作为第一强度连接值和第二强度连接值；

[0059] 第一点火矩阵获取子单元，用于将所述第一刺激值和所述第一强度连接值作为所述像素 (i, j) 在第一通道的输入值并迭代 N 次，获取所述暗区细节图像对应的第一点火矩阵；

[0060] 第二点火矩阵获取子单元，用于将所述第二刺激值和所述第二强度连接值作为所述像素 (i, j) 在第二通道的输入值并迭代 N 次，获取所述亮区细节图像对应的第二点火矩阵；

[0061] 判断子单元，用于将所述第一点火矩阵和所述第二点火矩阵中像素 (i, j) 的点火值进行比较，获取所述对比度增强的亮度分量 Y_1 ；

[0062] 其中，所述 N 为大于0的整数，所述像素 (i, j) 表示位于第 i 行第 j 列的像素，所述 i 和所述 j 均为大于0的正整数；

[0063] 所述脉冲耦合神经网络模型包括所述第一通道和所述第二通道。

[0064] 在上述增强图像对比度的装置中，所述判断子单元用于将第一点火矩阵和第二点火矩阵中像素 (i, j) 的点火值进行比较以获取对比度增强的亮度分量 Y_1 包括如下步骤：

[0065] 若所述像素 (i, j) 在所述第一点火矩阵中的点火值大于所述像素 (i, j) 在所述第二点火矩阵中的点火值，则所述像素 (i, j) 融合后的灰度值为所述暗区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度值；

[0066] 若所述像素 (i, j) 在所述第一点火矩阵中的点火值小于或等于所述像素 (i, j) 在所述第二点火矩阵中的点火值，则所述像素 (i, j) 融合后的灰度值为所述

亮区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度值;

[0067] 所述像素 (i, j) 融合后的灰度值构成所述对比度增强的亮度分量 Y_1 。

[0068] 在上述增强图像对比度的装置中, 所述第一计算子单元用拉普拉斯算子、高斯拉普拉斯算子、凯尼 (Canny) 算子、索贝尔 (Sobel) 算子中的任意一种以计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度梯度值。

[0069] 在上述增强图像对比度的装置中, 所述第一计算子单元用拉普拉斯算子计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素 (i, j) 的所述灰度梯度值的公式为:

[0070] $\text{grads}_{ij} = \text{lum}(i-1, j) + \text{lum}(i+1, j) + \text{lum}(i, j-1) + \text{lum}(i, j+1) - 4\text{lum}(i, j)$;

[0071] 其中, 所述 $\text{lum}(i, j)$ 表示像素 (i, j) 的灰度值, 所述 $\text{lum}(i-1, j)$ 表示像素 (i-1, j) 的灰度值, 所述 $\text{lum}(i+1, j)$ 表示像素 (i+1, j) 的灰度值, 所述 $\text{lum}(i, j-1)$ 表示像素 (i, j-1) 的灰度值, 所述 $\text{lum}(i, j+1)$ 表示像素 (i, j+1) 的灰度值, 所述 grads_{ij} 为像素 (i, j) 的灰度梯度值。

[0072] 在上述增强图像对比度的装置中, 所述灰阶拉伸单元包括:

[0073] 第一拉伸子单元, 用于将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶, 得所述暗区细节图像;

[0074] 第二拉伸子单元, 用于将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶, 得所述亮区细节图像;

[0075] 所述伽马曲线对应的函数为 $y = 255 \cdot (x/255)^{(\gamma/2.2)}$, 所述 x 为所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像中像素 (i, j) 的灰度值, 所述 γ 为灰度系数, 所述 y 为拉伸后亮度分量 Y 中像素 (i, j) 的灰度值;

[0076] 所述 γ 大于 0 且小于 2.2 时, 所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶; 所述 γ 大于 2.2 时, 所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶。

[0077] 在上述增强图像对比度的装置中, 所述第一拉伸子单元用于将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶时, 所述 $\gamma=2$;

[0078] 第二拉伸子单元用于将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶时, 所述 $\gamma=2.4$ 。

[0079] 在上述增强图像对比度的装置中，所述第一转换模块用于将源图像从RGB颜色空间转换至 YC_bC_r 颜色空间的公式为：

$$[0080] \quad Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B;$$

$$[0081] \quad C_b = -0.169R - 0.331G + 0.500B;$$

$$[0082] \quad C_r = 0.500R - 0.419G - 0.081B;$$

[0083] 在上式中， R 表示所述源图像在RGB颜色空间中红色分量的取值， G 表示所述源图像在RGB颜色空间中绿色分量的取值， B 表示所述源图像在RGB颜色空间中蓝色分量的取值； Y 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中亮度分量的取值， C_b 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中蓝色色度分量的取值， C_r 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中红色色度分量的取值。

[0084] 在上述增强图像对比度的装置中，所述第二转换模块用于将所述处理后的图像转换至RGB颜色空间的公式为：

$$[0085] \quad R = Y_1 + 1.403C_r;$$

$$[0086] \quad G = Y_1 - 0.344C_b - 0.714C_r;$$

$$[0087] \quad B = Y_1 + 1.773C_b;$$

[0088] 在上式中， Y_1 、 C_r 及 C_b

分别为处理后的图像亮度分量的取值、源图像转化至 YC_bC_r 空间中红色色度分量的取值以及源图像转化至 YC_bC_r 空间中蓝色色度分量的取值； R 、 G 、 B 分别为处理后的图像在RGB颜色空间中的红色分量的取值、绿色分量的取值以及蓝色分量的取值。

发明的有益效果

有益效果

[0089] 本申请通过将源图像从RGB颜色空间转至YCbCr颜色空间以提取亮度分量，通过对亮度分量对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以获得暗区细节对比度增强的暗区细节图像和亮区细节对比度增强的亮区细节图像，利用脉冲神经网络模型分别提取暗区细节图像和亮区细节图像中细节丰富且灰阶范围广的区域并融合在一起，以得到调整后对比度增强的亮度分量，对比增强的亮度分量、蓝色

色度分量以及红色色度分量转回至RGB颜色空间，得对比度增强的图像，同时，对比度增强的图像的细节部分也得到保护，对比度增强的图像也是噪点现象得到改善的图像。

对附图的简要说明

附图说明

- [0090] 图1为利用直方图均衡化处理图像前后的图像及其灰度直方图，其中，图A和图B分别为原始图像处理前的图像及其灰度直方图，图C和图D为原始图像处理后的图像及其灰度直方图；
- [0091] 图2为本申请一实施例的增强图像对比度的方法的流程图；
- [0092] 图3为采用脉冲耦合神经网络模型将暗区细节图像和亮区细节图像进行融合的流程；
- [0093] 图4为本申请一实施例的增强图像对比度的装置示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

- [0094] 以下各实施例的说明是参考附加的图示，用以例示本申请可用以实施的特定实施例。本申请所提到的方向用语，例如[上]、[下]、[前]、[后]、[左]、[右]、[内]、[外]、[侧面]等，仅是参考附加图式的方向。因此，使用的方向用语是用以说明及理解本申请，而非用以限制本申请。在图中，结构相似的单元是用以相同标号表示。
- [0095] 如图2所示，其为本申请一实施例的增强图像对比度的方法的流程图，包括：
- [0096] S10:将源图像从RGB颜色空间转换至 YC_bC_r 颜色空间；
- [0097] 需要了解的是，记录彩色图像时，RGB是最常见的一种颜色空间，RGB颜色空间由红色（Red）分量、绿色(Green)分量以及蓝色(Blue)分量组成，红色分量、绿色分量以及蓝色分量的取值范围均为0-255，某个颜色分量的取值越大，该颜色分量的亮度越高，即亮度信息存在于三个颜色分量中；3个颜色分量同等重要且高度相关，当要对彩色图像的像素的亮度进行调整时，彩色图像的像素颜色也会发生变化。在 YC_bC_r 颜色空间中，Y表示亮度分量， C_r 和 C_b 分别表示红色色度分量和蓝色色度分量，Y、 C_r 和 C_b 的取值范围均为0-255，亮度信号（Y）

和色度信号 (C_r 和 C_b) 相互独立, 对亮度分量 Y 进行增强时, 不会影响色度信号。另外, 对于二维图像, 像素的空间信息需要两个分量进行表示, 具体在本申请中, 像素的空间信息用 (i, j) 表示, i 表示像素位于第 i 行, j 表示像素位于第 j 列。

[0098] 本申请将源图像从RGB颜色空间转换到 YC_bC_r 颜色空间, 提取出 YC_bC_r 颜色空间的亮度信息以进行调节, 图像的其他信息不会受到影响, 而且将源图像从RGB颜色空间转换到 YC_bC_r 颜色空间是线性转换, 公式如下:

[0099] $Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B;$

[0100] $C_b = -0.169R - 0.331G + 0.500B;$

[0101] $C_r = 0.500R - 0.419G - 0.081B; \quad (1)$

[0102] 在上式 (1) 中, R 表示源图像在RGB颜色空间中红色分量的取值, G 表示源图像在RGB颜色空间中绿色分量的取值, B 表示源图像在RGB颜色空间中蓝色分量的取值; Y 表示源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中亮度分量的取值, C_b 表示源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中蓝色色度分量的取值, C_r 表示源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中红色色度分量的取值。

[0103] S11:获取源图像在 YC_bC_r 空间的亮度分量 Y 、蓝色色度分量 C_b 以及红色色度分量 C_r ;

[0104] S12:调整亮度分量 Y 以获得处理后的图像;

[0105] 具体地, 将亮度分量 Y 对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以分别拉伸低灰阶和拉伸高灰阶, 分别得暗区细节图像和亮区细节图像;

[0106] 暗区细节图像是将亮度分量 Y 对应的非彩色图像进行低灰阶拉伸得到的, 即非彩色图像的暗区细节所对应的灰度动态范围被拉宽而亮区细节所对应的灰度动态范围被压缩, 从而使得暗区细节的对比度增强; 亮区细节图像是将亮度分量 Y 对应的非彩色图像进行高灰阶拉伸得到的, 即非彩色图像的亮区细节图像所对应的灰度动态范围被拉宽而暗区细节所对应的灰度动态范围被压缩, 从而使得亮区细节的对比度增强, 本申请通过将亮度分量 Y 对应的彩色图像进行伽马曲线校正, 分别得到暗区细节对比度增强的图像和亮区细节对比度增强的图像。

[0107] 接着, 采用脉冲耦合神经网络模型将暗区细节图像和亮区细节图像进行融合,

得对比度增强的亮度分量 Y_1 ；对比度增强的亮度分量 Y_1 、蓝色色度分量 C_b 以及红色色度分量 C_r 构成处理后的图像。

[0108] 需要了解的是，脉冲耦合神经网络模型(Pulse Coupled Neural Network, PCNN)是由Eckhorn等人根据猫的视皮层神经元脉冲同步震荡和神经元脉冲发放现象提出的，具体而言，脉冲耦合神经网络是由若干个神经元相连而成的反馈网络。在图像处理时，神经元与图像中的像素对应，神经元的输入也与像素的灰度值相关信息对应，由于像素点是离散的，该脉冲耦合神经网络模型的输入信号也是离散的。每个神经元都是由三个部分组成，即输入区、连接区、脉冲发生器，每个像素 (i, j) 所对应的神经元模型所对应的数学描述可简化为如下公式：

[0109] 输入区： $F_{ij}(n) = I_{ij}$ ；

[0110] 连接区： $L_{ij}(n) = \exp(-\alpha_L)L_{ij}(n-1) + \sum_{k,l} W_{ij,kl} Y_{ij,kl}(n-1)$,

[0111] $U_{ij}(n) = F_{ij}(n)(1 + \beta_{ij} L_{ij}(n))$ ；

[0112] 脉冲发生器： $T_{ij}(n) = \exp(-\alpha_T)T_{ij}(n-1) + v_T Y_{ij}(n-1)$,

[0113] 当 $U_{ij}(n) > T_{ij}(n)$ 时， $Y_{ij}(n) = 1$ ；

[0114] 当 $U_{ij}(n) \leq T_{ij}(n)$ 时， $Y_{ij}(n) = 0$ ； (3)

[0115] 在上述公式(3)中，输入区中， I 为待融合图像， I_{ij} 为待融合图像的灰度相关信息的值，将 I_{ij} 作为 $F_{ij}(n)$ 的输入刺激值， n 为在PCNN中迭代第 n 次；

[0116] 连接区中， $L_{ij}(n)$ 表示像素 (i, j) 的邻域影响值， α_L 表示链接通路的时间衰减常数， $W_{ij,kl}$ 表示第 $(i+k)$ 行第 $(j+l)$ 列邻域像素输出值的权重， $Y_{ij,kl}(n-1)$ 表示第 $(i+k)$ 行第 $(j+l)$ 列像素在第 $(n-1)$ 次迭代时的输出， $U_{ij}(n)$ 表示像素 (i, j) 在第 n 次迭代时的内部活动项， β_{ij} 表示连接强度值， k 和 l 表示当前像素 (i, j) 所对应的神经元提供链接输入的其他神经元与 (i, j) 相连的范围；

[0117] 脉冲发生器中， $T_{ij}(n)$ 为像素 (i, j) 在第 n 次迭代时的阈值， α_T 和 v_T 表示神经元可调阈值的时间衰减常数和放大倍数；

[0118] 对式(3)中定义的像素 (i, j) 对应的输出值 $Y_{ij}(n)$ 利用公式(4)进行处理得到像素 (i, j) 在迭代 n 次时的点火值(点火次数之和)，公式(4)如下：

[0119] $\text{Sum}_{ij}(n) = \text{Sum}_{ij}(n-1) + Y_{ij}(n)$ 。 (4)

[0120] 在计算像素 (i, j) 迭代 N 次的点火值 $\text{Sum}_{ij}(n)$ 之前，需要将一些参数进行初始

化, 即 $F(0) = Y(0) = T(0) = U(0) = \text{Sum}(0) = 0$ 。

[0121] 一般而言, 连接区参考的周边像素为 3×3 邻域, W 的数值为经验值, 例如 W 为:

[0122] $0.5 \ 1 \ 0.5$

[0123] $1 \ 0 \ 1$

[0124] $0.5 \ 1 \ 0.5$

[0125] 即, $\sum_{k,l} W_{ij,kl} Y_{ij,kl}(n-1) = 0.5Y_{i-1,j-1}(n-1) + Y_{i-1,j}(n-1) + 0.5Y_{i-1,j+1}(n-1) + Y_{i,j-1}(n-1) + Y_{i,j+1}(n-1) + 0.5Y_{i+1,j-1}(n-1) + Y_{i+1,j}(n-1) + 0.5Y_{i+1,j+1}(n-1)$;

[0126] α_L 、 α_T 及 v_T 也为经验值, 例如, $\alpha_L = 0.01$, $\alpha_T = 0.1$, $v_T = 25$ 。

[0127] 通过采用脉冲耦合神经网络模型分别将暗区细节图像中对比度增强且灰阶范围的暗区细节和亮区细节图像中对比度增强且灰阶范围广的亮度细节提取出来并融合在一起, 使得融合后暗区细节对比度和亮区细节对比度都得到增强且融合在一张图像中的同时, 图像的暗区细节和亮区细节不会丢失。另外, 在脉冲耦合神经网络模型中, 会考虑邻域像素的影响, 故对比度增强的图像是噪点现象得到改善的图像。

[0128] S13:将处理后的图像转换至RGB颜色空间, 得对比度增强的图像;

[0129] 将处理后的图像转换至RGB颜色空间所用的公式如下:

[0130] $R = Y_1 + 1.403C_r$;

[0131] $G = Y_1 - 0.344C_b - 0.714C_r$;

[0132] $B = Y_1 + 1.773C_b$; (5)

[0133] 在上述公式 (5) 中, Y_1 、 C_r 及 C_b 分别为处理后的图像亮度分量的取值、源图像在 YC_bC_r 空间中红色色度分量的取值以及源图像在 YC_bC_r 空间中蓝色色度分量的取值; R 、 G 、 B 分别为处理后的图像在RGB颜色空间的红色分量的取值、绿色分量的取值以及蓝色分量的取值。

[0134] 上述方案通过将源图像从RGB颜色空间转至 YC_bC_r 颜色空间以提取亮度分量, 通过对亮度分量对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以获得暗区细节对比度增强的暗区细节图像和亮区细节对比度增强的亮区细节图像, 利用脉冲神经网络模型分别提取暗区细节图像和亮区细节图像中细节丰富且灰阶范围广的区域并

融合在一起，以得到调整后对比度增强的亮度分量，对比增强的亮度分量、蓝色色度分量以及红色色度分量转回至RGB颜色空间，得对比度增强的图像，同时，对比度增强的图像的细节部分也得到保护，对比度增强的图像也是噪点现象得到改善的图像。

[0135] 进一步地，如图3所示，其为采用脉冲耦合神经网络模型将暗区细节图像和亮区细节图像进行融合的流程圖，包括如下步骤：

[0136] 分别计算暗区细节图像和亮区细节图像中像素(i, j)灰度梯度值的绝对值作为第一刺激值和第二刺激值；

[0137] 分别计算暗区细节图像和亮区细节图像中像素(i, j)的灰度值与128灰阶的差值的绝对值作为第一强度连接值和第二强度连接值；

[0138] 将第一刺激值和第一强度连接值作为像素(i, j)在第一通道的输入值并迭代N次，获取暗区细节图像对应的第一点火矩阵；

[0139] 将第二刺激值和第二强度连接值作为像素(i, j)在第二通道的输入值并迭代N次，获取所述亮区细节图像对应的第二点火矩阵；

[0140] 将第一点火矩阵和第二点火矩阵中所述像素(i, j)的点火值进行比较，获取对比度增强的亮度分量 Y_1 ；

[0141] 其中，所述N为大于0的整数，所述像素(i, j)表示位于第i行第j列的像素，所述i和所述j均为大于0的正整数；

[0142] 脉冲耦合神经网络模型包括第一通道和第二通道。

[0143] “对比度增强算法”一般有两方面需求：（1）就整幅图像而言，图像的亮区变得更亮，暗区变得更暗，灰阶范围扩大，图像整体对比度提高；（2）就图像局部而言，相邻像素的亮度层次拉开，局部细节丰富。本申请通过设定像素(i, j)的灰度梯度绝对值和像素(i, j)的灰度值与128灰阶的绝对值作为PCNN模型的两项输入，其中，像素(i, j)的灰度梯度绝对值作为PCNN的刺激值以衡量局部细节，像素(i, j)的灰度值与128灰阶的绝对值作为PCNN的连接强度值以衡量灰阶范围，可理解为，灰度值与128灰阶的绝对值越大，亮度越偏离中间值，越助于扩大整体的灰阶范围。本申请的两项输入会综合影响PCNN模型输出的点火值。例如，如果像素(i, j)在暗区细节图像、亮区细节图像中的梯度值相

等，但在暗区细节中的灰度值与128灰阶的绝对值更大，则经过PCNN模型计算后，暗区细节图像的点火值会超过亮区细节图像，最终的融合图里，该像素的灰度值会采用暗区细节图像中的灰度值。

[0144] 更进一步地，将第一点火矩阵和第二点火矩阵中所述像素 (i, j) 的点火值进行比较包括如下步骤：

[0145] 若像素 (i, j) 在第一点火矩阵中的点火值大于像素 (i, j) 在第二点火矩阵中的点火值，则像素 (i, j) 融合后的灰度值为暗区细节图像中像素 (i, j) 的灰度值；

[0146] 若像素 (i, j) 在述第一点火矩阵中的点火值小于或等于像素 (i, j) 在第二点火矩阵中的点火值，则像素 (i, j) 融合后的灰度值为亮区细节图像中像素 (i, j) 的灰度值；

[0147] 像素 (i, j) 融合后的灰度值构成对比度增强的亮度分量 Y_1 。

[0148] 进一步地，用拉普拉斯算子、高斯拉普拉斯算子、凯尼Canny算子、索贝尔算子中的任意一种以计算暗区细节图像和亮区细节图像中像素(i, j)的灰度梯度值。具体在本实施例中，采用拉普拉斯算子分别计算暗区细节图像和亮区细节图像中像素(i, j)的灰度梯度值，公式如下：

[0149] $grads_{ij} = lum(i-1,j) + lum(i+1,j) + lum(i,j-1) + lum(i,j+1) - 4lum(i,j)$; (6)

[0150] 在公式 (6) 中， $lum(i, j)$ 表示像素 (i, j) 的灰度值， $lum(i-1,j)$ 表示像素 (i-1, j) 的灰度值， $lum(i+1,j)$ 表示像素 (i+1, j) 的灰度值， $lum(i,j-1)$ 表示像素 (i, j-1) 的灰度值， $lum(i,j+1)$ 表示像素 (i, j+1) 的灰度值， $grads_{ij}$ 为像素(i,j)的灰度梯度值。

[0151] 进一步地，将亮度分量Y对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以分别拉伸低灰阶和拉伸高灰阶包括如下步骤：

[0152] 将亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶，得暗区细节图像；

[0153] 将亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶，得亮区细节图像；

[0154] 伽马曲线对应的函数为 $y = 255 \cdot (x/255)^{(\gamma/2.2)}$ ，x为亮度分量Y对应的非彩色

图像中像素(i, j)的灰度值, γ 为灰度系数, y 为拉伸后亮度分量Y中像素(i, j)的灰度值;

[0155] γ 大于0且小于2.2时, 亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶, γ 大于2.2时, 亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶。

[0156] 具体地, $\gamma=2$ 时, 亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶得暗区细节图像; $\gamma=2.4$ 时, 亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶得亮区细节图像。当 γ 的值大于0且小于2.2时, 图像暗区向亮区扩展, 当 γ 的值大于2.2时, 图像由亮区向暗区扩展。本实施例是通过伽马校正分别获得暗区细节对比度增强的暗细节图像和亮度细节对比度增强的亮区细节图像。

[0157] 本申请的增强图像对比度的方法的执行主体为具有图像处理能力的电子设备, 如电视、摄像设备、监控设备、平板电脑及服务器等。

[0158] 如图4所示, 其为本申请一实施例的增强图像对比度的装置30, 包括:

[0159] 第一转换模块31, 用于将源图像从RGB颜色空间转换至 YC_bC_r 颜色空间;

[0160] 获取模块32, 用于获取源图像在 YC_bC_r 空间的亮度分量Y、蓝色色度分量 C_b 以及红色色度分量 C_r ;

[0161] 亮度调整模块33, 用于调整亮度分量Y以获得处理后的图像;

[0162] 第二转换模块34, 用于将处理后的图像转换至RGB颜色空间, 得对比度增强的图像;

[0163] 其中, 亮度调整模块33包括:

[0164] 灰阶拉伸单元331, 用于将亮度分量Y对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以分别拉伸低灰阶和拉伸高灰阶, 分别得暗区细节图像和亮区细节图像;

[0165] 融合单元332, 用于采用脉冲耦合神经网络模型将暗区细节图像和亮区细节图像进行融合, 得对比度增强的亮度分量 Y_1 ;

[0166] 对比度增强的亮度分量 Y_1 、蓝色色度分量 C_b 以及红色色度分量 C_r 构成所述处理后的图像。

[0167] 进一步地, 融合单元332包括:

[0168] 第一计算子单元, 用于分别计算暗区细节图像和亮区细节图像中像素(i, j)的灰度梯度值的绝对值作为第一刺激值和第二刺激值;

- [0169] 第二计算子单元, 用于分别计算暗区细节图像和亮区细节图像中像素(i, j)的灰度值与128灰阶的差值的绝对值作为第一强度连接值和第二强度连接值;
- [0170] 第一点火矩阵获取子单元, 用于将第一刺激值和第一强度连接值作为像素 (i, j) 在第一通道的输入值并迭代N次, 获取暗区细节图像对应的第一点火矩阵;
- [0171] 第二点火矩阵获取子单元, 用于将第二刺激值和第二强度连接值作为像素 (i, j) 在第二通道的输入值并迭代N次, 获取亮区细节图像对应的第二点火矩阵;
- [0172] 判断子单元, 用于将第一点火矩阵和第二点火矩阵中像素 (i, j) 的点火值进行比较, 获取对比度增强的亮度分量 Y_1 ;
- [0173] 其中, 所述N为大于0的整数, 所述像素(i, j)表示位于第i行第j列的像素, 所述i和所述j均为大于0的正整数;
- [0174] 脉冲耦合神经网络模型包括第一通道PCNN1和第二通道PCNN2。
- [0175] 进一步地, 判断子单元用于将第一点火矩阵和第二点火矩阵中像素 (i, j) 的点火值进行比较以获取对比度增强的亮度分量 Y_1 包括如下步骤:
- [0176] 若像素 (i, j) 在第一点火矩阵中的点火值大于像素 (i, j) 在第二点火矩阵中的点火值, 则像素 (i, j) 融合后的灰度值为暗区细节图像中像素 (i, j) 的灰度值;
- [0177] 若像素 (i, j) 在第一点火矩阵中的点火值小于或等于像素 (i, j) 在第二点火矩阵中的点火值, 则像素 (i, j) 融合后的灰度值为亮区细节图像中像素 (i, j) 的灰度值;
- [0178] 像素 (i, j) 融合后的灰度值构成对比度增强的亮度分量 Y_1 。
- [0179] 进一步地, 用拉普拉斯算子、高斯拉普拉斯算子、凯尼算子、索贝尔算子中的任意一种以计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素(i, j)的灰度梯度值。
- [0180] 进一步地, 灰阶拉伸单元331包括:
- [0181] 第一拉伸子单元, 用于将亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶, 得暗区细节图像;

- [0182] 第二拉伸子单元，用于将亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶，得亮区细节图像；
- [0183] 伽马曲线对应的函数为 $y = 255 \cdot (x/255)^{(\gamma/2.2)}$ ，x为亮度分量Y对应的非彩色图像中像素(i, j)的灰度值，所述 γ 为灰度系数，y为拉伸后亮度分量Y中像素(i, j)的灰度值；
- [0184] γ 大于0且小于2.2时，亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶； γ 大于2.2时，亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶。
- [0185] 本实施例的增强图像对比度的装置提高图像对比度的原理和有益效果与上述增强图像对比度的方法相同，此处不作详述。
- [0186] 需要说明的是：上述实施例提供的增强图像对比度的装置在增强图像对比度时，仅以上述各功能模块的划分进行举例，实际应用中，可以根据需要而将上述功能分配由不同的功能模块完成，即设备的内部结构划分成不同的功能模块，以完成上述描述的全部或部分功能。
- [0187] 综上所述，虽然本申请已以优选实施例揭露如上，但上述优选实施例并非用以限制本申请，本领域的普通技术人员，在不脱离本申请的精神和范围内，均可作各种更动与润饰，因此本申请的保护范围以权利要求界定的范围为准。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种增强图像对比度的方法，其中，包括如下步骤：
- 将源图像从RGB颜色空间转换至 YC_bC_r 颜色空间；
- 获取所述源图像在 YC_bC_r 空间的亮度分量Y、蓝色色度分量 C_b 以及红色色度分量 C_r ；
- 调整所述亮度分量Y以获得处理后的图像；
- 将所述处理后的图像转换至所述RGB颜色空间，得对比度增强的图像；
- 其中，所述调整所述亮度分量Y以获得处理后的图像包括如下步骤：
- 将所述亮度分量Y对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以分别拉伸低灰阶和拉伸高灰阶，分别得暗区细节图像和亮区细节图像；
- 采用脉冲耦合神经网络模型将所述暗区细节图像和所述亮区细节图像进行融合，得对比度增强的亮度分量 Y_1 ；
- 所述对比度增强的亮度分量 Y_1 、所述蓝色色度分量 C_b 以及所述红色色度分量 C_r 构成所述处理后的图像。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的增强图像对比度的方法，其中，所述采用脉冲耦合神经网络模型将所述暗区细节图像和所述亮区细节图像进行融合包括如下步骤：
- 分别计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中像素(i, j)灰度梯度值的绝对值作为第一刺激值和第二刺激值；
- 分别计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素(i, j)的灰度值与128灰阶的差值的绝对值作为第一强度连接值和第二强度连接值；
- 将所述第一刺激值和所述第一强度连接值作为所述像素(i, j)在第一通道的输入值并迭代N次，获取所述暗区细节图像对应的第一点火矩阵；
- 将所述第二刺激值和所述第二强度连接值作为所述像素(i, j)在第二通道的输入值并迭代N次，获取所述亮区细节图像对应的第二点火矩

阵;

将所述第一点火矩阵和所述第二点火矩阵中所述像素 (i, j) 的点火值进行比较, 获取所述对比度增强的亮度分量 Y_1 ;

其中, 所述N为大于0的整数, 所述像素(i, j)表示位于第i行第j列的像素, 所述i和所述j均为大于0的正整数;

所述脉冲耦合神经网络模型包括所述第一通道和所述第二通道。

[权利要求 3]

根据权利要求2所述的增强图像对比度的方法, 其中, 所述将所述第一点火矩阵和所述第二点火矩阵中所述像素 (i, j) 的点火值进行比较包括如下步骤:

若所述像素 (i, j) 在所述第一点火矩阵中的点火值大于所述像素 (i, j) 在所述第二点火矩阵中的点火值, 则所述像素 (i, j) 融合后的灰度值为所述暗区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度值;

若所述像素 (i, j) 在所述第一点火矩阵中的点火值小于或等于所述像素 (i, j) 在所述第二点火矩阵中的点火值, 则所述像素 (i, j) 融合后的灰度值为所述亮区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度值; 所述像素 (i, j) 融合后的灰度值构成所述对比度增强的亮度分量 Y_1 。

[权利要求 4]

根据权利要求2所述的增强图像对比度的方法, 其中, 用拉普拉斯算子、高斯拉普拉斯算子、凯尼算子、索贝尔算子中的任意一种以计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素(i, j)的灰度梯度值。

[权利要求 5]

根据权利要求4所述的增强图像对比度的方法, 其中, 所述拉普拉斯算子的公式为:

$$\text{grads}_{ij} = \text{lum}(i-1, j) + \text{lum}(i+1, j) + \text{lum}(i, j-1) + \text{lum}(i, j+1) - 4\text{lum}(i, j),$$

其中, 所述 $\text{lum}(i, j)$ 表示像素 (i, j) 的灰度值, 所述 $\text{lum}(i-1, j)$ 表示像素 (i-1, j) 的灰度值, 所述 $\text{lum}(i+1, j)$ 表示像素 (i+1, j) 的灰度值, 所述 $\text{lum}(i, j-1)$ 表示像素 (i, j-1) 的灰度值, 所述 $\text{lum}(i, j+1)$ 表示像素 (i, j+1) 的灰度值;

$j+1$) 的灰度值, 所述 grads_{ij} 为像素 (i,j) 的灰度梯度值。

[权利要求 6] 根据权利要求1所述的增强图像对比度的方法, 其中, 所述将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以分别拉伸低灰阶和拉伸高灰阶包括如下步骤:

将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶, 得所述暗区细节图像;

将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶, 得所述亮区细节图像;

所述伽马曲线对应的函数为 $y = 255 \cdot (x/255)^{(\gamma/2.2)}$, 所述 x 为所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像中像素 (i, j) 的灰度值, 所述 γ 为灰度系数, 所述 y 为拉伸后亮度分量 Y 中像素 (i, j) 的灰度值;

所述 γ 大于0且小于2.2时, 所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶, 所述 γ 大于2.2时, 所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶。

[权利要求 7] 根据权利要求6所述的增强图像对比度的方法, 其中, 所述 $\gamma=2$ 时, 所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶得所述暗区细节图像; 所述 $\gamma=2.4$ 时, 所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶得所述亮区细节图像。

[权利要求 8] 根据权利要求1所述的增强图像对比度的方法, 其中, 所述将源图像从RGB颜色空间转换至 YC_bC_r 颜色空间的公式为:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B;$$

$$C_b = -0.169R - 0.331G + 0.500B;$$

$$C_r = 0.500R - 0.419G - 0.081B;$$

其中, R 表示所述源图像在RGB颜色空间中红色分量的取值, G 表示所述源图像在RGB颜色空间中绿色分量的取值, B 表示所述源图像在RGB颜色空间中蓝色分量的取值; Y 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中亮度分量的取值, C_b 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中蓝色色度分量的取值, C_r 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空

间中红色色度分量的取值。

[权利要求 9] 根据权利要求1所述的增强图像对比度的方法，其中，所述将所述处理后的图像转换至所述RGB颜色空间的公式为：

$$R = Y_1 + 1.403C_r;$$

$$G = Y_1 - 0.344C_b - 0.714C_r;$$

$$B = Y_1 + 1.773C_b;$$

其中， Y_1 、 C_r 及 C_b 分别为处理后的图像亮度分量的取值、源图像转化至 YC_bC_r 空间中红色色度分量的取值以及源图像转化至 YC_bC_r 空间中蓝色色度分量的取值； R 、 G 、 B 分别为处理后的图像在RGB颜色空间中的红色分量的取值、绿色分量的取值以及蓝色分量的取值。

[权利要求 10] 一种增强图像对比度的装置，其中，包括：

第一转换模块，用于将源图像从RGB颜色空间转换至 YC_bC_r 颜色空间；

获取模块，用于获取所述源图像在 YC_bC_r 空间的亮度分量 Y 、蓝色色度分量 C_b 以及红色色度分量 C_r ；

亮度调整模块，用于调整所述亮度分量 Y 以获得处理后的图像；

第二转换模块，用于将所述处理后的图像转换至RGB颜色空间，得对比度增强的图像；

其中，所述亮度调整模块包括：

灰阶拉伸单元，用于将所述亮度分量 Y 对应的非彩色图像进行伽马曲线校正以分别拉伸低灰阶和拉伸高灰阶，分别得暗区细节图像和亮区细节图像；

融合单元，用于采用脉冲耦合神经网络模型将所述暗区细节图像和所述亮区细节图像进行融合，得对比度增强的亮度分量 Y_1 ；

所述对比度增强的亮度分量 Y_1 、所述蓝色色度分量 C_b 以及所述红色色度分量 C_r 构成所述处理后的图像。

[权利要求 11] 根据权利要求10所述的增强图像对比度的装置，其中，所述融合单元包括：

第一计算子单元，用于分别计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中像素(i, j)的灰度梯度值的绝对值作为第一刺激值和第二刺激值

；

第二计算子单元，用于分别计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素(i, j)的灰度值与128灰阶的差值的绝对值作为第一强度连接值和第二强度连接值；

第一点火矩阵获取子单元，用于将所述第一刺激值和所述第一强度连接值作为所述像素 (i, j) 在第一通道的输入值并迭代N次，获取所述暗区细节图像对应的第一点火矩阵；

第二点火矩阵获取子单元，用于将所述第二刺激值和所述第二强度连接值作为所述像素 (i, j) 在第二通道的输入值并迭代N次，获取所述亮区细节图像对应的第二点火矩阵；

判断子单元，用于将所述第一点火矩阵和所述第二点火矩阵中像素 (i, j) 的点火值进行比较，获取所述对比度增强的亮度分量 Y_1 ；

其中，所述N为大于0的整数，所述像素(i, j)表示位于第i行第j列的像素，所述i和所述j均为大于0的整数；

所述脉冲耦合神经网络模型包括所述第一通道和所述第二通道。

[权利要求 12] 根据权利要求11所述的增强图像对比度的装置，其中，所述判断子单元用于将第一点火矩阵和第二点火矩阵中像素 (i, j) 的点火值进行比较以获取对比度增强的亮度分量 Y_1 包括如下步骤：

若所述像素 (i, j) 在所述第一点火矩阵中的点火值大于所述像素 (i, j) 在所述第二点火矩阵中的点火值，则所述像素 (i, j) 融合后的灰度值为所述暗区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度值；

若所述像素 (i, j) 在所述第一点火矩阵中的点火值小于或等于所述像素 (i, j) 在所述第二点火矩阵中的点火值，则所述像素 (i, j) 融合后的灰度值为所述亮区细节图像中所述像素 (i, j) 的灰度值；
所述像素 (i, j) 融合后的灰度值构成所述对比度增强的亮度分量 Y_1 。

- [权利要求 13] 根据权利要11所述的增强图像对比度的装置，其中，所述第一计算子单元用拉普拉斯算子、高斯拉普拉斯算子、凯尼算子、索贝尔算子中的任意一种以计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素(i, j)的所述灰度梯度值。
- [权利要求 14] 根据权利要求13所述的增强图像对比度的装置，其中，所述第一计算子单元用拉普拉斯算子计算所述暗区细节图像和所述亮区细节图像中所述像素(i, j)的所述灰度梯度值的公式为：
- $$\text{grads}_{ij} = \text{lum}(i-1, j) + \text{lum}(i+1, j) + \text{lum}(i, j-1) + \text{lum}(i, j+1) - 4\text{lum}(i, j)$$
- ，其中，所述lum(i, j)表示像素(i, j)的灰度值，所述lum(i-1, j)表示像素(i-1, j)的灰度值，所述lum(i+1, j)表示像素(i+1, j)的灰度值，所述lum(i, j-1)表示像素(i, j-1)的灰度值，所述lum(i, j+1)表示像素(i, j+1)的灰度值，所述grads_{ij}为像素(i, j)的灰度梯度值。
- [权利要求 15] 根据权利要10所述的增强图像对比度的装置，其中，所述灰阶拉伸单元包括：
- 第一拉伸子单元，用于将所述亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶，得所述暗区细节图像；
- 第二拉伸子单元，用于将所述亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶，得所述亮区细节图像；
- 所述伽马曲线对应的函数为 $y = 255 \cdot (x/255)^{(\gamma/2.2)}$ ，所述x为所述亮度分量Y对应的非彩色图像中像素(i, j)的灰度值，所述γ为灰度系数，所述y为拉伸后亮度分量Y中像素(i, j)的灰度值；
- 所述γ大于0且小于2.2时，所述亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶；所述γ大于2.2时，所述亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸高灰阶。
- [权利要求 16] 根据权利要求15所述的增强图像对比度的装置，其中，
- 所述第一拉伸子单元用于将所述亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马曲线校正以拉伸低灰阶时，所述γ=2；
- 所述第二拉伸子单元用于将所述亮度分量Y对应的非彩色图像经伽马

曲线校正以拉伸高灰阶时，所述 $\gamma=2.4$ 。

[权利要求 17] 根据权利要求10所述的增强图像对比度的装置，其中，所述第一转换模块用于将源图像从RGB颜色空间转换至 YC_bC_r 颜色空间的公式为

:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B;$$

$$C_b = -0.169R - 0.331G + 0.500B;$$

$$C_r = 0.500R - 0.419G - 0.081B;$$

在上式中，R表示所述源图像在RGB颜色空间中红色分量的取值，G表示所述源图像在RGB颜色空间中绿色分量的取值，B表示所述源图像在RGB颜色空间中蓝色分量的取值；Y表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中亮度分量的取值， C_b 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中蓝色色度分量的取值， C_r 表示所述源图像转化至 YC_bC_r 颜色空间中红色色度分量的取值。

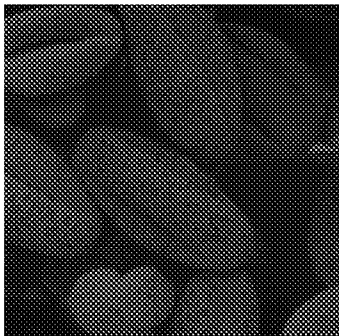
[权利要求 18] 根据权利要求10所述的增强图像对比度的装置，其中，所述第二转换模块用于将所述处理后的图像转换至RGB颜色空间的公式为：

$$R = Y_1 + 1.403C_r;$$

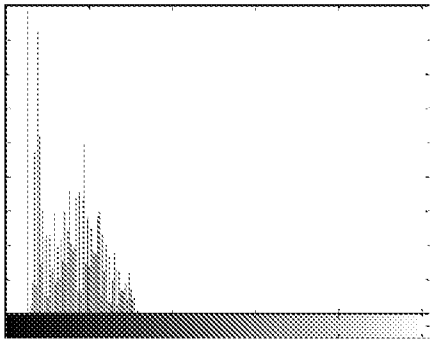
$$G = Y_1 - 0.344C_b - 0.714C_r;$$

$$B = Y_1 + 1.773C_b;$$

在上式中， Y_1 、 C_r 及 C_b 分别为处理后的图像亮度分量的取值、源图像转化至 YC_bC_r 空间中红色色度分量的取值以及源图像转化至 YC_bC_r 空间中蓝色色度分量的取值；R、G、B分别为处理后的图像在RGB颜色空间中的红色分量的取值、绿色分量的取值以及蓝色分量的取值。



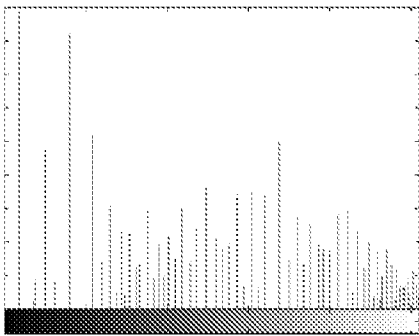
A



B



C



D

图 1

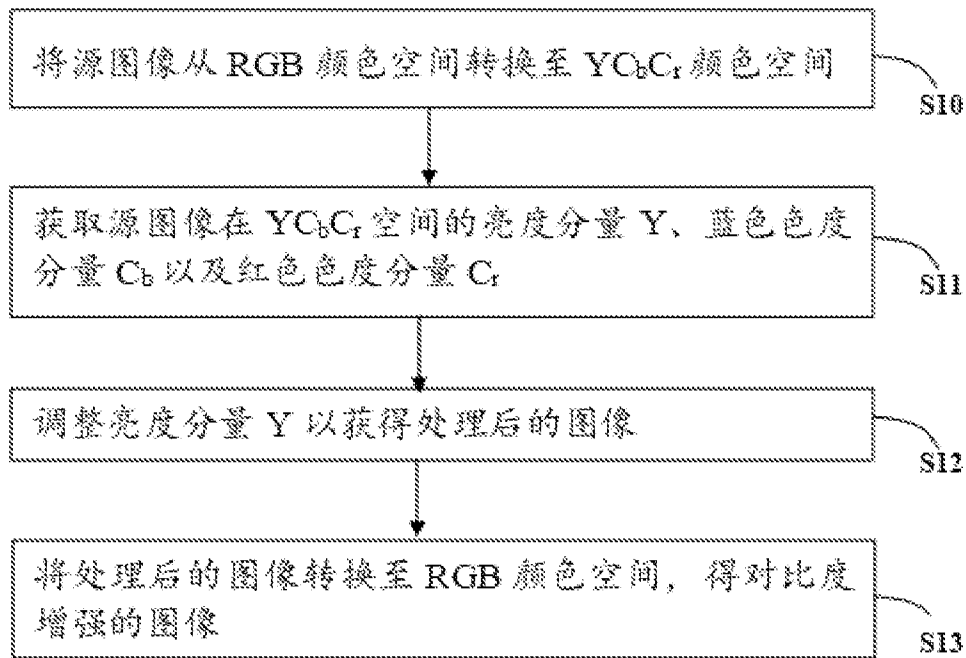


图 2

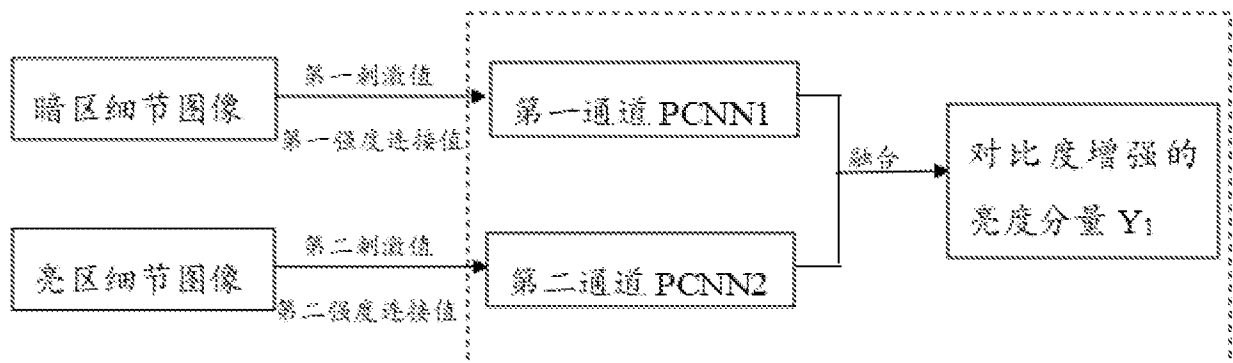


图 3

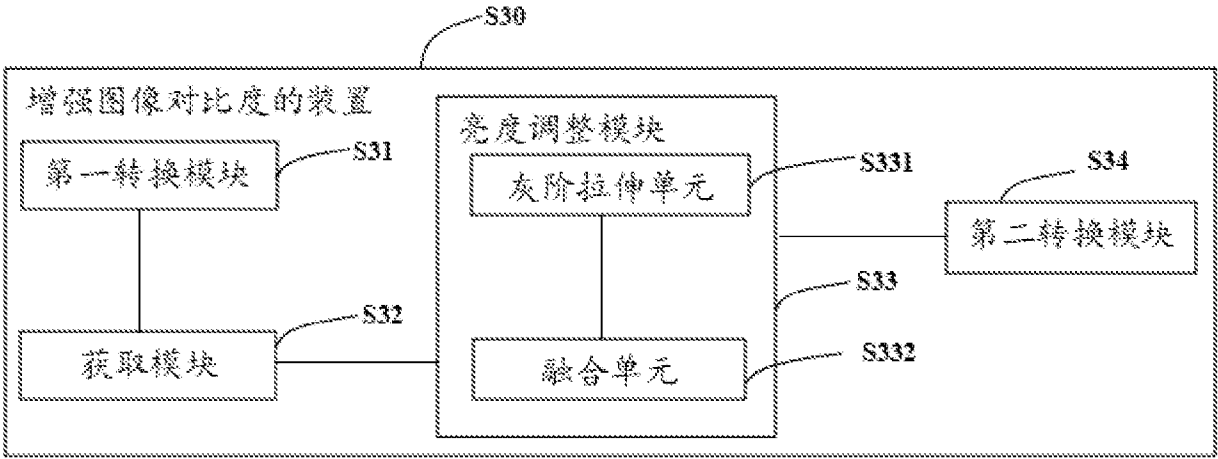


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/124517

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

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, WPI, EPODOC, CNKI, IEEE, GOOGLE: 颜色空间, 亮度, 蓝, 红, 对比度, 伽马, 灰阶, 神经网络, 暗区, 亮区, 细节, 融合, 合并, RGB, YUV, YCbCr, brightness, blue, red, contrast, gamma, gray, neural network, dark, detail, fusion, synthesis

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101178875 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 14 May 2008 (2008-05-14) description page 21, paragraph 4 to page 27, paragraph 1	1-18
A	CN 102496152 A (SICHUAN HOMWEE TECHNOLOGY CO., LTD.) 13 June 2012 (2012-06-13) entire document	1-18
A	CN 108629738 A (ALIBABA GROUP HOLDING LIMITED) 09 October 2018 (2018-10-09) entire document	1-18
A	US 2003031376 A1 (LIU, CASPER) 13 February 2003 (2003-02-13) entire document	1-18
A	US 2017301075 A1 (REALTEK SEMICONDUCTOR CORP.) 19 October 2017 (2017-10-19) entire document	1-18



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

08 July 2019

Date of mailing of the international search report

07 August 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

**China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)**
**No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088**
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/124517

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	101178875	A	14 May 2008	KR	20080042722	A	15 May 2008
				JP	2008139842	A	19 June 2008
				US	2008129679	A1	05 June 2008
CN	102496152	A	13 June 2012	None			
CN	108629738	A	09 October 2018	None			
US	2003031376	A1	13 February 2003	TW	I220505	B	21 August 2004
US	2017301075	A1	19 October 2017	TW	201737205	A	16 October 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/124517

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

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, WPI, EPDOC, CNKI, IEEE, GOOGLE: 颜色空间, 亮度, 蓝, 红, 对比度, 伽马, 灰阶, 神经网络, 暗区, 亮区, 细节, 融合, 合并, RGB, YUV, YCbCr, brightness, blue, red, contrast, gamma, gray, neural network, dark, detail, fusion, synthesis

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
A	CN 101178875 A (精工爱普生株式会社) 2008年 5月 14日 (2008 - 05 - 14) 说明书第21页第4段-第27页第1段	1-18
A	CN 102496152 A (四川虹微技术有限公司) 2012年 6月 13日 (2012 - 06 - 13) 全文	1-18
A	CN 108629738 A (阿里巴巴集团控股有限公司) 2018年 10月 9日 (2018 - 10 - 09) 全文	1-18
A	US 2003031376 A1 (LIU, CASPER) 2003年 2月 13日 (2003 - 02 - 13) 全文	1-18
A	US 2017301075 A1 (REALTEK SEMICONDUCTOR CORP.) 2017年 10月 19日 (2017 - 10 - 19) 全文	1-18

☐ 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

2019年 7月 8日

国际检索报告邮寄日期

2019年 8月 7日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (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

受权官员

孔昕

电话号码 86-(10)-53961371

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/124517

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	101178875	A	2008年 5月 14日	KR	20080042722	A	2008年 5月 15日
				JP	2008139842	A	2008年 6月 19日
				US	2008129679	A1	2008年 6月 5日
CN	102496152	A	2012年 6月 13日	无			
CN	108629738	A	2018年 10月 9日	无			
US	2003031376	A1	2003年 2月 13日	TW	1220505	B	2004年 8月 21日
US	2017301075	A1	2017年 10月 19日	TW	201737205	A	2017年 10月 16日