(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 9 月 24 日 (24.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/186372 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 5/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/075313

(22) 国际申请日: 2019 年 3 月 18 日 (18.03.2019)

(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园区, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 王荣刚(**WANG, Ronggang**); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区, Guangdong 518055 (CN)。 王超(**WANG, Chao**); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区, Guangdong 518055 (CN)。 王振宇(**WANG, Zhenyu**); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区, Guangdong 518055 (CN)。 高文(**GAO, Wen**); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京晋德允升知识产权代理有限公司(**BEIJING IPKINGDOM INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.**); 中国北京市石景山区实兴东街 11 号 1 层 1478 室杨移, Beijing 100041 (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,

(54) **Title:** INVERSE TONE MAPPING METHOD, SYSTEM, AND DEVICE, AND COMPUTER READABLE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种逆色调映射方法、系统、设备及计算机可读介质



图 5

(57) **Abstract:** Disclosed are an inverse tone mapping method, system, and device, and a computer readable medium. The method of embodiments of the present application comprises: decomposing an original image into an illumination component and a reflection component, wherein the illumination component represents a global illumination condition of the image and the reflection component represents the color and texture details of the image; restoring the illumination component to obtain an illumination component restoration result; restoring the reflection component to obtain a reflection component restoration result; and combining the illumination component restoration result and the reflection component restoration result to obtain a restoration result image. Compared with the prior art, performing inverse tone mapping according to the method of the embodiments of the present invention can greatly improve a restoration effect of an image.

(57) 摘要: 本申请公开了一种逆色调映射方法、系统、设备及计算机可读介质。本申请实施例的方法包括：将原始图像分解为光照分量以及反射分量，其中，所述光照分量表示图像的全局光照条件，所述反射分量表示图像的颜色和纹理细节；对所述光照分量进行恢复，获取光照分量恢复结果；对所述反射分量进行恢复，获取反射分量恢复结果；合并所述光照分量恢复结果以及所述反射分量恢复结果，获取恢复结果图像。相较于现有技术，根据本发明实施例的方法进行逆色调映射，可以大大提高图像的恢复效果。

WO 2020/186372 A1

[见续页]

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, 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)。

根据细则4.17的声明：

— 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))。

一种逆色调映射方法、系统、设备及计算机可读介质

技术领域

本说明书涉及计算机技术领域，尤其涉及一种逆色调映射方法、系统、设备及计算机可读介质。

背景技术

目前，4K 电视技术和相关应用正在快速发展。在 4K 电视标准中，高动态范围的播放是一个重要的组成部分。但是由于目前大多数媒体资源仍为低动态范围的存储方式，所以需要对媒体资源进行逆色调映射，将媒体资源从低动态范围转换到高动态范围。

在现有技术中，逆色调映射技术是 4K 电视技术应用领域的一个关键环节，具有很高的研究价值。在实际应用场景中，逆色调映射是一个病态问题，需要恢复低动态范围图像在量化和压缩过程中损失的信息。一般的，逆色调映射通常是提出一个网络模型，通过模型完成低动态范围图像到高动态范围图像的转换。但是，上述方式存在弊端，其无法完全恢复低动态范围图像中损失的信息，尤其的，网络模型不能很好兼顾不同缺失信息的恢复，诸如过曝区域、欠曝区域和颜色信息。

发明内容

有鉴于此，本说明书实施例提供了一种逆色调映射方法、系统、设备及计算机可读介质，用于改善现有技术中逆色调映射图像恢复效果无法达到预期的问题。

本说明书实施例采用下述技术方案：

本说明书实施例提供一种逆色调映射方法，所述方法包括：

将原始图像分解为光照分量以及反射分量，其中，所述光照分量表示图像的全局光照条件，所述反射分量表示图像的颜色和纹理细节；

对所述光照分量进行恢复，获取光照分量恢复结果；

对所述反射分量进行恢复，获取反射分量恢复结果；

合并所述光照分量恢复结果以及所述反射分量恢复结果，获取恢复结果图像。

在一实施例中，对所述光照分量进行恢复，其中，根据基于全卷积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复。

在一实施例中，根据基于全卷积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复，其中，所述光照分量恢复网络的每一层包含一个卷积层和一个激活层，所述激活层的激活函数采用 SELU。

在一实施例中，根据基于全卷积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复，其中：

按照从输入到输出的次序，所述光照分量恢复网络包括第一至第七光照分量恢复层；

所述第一至第六光照分量恢复层的特征通道数为 64，所述第七光照分量恢复层的特征通道数为 3；

所述第一至第六光照分量恢复层的卷积核尺寸为 3*3、步长为 1，所述第七光照分量恢复层的卷积核尺寸为 1*1、步长为 1。

在一实施例中，根据基于全卷积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复，其中，采用镜像对称的方式做边缘填充。

在一实施例中，根据基于全卷积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复，其中，引入残差，将所述光照分量恢复网络的输入和输出相加，通过学习残差来完成所述光照分量的恢复。

在一实施例中，对所述反射分量进行恢复，其中，根据基于 U-Net 结构的反射分量恢复网络恢复所述反射分量。

在一实施例中，根据基于U-Net结构的反射分量恢复网络恢复所述反射分量，其中：

按照从输入到输出的次序，所述反射分量恢复网络包括第一至第十反射分量恢复层；

所述第一至第五反射分量恢复层以及第十反射分量恢复层为卷积层，所述第六至第九反射分量恢复层为反卷积层；

所述第一至第十反射分量恢复层的特征通道数分别为64、128、256、512、1024、512、256、128、64、3；

所述第一至第四反射分量恢复层的卷积核尺寸为3*3、步长为2，所述第五至第九反射分量恢复层的卷积核尺寸为3*3、步长为1，所述第十反射分量恢复层的卷积核尺寸为1*1、步长为1。

在一实施例中，根据基于U-Net结构的反射分量恢复网络恢复所述反射分量，其中，在所述反射分量恢复网络的反卷积层中，先通过双线性插值上采样，扩大特征图的分辨率，再进行卷积操作。

在一实施例中，根据基于U-Net结构的反射分量恢复网络恢复所述反射分量，其中，在所述反射分量恢复网络中，每一层都加入批归一化操作。

本申请还提出了一种逆色调映射系统，所述系统包括：

分量分解模块，其配置为将原始图像分解为光照分量以及反射分量，其中，所述光照分量表示图像的全局光照条件，所述反射分量表示图像的颜色和纹理细节；

光照分量恢复模块，其配置为对所述光照分量进行恢复，获取光照分量恢复结果；

反射分量恢复模块，其配置对所述反射分量进行恢复，获取反射分量恢复结果；

分量合并模块，其配置为合并所述光照分量恢复结果以及所述反射分量恢复结果，获取恢复结果图像。

本申请还提出了一种计算机可读介质，其上存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令可被处理器执行以实现本说明书实施例所述的方法。

本申请还提出了一种用于在用户设备端进行信息处理的设备，该设备包括用于存储计算机程序指令的存储器和用于执行程序指令的处理器，其中，当该计算机程序指令被该处理器执行时，触发该设备执行本说明书实施例所述的方法。

本说明书实施例采用的上述至少一个技术方案能够达到以下有益效果：相较于现有技术，根据本发明实施例的方法进行逆色调映射，可以大大提高图像的恢复效果。

附图说明

此处所说明的附图用来提供对本申请的进一步理解，构成本申请的一部分，本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请，并不构成对本申请的不当限定。在附图中：

图 1 为根据本说明书一实施例的方法执行流程图；

图 2 为根据本说明书一实施例的光照分量恢复网络结构示意图；

图 3 为根据本说明书一实施例的反射分量恢复网络结构示意图；

图 4 为一应用场景下原始图像；

图 5 为针对图 4 所示原始图像，根据本说明书一实施例获取的光照分量；

图 6 为针对图 4 所示原始图像，根据本说明书一实施例获取的反射分量；

图 7 为针对图 5 所示光照分量，根据本说明书一实施例获取的光照分量恢复结果；

图 8 为针对图 6 所示反射分量，根据本说明书一实施例获取的反射分量恢复结果；

图 9 为基于图 7 以及图 8，根据本说明书一实施例获取的恢复结果图像；

图 10 为根据本说明书一实施例的系统结构框图。

具体实施方式

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本申请具体实施例及相应的附图对本申请技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

在现有技术中，逆色调映射通常是提出一个网络模型，通过网络模型完成低动态范围图像到高动态范围图像的转换。但是，上述方式存在弊端，其无法完全恢复低动态范围图像中损失的信息，尤其的，网络模型不能很好兼顾不同缺失信息的恢复，诸如过曝区域、欠曝区域和颜色信息。

针对上述问题，本说明书实施例提出了一种逆色调映射方法。为了提出本说明书实施例的方法，本申请首先对实际应用场景做详细分析。在现有技术中，逆色调映射的弊端之一在于不能很好兼顾不同缺失信息的恢复，诸如过曝区域、欠曝区域和颜色信息。因此，在本说明书一实施例中，采用不同的参数模型分别针对图像的不同特征属性进行恢复，然后综合所有模型的恢复结果获取最终的图像恢复结果。

具体的，在实际应用场景中，Rtinex 理论是一种广泛应用于数字图像处理中的理论，它认为数字图像可以被分解为光照分量和反射分量，光照分量主要表示图像的全局光照条件，反射分量表示图像的颜色和纹理细节，两者独立互不影响。因此，在本说明书一实施例中，基于 Rtinex 理论将原始图像（低动态范围图像）分解为光照分量以及反射分量，其中，光照分量表示图像的全局光照条件和动态范围，反射分量表示图像的颜色和细节信息。分别对两个分量进行恢复，最后基于 Rtinex 理论合并两个分量的恢复结果，从而获取最终的恢复结果图像（高动态范围图像）。

在上述步骤中，光照分量以及反射分量的恢复操作分别代表动态范围的扩

展和细节纹理的恢复。针对两个分量分别进行恢复，相当于将逆色调映射操作分解为两个子任务，并且两个子任务相互独立、互不影响。这样不仅改善了单一网络模型不能很好兼顾不同缺失信息的恢复的弊端，而且减轻了逆色调映射操作的复杂程度，恢复效果更加鲁棒。进一步的，相较于现有技术，由于本说明书实施例的逆色调映射操作的复杂程度被大大降低，其实现过程中所需的参数设置也被大大简化，这就使得专业能力相对较低的普通用户也能完成逆色调映射操作，从而大大提高了逆色调映射操作实用性以及可推广性。

以下结合附图，详细说明本说明书各实施例提供的技术方案。如图 1 所示，在一实施例中，方法包括以下步骤。

S110，将原始图像（低动态范围图像）分解为光照分量以及反射分量；

S120，对光照分量进行恢复，获取光照分量恢复结果；

S130，对反射分量进行恢复，获取反射分量恢复结果；

S140，合并光照分量恢复结果以及反射分量恢复结果，获取恢复结果图像（高动态范围图像）。

进一步的，由于光照分量主要表示图像的全局光照条件，反射分量表示图像的颜色和纹理细节，两者独立互不影响，因此，在本说明书一实施例中，分别针对光照分量以及反射分量的不同特征及其不同的恢复需求采用不同的恢复策略。具体的，采用不同的网络模型分别针对光照分量以及反射分量进行恢复。

具体的，由于光照分量表示着全局信息，对于光照分量需要保证其结构的完整性，减少信息损失。而为了减少信息的损失，需要避免下采样。因此，在本说明书一实施例中，针对光照分量，采用没有下采样的全卷积网络来进行恢复。具体的，在一实施例中，根据基于全卷积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复。

进一步的，在一实施例中，基于全卷积网络的光照分量恢复网络包含多个层，其中，每一层包含一个卷积层和一个激活层。在一实施例中，根据现场实

践结果确定激活层的激活函数。在一实施例中，激活层的激活函数采用 SELU。这里需要说明的是，在本发明其他实施例中，光照分量恢复网络各层的激活层也可以采用其他激活函数。

进一步的，在一实施例中，为了进一步简化参数设置，在一实施例中，根据实际应用场景的实验记录确定一般应用场景下恢复效果相对较优的光照分量恢复网络的网络结构设置。这样用户就可以基于已设置好的光照分量恢复网络进行光照分量的恢复。

具体的，在一实施例中，用于恢复光照分量的光照分量恢复网络的具体结构设置为：

按照从输入到输出的次序，所述光照分量恢复网络包括第一至第七光照分量恢复层；

第一至第六光照分量恢复层的特征通道数为 64，第七光照分量恢复层的特征通道数为 3；

第一至第六光照分量恢复层的卷积核尺寸为 3*3、步长为 1，第七光照分量恢复层的卷积核尺寸为 1*1、步长为 1。

这里需要说明的是，上述光照分量恢复网络结构的具体设置只是在某些应用场景下恢复效果相对较优的光照分量恢复网络结构的具体设置，并不代表本说明书所有实施例的光照分量恢复网络都必须采用该网络结构设置。在实际应用场景中，可以根据具体的原始图像特征和/或恢复需求设定光照分量恢复网络的具体网络结构设置。

进一步的，在一实施例中，在恢复光照分量的过程中，为了减少信息的损失，需要保证恢复前后的特征图尺寸不变。具体的，在一实施例中，为了保持特征图尺寸不变，在恢复光照分量的过程中采用镜像对称的方式做边缘填充。

进一步的，考虑到残差网络可以提高学习效率降低学习难度，在一实施例中，为了提高训练光照分量恢复网络时的稳定性、提高训练效率，在光照分量恢复网络中引入残差，将光照分量恢复网络的输入和输出相加，通过学习残差

来完成光照分量的恢复。

具体的，如图 2 所示，在一实施例中，光照分量恢复网络包括 210~270 七个光照分量恢复层。层 210~260 的特征通道数为 64，卷积核尺寸为 3*3、步长为 1；层 270 的特征通道数为 3，卷积核尺寸为 1*1、步长为 1。

进一步的，不同于光照分量，反射分量有大量的颜色纹理信息，这一部分信息对过曝欠曝区域的恢复至关重要。因此，在一实施例中，利用多尺度的信息来恢复反射分量。具体的，在一实施例中，为了利用多尺度信息来恢复反射分量，采用 U-Net 作为光照分量恢复网络，即，根据基于 U-Net 结构的反射分量恢复网络恢复反射分量。

进一步的，在一实施例中，为了避免棋盘伪影，在反射分量恢复网络的反卷积层中，先通过双线性插值上采样，扩大特征图的分辨率，再进行卷积操作。

进一步的，在一实施例中，为了加快收敛速度，在反射分量恢复网络中，每一层都加入批归一化操作。

进一步的，在一实施例中，为了进一步简化参数设置，在一实施例中，根据实际应用场景的实验记录确定一般应用场景下恢复效果相对较优的反射分量恢复网络的网络结构设置。这样用户就可以基于已设置好的反射分量恢复网络进行反射分量的恢复。

具体的，在一实施例中，用于恢复反射分量的基于 U-Net 结构的反射分量恢复网络的具体结构设置为：

按照从输入到输出的次序，反射分量恢复网络包括第一至第十反射分量恢复层；

第一至第五反射分量恢复层以及第十反射分量恢复层为卷积层，第六至第九反射分量恢复层为反卷积层；

第一至第十反射分量恢复层的特征通道数分别为 64、128、256、512、1024、512、256、128、64、3；

第一至第四反射分量恢复层的卷积核尺寸为 3*3、步长为 2，第五至第九

反射分量恢复层的卷积核尺寸为3*3、步长为1，第十反射分量恢复层的卷积核尺寸为1*1、步长为1。

具体的，如图3所示，在一实施例中，反射分量恢复网络包括301~310十个光照分量恢复层。层301~305以及层310为卷积层，层306~309为反卷积层；层301~310的特征通道数分别为64、128、256、512、1024、512、256、128、64、3；层301~304的卷积核尺寸为3*3、步长为2，层305~309的卷积核尺寸为3*3、步长为1，层310的卷积核尺寸为1*1、步长为1。

具体的，在一应用场景中，原始图像（低动态范围图像）如图4所示，根据本说明书一实施例的方法，将图4所示的原始图像分解为如图5所示的光照分量以及如图6所示的反射分量。对光照分量进行恢复，获得如图7所示的光照分量恢复结果。对反射分量进行恢复，得到如图8所示的反射分量恢复结果。合并光照分量恢复结果以及反射分量恢复结果，获得如图9所示的恢复结果图像（高动态范围图像）。

进一步的，基于本说明书实施例的方法，本说明书实施例还提出了一种逆色调映射系统。具体的，如图10所示，在一实施例中，系统包括：

分量分解模块410，其配置为基于Retinex理论将原始图像分解为光照分量以及反射分量；

光照分量恢复模块420，其配置为对光照分量进行恢复，获取光照分量恢复结果；

反射分量恢复模块430，其配置对反射分量进行恢复，获取反射分量恢复结果；

分量合并模块440，其配置为基于Retinex理论合并光照分量恢复结果以及反射分量恢复结果，获取恢复结果图像。

基于本说明书实施例的方法，本说明书实施例还提出了一种计算机可读介质，其上存储有计算机可读指令，计算机可读指令可被处理器执行以实现本说明书实施例所述的方法。

基于本说明书实施例的方法，本说明书实施例还提出了一种用于在用户设备端进行信息处理的设备，该设备包括用于存储计算机程序指令的存储器和用于执行程序指令的处理器，其中，当该计算机程序指令被该处理器执行时，触发该设备执行本说明书实施例所述的方法。

在20世纪90年代，对于一个技术的改进可以很明显地区分是硬件上的改进（例如，对二极管、晶体管、开关等电路结构的改进）还是软件上的改进（对于方法流程的改进）。然而，随着技术的发展，当今的很多方法流程的改进已经可以视为硬件电路结构的直接改进。设计人员几乎都通过将改进的方法流程编程到硬件电路中来得到相应的硬件电路结构。因此，不能说一个方法流程的改进就不能用硬件实体模块来实现。例如，可编程逻辑器件（Programmable Logic Device, PLD）（例如现场可编程门阵列（Field Programmable Gate Array, FPGA））就是这样一种集成电路，其逻辑功能由用户对器件编程来确定。由设计人员自行编程来把一个数字系统“集成”在一片PLD上，而不需要请芯片制造厂商来设计和制作专用的集成电路芯片。而且，如今，取代手工地制作集成电路芯片，这种编程也多半改用“逻辑编译器（logic compiler）”软件来实现，它与程序开发撰写时所用的软件编译器相类似，而要编译之前的原始代码也得用特定的编程语言来撰写，此称之为硬件描述语言（Hardware Description Language, HDL），而HDL也并非仅有一种，而是有许多种，如ABEL（Advanced Boolean Expression Language）、AHDL（Altera Hardware Description Language）、Confluence、CUPL（Cornell University Programming Language）、HDCal、JHDL（Java Hardware Description Language）、Lava、Lola、MyHDL、PALASM、RHDL（Ruby Hardware Description Language）等，目前最普遍使用的是VHDL（Very-High-Speed Integrated Circuit Hardware Description Language）与Verilog。本领域技术人员也应该清楚，只需要将方法流程用上述几种硬件描述语言稍作逻辑编程并编程到集成电路中，就可以很容易得到实现该逻辑方法流程的硬件电路。

控制器可以按任何适当的方式实现，例如，控制器可以采取例如微处理器或处理器以及存储可由该（微）处理器执行的计算机可读程序代码（例如软件或固件）的计算机可读介质、逻辑门、开关、专用集成电路（Application Specific Integrated Circuit，ASIC）、可编程逻辑控制器和嵌入微控制器的形式，控制器的例子包括但不限于以下微控制器：ARC 625D、Atmel AT91SAM、Microchip PIC18F26K20 以及 Silicone Labs C8051F320，存储器控制器还可以被实现为存储器的控制逻辑的一部分。本领域技术人员也知道，除了以纯计算机可读程序代码方式实现控制器以外，完全可以通过将方法步骤进行逻辑编程来使得控制器以逻辑门、开关、专用集成电路、可编程逻辑控制器和嵌入微控制器等的形式来实现相同功能。因此这种控制器可以被认为是一种硬件部件，而对其内包括的用于实现各种功能的装置也可以视为硬件部件内的结构。或者甚至，可以将用于实现各种功能的装置视为既可以是实现方法的软件模块又可以是硬件部件内的结构。

上述实施例阐明的系统、装置、模块或单元，具体可以由计算机芯片或实体实现，或者由具有某种功能的产品来实现。一种典型的实现设备为计算机。具体的，计算机例如可以为个人计算机、膝上型计算机、蜂窝电话、相机电话、智能电话、个人数字助理、媒体播放器、导航设备、电子邮件设备、游戏控制台、平板计算机、可穿戴设备或者这些设备中的任何设备的组合。

为了描述的方便，描述以上装置时以功能分为各种单元分别描述。当然，在实施本申请时可以把各单元的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

本领域内的技术人员应明白，本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此，本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且，本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质（包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等）上实施的计算机程序产品的形式。

本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备（系统）、和计算机程序产

品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器，使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中，使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品，该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上，使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理，从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

在一个典型的配置中，计算设备包括一个或多个处理器(CPU)、输入/输出接口、网络接口和内存。

内存可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器，随机存取存储器(RAM)和/或非易失性内存等形式，如只读存储器(ROM)或闪存(flash RAM)。内存是计算机可读介质的示例。

计算机可读介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括，但不限于相变内存(PRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、其他类型的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能光盘(DVD)或其他光学存储、磁盒式磁带，磁带磁磁盘存储或其他

磁性存储设备或任何其他非传输介质，可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定，计算机可读介质不包括暂存电脑可读媒体(transitory media)，如调制的数据信号和载波。

还需要说明的是，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

本申请可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述，例如程序模块。一般地，程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。也可以在分布式计算环境中实践本申请，在这些分布式计算环境中，由通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中，程序模块可以位于包括存储设备在内的本地和远程计算机存储介质中。

本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其，对于系统实施例而言，由于其基本相似于方法实施例，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

以上所述仅为本申请的实施例而已，并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的权利要求范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种逆色调映射方法，其特征在于，所述方法包括：

将原始图像分解为光照分量以及反射分量，其中，所述光照分量表示图像的全局光照条件，所述反射分量表示图像的颜色和纹理细节；

对所述光照分量进行恢复，获取光照分量恢复结果；

对所述反射分量进行恢复，获取反射分量恢复结果；

合并所述光照分量恢复结果以及所述反射分量恢复结果，获取恢复结果图像。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，对所述光照分量进行恢复，其中，根据基于全卷积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，根据基于全卷积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复，其中，所述光照分量恢复网络的每一层包含一个卷积层和一个激活层，所述激活层的激活函数采用 SELU。

4、根据权利要求 2 或 3 所述的方法，其特征在于，根据基于全卷积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复，其中：

按照从输入到输出的次序，所述光照分量恢复网络包括第一至第七光照分量恢复层；

所述第一至第六光照分量恢复层的特征通道数为 64，所述第七光照分量恢复层的特征通道数为 3；

所述第一至第六光照分量恢复层的卷积核尺寸为 3*3、步长为 1，所述第七光照分量恢复层的卷积核尺寸为 1*1、步长为 1。

5、根据权利要求 2~4 中任一项所述的方法，其特征在于，根据基于全卷积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复，其中，采用镜像对称的方式做边缘填充。

6、根据权利要求 2~5 中任一项所述的方法，其特征在于，根据基于全卷

积网络的光照分量恢复网络对所述光照分量进行恢复，其中，引入残差，将所述光照分量恢复网络的输入和输出相加，通过学习残差来完成所述光照分量的恢复。

7、根据权利要求 1~6 中任一项所述的方法，其特征在于，对所述反射分量进行恢复，其中，根据基于 U-Net 结构的反射分量恢复网络恢复所述反射分量。

8、根据权利要求 7 所述的方法，其特征在于，根据基于 U-Net 结构的反射分量恢复网络恢复所述反射分量，其中：

按照从输入到输出的次序，所述反射分量恢复网络包括第一至第十反射分量恢复层；

所述第一至第五反射分量恢复层以及第十反射分量恢复层为卷积层，所述第六至第九反射分量恢复层为反卷积层；

所述第一至第十反射分量恢复层的特征通道数分别为 64、128、256、512、1024、512、256、128、64、3；

所述第一至第四反射分量恢复层的卷积核尺寸为 3*3、步长为 2，所述第五至第九反射分量恢复层的卷积核尺寸为 3*3、步长为 1，所述第十反射分量恢复层的卷积核尺寸为 1*1、步长为 1。

9、根据权利要求 7 或 8 所述的方法，其特征在于，根据基于 U-Net 结构的反射分量恢复网络恢复所述反射分量，其中，在所述反射分量恢复网络的反卷积层中，先通过双线性插值上采样，扩大特征图的分辨率，再进行卷积操作。

10、根据权利要求 7~9 中任一项所述的方法，其特征在于，根据基于 U-Net 结构的反射分量恢复网络恢复所述反射分量，其中，在所述反射分量恢复网络中，每一层都加入批归一化操作。

11、一种逆色调映射系统，其特征在于，所述系统包括：

分量分解模块，其配置为将原始图像分解为光照分量以及反射分量，其中，所述光照分量表示图像的全局光照条件，所述反射分量表示图像的颜色和纹理

细节；

光照分量恢复模块，其配置为对所述光照分量进行恢复，获取光照分量恢复结果；

反射分量恢复模块，其配置对所述反射分量进行恢复，获取反射分量恢复结果；

分量合并模块，其配置为合并所述光照分量恢复结果以及所述反射分量恢复结果，获取恢复结果图像。

12、一种计算机可读介质，其上存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令可被处理器执行以实现权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法。

13、一种用于在用户设备端进行信息处理的设备，该设备包括用于存储计算机程序指令的存储器和用于执行程序指令的处理器，其中，当该计算机程序指令被该处理器执行时，触发该设备执行权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法。

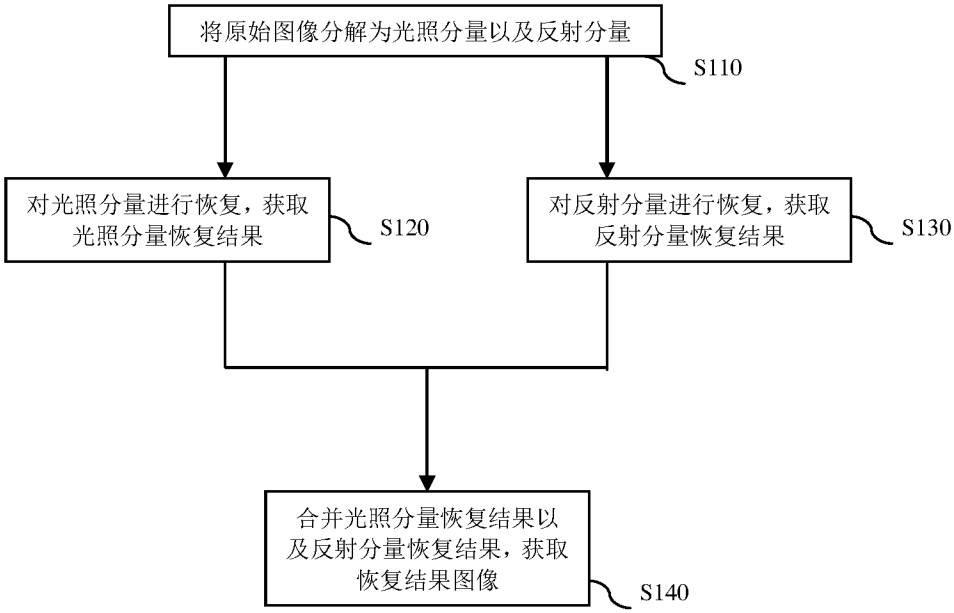

将原始图像分解为光照分量以及反射分量
S110
对光照分量进行恢复，获取光照分量恢复结果
S120
对反射分量进行恢复，获取反射分量恢复结果
S130
合并光照分量恢复结果以及反射分量恢复结果，获取恢复结果图像
S140

图 1

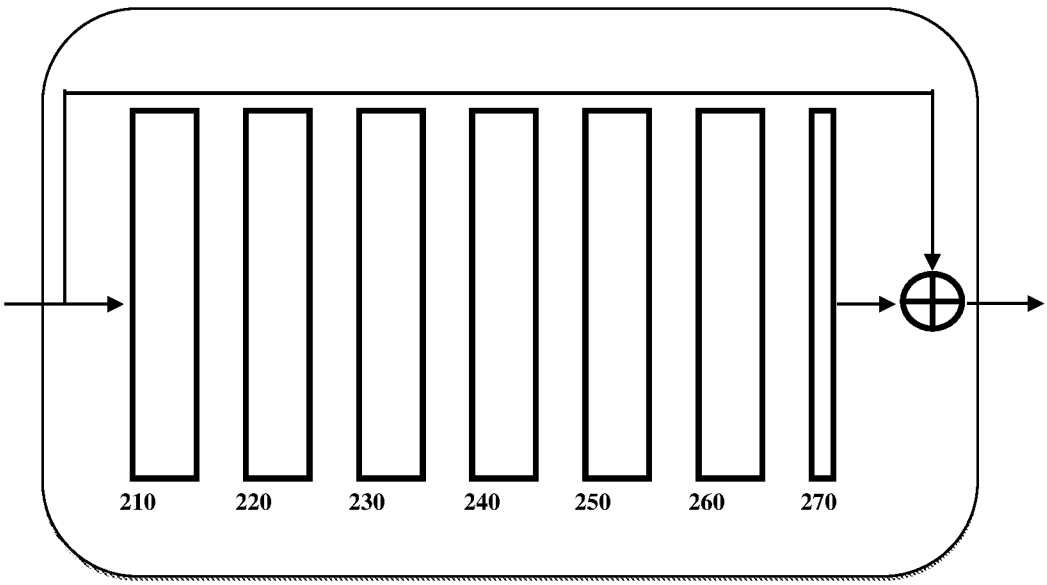


图 2

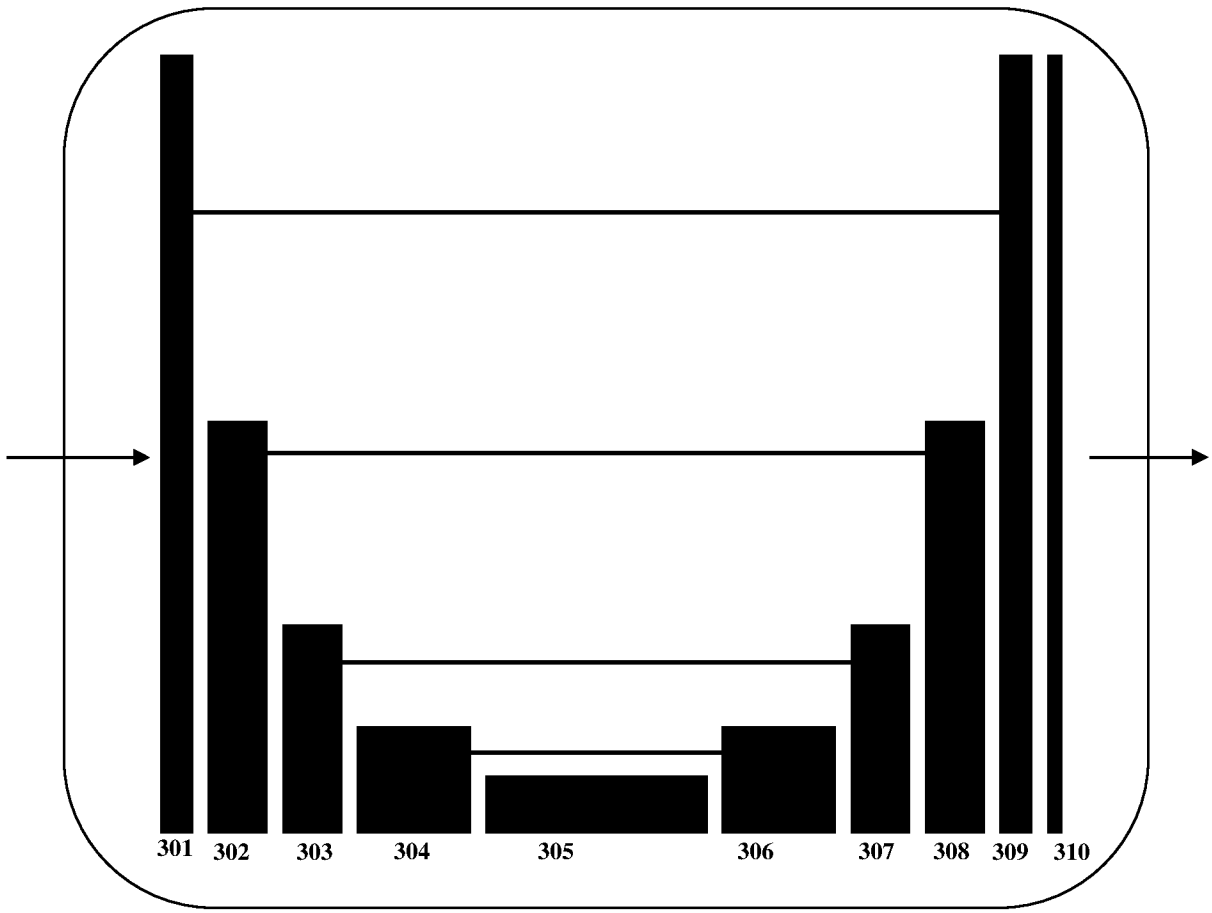


图 3



图 4



图 5



图 6



图 7



图 8



图 9

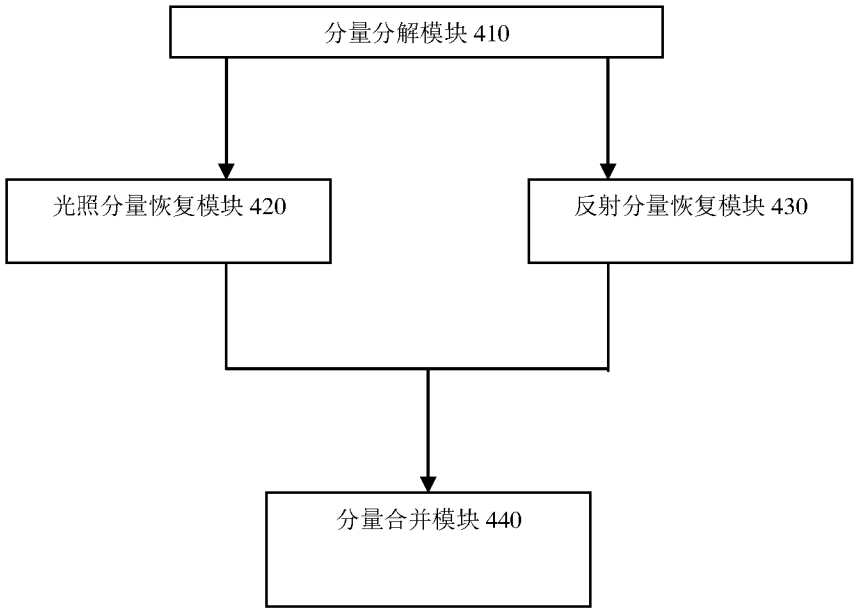


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/075313

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)

G06T5/-

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)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT: 光照, 照度, 反射, 恢复, 增强, 合并, 融合, 卷积, 网络, illumination, light, reflection, recover, enhance, merge, combine, convolution, network

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN 109785263 A (PEKING UNIVERSITY SHENZHEN GRADUATE SCHOOL) 21 May 2019 (2019-05-21) description, paragraphs 23-30	1
X	CN 105469373 A (NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 06 April 2016 (2016-04-06) description, paragraphs 18-30, 61, and 62	1, 11-13
X	CN 105654437 A (GUANGDONG XUNTONG TECHNOLOGY CO., LTD.) 08 June 2016 (2016-06-08) claim 1 and description, paragraphs 10-16	1, 11-13
X	CN 107578383 A (BEIJING HUAYI MINGXIN TECHNOLOGY CO., LTD.) 12 January 2018 (2018-01-12) claim 1 and description, paragraphs 32-35	1, 11-13
Y	CN 105469373 A (NANJING UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 06 April 2016 (2016-04-06) description, paragraphs 18-30, 61, and 62	2-10

☑ 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
20 October 2019	**25 November 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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 108305236 A (TENCENT TECHNOLOGY SHENZHEN CO., LTD.) 20 July 2018 (2018-07-20) claims 1 and 2, description, paragraphs 32-39, and figure 4	2-10
A	US 2017256092 A1 (FUJI XEROX CO., LTD.) 07 September 2017 (2017-09-07) entire document	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/075313

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 109785263 A	21 May 2019	None	
CN 105469373 A	06 April 2016	CN 105469373 B	31 July 2018
CN 105654437 A	08 June 2016	CN 105654437 B	19 April 2019
CN 107578383 A	12 January 2018	None	
CN 108305236 A	20 July 2018	None	
US 2017256092 A1	07 September 2017	US 10096153 B2	09 October 2018
		JP 2017157014 A	07 September 2017

国际检索报告

国际申请号 PCT/CN2019/075313

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)

G06T5/-

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））

CNABS,CNTXT,CNKI,VEN,USTXT,EPTXT,WOTXT:光照，照度，反射，恢复，增强，合并，融合，卷积，网络，illumination, light, reflection, recover, enhance, merge, combine, convolution, network

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 109785263 A (北京大学深圳研究生院) 2019年 5月 21日 (2019-05-21) 说明书第23-30段	1
X	CN 105469373 A (南京理工大学) 2016年 4月 6日 (2016-04-06) 说明书第18-30、61-62段	1、11-13
X	CN 105654437 A (广东迅通科技股份有限公司) 2016年 6月 8日 (2016-06-08) 权利要求1及说明书第10-16段	1、11-13
X	CN 107578383 A (北京华易明新科技有限公司) 2018年 1月 12日 (2018-01-12) 权利要求1及说明书第32-35段	1、11-13
Y	CN 105469373 A (南京理工大学) 2016年 4月 6日 (2016-04-06) 说明书第18-30、61-62段	2-10
Y	CN 108305236 A (腾讯科技深圳有限公司) 2018年 7月 20日 (2018-07-20) 权利要求1-2、说明书第32-39段及图4	2-10
A	US 2017256092 A1 (FUJI XEROX CO LTD) 2017年 9月 7日 (2017-09-07) 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	国际检索报告邮寄日期
2019年 10月 20日	2019年 11月 25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 王国海 电话号码 86-(20)-28958137

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/075313

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	109785263	A	2019年 5月 21日		无		
CN	105469373	A	2016年 4月 6日	CN	105469373	B	2018年 7月 31日
CN	105654437	A	2016年 6月 8日	CN	105654437	B	2019年 4月 19日
CN	107578383	A	2018年 1月 12日		无		
CN	108305236	A	2018年 7月 20日		无		
US	2017256092	A1	2017年 9月 7日	US	10096153	B2	2018年 10月 9日
				JP	2017157014	A	2017年 9月 7日