

(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
2021 年 6 月 24 日 (24.06.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/120406 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 5/50 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/077956

(22) 国际申请日: 2020 年 3 月 5 日 (05.03.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201911304499.4 2019 年 12 月 17 日 (17.12.2019) CN

(71) 申请人: 大连理工大学(DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。

(72) 发明人: 刘日升(LIU, Risheng); 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024

(CN)。 樊鑫(FAN, Xin); 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 刘晋源(LIU, Jinyuan); 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 仲维(ZHONG, Wei); 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (CN)。 罗钟铉(LUO, Zhongxuan); 中国辽宁省大连凌工路 2 号大连理工大学, Liaoning 116024 (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,

(54) Title: INFRARED AND VISIBLE LIGHT FUSION METHOD BASED ON SALIENCY MAP ENHANCEMENT

(54) 发明名称: 一种基于显著图增强的红外和可见光融合方法

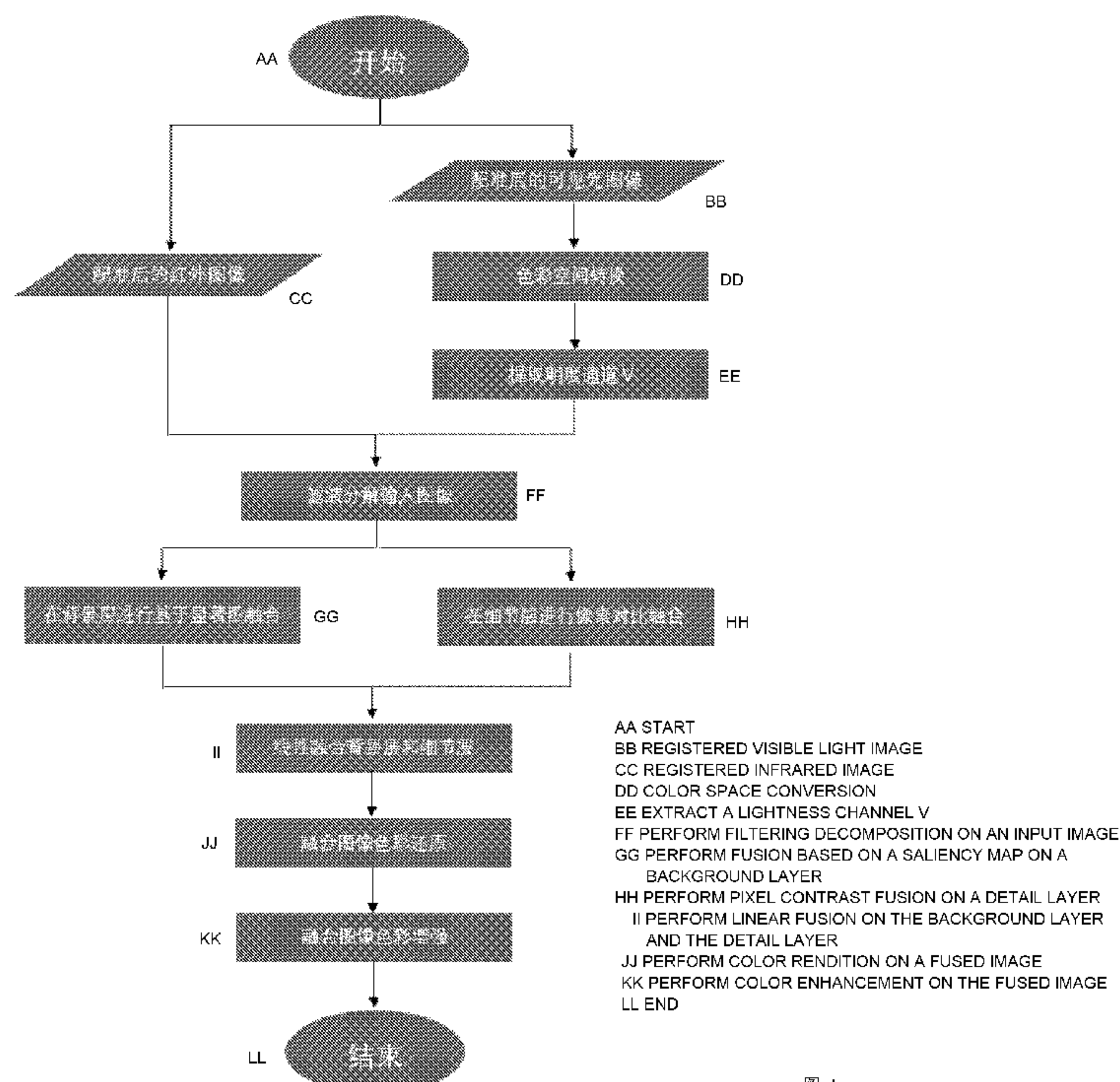


图 1

(57) Abstract: The present invention belongs to the field of image processing and computer vision. Provided is an infrared and visible light fusion method based on saliency map enhancement, which is an infrared and visible light fusion algorithm using a filtering decomposition means and saliency enhancement. The method comprises: using a binocular camera and NVIDIA TX2 to construct a high-performance computing platform, and constructing a high-performance solving algorithm to obtain a high-quality infrared and visible light fused image. A system is easily constructed, and acquisition of input data can be completed by using a stereoscopic binocular

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, 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))。

infrared camera and a visible light camera respectively; a program is simple and is easily implemented; different imaging principles of infrared and visible light cameras are used; an input image is decomposed into a background layer and a detail layer by means of filtering decomposition; a fusion method based on saliency map enhancement is designed for the background layer, and a fusion algorithm based on pixel contrast is designed for the detail layer, and the algorithm effectively enhances the quality of a fused image and processes artifacts generated after image fusion; and finally real-time performance is achieved by means of GPU acceleration.

(57) 摘要： 本发明属于图像处理和计算机视觉领域，提出一种基于显著图增强的红外和可见光融合方法，是一种利用滤波分解手段和显著增强的红外与可见光融合算法。利用双目相机和NVIDIA TX2构建高性能运算平台，并构建高性能求解算法以获高质量的红外和可见光融合图像。系统容易构建，分别使用立体双目红外和可见光相机即可完成输入数据的采集；程序简单，易于实现；利用红外和可见光相机成像的不同原理，通过用于滤波分解把输入图像分解成背景层和细节层，针对背景层设计了基于显著图增强的融合方法，针对细节层设计基于像素对比度的融合算法，该算法有效增强了融合图像的质量并处理了融合图像后产生的伪影，最后通过GPU加速达到实时。

一种基于显著图增强的红外和可见光融合方法

技术领域

本发明属于图像处理和计算机视觉领域，采用一对红外相机和可见光相机获取图像，涉及图像显著信息构建的图像融合算法，是一种利用图像增强的手段的红外与可见光融合算法。

背景技术

基于可见光波段的双目立体视觉技术发展较为成熟，可见光成像具有丰富的对比度、颜色、形状信息，因而可以准确、迅速的获得双目图像之间的匹配信息，进而获取场景深度信息。但可见光波段成像存在其缺陷，如在强光、雾雨、雪天或夜晚，其成像质量大大下降，影响匹配的精度。因此利用不同波段信息源的互补性建立彩色融合系统，是实现特殊环境下产生更可信的图像的有效途径。如利用可见光波段双目相机与红外波段双目相机构成多波段立体视觉系统，利用红外成像不受雾雨雪、光照影响优势，弥补可见光波段的成像不足，从而获取更完整、精确的融合信息。

多模态图像融合技术是利用多个图像之间的互补性和冗余性，采用特定的算法或规则进行融合，得到高可信度、视觉更优图像的一种图像处理算法^[1-3]。相比于同模态融合图像单一性，多模态图像融合可以更好的获取不同模态下图像的交互信息，逐渐成为解决灾害监测，无人驾驶，军事监控，深空探测的重要手段。其目标是利用不同模态传感器成像的差异性和互补性，极大地限度地提取各模态的图像信息，使用不同模态的源图像融合出一张信息丰富、真实度高的合成图像。因此多模态图像融合会对图像产生更全面的认识和更准确的定位。近年来，大多融合方法都是基于变换域进行研究设计，没有考虑到图像多尺度的细节信息，导致融合后的图像中细节丢失，如公开专利 CN208240087U[中文]一种红外与可见光融合系统及图像融合装置。因而本发明在通过对红外和可见光进行数学建模后对其进行最优化求解，在保留红外和可见光图像的有效信息的基础上，实现细节

的增强且去除伪影。

发明内容

本发明旨在克服现有技术的不足，提供了一种基于显著图增强的实时融合算法。通过设计针对红外和可见光图像进行滤波分解得到背景层和细节层，针对背景层进行显著图增强，对细节层进行基于对比度的融合，最后通过 GPU 加速达到实时。

本发明的具体技术方案：

一种基于显著图增强的红外和可见光融合方法，包括如下步骤：

1) 获取配准好的红外和可见光图像，分别对可见光双目相机及红外双目相机进行每个镜头的标定及各自系统的联合标定；

1-1) 利用张正友标定法对红外相机、可见光相机分别进行标定，获得每台相机的内部参数包括焦距、主点位置和外部参数包括旋转、平移；

1-2) 利用相机联合标定获得的可见光相机与红外相机位姿关系 RT （旋转矩阵与平移向量）及检测的棋盘格角点计算同一平面在可见光图像与红外图像中的位置关系，并运用单应性变换进行可见光图像到红外图像（或者红外图像到可见光图像）的配准；

2) 对可见光图像进行色彩空间的转换，从 RGB 图像转成 HSV 图像，提取彩色图像的明度信息作为图像融合的输入，保留其原有色调及饱和度；

2-1) 针对可见光图像是 RGB 三通道的问题，进行 RGB 色彩空间到 HSV 色彩空间的转换，V 为明度，H 为色调，S 为饱和度；提取可见光图像的明度信息与红外图像进行融合，保留其色调和饱和度，具体转换如下所示：

$$R' = R/255 \quad G' = G/255 \quad B' = B/255$$

$$C_{max} = \max(R', G', B')$$

$$C_{min} = \min(R', G', B')$$

$$\Delta = C_{max} - C_{min}$$

$$V = C_{max}$$

2-2) 提取 V 通道作为可见光的输入, 保留 H 和 S 到对应的矩阵为后面融合后的色彩还原保留颜色信息。

3) 对输入的红外图像和进行色彩空间转换后的可见光图像进行互导向滤波分解, 将图像分别分解成背景层和细节层, 背景层包括图像的结构信息, 细节层包括图像的梯度和纹理信息;

$$B = M(I, V), D = (I, V) - B$$

其中, B 代表背景层, D 代表细节层, M 代表互导向滤波, I 代表红外图像;

4) 基于显著图的方法融合背景层 B , 基于每个像素点跟全局的所有像素点进行做差并取绝对值后进行累加, 公式如下:

$$S(p) = |I(p) - I_1| + |I(p) - I_2| + |I(p) - I_3| + \cdots + |I(p) - I_N|$$

即

$$S(p) = \sum_{i=0}^{255} M(i) |I(p) - i|$$

其中 $S(p)$ 表示像素点的显著值, N 表示图像中像素点的个数, M 表示直方图统计公式, $I(p)$ 代表像素点位置的取值;

根据获取的显著值, 得到基于背景层融合的显著图权重:

$$W = \frac{S(p)}{\sum S(p)_j}$$

其中 W 代表权重, $S(p)_j$ 代表对应的像素值, 然后对分解后红外图像和可见光图像进行基于显著图权重的线性加权的融合, 计算如下公式:

$$B = 0.5 * (0.5 + I * (W_1 - W_2) * 0.5) + 0.5 * (0.5 + V * (W_2 - W_1) * 0.5)$$

其中 I 、 V 分别代表输入的红外图像和可见光图像, W_1 , W_2 分别代表对红外图像和可见光图像取得的显著权重;

5) 对象差分后出来的细节层进行基于对比度的像素融合策略, 设一个滑动窗口, 分别对红外和可见光的细节图进行全局的滑动, 比较对应的细节图的像素的值大小, 当红外图像的当前像素点八邻域的取值大于对应的可见光的八邻域的

像素点取值 取 1。反之取 0；根据扫描的滑动窗口生成对应的二值权重图 X；之后对细节层进行融合：

$$D = D(I) * X + D(V) * (1 - X)$$

6) 对背景层和细节层进行线性加权得：

$$F = B + D$$

其中 F 代表融合结果，B 和 D 表示背景层、融合结果和细节层融合结果；

7) 色彩空间转换：将融合的图像转回 RGB 图像并添加之前保留下的色调和饱和度；

通过把融合图像存入的 V 信息进行更新，结合之前保留的 H 和 S 进行 HSV 到 RGB 色彩空间的还原；具体公式如下所示：

$$C = V \times S$$

$$X = C \times (1 - |(H/60^\circ) \bmod 2 - 1|)$$

$$m = V - C$$

$$(R', G', B') = \begin{cases} (C, X, 0), & 0^\circ \leq H < 60^\circ \\ (X, C, 0), & 60^\circ \leq H < 120^\circ \\ (0, C, X), & 120^\circ \leq H < 180^\circ \\ (0, X, C), & 180^\circ \leq H < 240^\circ \\ (X, 0, C), & 240^\circ \leq H < 300^\circ \\ (C, 0, X), & 300^\circ \leq H < 360^\circ \end{cases}$$

$$R', G', B' = ((R' + m) \times 255, (G' + m) \times 255, (B' + m) \times 255)$$

其中，C 为明度与饱和度的成绩，m 为明度与 C 的差。

8) 色彩增强：对融合的图像进行色彩增强，从而生成一幅清晰度和对比度 更优的融合图像；针对每个像素点的对比度，进行像素级的图像增强；

还原的图像进行颜色校正与增强，生成符合观察与检测的三通道图片；分别对 R 通道、G 通道、B 通道进行色彩增强，获得最终融合图像。具体如下公式所示：

$$R_{out} = (R_{in})^{1/\gamma}$$

$$R_{display} = (R_{in}^{(1/\gamma)})^\gamma$$

$$G_{out} = (G_{in})^{1/\gamma}$$

$$G = (G_{in}^{(1/\gamma)})^\gamma$$

$$B_{out} = (B_{in})^{1/\gamma}$$

$$B_{display} = (B_{in}^{(1/\gamma)})^\gamma$$

其中 γ 是矫正参数, R_{in} , G_{in} , B_{in} 分别是输入 R, G, B 三个通道的值 R_{out} , G_{out} , B_{out} 是中间参数 $R_{display}$, $G_{display}$, $B_{display}$ 是增强后三通道的取值。

本发明的有益效果是:

本发明提出了一种利用红外和可见光双目立体相机实时融合的方法。利用滤波分解策略将图像分解成背景层和细节层, 分别在背景层和细节层进行不同的策略融合, 有效的减少了伪影的干扰并融合成高可信的图像, 本发明具有以下特点:

- (1) 系统容易构建, 使用立体双目相机即可完成输入数据的采集;
- (2) 程序简单, 易于实现;
- (3) 利用滤波分解将图像分解成两部分进行具有针对的求解;
- (4) 结构完成, 可进行多线程操作, 程序具有鲁棒性;
- (5) 利用细节图进行显著增强与判别, 提升算法的泛化能力。

附图说明

图 1 是可见光与红外融合算法流程图。

图 2 是最终融合图像。

具体实施方式

本发明提出了一种利用红外相机和可见光相机进行实时图像融合的方法, 结合附图及实施例详细说明如下:

将可见光相机和红外相机摆放在固定的平台上, 实验相机的图像分辨率为 1280×720 , 视场角为 45.4° , 为保证实时性利用 NVIDIA TX2 进行计算。在此基础上设计实时红外和可见光融合的方法, 所述的方法包括下列步骤:

- 1) 获取配准好的红外和可见光图像:

1-1) 利用张正友标定法对红外相机、可见光相机分别进行标定, 获得每台相机的焦距、主点位置等内部参数和旋转、平移等外部参数。

1-2) 利用相机联合标定获得的可见光相机与红外相机位姿关系 RT (旋转矩阵与平移向量) 及检测的棋盘格角点计算同一平面在可见光图像与红外图像中的位置关系, 并运用单应性变换进行可见光图像到红外图像 (或者红外图像到可见光图像) 的配准。

2) 图像色彩空间转换

2-1) 针对可见光图像是 RGB 三通道的问题, 进行 RGB 色彩空间到 HSV 色彩空间的转换, 提取可见光图像的 V (明度) 信息与红外图像进行融合, 保留其 H (色调), S (饱和度), 具体转换如下所示:

$$R' = R/255 \quad G' = G/255 \quad B' = B/255$$

$$Cmax = \max(R', G', B')$$

$$Cmin = \min(R', G', B')$$

$$\Delta = Cmax - Cmin$$

$$V = Cmax$$

2-2) 保留 H (色调), S (饱和度) 通道信息, 为后面融合后图像的色彩还原保留颜色信息, 提取 V (明度) 通道作为可见光的输入;

3) 对输入的红外图像和进行色彩空间转换后的可见光图像进行互导向滤波分解, 把图像分别分解成背景层和细节层, 背景层刻画的图像的结构信息, 细节层刻画的是梯度和纹理信息。

$$B = M(I, V), D = (I, V) - B$$

其中, B 代表背景层, D 代表细节层, M 代表互导向滤波, I 代表红外图像。

4) 设计了基于显著图的方法融合背景层 B , 基于每个像素点跟全局的所有像素点进行做差并取绝对值后进行累加, 公式如下:

$$S(p) = |I(p) - I_1| + |I(p) - I_2| + |I(p) - I_3| + \cdots + |I(p) - I_N|$$

即

$$S(p) = \sum_{i=0}^{255} M(i) |I(p) - i|$$

其中 $S(p)$ 表示像素点的显著值， N 表示图像中像素点的个数， M 表示直方图统计公式， I 代表图像中的像素点的值。

根据获取的显著值，我们可以得到基于背景层融合的显著图权重：

$$W = \frac{S}{\sum S_j}$$

其中 W 代表权重， S_j 代表对应的像素值，然后对分解后红外图像和可见光图像进行基于显著图权重的线性加权的融合，计算如下公式：

$$B = 0.5 * (0.5 + I * (W_1 - W_2) * 0.5) + 0.5 * (0.5 + V * (W_2 - W_1) * 0.5)$$

其中 I ， V 分别代表输入的红外图像和可见光图像， W_1 ， W_2 分别代表对红外图像和可见光图像取得的显著权重。

5) 之后对象差分后出来的细节层进行基于对比度的像素融合策略，设计一个滑动窗口，大小为 $3*3$ ，分别对红外和可见光的细节图进行全局的滑动，比较对应的细节图的像素的值大小，存入对应的窗口取为 1，否则取 0，根据扫描的滑动窗口生成对应的二值权重图 X 。之后对细节层进行融合：

$$D = D(I) * X + D(V) * (1 - X)$$

6) 最后，对背景层和细节层进行线性加权得：

$$F = B + D$$

其中 F 代表融合结果， B 和 D 表示背景层融合结果和细节层融合结果。

7-1) 通过把融合图像存入（明度 V ）信息进行更新，结合之前保留的（色调 H ）和（饱和度 S ）进行 HSV 到 RGB 色彩空间的还原。具体公式如下所示：

$$C = V \times S$$

$$X = C \times (1 - |(H/60^\circ) \bmod 2 - 1|)$$

$$m = V - C$$

$$(R', G', B') = \begin{cases} (C, X, 0), & 0^\circ \leq H < 60^\circ \\ (X, C, 0), & 60^\circ \leq H < 120^\circ \\ (0, C, X), & 120^\circ \leq H < 180^\circ \\ (0, X, C), & 180^\circ \leq H < 240^\circ \\ (X, 0, C), & 240^\circ \leq H < 300^\circ \\ (C, 0, X), & 300^\circ \leq H < 360^\circ \end{cases}$$

$$R', G', B' = ((R' + m) \times 255, (G' + m) \times 255, (B' + m) \times 255)$$

其中，C 为明度与饱和度的成绩，m 为明度与 C 的差。

7-2) 对步骤 7-1，还原的图像进行颜色校正与增强，生成符合观察与检测的三通道图片；分别对 R 通道、G 通道、B 通道进行色彩增强，具体如下公式所示：

$$\begin{aligned} R_{out} &= (R_{in})^{1/\gamma} \\ R_{display} &= (R_{in}^{(1/\gamma)})^\gamma \\ G_{out} &= (G_{in})^{1/\gamma} \\ G &= (G_{in}^{(1/\gamma)})^\gamma \\ B_{out} &= (B_{in})^{1/\gamma} \\ B_{display} &= (B_{in}^{(1/\gamma)})^\gamma \end{aligned}$$

其中 γ 是矫正参数， R_{in} , G_{in} , B_{in} 分别是输入 R, G, B 三个通道的值 R_{out} , G_{out} , B_{out} 是中间参数 $R_{display}$, $G_{display}$, $B_{display}$ 是增强后三通道的取值。

权 利 要 求 书

1.一种基于显著图增强的红外和可见光融合方法，其特征在于，包括如下步骤：

1) 获取配准好的红外和可见光图像，分别对可见光双目相机及红外双目相机进行每个镜头的标定及各自系统的联合标定；

1-1) 利用张正友标定法对红外相机、可见光相机分别进行标定，获得每台相机的内部参数包括焦距、主点位置和外部参数包括旋转、平移；

1-2) 利用相机联合标定获得的可见光相机与红外相机位姿关系 RT 及检测的棋盘格角点计算同一平面在可见光图像与红外图像中的位置关系，并运用单应性变换进行可见光图像到红外图像的配准；

2) 对可见光图像进行色彩空间的转换，从 RGB 图像转成 HSV 图像，提取彩色图像的明度信息作为图像融合的输入，保留其原有色调及饱和度；

3) 对输入的红外图像和进行色彩空间转换后的可见光图像进行互导向滤波分解，将图像分别分解成背景层和细节层，背景层包括图像的结构信息，细节层包括图像的梯度和纹理信息；

$$B = M(I, V), D = (I, V) - B$$

其中， B 代表背景层， D 代表细节层， M 代表互导向滤波， I 代表红外图像；

4) 基于显著图的方法融合背景层 B ，基于每个像素点跟全局的所有像素点进行做差并取绝对值后进行累加，公式如下：

$$S(p) = |I(p) - I_1| + |I(p) - I_2| + |I(p) - I_3| + \cdots + |I(p) - I_N|$$

即

$$S(p) = \sum_{i=0}^{255} M(i) |I(p) - i|$$

其中 $S(p)$ 表示像素点的显著值， N 表示图像中像素点的个数， M 表示直方图统计公式， $I(p)$ 代表像素点位置的取值；

根据获取的显著值，得到基于背景层融合的显著图权重：

$$W = \frac{S(p)}{\sum S(p)_j}$$

其中 W 代表权重， S_j 代表对应的像素值，然后对分解后红外图像和可见光

图像进行基于显著图权重的线性加权的融合，计算如下公式：

$$B = 0.5 * (0.5 + I * (W_1 - W_2) * 0.5) + 0.5 * (0.5 + V * (W_2 - W_1) * 0.5)$$

其中 I、V 分别代表输入的红外图像和可见光图像， W_1 ， W_2 分别代表对红外图像和可见光图像取得的显著权重；

5) 对象差分后出来的细节层进行基于对比度的像素融合策略，设一个滑动窗口，分别对红外和可见光的细节图进行全局的滑动，比较对应的细节图的像素的值大小，当红外图像的当前像素点八邻域的取值大于对应的可见光的八邻域的像素点取值取 1，反之取 0；根据扫描的滑动窗口生成对应的二值权重图 X；之后对细节层进行融合：

$$D = D(I) * X + D(V) * (1 - X)$$

6) 对背景层和细节层进行线性加权得：

$$F = B + D$$

其中 F 代表融合结果，B 和 D 表示背景层、融合结果和细节层融合结果；

7) 色彩空间转换：将融合的图像转回 RGB 图像并添加之前保留下的色调和饱和度；

通过把融合图像存入的 V 信息进行更新，结合之前保留的 H 和 S 进行 HSV 到 RGB 色彩空间的还原；

8) 色彩增强：对融合的图像进行色彩增强，从而生成一幅清晰度和对比度更优的融合图像；针对每个像素点的对比度，进行像素级的图像增强；

还原的图像进行颜色校正与增强，生成符合观察与检测的三通道图片；分别对 R 通道、G 通道、B 通道进行色彩增强，获得最终融合图像。

2. 根据权利要求 1 所述的基于显著图增强的红外和可见光融合方法，其特征在于，步骤 2) 对可见光图像进行色彩空间的转换包括：

2-1) 进行 RGB 色彩空间到 HSV 色彩空间的转换，V 为明度，H 为色调，S 为饱和度；提取可见光图像的明度信息与红外图像进行融合，保留其色调和饱和度，具体转换如下所示：

$$R' = R/255 \quad G' = G/255 \quad B' = B/255$$

$$Cmax = \max(R', G', B')$$

$$Cmin = \min(R', G', B')$$

$$\Delta = Cmax - Cmin$$

$$V = Cmax$$

2-2) 提取 V 通道作为可见光的输入, 保留 H 和 S 到对应的矩阵为后面融合后的色彩还原保留颜色信息。

3. 根据权利要求 1 所述的基于显著图增强的红外和可见光融合方法, 其特征在于, 步骤 7) 色彩空间转换的具体公式如下所示:

$$C = V \times S$$

$$X = C \times (1 - |(H/60^\circ) \bmod 2 - 1|)$$

$$m = V - C$$

$$(R', G', B') = \begin{cases} (C, X, 0), & 0^\circ \leq H < 60^\circ \\ (X, C, 0), & 60^\circ \leq H < 120^\circ \\ (0, C, X), & 120^\circ \leq H < 180^\circ \\ (0, X, C), & 180^\circ \leq H < 240^\circ \\ (X, 0, C), & 240^\circ \leq H < 300^\circ \\ (C, 0, X), & 300^\circ \leq H < 360^\circ \end{cases}$$

$$R', G', B' = ((R' + m) \times 255, (G' + m) \times 255, (B' + m) \times 255)$$

其中, C 为明度与饱和度的成绩, m 为明度与 C 的差。

4. 根据权利要求 1 所述的基于显著图增强的红外和可见光融合方法, 其特征在于, 步骤 8) 色彩增强, 具体如下公式所示:

$$R_{out} = (R_{in})^{1/\gamma}$$

$$R_{display} = (R_{in}^{(1/\gamma)})^\gamma$$

$$G_{out} = (G_{in})^{1/\gamma}$$

$$G = (G_{in}^{(1/\gamma)})^\gamma$$

$$B_{out} = (B_{in})^{1/\gamma}$$

$$B_{display} = (B_{in}^{(1/\gamma)})^\gamma$$

其中 γ 是矫正参数, R_{in} , G_{in} , B_{in} 分别是输入 R, G, B 三个通道的值

R_{out} , G_{out} , B_{out} 是中间参数 $R_{display}$, $G_{display}$, $B_{display}$ 是增强后三通道的取值。

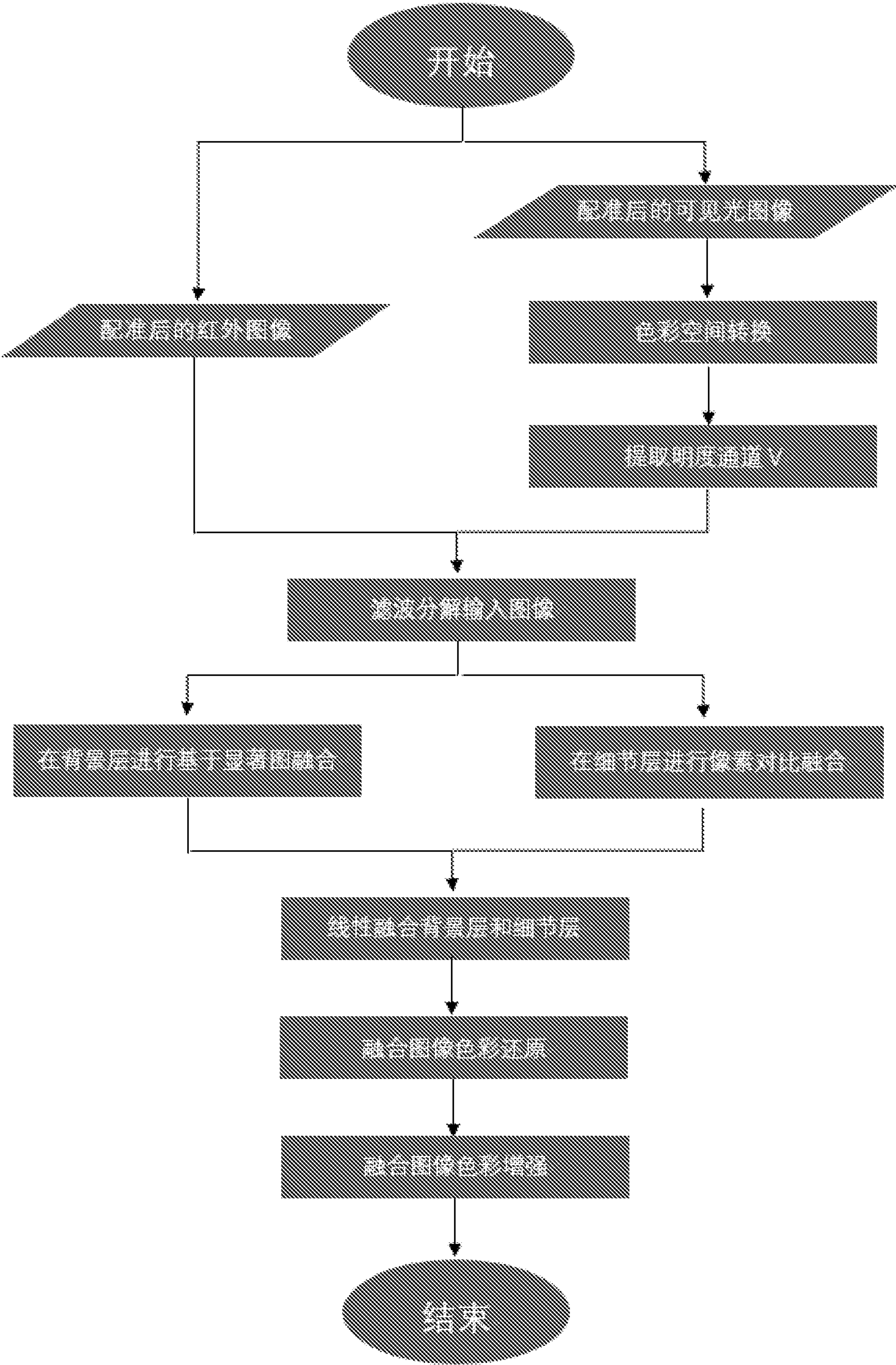


图 1



红外图像



可见光图像



融合后图像

图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/077956

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 5/50(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

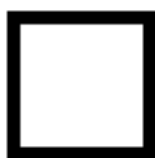
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

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

CPEA; CNMED; PLABS; AUABS; DWPI; TWABS; FRABS; TWMED; HKABS; CNABS; SGABS; LEXIS; MOABS; ILABS; SIPOABS: 色彩, 权重, 可见光, 滤波, 融合, 像素, 加权, 红外, 增强, 颜色, enhanc+, clor+, weigh+, blend, fusion, filter, optical, visible, pixel, infrared, G06T+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 110223262 A (CHINESE AERONAUTICAL RADIO ELECTRONICS RESEARCH INSTITUTE et al.) 10 September 2019 (2019-09-10) entire description	1-4
A	CN 104268847 A (XIDIAN UNIVERSITY et al.) 07 January 2015 (2015-01-07) entire description	1-4
A	CN 107248150 A (HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY) 13 October 2017 (2017-10-13) entire description	1-4
A	CN 107784642 A (BEIHANG UNIVERSITY et al.) 09 March 2018 (2018-03-09) entire description	1-4



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

15 May 2020

Date of mailing of the international search report

27 May 2020

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/CN2020/077956

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110223262	A	10 September 2019	None			
CN	104268847	A	07 January 2015	CN	104268847	B	05 April 2017
CN	107248150	A	13 October 2017	None			
CN	107784642	A	09 March 2018	CN	107784642	B	29 January 2019

国际检索报告		国际申请号 PCT/CN2020/077956
A. 主题的分类 G06T 5/50 (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)) CPEA; CNMED; PLABS; AUABS; DWPI; TWABS; FRABS; TWMED; HKABS; CNABS; SGABS; LEXIS; MOABS; ILABS; SIPOABS: 色彩, 权重, 可见光, 滤波, 融合, 像素, 加权, 红外, 增强, 颜色, enhanc+, clor+, weigh+, blend, fusion, filter, optical, visible, pixel, infrared, G06T+		
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 110223262 A (中国航空无线电电子研究所等) 2019年 9月 10日 (2019 - 09 - 10) 说明书全文	1-4
A	CN 104268847 A (西安电子科技大学等) 2015年 1月 7日 (2015 - 01 - 07) 说明书全文	1-4
A	CN 107248150 A (杭州电子科技大学) 2017年 10月 13日 (2017 - 10 - 13) 说明书全文	1-4
A	CN 107784642 A (北京航空航天大学等) 2018年 3月 9日 (2018 - 03 - 09) 说明书全文	1-4
☐ 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 2020年 5月 15日		国际检索报告邮寄日期 2020年 5月 27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 黄渊 电话号码 86-010-62411769

国际申请号
PCT/CN2020/077956

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	110223262	A	2019年 9月 10日	无	
CN	104268847	A	2015年 1月 7日	CN	104268847 B 2017年 4月 5日
CN	107248150	A	2017年 10月 13日	无	
CN	107784642	A	2018年 3月 9日	CN	107784642 B 2019年 1月 29日