(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 9 月 23 日 (23.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2021/185130 A1

(51) 国际专利分类号:
H04N 5/232 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/079929

(22) 国际申请日: 2021 年 3 月 10 日 (10.03.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010197617.2 2020年3月19日 (19.03.2020) CN

(71) 申请人: 展讯通信（上海）有限公司 (SPREADTRUM COMMUNICATIONS (SHANGHAI) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国上海市（上海）自由贸易试验区祖冲之路2288弄展讯中心1号楼, Shanghai 201203 (CN)。

(72) 发明人: 冯召东 (FENG, Zhaodong); 中国上海市（上海）自由贸易试验区祖冲之路2288弄展讯中心1号楼, Shanghai 201203 (CN)。 蒋彬 (JIANG, Bin); 中国上海市（上海）自由贸易试验区祖冲之路2288弄展讯中心1号楼, Shanghai 201203 (CN)。 陈欢 (CHEN, Huan); 中国上海市（上海）自由贸易试验区祖冲之路2288弄展讯中心1号楼, Shanghai 201203 (CN)。

(74) 代理人: 上海弼兴律师事务所 (SHANGHAI BESHINING LAW OFFICE); 中国上海市小木桥路681号外经大厦21楼, Shanghai 200032 (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, IT, 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:** DIGITAL ZOOM METHOD AND SYSTEM, ELECTRONIC DEVICE, MEDIUM, AND DIGITAL IMAGING DEVICE

(54) **发明名称**: 数字变焦方法、系统、电子设备、介质及数字成像设备

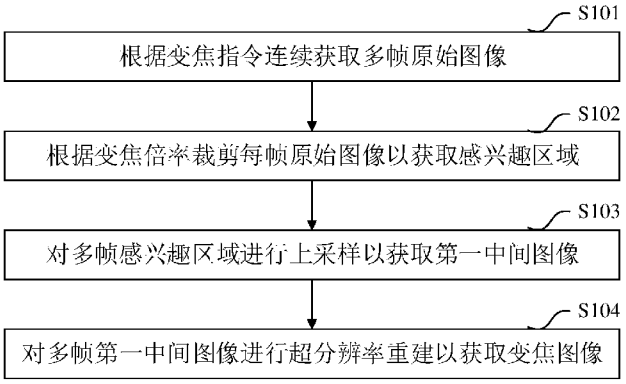


图 1

(57) **Abstract:** Disclosed in the present invention are a digital zoom method and system, an electronic device, a medium, and a digital imaging device. The digital zoom method comprises: continuously acquiring multiple frames of original images according to a zoom instruction, wherein the zoom instruction comprises a zoom magnification; cropping each frame of the original images according to the zoom magnification to acquire a region of interest; performing up-sampling on multiple frames of regions of interest to acquire first intermediate images; and performing super-resolution reconstruction on multiple frames of first intermediate images to acquire a zoomed image. According to the present invention, multiple frames of original images are continuously acquired according to a zoom instruction, and cropping, up-sampling and super-resolution reconstruction are successively performed on the acquired multiple frames of original images in order to acquire a zoomed image, which, compared with the digital zoom, that completely relies on an interpolation algorithm, of a single-frame image, can obtain a better image resolution and a better image quality. Therefore, according to the present invention, a stronger digital zoom capability can be achieved.

WO 2021/185130 A1

[见续页]

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)。

根据细则4.17的声明：

— 关于申请人有权申请并被授予专利(细则4.17(ii))

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布：

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要：本发明公开了一种数字变焦方法、系统、电子设备、介质及数字成像设备。其中，数字变焦方法包括：根据变焦指令连续获取多帧原始图像，所述变焦指令包括变焦倍率；根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域；对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。本发明根据变焦指令连续获取多帧原始图像，并对获取到的多帧原始图像依次进行裁剪、上采样以及超分辨率重建以获取变焦图像，较之完全依赖插值算法的对单帧图像的数字变焦，可以获得更好的图像分辨率、更好的图像质量，从而，本发明能够实现更强的数字变焦能力。

数字变焦方法、系统、电子设备、介质及数字成像设备

本申请要求申请日为2020/3/19的中国专利申请2020101976172的优先权。本申请引用上述中国专利申请的全文。

技术领域

本发明涉及图像处理技术领域，尤其涉及一种数字变焦方法、系统、电子设备、存储介质及数字成像设备。

背景技术

变焦是指成像镜头焦距的改变，在视觉上体现为被成像物体的拉近或拉远，也体现为物体所成像的放大或缩小。变焦能力是成像设备的一个非常重要的指标，其决定了拍照设备的拍摄广度和深度。变焦按实现方式可分为光学变焦和数字变焦两种。光学变焦是最传统的变焦方法，其利用凹透镜与凸透镜的不同组合方式来实现焦距的改变。数字变焦也称数码变焦，其通过裁剪和插值算法实现，属于图像处理的范畴。

光学变焦的物理结构限制了其在便携式拍照设备上的应用，目前，几乎所有的便携式拍照设备的变焦都是通过数字变焦实现的。但是，数字变焦与光学变焦不同，光学变焦是一种有损变焦，其变焦结果往往比光学变焦差很多。

传统的基于单帧图像的数字变焦完全依赖插值算法实现，但是，根据采样定律，插值算法无法恢复出图像的原本信息，其亦并不能产生更多的信息使得图像更清楚，而且会导致图像噪声明显，当使用高倍率的数字变焦时还会引入明显的马赛克现象。所以，这种传统的数字变焦的变焦极限一般为5倍左右。

为了实现更好的数字变焦效果，一些基于机器学习的超分辨率算法被应用于数字变焦，但是由于学习框架不成熟或者缺乏稳定性、可靠性等原因使得基于机器学习的超分辨率算法未能广泛应用于数字变焦中。

发明内容

本发明要解决的技术问题是为了克服现有技术中数字变焦能力有限的缺陷，提供一种数字变焦方法、系统、电子设备、存储介质及数字成像设备。

本发明是通过下述技术方案来解决上述技术问题：

一种数字变焦方法，包括：

根据变焦指令连续获取多帧原始图像，所述变焦指令包括变焦倍率；

根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域；

对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；

对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

较佳地，在根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域的步骤之后还包括：

判断所述变焦倍率是否小于预设阈值；

若否，则执行所述对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像的步骤。

较佳地，在所述多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像的步骤之前还包括：

根据所述变焦倍率获取第一倍率和第二倍率，所述变焦倍率为所述第一倍率与所述第二倍率的乘积，所述第一倍率的最小值为 1，所述第二倍率为大于 1 的整数；

所述多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像的步骤包括：

将所述第一倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；

所述对多帧所述第一中间图像进行与超分辨率重建以获取变焦图像的步骤包括：

将所述第二倍率作为超分辨率重建放大倍率对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

较佳地，所述将所述第二倍率作为超分辨率重建放大倍率对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像的步骤包括：

确定多帧所述第一中间图像中的一帧为参考图像；

根据所述参考图像对齐所述多帧第一中间图像；

根据所述第二倍率对所述参考图像进行像素扩增；

根据多帧第一中间图像的对齐结果将除所述参考图像之外的其他第一中间图像的像素值填补到经像素扩增的所述参考图像中；

判断经填补的所述参考图像是否包括未经填补的像素；

若是，则根据中值滤波填补未经填补的像素；

和/或，

在所述将所述第二倍率作为超分辨率重建放大倍率对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像的步骤之后还包括：

对所述变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像。

较佳地，当判断所述变焦倍率是否小于预设阈值的步骤判断为是时：

对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像；

对多帧所述第二中间图像进行融合以获取变焦图像。

较佳地，所述对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像的步骤包括：

将所述变焦倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像；

和/或，

在所述对多帧所述第二中间图像进行融合以获取变焦图像的步骤之后还包括：

对所述变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像。

较佳地，所述根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域的步骤包括：

以每帧原始图像的中心为参考点根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域。

一种数字变焦系统，包括：

第一获取模块，用于根据变焦指令连续获取多帧原始图像，所述变焦指令包括变焦倍率；

裁剪模块，用于根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域；

第一上采样模块，用于对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；

超分辨率重建模块，用于对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

较佳地，所述数字变焦系统还包括：

判断模块，用于判断所述变焦倍率是否小于预设阈值；

若否，则调用所述第一上采样模块。

较佳地，所述数字变焦系统还包括：

第二获取模块，用于根据所述变焦倍率获取第一倍率和第二倍率，所述变焦倍率为所述第一倍率与所述第二倍率的乘积，所述第一倍率的最小值为 1，所述第二倍率为大于 1 的整数；

所述第一上采样模块具体用于将所述第一倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；

所述超分辨率重建模块具体用于将所述第二倍率作为超分辨率重建放大倍率对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

较佳地，所述超分辨率重建模块包括：

确定单元，用于确定多帧所述第一中间图像中的一帧为参考图像；

对齐单元，用于根据所述参考图像对齐所述多帧第一中间图像；

扩增单元，用于根据所述第二倍率对所述参考图像进行像素扩增；

第一填补单元，用于根据多帧第一中间图像的对齐结果将除所述参考图像之外的其他第一中间图像的像素值填补到经像素扩增的所述参考图像中；

判断单元，用于判断经填补的所述参考图像是否包括未经填补的像素；

若是，则调用第二填补单元，用于根据中值滤波填补未经填补的像素；

和/或，

所述数字变焦系统还包括：

第一迭代校正模块，用于对所述超分辨率重建模块获取到的变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像。

较佳地，所述数字变焦系统还包括：

第二上采样模块，用于在所述判断模块判断为是时对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像；

融合模块，用于对多帧所述第二中间图像进行融合以获取变焦图像。

较佳地，所述第二上采样模块具体用于将所述变焦倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像；

和/或，

所述数字变焦系统还包括：

第二迭代校正模块，用于对所述融合模块获取到的变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像。

较佳地，所述裁剪模块具体用于以每帧原始图像的中心为参考点根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域。

一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现上述任一种数字变焦方法。

一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现上述任一种数字变焦方法的步骤。

一种数字成像设备，包括上述任一种所述的数字变焦系统。

本发明的积极进步效果在于：本发明根据变焦指令连续获取多帧原始图像，并对获取到的多帧原始图像依次进行裁剪、上采样以及超分辨率重建以获取变焦图像，较之完全依赖插值算法的对单帧图像的数字变焦，可以获得更好的图像分辨率、更好的图像质量，从而，本发明能够实现更强的数字变焦能力。

附图说明

图 1 为根据本发明实施例 1 的数字变焦方法的流程图。

图 2 为根据本发明实施例 1 的数字变焦方法的具体流程图。

图 3 为根据本发明实施例 1 的数字变焦方法中步骤 S1041 的流程图。

图 4 为根据本发明实施例 1 的数字变焦方法中图像扩增与填补的示意图。

图 5 为根据本发明实施例 2 的数字变焦方法的流程图。

图 6 为根据本发明实施例 3 的数字变焦系统的模块示意图。

图 7 为根据本发明实施例 4 的数字变焦系统的模块示意图。

图 8 为根据本发明实施例 5 的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

下面通过实施例的方式进一步说明本发明，但并不因此将本发明限制在所述的实施例范围之中。

实施例 1

本实施例提供一种数字变焦方法，参照图 1，本实施例的数字变焦方法包括：

S101、根据变焦指令连续获取多帧原始图像；

S102、根据变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域；

S103、对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；

S104、对多帧第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

在本实施例中，变焦指令包括变焦倍率，其中，变焦倍率的最小值为 1，根据变焦指令获取多帧原始图像的设备例如可以是数字成像设备，根据变焦指令获取到的多帧原始图像可以是数字成像设备实时获取的图像。具体地，当数字成像设备是拍照设备时，设置拍照设备的变焦倍率，根据变焦指令获取到的多帧原始图像，既可以是拍照设备在执行拍照动作之前实时获取到的图像，也可以是在拍照设备执行拍照动作时实时获取到的图像。

在本实施例中，根据变焦倍率从原始图像中裁剪出部分图像作为感兴趣区域，其中裁剪原始图像的参考点可以根据实际应用自定义设置，例如，在本实施例中，可以每帧原始图像的中心为参考点根据变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域。此外，在本实施例中，对感兴趣区域进行上采样的方法可以根据实际应用自定义设置，例如可以选择插值（例如，双线性插值等）、反卷积（Deconvolution）、上池化中的任意一种实现上采样。

参照图 2，在本实施例中步骤 S102 之后还可以包括：

S105、根据变焦倍率获取第一倍率和第二倍率。

在本实施例中，变焦倍率为第一倍率与第二倍率的乘积，其中，第一倍率的最小值为 1，第二倍率为大于 1 的整数，例如，当变焦倍率为 2.5 时，可以获取第一倍率 1.25 与第二倍率 2。

进一步地，在本实施例中，根据变焦倍率获取到的第二倍率优选最大值，以尽可能地最大化超分辨率重建在整数倍放大上的优势。例如，变焦倍率取值为 4 时，第一倍率可以取值为 1 并且有第二倍率取值为 4，第一倍率也可以取值为 2 并且有第二倍率取值为 2，第一倍率也可以取值为 4 并且有第二倍率取值为 1，为了最大化超分辨率重建在整数倍放大上的优势，本实施例中优选第一倍率取值为 1，第二倍率取值为 4。

步骤 S103 具体可以包括：

S1031、将第一倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像。

步骤 S104 具体可以包括：

S1041、将第二倍率作为超分辨率重建放大倍率对多帧第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

参见图 3，本实施例中步骤 S1041 具体可以包括：

S10411、确定多帧第一中间图像中的一帧为参考图像；

S10412、根据参考图像对齐多帧第一中间图像；

S10413、根据第二倍率对参考图像进行像素扩增；

S10414、根据多帧第一中间图像的对齐结果将除参考图像之外的其他第一中间图像的像素值填补到经像素扩增的参考图像中；

S10415、判断经填补的参考图像是否包括未经填补的像素；

若是，则执行步骤 S10416；

S10416、根据中值滤波填补未经填补的像素。

具体地，在步骤 S10412 中，对齐多帧第一中间图像，也即实现多帧第一图像的图像配准（Image Alignment/Image Registration），通过对齐多帧第一中间图像，可以使得多帧第一图像中属于同一对象的像素点一一对应起来。

在步骤 S10413 中，对参考图像进行像素扩增，其中，像素扩增的方式可以根据实际应用自定义设置，例如，可以采用零像素扩增来实现，具体地，可以首先基于最邻近插值实现参考图像的放大，再利用 0 来填充插值数据，参照图 4，参考图像中的一个像素点放大后形成 3*3 个像素点，其中，位于左上角的像素点的像素值取自参考图像中的像素点。

在步骤S10414中，可以对比参考图像的像素值来进行填补，以避免由于运动所引起的图像的模糊，进一步地，根据对齐结果，如果存在若干帧第一中间图像的像素点对应经像素扩增的参考图像中的相同填补区域，则该相同填补区域的填补值由所涉及的若干帧第一中间图像中像素点的像素值确定，例如，在图4中，若干第一中间图像的像素点均对应到3*3个像素点中位于中心位置的像素点，继而可以根据确定的填补值来填补位于中心位置的像素点。具体地，可以根据如下公式来计算填补值：

$$I = \frac{\sum_{k=0}^{N} e^{-h\cdot diff_k} \cdot I_k \cdot flag_k}{\sum_{k=0}^{N} e^{-h\cdot diff_k} \cdot flag_k}$$

其中，I是填补值，h表示可调参数，I_k表示像素值，$diff_k = I_k - I_0$，k表示图像帧序号，$k = 0$表示参考图像，$flag_k$表示该帧图像是否处于被填补位置，若是则取值为1，否则取值为0，并且，$flag_0 = 1$。

在步骤S10415中，若判断为是，则根据步骤S10416再次进行填补以获取变焦图像，具体地，可以对比经填补的参考图像的像素值来进行填补，以避免由于运动所引起的图像的模糊，若判断为否，则步骤S10414即可获取到变焦图像。

在本实施例步骤 S104 之后，还可以对变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像。具体地，可以将步骤S104获取到的变焦图像作为高分辨率图像（HR）的估计值，通过成像模型生成对应的低分辨率图像（LR），再计算与原始数据的误差，最终使得误差最小。在本实施例中，迭代次数可以依据计算复杂度要求自定义设置，通常可以将迭代次数设置为10以内的数值，以修正由于上采样或对齐所引入的误差。

具体地，迭代校正实施公式如下：

$$\widehat{\mathrm{HR}}_{n+1} = \widehat{\mathrm{HR}}_n - \beta\left\{\sum_{k=0}^{N}(D\cdot PSF\cdot Wrap_k)^T(D\cdot PSF\cdot Wrap_k)\widehat{HR}_n - 2(D\cdot PSF\cdot Wrap_k)^T LR_k\right\}$$

其中，n是迭代次数，$\widehat{HR}$是高分辨率图像的估计值，β是迭代步长，D、PSF、$Wrap_k$分别是下采样、成像系统的点扩散函数以及运动引入的图像形变。

具体地，在本实施例中，数字成像设备的成像模型可以表示为：

$$LR = D\{PSF * Wrap\{HR\}\} + noise$$

其中，HR 是高分辨图像，Wrap{}表示由于运动引入的图像变形，*表示卷积操作，PSF 是成像系统的点扩散函数，D{}表示下采样过程，noise 是噪声。此外，在本实施例中，选择第一中间图像作为表示原始数据的LR_k，本实施例迭代校正中还引入了正则项

$\lambda\left\|\nabla\widehat{\mathrm{HR}}\right\|_1$，以使得迭代更鲁棒，其中∇是梯度算子，$\lambda$是正则化参数。迭代校正的目的就是从已知的多帧带噪声的低分辨率图 LR 中反推出高分辨率图像 HR：

$$\widehat{\mathrm{HR}} = \underset{\mathrm{HR}}{\mathrm{ArgMin}}\left[\sum_{k=0}^{N}\left\|D\left\{PSF * Wrap_k\{\widehat{\mathrm{HR}}\}\right\} - LR_k\right\|_2^2 + \lambda\left\|\nabla\widehat{\mathrm{HR}}\right\|_1\right]$$

本实施例根据变焦指令连续获取多帧原始图像，并对获取到的多帧原始图像依次进行裁剪、上采样以及超分辨率重建以获取变焦图像，较之完全依赖插值算法的对单帧图像的数字变焦，可以获得更好的图像分辨率、更好的图像质量，从而，能够实现更强的数字变焦能力。进一步地，本实施例将变焦倍率拆分为第一倍率和第二倍率，既克服了适用于整数倍采样的超分辨率重建无法应用于变焦倍率精确到小数位的数字变焦中的缺陷，又可以充分利用超分辨率重建在整数倍放大上的优势。此外，迭代校正的引入，还可以避免由于上采样、图像对齐、数字成像设备的点扩散函数等所造成的图像模糊。

需要说明的是，关于本发明实施例提供的数字变焦方法的执行主体可以为单独的芯片、芯片模组或者 UE（User Equipment），也可以是集成于 UE 内的芯片或者芯片模组。

实施例 2

在实施例 1 的基础上，本实施例提供一种数字变焦方法，参照图 5，本实施例的数字变焦方法在步骤 S102 之后还可以包括：

S201、判断变焦倍率是否小于预设阈值；

若是，则执行步骤 S202；若否，则执行步骤 S105；

S202、对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像；

S203、对多帧第二中间图像进行融合以获取变焦图像。

具体地，在本实施例中，为了充分利用超分辨率重建来提升数字变焦能力，可以对变焦倍率进行分段，以将变焦倍率分成数字插值放大段与超分辨率变焦段两个变焦段，其中，预设阈值可以根据实际应用自定义设置，例如，预设阈值可以取值为 2。在本实施例中，步骤 S202 具体可以包括将变焦倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像的步骤，也即，第二中间图像的尺寸与原始图像的尺寸相同。步骤 S203 具体可以包括对齐多帧第二中间图像的步骤以及融合对齐后的多帧第二中间图像的步骤，以显著降低图像噪声，提高图像的信噪比。

本实施例在步骤 S203 之后还可以包括对变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像的步骤，以修正由于上采样或对齐引入的误差，进一步提高变焦图像的质量，与实施例 1 中不同的是，在本实施例中选择原始图像作为表示原始数据的LR_k，并且此处可以不引入正则项$\lambda\left\|\nabla\widehat{\mathrm{HR}}\right\|_1$，也即：

$$\widehat{\mathrm{HR}} = \underset{\widehat{\mathrm{HR}}}{\mathrm{ArgMin}} \left[\sum_{k=0}^{N} \left\| D\left\{ PSF * Wrap_k\{\widehat{\mathrm{HR}}\} \right\} - LR_k \right\|_2^2 \right]$$

本实施例在利用多帧图像采样信息的基础上，根据变焦倍率所处数值范围的不同而采用不同的图像处理方式，具体地，在变焦倍率较小时，采用多帧融合的方式来实现数字变焦，较之完全依赖插值算法的对单帧图像的数字变焦，可以获得信噪比的提升，所得变焦图像的质量更好，在变焦倍率较大时，采用超分辨率重建的方式来实现数字变焦，可以获得分辨率与信噪比的提升，从而，能够实现更强的数字变焦能力。此外，迭代校正的引入，还可以避免由于上采样、图像对齐、数字成像设备的点扩散函数等所造成的图像模糊，以进一步提高变焦图像的质量。

实施例 3

本实施例提供一种数字变焦系统，参照图 6，本实施例的数字变焦系统包括：

第一获取模块 301，用于根据变焦指令连续获取多帧原始图像；

裁剪模块 302，用于根据变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域；

第一上采样模块 303，用于对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；

超分辨率重建模块 304，用于对多帧第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

在本实施例中，变焦指令包括变焦倍率，其中，变焦倍率的最小值为 1，根据变焦指令获取多帧原始图像的设备例如可以是数字成像设备，根据变焦指令获取到的多帧原始图像可以是数字成像设备实时获取的图像。具体地，当数字成像设备是拍照设备时，设置拍照设备的变焦倍率，根据变焦指令获取到的多帧原始图像，既可以是拍照设备在执行拍照动作之前实时获取到的图像，也可以是在拍照设备执行拍照动作时实时获取到的图像。

在本实施例中，根据变焦倍率从原始图像中裁剪出部分图像作为感兴趣区域，其中裁剪原始图像的参考点可以根据实际应用自定义设置，例如，在本实施例中，裁剪模块 302 可以每帧原始图像的中心为参考点根据变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域。此外，在本实施例中，对感兴趣区域进行上采样的方法可以根据实际应用自定义设置，例如可以选择插值（例如，双线性插值等）、反卷积（Deconvolution）、上池化中的任意一种实现上采样。

参照图 6，在本实施例数字变焦系统还可以包括：

第二获取模块 305，用于根据变焦倍率获取第一倍率和第二倍率。

在本实施例中，变焦倍率为第一倍率与第二倍率的乘积，其中，第一倍率的最小值

为 1，第二倍率为大于 1 的整数，例如，当变焦倍率为 2.5 时，可以获取第一倍率 1.25 与第二倍率 2。

进一步地，在本实施例中，根据变焦倍率获取到的第二倍率优选最大值，以尽可能地最大化超分辨率重建在整数倍放大上的优势。例如，变焦倍率取值为 4 时，第一倍率可以取值为 1 并且有第二倍率取值为 4，第一倍率也可以取值为 2 并且有第二倍率取值为 2，第一倍率也可以取值为 4 并且有第二倍率取值为 1，为了最大化超分辨率重建在整数倍放大上的优势，本实施例中优选第一倍率取值为 1，第二倍率取值为 4。

基于此，第一上采样模块 303 具体用于将第一倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像，超分辨率重建模块 304 具体用于将第二倍率作为超分辨率重建放大倍率对多帧第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

参见图 6，本实施例中超分辨率重建模块 304 具体可以包括：

确定单元 3041，用于确定多帧第一中间图像中的一帧为参考图像；

对齐单元 3042，用于根据参考图像对齐多帧第一中间图像；

扩增单元 3043，用于根据第二倍率对参考图像进行像素扩增；

第一填补单元 3044，用于根据多帧第一中间图像的对齐结果将除参考图像之外的其他第一中间图像的像素值填补到经像素扩增的参考图像中；

判断单元 3045，用于判断经填补的参考图像是否包括未经填补的像素；

若是，则调用第二填补单元 3046，用于根据中值滤波填补未经填补的像素。

具体地，对齐多帧第一中间图像，也即实现多帧第一图像的图像配准，通过对齐单元 3042 对齐多帧第一中间图像，可以使得多帧第一图像中属于同一对象的像素点一一对应起来。

扩增单元 3043 对参考图像进行像素扩增，其中，像素扩增的方式可以根据实际应用自定义设置，例如，可以采用零像素扩增来实现，具体地，可以首先基于最邻近插值实现参考图像的放大，再利用数值 0 来填充插值数据。

第一填补单元 3044 可以对比参考图像的像素值来进行填补，以避免由于运动所引起的图像的模糊，进一步地，根据对齐结果，如果存在若干帧第一中间图像的像素点对应参考图像中的相同填补区域，则该相同填补区域的填补值由所涉及的若干帧第一中间图像中像素点的像素值确定。具体地，可以根据如下公式来计算填补值：

$$I = \frac{\sum_{k=0}^{N} e^{-h\cdot diff_k} \cdot I_k \cdot flag_k}{\sum_{k=0}^{N} e^{-h\cdot diff_k} \cdot flag_k}$$

其中，I是填补值，h表示可调参数，I_k表示像素值，$diff_k = I_k - I_0$，k表示图像帧序号，$k = 0$表示参考图像，$flag_k$表示该帧图像是否处于被填补位置，若是则取值为 1，否则取值为 0，并且，$flag_0 = 1$。

在判断单元 3045 判断为是时，则调用第二填补单元 3046 再次进行填补以获取变焦图像，具体地，可以对比经填补的参考图像的像素值来进行填补，以避免由于运动所引起的图像的模糊，若判断为否，则调用第二填补单元 3046 之后即可获取到变焦图像。

参照图 6，本实施例数字变焦系统还可包括第一迭代校正模块 306，用于对超分辨率重建模块 304 获取到的变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像。具体地，可以将超分辨率重建模块 304 获取到的变焦图像作为高分辨率图像（HR）的估计值，通过成像模型生成对应的低分辨率图像（LR），再计算与原始数据的误差，最终使得误差最小。在本实施例中，迭代次数可以依据计算复杂度要求自定义设置，通常可以将迭代次数设置为 10 以内的数值，以修正由于上采样或对齐所引入的误差。

具体地，迭代校正实施公式如下：

$$\widehat{\mathrm{HR}}_{n+1} = \widehat{\mathrm{HR}}_n - \beta\left\{\sum_{k=0}^{N}(D\cdot PSF\cdot Wrap_k)^T(D\cdot PSF\cdot Wrap_k)\widehat{HR}_n - 2(D\cdot PSF\cdot Wrap_k)^T LR_k\right\}$$

其中，n是迭代次数，$\widehat{HR}$是高分辨率图像的估计值，β是迭代步长，D、PSF、$Wrap_k$分别是下采样、成像系统的点扩散函数以及运动引入的图像形变。

具体地，在本实施例中，数字成像设备的成像模型可以表示为：

$$LR = D\{PSF * Wrap\{HR\}\} + noise$$

其中，HR 是高分辨图像，Wrap{}表示由于运动引入的图像变形，*表示卷积操作，PSF 是成像系统的点扩散函数，D{}表示下采样过程，noise 是噪声。此外，在本实施例中，选择第一中间图像作为表示原始数据的LR_k，本实施例迭代校正中还引入了正则项$\lambda\left\|\nabla\widehat{\mathrm{HR}}\right\|_1$，以使得迭代更鲁棒，其中∇是梯度算子，$\lambda$是正则化参数。迭代校正的目的就是从已知的多帧带噪声的低分辨率图 LR 中反推出高分辨率图像 HR：

$$\widehat{\mathrm{HR}} = \underset{\widehat{\mathrm{HR}}}{\mathrm{ArgMin}}\left[\sum_{k=0}^{N}\left\|D\left\{PSF * Wrap_k\{\widehat{\mathrm{HR}}\}\right\} - LR_k\right\|_2^2 + \lambda\left\|\nabla\widehat{\mathrm{HR}}\right\|_1\right]$$

本实施例根据变焦指令连续获取多帧原始图像，并对获取到的多帧原始图像依次进

行裁剪、上采样以及超分辨率重建以获取变焦图像，较之完全依赖插值算法的对单帧图像的数字变焦，可以获得更好的图像分辨率、更好的图像质量，从而，能够实现更强的数字变焦能力。进一步地，本实施例将变焦倍率拆分为第一倍率和第二倍率，既克服了适用于整数倍采样的超分辨率重建无法应用于变焦倍率精确到小数位的数字变焦中的缺陷，又可以充分利用超分辨率重建在整数倍放大上的优势。此外，迭代校正的引入，还可以避免由于上采样、图像对齐、数字成像设备的点扩散函数等所造成的图像模糊。

关于本发明实施例描述的数字变焦系统具体可以是单独的芯片、芯片模组或者 UE，也可以是集成于 UE 内的芯片或者芯片模组。数字变焦系统包含的各个模块/单元，其可以是软件模块/单元，也可以是硬件模块/单元，或者也可以部分是软件模块/单元，部分是硬件模块/单元。例如，对于应用于或集成于芯片的各个装置、产品，其包含的各个模块/单元可以都采用电路等硬件的方式实现，或者，至少部分模块/单元可以采用软件程序的方式实现，该软件程序运行于芯片内部集成的处理器，剩余的部分模块/单元可以采用电路等硬件方式实现；对于应用于或集成于芯片模组的各个装置、产品，其包含的各个模块/单元可以都采用电路等硬件的方式实现，不同的模块/单元可以位于芯片模组的同一组件（例如芯片、电路模块等）或者不同组件中，或者，至少部分模块/单元可以采用软件程序的方式实现，该软件程序运行于芯片模组内部集成的处理器，剩余的部分模块/单元可以采用电路等硬件方式实现；对于应用于或集成于 UE 的各个装置、产品，其包含的各个模块/单元可以都采用电路等硬件的方式实现，不同的模块/单元可以位于终端内同一组件（例如，芯片、电路模块等）或者不同组件中，或者，至少部分模块/单元可以采用软件程序的方式实现，该软件程序运行于 UE 内部集成的处理器，剩余的部分模块/单元可以采用电路等硬件方式实现。

实施例 4

在实施例 3 的基础上，本实施例提供一种数字变焦系统，参照图 7，本实施例的数字变焦系统还可以包括：

判断模块 401，用于判断变焦倍率是否小于预设阈值；

若是，则调用第二上采样模块 402；若否，则调用第二获取模块 305；

第二上采样模块 402，用于对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像；

融合模块 403，用于对多帧第二中间图像进行融合以获取变焦图像。

具体地，在本实施例中，为了充分利用超分辨率重建来提升数字变焦能力，可以对变焦倍率进行分段，以将变焦倍率分成数字插值放大段与超分辨率变焦段两个变焦段，其中，预设阈值可以根据实际应用自定义设置，例如，预设阈值可以取值为 2。在本实施

例中，第二上采样模块 402 具体可以用于将变焦倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像，也即，第二中间图像的尺寸与原始图像的尺寸相同。融合模块403具体可以用于对齐多帧第二中间图像以及融合对齐后的多帧第二中间图像，以显著降低图像噪声，提高图像的信噪比。

参照图 7，本实施例数字变焦系统还可以包括第二迭代校正模块 404，用于对融合模块 403 获取到的变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像，以修正由于上采样或对齐引入的误差，进一步提高变焦图像的质量，与实施例 3 中不同的是，在本实施例中选择原始图像作为表示原始数据的LR_k，并且此处可以不引入正则项$\lambda\left\|\nabla\widehat{\mathrm{HR}}\right\|_1$，也即：

$$\widehat{\mathrm{HR}} = \underset{\widehat{\mathrm{HR}}}{\mathrm{ArgMin}}\left[\sum_{k=0}^{N}\left\|D\left\{PSF * Wrap_k\left\{\widehat{\mathrm{HR}}\right\}\right\} - LR_k\right\|_2^2\right]$$

本实施例在利用多帧图像采样信息的基础上，根据变焦倍率所处数值范围的不同而采用不同的图像处理方式，具体地，在变焦倍率较小时，采用多帧融合的方式来实现数字变焦，较之完全依赖插值算法的对单帧图像的数字变焦，可以获得信噪比的提升，所得变焦图像的质量更好，在变焦倍率较大时，采用超分辨率重建的方式来实现数字变焦，可以获得分辨率与信噪比的提升，从而，能够实现更强的数字变焦能力。此外，迭代校正的引入，还可以避免由于上采样、图像对齐、数字成像设备的点扩散函数等所造成的图像模糊，以进一步提高变焦图像的质量。

实施例 5

本实施例提供一种电子设备，电子设备可以通过计算设备的形式表现（例如可以为服务器设备），包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，其中处理器执行计算机程序时可以实现实施例 1 或 2 提供的数字变焦方法。

图 8 示出了本实施例的硬件结构示意图，如图 8 所示，电子设备 9 具体包括：

至少一个处理器 91、至少一个存储器 92 以及用于连接不同系统组件（包括处理器 91 和存储器 92）的总线 93，其中：

总线 93 包括数据总线、地址总线和控制总线。

存储器 92 包括易失性存储器，例如随机存取存储器（RAM）921 和/或高速缓存存储器 922，还可以进一步包括只读存储器（ROM）923。

存储器 92 还包括具有一组（至少一个）程序模块 924 的程序/实用工具 925，这样的程序模块 924 包括但不限于：操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据，这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。

处理器 91 通过运行存储在存储器 92 中的计算机程序，从而执行各种功能应用以及

数据处理，例如本发明实施例 1 或 2 所提供的数字变焦方法。

电子设备 9 进一步可以与一个或多个外部设备 94（例如键盘、指向设备等）通信。这种通信可以通过输入/输出（I/O）接口 95 进行。并且，电子设备 9 还可以通过网络适配器 96 与一个或者多个网络（例如局域网（LAN），广域网（WAN）和/或公共网络，例如因特网）通信。网络适配器 96 通过总线 93 与电子设备 9 的其它模块通信。应当明白，尽管图中未示出，可以结合电子设备 9 使用其它硬件和/或软件模块，包括但不限于：微代码、设备驱动器、冗余处理器、外部磁盘驱动阵列、RAID（磁盘阵列）系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

应当注意，尽管在上文详细描述中提及了电子设备的若干单元/模块或子单元/模块，但是这种划分仅仅是示例性的并非强制性的。实际上，根据本申请的实施方式，上文描述的两个或更多单元/模块的特征和功能可以在一个单元/模块中具体化。反之，上文描述的一个单元/模块的特征和功能可以进一步划分为由多个单元/模块来具体化。

实施例 6

本实施例提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述程序被处理器执行时实现实施例 1 或 2 所提供的数字变焦方法的步骤。

其中，可读存储介质可以采用的更具体可以包括但不限于：便携式盘、硬盘、随机存取存储器、只读存储器、可擦拭可编程只读存储器、光存储器件、磁存储器件或上述的任意合适的组合。

在可能的实施方式中，本发明还可以实现为一种程序产品的形式，其包括程序代码，当所述程序产品在终端设备上运行时，所述程序代码用于使所述终端设备执行实现实施例 1 或 2 所述的数字变焦方法的步骤。

其中，可以以一种或多种程序设计语言的任意组合来编写用于执行本发明的程序代码，所述程序代码可以完全地在用户设备上执行、部分地在用户设备上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户设备上部分在远程设备上执行或完全在远程设备上执行。

实施例 7

本实施例提供一种数字成像设备，其包括实施例 3 或 4 提供的数字变焦系统，本实施例的数字成像设备可以根据变焦指令连续获取多帧原始图像，并对获取到的多帧原始图像依次进行裁剪、上采样以及超分辨率重建以获取变焦图像，较之完全依赖插值算法的对单帧图像的数字变焦，可以获得更好的图像分辨率、更好的图像质量，从而，能够实现更强的数字变焦能力。进一步地，本实施例将变焦倍率拆分为第一倍率和第二倍率，既克服了适用于整数倍采样的超分辨率重建无法应用于变焦倍率精确到小数位的数字变

焦中的缺陷，又可以充分利用超分辨率重建在整数倍放大上的优势。此外，迭代校正的引入，还可以避免由于上采样、图像对齐、数字成像设备的点扩散函数等所造成的图像模糊。

虽然以上描述了本发明的具体实施方式，但是本领域的技术人员应当理解，这仅是举例说明，本发明的保护范围是由所附权利要求书限定的。本领域的技术人员在不背离本发明的原理和实质的前提下，可以对这些实施方式做出多种变更或修改，但这些变更和修改均落入本发明的保护范围。

权利要求

1、一种数字变焦方法，其特征在于，包括：

根据变焦指令连续获取多帧原始图像，所述变焦指令包括变焦倍率；

根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域；

对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；

对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

2、如权利要求 1 所述的数字变焦方法，其特征在于，在根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域的步骤之后还包括：

判断所述变焦倍率是否小于预设阈值；

若否，则执行所述对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像的步骤。

3、如权利要求 1-2 中至少一项所述的数字变焦方法，其特征在于，在所述多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像的步骤之前还包括：

根据所述变焦倍率获取第一倍率和第二倍率，所述变焦倍率为所述第一倍率与所述第二倍率的乘积，所述第一倍率的最小值为 1，所述第二倍率为大于 1 的整数；

所述多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像的步骤包括：

将所述第一倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；

所述对多帧所述第一中间图像进行与超分辨率重建以获取变焦图像的步骤包括：

将所述第二倍率作为超分辨率重建放大倍率对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

4、如权利要求 3 所述的数字变焦方法，其特征在于，所述将所述第二倍率作为超分辨率重建放大倍率对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像的步骤包括：

确定多帧所述第一中间图像中的一帧为参考图像；

根据所述参考图像对齐所述多帧第一中间图像；

根据所述第二倍率对所述参考图像进行像素扩增；

根据多帧第一中间图像的对齐结果将除所述参考图像之外的其他第一中间图像的像素值填补到经像素扩增的所述参考图像中；

判断经填补的所述参考图像是否包括未经填补的像素；

若是，则根据中值滤波填补未经填补的像素；

和/或，

在所述将所述第二倍率作为超分辨率重建放大倍率对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像的步骤之后还包括：

对所述变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像。

5、如权利要求 2 所述的数字变焦方法，其特征在于，当判断所述变焦倍率是否小于预设阈值的步骤判断为是时：

对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像；

对多帧所述第二中间图像进行融合以获取变焦图像。

6、如权利要求 5 所述的数字变焦方法，其特征在于，所述对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像的步骤包括：

将所述变焦倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像；

和/或，

在所述对多帧所述第二中间图像进行融合以获取变焦图像的步骤之后还包括：

对所述变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像。

7、如权利要求 1-6 中至少一项所述的数字变焦方法，其特征在于，所述根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域的步骤包括：

以每帧原始图像的中心为参考点根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域。

8、一种数字变焦系统，其特征在于，包括：

第一获取模块，用于根据变焦指令连续获取多帧原始图像，所述变焦指令包括变焦倍率；

裁剪模块，用于根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域；

第一上采样模块，用于对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；

超分辨率重建模块，用于对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

9、如权利要求 8 所述的数字变焦系统，其特征在于，所述数字变焦系统还包括：

判断模块，用于判断所述变焦倍率是否小于预设阈值；

若否，则调用所述第一上采样模块。

10、如权利要求 8-9 中至少一项所述的数字变焦系统，其特征在于，所述数字变焦系统还包括：

第二获取模块，用于根据所述变焦倍率获取第一倍率和第二倍率，所述变焦倍率为所述第一倍率与所述第二倍率的乘积，所述第一倍率的最小值为 1，所述第二倍率为大于

1 的整数；

所述第一上采样模块具体用于将所述第一倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像；

所述超分辨率重建模块具体用于将所述第二倍率作为超分辨率重建放大倍率对多帧所述第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像。

11、如权利要求 10 所述的数字变焦系统，其特征在于，所述超分辨率重建模块包括：

确定单元，用于确定多帧所述第一中间图像中的一帧为参考图像；

对齐单元，用于根据所述参考图像对齐所述多帧第一中间图像；

扩增单元，用于根据所述第二倍率对所述参考图像进行像素扩增；

第一填补单元，用于根据多帧第一中间图像的对齐结果将除所述参考图像之外的其他第一中间图像的像素值填补到经像素扩增的所述参考图像中；

判断单元，用于判断经填补的所述参考图像是否包括未经填补的像素；

若是，则调用第二填补单元，用于根据中值滤波填补未经填补的像素；

和/或，

所述数字变焦系统还包括：

第一迭代校正模块，用于对所述超分辨率重建模块获取到的变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像。

12、如权利要求 9 所述的数字变焦系统，其特征在于，所述数字变焦系统还包括：

第二上采样模块，用于在所述判断模块判断为是时对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像；

融合模块，用于对多帧所述第二中间图像进行融合以获取变焦图像。

13、如权利要求 12 所述的数字变焦系统，其特征在于，所述第二上采样模块具体用于将所述变焦倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像；

和/或，

所述数字变焦系统还包括：

第二迭代校正模块，用于对所述融合模块获取到的变焦图像进行迭代校正以得到最终的变焦图像。

14、如权利要求 8-13 中至少一项所述的数字变焦系统，其特征在于，所述裁剪模块具体用于以每帧原始图像的中心为参考点根据所述变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域。

15、一种电子设备，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的

计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现如权利要求 1 至 7 中任一项所述的数字变焦方法。

16、一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现如权利要求 1 至 7 中任一项所述的数字变焦方法的步骤。

17、一种数字成像设备，其特征在于，包括如权利要求 8-14 中任一项所述的数字变焦系统。

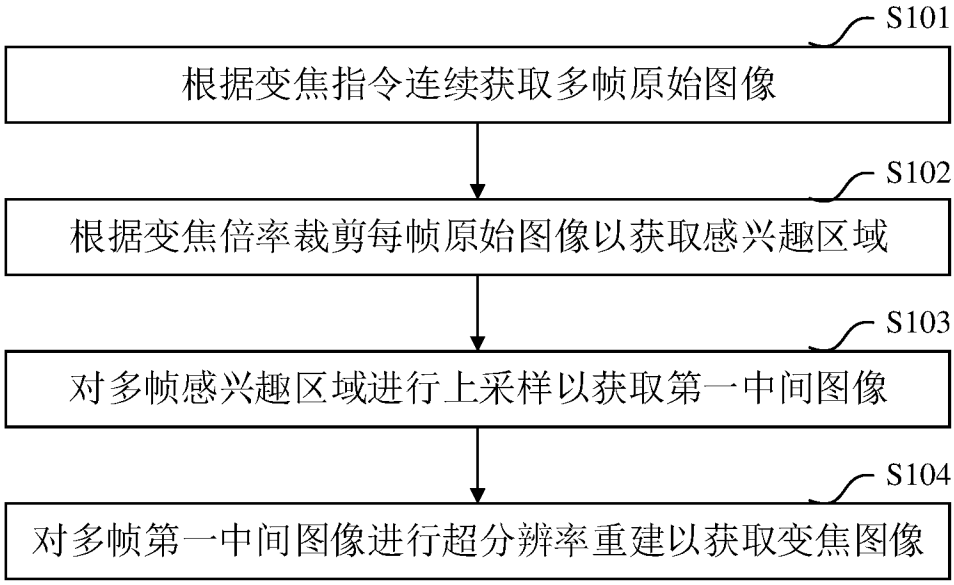

S101
根据变焦指令连续获取多帧原始图像
S102
根据变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域
S103
对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第一中间图像
S104
对多帧第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像

图 1

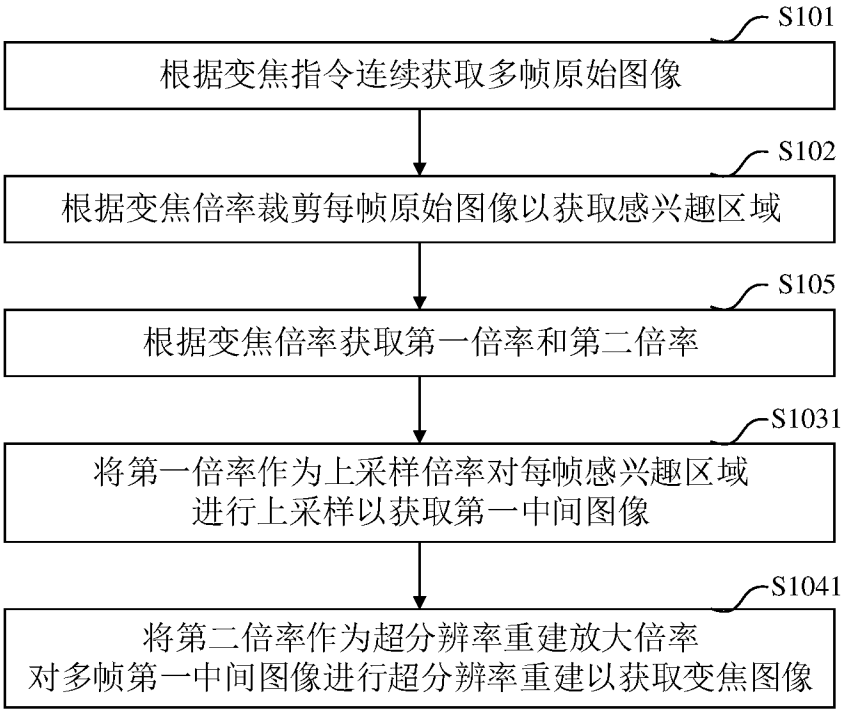

S101
根据变焦指令连续获取多帧原始图像
S102
根据变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域
S105
根据变焦倍率获取第一倍率和第二倍率
S1031
将第一倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域
进行上采样以获取第一中间图像
S1041
将第二倍率作为超分辨率重建放大倍率
对多帧第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像

图 2

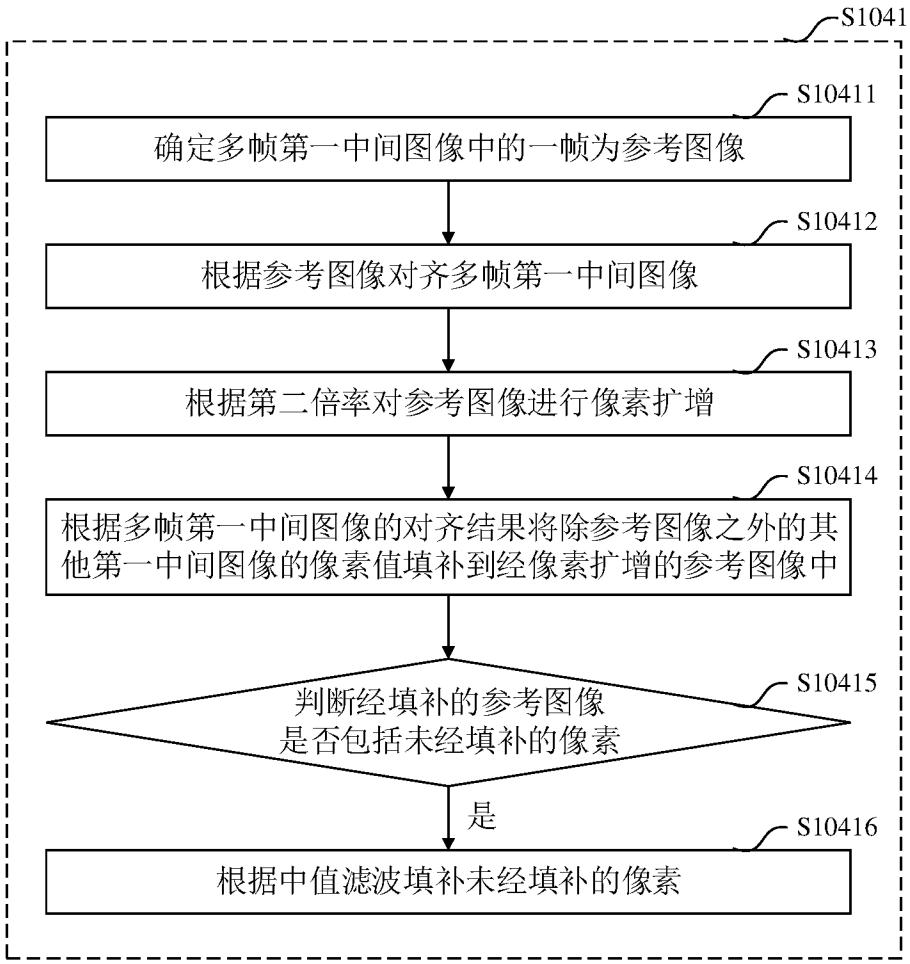

S1041
S10411
确定多帧第一中间图像中的一帧为参考图像
S10412
根据参考图像对齐多帧第一中间图像
S10413
根据第二倍率对参考图像进行像素扩增
S10414
根据多帧第一中间图像的对齐结果将除参考图像之外的其
他第一中间图像的像素值填补到经像素扩增的参考图像中
S10415
判断经填补的参考图像
是否包括未经填补的像素
是
S10416
根据中值滤波填补未经填补的像素

图 3

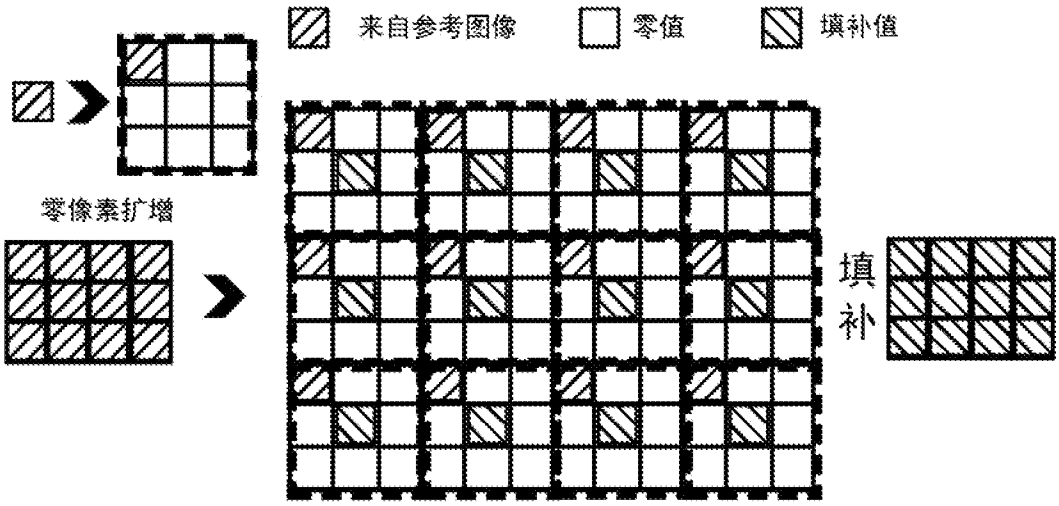

来自参考图像
零值
填补值
零像素扩增
填补

图 4

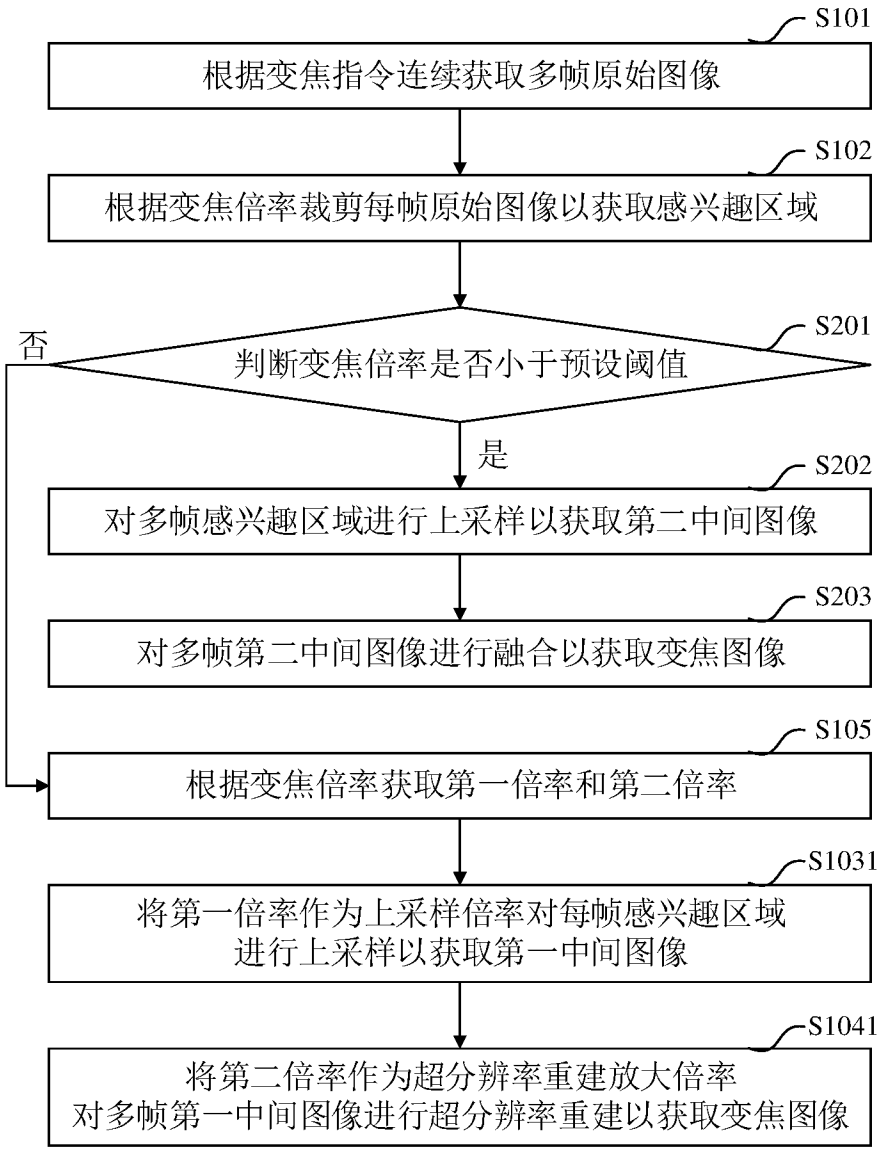

S101
根据变焦指令连续获取多帧原始图像
S102
根据变焦倍率裁剪每帧原始图像以获取感兴趣区域
S201
判断变焦倍率是否小于预设阈值
否
是
S202
对多帧感兴趣区域进行上采样以获取第二中间图像
S203
对多帧第二中间图像进行融合以获取变焦图像
S105
根据变焦倍率获取第一倍率和第二倍率
S1031
将第一倍率作为上采样倍率对每帧感兴趣区域
进行上采样以获取第一中间图像
S1041
将第二倍率作为超分辨率重建放大倍率
对多帧第一中间图像进行超分辨率重建以获取变焦图像

图 5

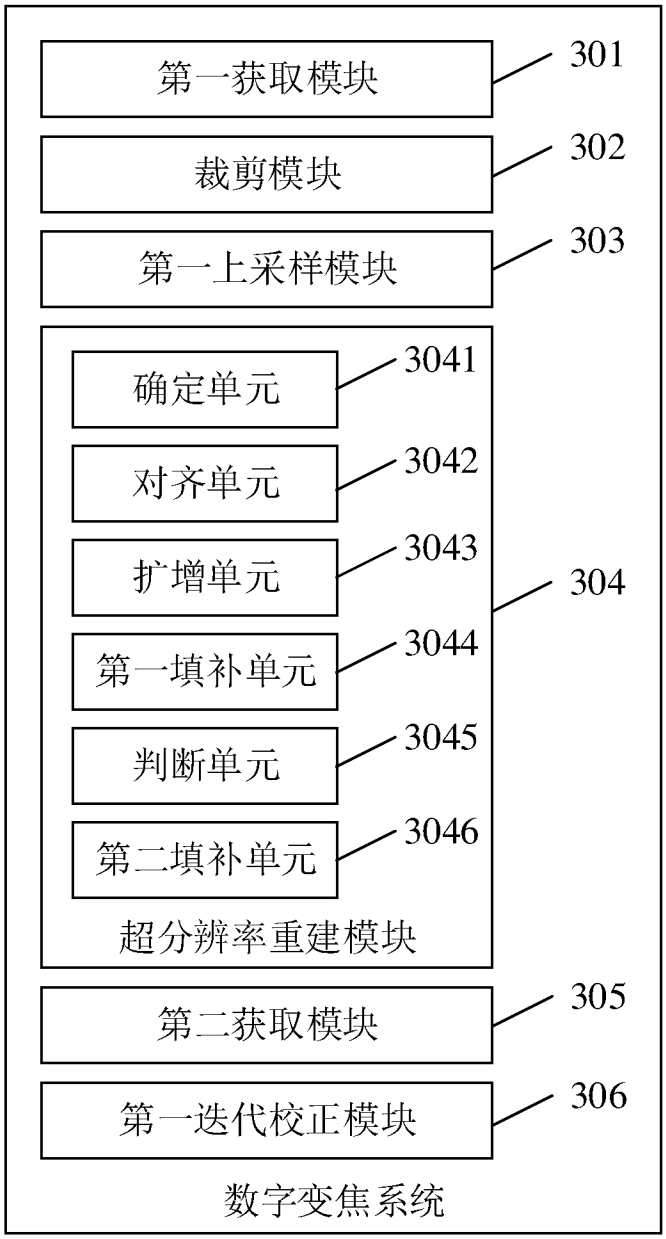

第一获取模块
301
裁剪模块
302
第一上采样模块
303
确定单元
3041
对齐单元
3042
扩增单元
3043
第一填补单元
3044
判断单元
3045
第二填补单元
3046
超分辨率重建模块
304
第二获取模块
305
第一迭代校正模块
306
数字变焦系统

图 6

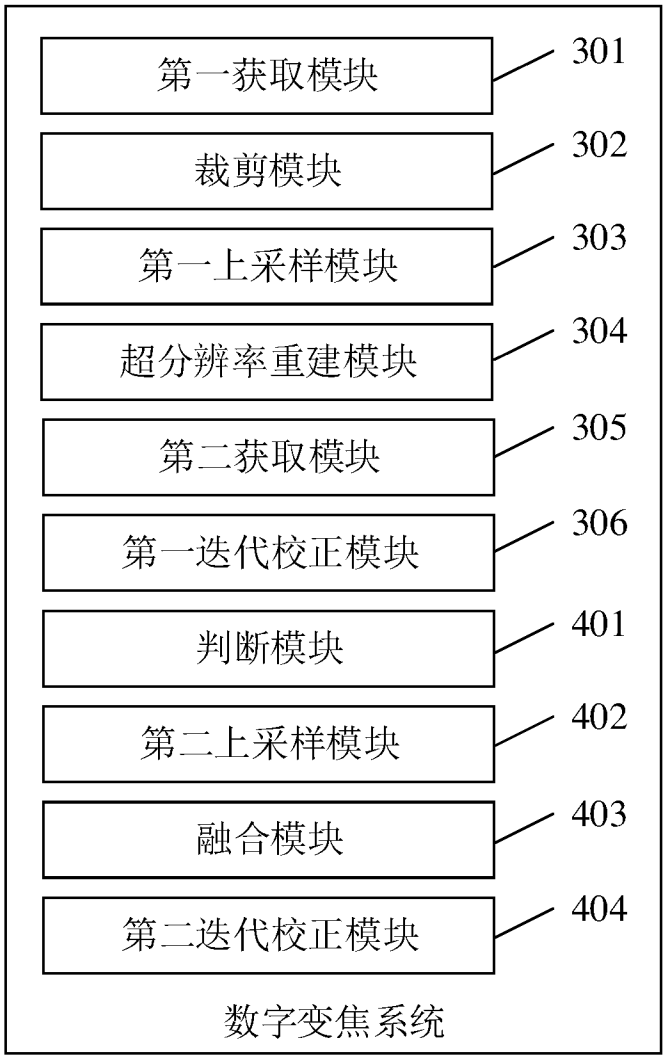

第一获取模块
301
裁剪模块
302
第一上采样模块
303
超分辨率重建模块
304
第二获取模块
305
第一迭代校正模块
306
判断模块
401
第二上采样模块
402
融合模块
403
第二迭代校正模块
404
数字变焦系统

图 7

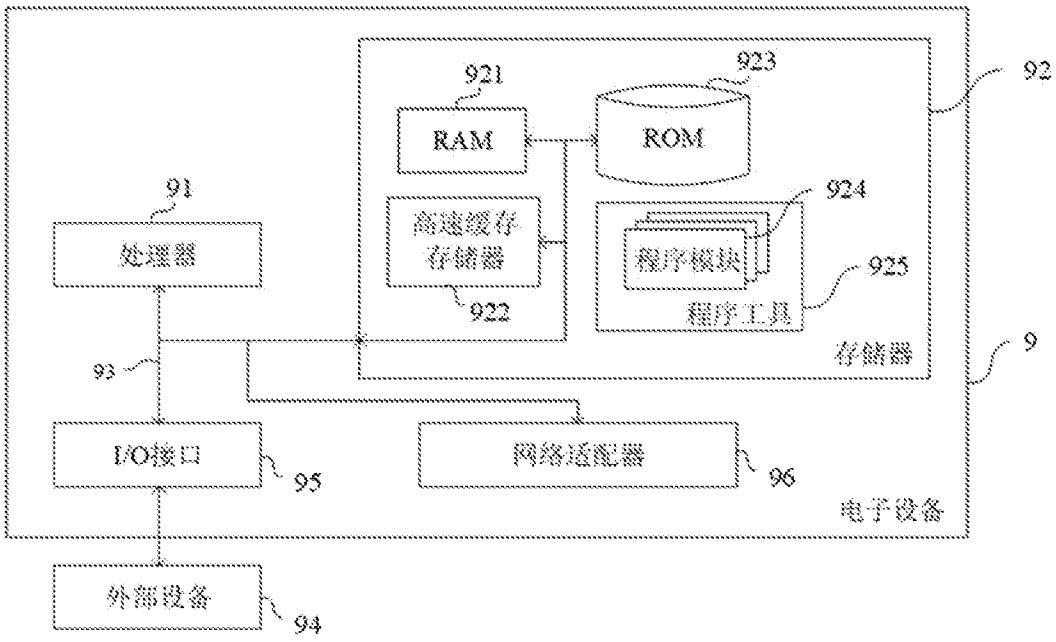

921
RAM
923
ROM
92
91
处理器
高速缓存
存储器
922
924
程序模块
925
程序工具
存储器
9
93
I/O接口
95
网络适配器
96
电子设备
外部设备
94

图 8

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/079929

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 5/232(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)

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)

EPTXT; DWPI; USTXT; VEN; WOTXT; JPTXT; CNABS; CNTXT; CNKI: 图像, 图象, 画面, 数码, 数字, 调焦, 变焦, 焦距, 放大, 上采样, 插值, 内插, 中心, 目标, 前景, 超分辨率, 重建, 融合, 截取, 裁剪, 剪切, 感兴趣, 合成, digital, focus, zoom, high, sample, interest, image, frame, aim, object, foreground, ROI, super, resolution

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111447359 A (SPREADTRUM COMMUNICATIONS SHANGHAI INC.) 24 July 2020 (2020-07-24) description, paragraphs [0086]-[0195], claims 1-17, figures 1-8	1-17
X	CN 101621622 A (SONY CORPORATION et al.) 06 January 2010 (2010-01-06) description, page 2 line 9- page 3 line 17, claims 1-19, figures 1-2	1-17
Y	CN 108391035 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 10 August 2018 (2018-08-10) description, paragraphs [0054]-[0240], and figures 1-13	1-17
Y	CN 103986867 A (YULONG COMPUTER TELECOMMUNICATION SCIENTIFIC (SHENZHEN) CO., LTD.) 13 August 2014 (2014-08-13) description, paragraphs [0032]-[0049], figure 1	1-17
A	US 2015371369 A1 (QUALCOMM TECHNOLOGIES INC.) 24 December 2015 (2015-12-24) entire document	1-17
A	JP 2017010115 A (NIPPON TELEGR et al.) 12 January 2017 (2017-01-12) entire document	1-17

☐ 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	Date of mailing of the international search report
12 April 2021	**28 May 2021**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088** **China**	
Facsimile No. **(86-10)62019451**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/079929

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 111447359 A	24 July 2020	None	
CN 101621622 A	06 January 2010	EP 2141916 A2	06 January 2010
		EP 2141916 A3	06 March 2013
		US 8477217 B2	02 July 2013
		US 8542296 B2	24 September 2013
		JP 5334711 B2	06 November 2013
		US 2013176462 A1	11 July 2013
		US 2013278604 A1	24 October 2013
		US 2009322910 A1	31 December 2009
		TW I462578 B	21 November 2014
		JP 2010016822 A	21 January 2010
		US 2013342734 A1	26 December 2013
		JP 2013255262 A	19 December 2013
		TW 201012207 A	16 March 2010
		US 8587696 B2	19 November 2013
		IN 200901494 I3	19 November 2010
CN 108391035 A	10 August 2018	US 2020358954 A1	12 November 2020
		AU 2019241111 A1	02 July 2020
		CN 111373727 A	03 July 2020
		CN 111373727 B	12 January 2021
		WO 2019184686 A1	03 October 2019
		EP 3713209 A1	23 September 2020
		CN 111669493 A	15 September 2020
		CN 111885295 A	03 November 2020
		KR 20200100673 A	26 August 2020
		CA 3085555 A1	03 October 2019
		CN 111641778 A	08 September 2020
		CN 111885294 A	03 November 2020
		CN 108391035 B	21 April 2020
		IN 202017025115 A	12 January 2020
		VN 74724 A	25 December 2020
		JP 2021507646 W	22 February 2021
		BR 112020015673 A2	08 December 2020
		SG 11202005392 A1	29 July 2020
CN 103986867 A	13 August 2014	CN 103986867 B	05 April 2017
		EP 3136707 A1	01 March 2017
		WO 2015161698 A1	29 October 2015
		US 2017064174 A1	02 March 2017
		EP 3136707 A4	08 November 2017
		IN 201647039845 A	30 December 2016
US 2015371369 A1	24 December 2015	CN 105339954 B	03 May 2019
		JP 2016527611 A	08 September 2016
		US 2014375836 A1	25 December 2014
		KR 20160040520 A	14 April 2016
		US 9154698 B2	06 October 2015
		EP 3011506 A4	15 February 2017
		WO 2014205055 A1	24 December 2014
		US 9367896 B2	14 June 2016
		JP 6545670 B2	17 July 2019
		EP 3011506 A1	27 April 2016

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/079929

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		CN 105339954 A	17 February 2016
JP 2017010115 A	12 January 2017	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/079929

A. 主题的分类

H04N 5/232(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)

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））

EPTXT;DWPI;USTXT;VEN;WOTXT;JPTXT;CNABS;CNTXT;CNKI: 图像，图象，画面，数码，数字，调焦，变焦，焦距，放大，上采样，插值，内插，中心，目标，前景，超分辨率，重建，融合，截取，裁剪，剪切，感兴趣，合成，digital, focus, zoom, high, sample, interest, image, frame, aim, object, foreground, ROI, super, resolution

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
PX	CN 111447359 A (展讯通信上海有限公司) 2020年 7月 24日 (2020-07-24) 说明书第[0086]-[0195]段，权利要求1-17，图1-8	1-17
X	CN 101621622 A (索尼株式会社等) 2010年 1月 6日 (2010-01-06) 说明书第2页第9行-第3页第17行，权利要求1-19，图1-2	1-17
Y	CN 108391035 A (华为技术有限公司) 2018年 8月 10日 (2018-08-10) 说明书第[0054]-[0240]段，图1-13	1-17
Y	CN 103986867 A (宇龙计算机通信科技深圳有限公司) 2014年 8月 13日 (2014-08-13) 说明书第[0032]-[0049]段，图1	1-17
A	US 2015371369 A1 (QUALCOMM TECHNOLOGIES INC) 2015年 12月 24日 (2015-12-24) 全文	1-17
A	JP 2017010115 A (NIPPON TELEGR等) 2017年 1月 12日 (2017-01-12) 全文	1-17

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2021年 4月 12日	2021年 5月 28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 陈嵘 电话号码 86-(20)-28950461

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/079929

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	111447359	A	2020年 7月 24日	无			
CN	101621622	A	2010年 1月 6日	EP	2141916	A2	2010年 1月 6日
				EP	2141916	A3	2013年 3月 6日
				US	8477217	B2	2013年 7月 2日
				US	8542296	B2	2013年 9月 24日
				JP	5334711	B2	2013年 11月 6日
				US	2013176462	A1	2013年 7月 11日
				US	2013278604	A1	2013年 10月 24日
				US	2009322910	A1	2009年 12月 31日
				TW	I462578	B	2014年 11月 21日
				JP	2010016822	A	2010年 1月 21日
				US	2013342734	A1	2013年 12月 26日
				JP	2013255262	A	2013年 12月 19日
				TW	201012207	A	2010年 3月 16日
				US	8587696	B2	2013年 11月 19日
				IN	200901494	I3	2010年 11月 19日
CN	108391035	A	2018年 8月 10日	US	2020358954	A1	2020年 11月 12日
				AU	2019241111	A1	2020年 7月 2日
				CN	111373727	A	2020年 7月 3日
				CN	111373727	B	2021年 1月 12日
				WO	2019184686	A1	2019年 10月 3日
				EP	3713209	A1	2020年 9月 23日
				CN	111669493	A	2020年 9月 15日
				CN	111885295	A	2020年 11月 3日
				KR	20200100673	A	2020年 8月 26日
				CA	3085555	A1	2019年 10月 3日
				CN	111641778	A	2020年 9月 8日
				CN	111885294	A	2020年 11月 3日
				CN	108391035	B	2020年 4月 21日
				IN	202017025115	A	2020年 1月 12日
				VN	74724	A	2020年 12月 25日
				JP	2021507646	W	2021年 2月 22日
				BR	112020015673	A2	2020年 12月 8日
				SG	11202005392	A1	2020年 7月 29日
CN	103986867	A	2014年 8月 13日	CN	103986867	B	2017年 4月 5日
				EP	3136707	A1	2017年 3月 1日
				WO	2015161698	A1	2015年 10月 29日
				US	2017064174	A1	2017年 3月 2日
				EP	3136707	A4	2017年 11月 8日
				IN	201647039845	A	2016年 12月 30日
US	2015371369	A1	2015年 12月 24日	CN	105339954	B	2019年 5月 3日
				JP	2016527611	A	2016年 9月 8日
				US	2014375836	A1	2014年 12月 25日
				KR	20160040520	A	2016年 4月 14日
				US	9154698	B2	2015年 10月 6日
				EP	3011506	A4	2017年 2月 15日
				WO	2014205055	A1	2014年 12月 24日
				US	9367896	B2	2016年 6月 14日
				JP	6545670	B2	2019年 7月 17日

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/079929

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)
		EP 3011506 A1	2016年 4月 27日
		CN 105339954 A	2016年 2月 17日
JP 2017010115 A	2017年 1月 12日	无	