(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 5 月 7 日 (07.05.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/087607 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 5/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/117634

(22) 国际申请日: 2018 年 11 月 27 日 (27.11.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811298475.8 2018年11月2日 (02.11.2018) CN

(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H栋208室郑恒拓, Guangdong 518055 (CN)。

(72) 发明人: 李革 (LI, Ge); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区H栋208室郑恒拓, Guangdong 518055 (CN)。 张毅伟 (ZHANG, Yiwei); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区H栋208室郑恒拓, Guangdong 518055 (CN)。 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H栋208室郑恒拓, Guangdong 518055 (CN)。 王文敏 (WANG, Wenmin); 中国广东省深圳市南山区西丽深圳大学城北大园区H栋208室郑恒拓, 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H栋208室郑恒拓, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京京万通知识产权代理有限公司 (BEIJING JWT INTELLECTUAL PROPERTY

WO 2020/087607 A1

(54) **Title:** BI-SKIP-NET-BASED IMAGE DEBLURRING METHOD

(54) 发明名称: 一种基于Bi-Skip-Net的图像去模糊方法

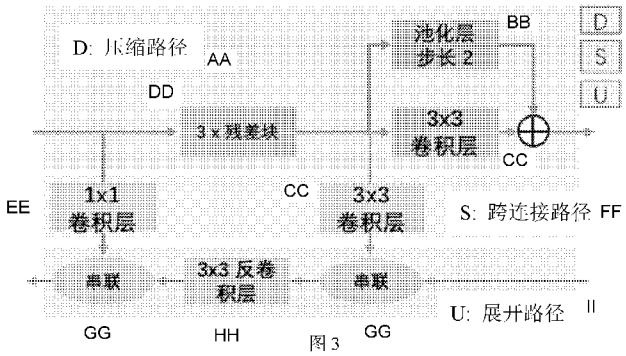


图 3

AA Contract path
BB Pooling layer step length 2
CC 3 x 3 convolutional layer
DD 3 x residual block
EE 1 x 1 convolutional layer
FF Skip path
GG Serial connection
HH 3 x 3 deconvolutional layer
II Expand path

(57) **Abstract:** The present invention relates to the field of digital image processing, in particular to a Bi-Skip-Net-based image deblurring method for realizing blurred image restoration by means of a Bi-Skip-Net, which aims to solve the problems in existing deep learning deblurring algorithms of high time complexity, inaccurate texture restoration, and a square effect of a restored image, etc. In the disclosure of the present invention, a Bi-Skip-Net serves as a generative network of a GAN (Generative Adversarial Network), which aims to overcome the defects in existing deep learning deblurring algorithms. Comparing the present invention with existing optimal algorithms, the time complexity is improved by 0.1s, and the image restoration performance is improved by 1dB on average.

(57) 摘要: 本发明涉及数字图像处理领域，特别一种基于Bi-Skip-Net的图像去模糊方法,是一种Bi-Skip-Net网络来实现模糊图像复原,旨在解决现有深度学习去模糊算法存在的时间复杂度高、纹理恢复不准确、复原图像存在方格效应等问题。本发明公开的一种Bi-Skip-Net网络来作为GAN(Generative Adversarial Network)的生成网络，旨在解决现有深度学习去模糊算法存在的缺点,通过对比现有最优算法，本发明在时间复杂度上提升了0.1s，在图像复图像原性能上平均提升了1dB。

[见续页]

CO., LTD.); 中国北京市丰台区南三环西路16号搜宝商务中心2号楼801室万学堂, Beijing 100068 (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, 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))。

一种基于 Bi-Skip-Net 的图像去模糊方法

技术领域

本发明涉及数字图像处理领域，特别是一种基于 Bi-Skip-Net 的图像去模糊方法，该方法是通过 Bi-Skip-Net 网络来实现模糊图像复原。

背景技术

去模糊技术是图像和视频处理领域被广泛研究的主题。基于相机抖动造成的模糊在一定意义上严重影响图像的成像质量，视觉观感。作为图像预处理领域一个及其重要的分支，去模糊技术的提升直接影响其他计算机视觉算法的性能，如前景分割，物体检测，行为分析等；同时它也影响着图像的编码性能。因此，研究一种高性能的去模糊算法势在必行。

文献 1-3 介绍了图像和视频处理的去模糊技术，深度学习去模糊算法；文献 1：Kupyn O, Budzan V, Mykhailych M, et al. DeblurGAN: Blind Motion Deblurring Using Conditional Adversarial Networks[J]. arXiv preprint arXiv:1711.07064, 2017。文献 2：Nah S, Kim T H, Lee K M. Deep multi-scale convolutional neural network for dynamic scene deblurring[C]//CVPR. 2017, 1(2): 3。文献 3：Sun J, Cao W, Xu Z, et al. Learning a convolutional neural network for non-uniform motion blur removal[C]//Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2015: 769-777.。

一般来说，图像去模糊算法可以分为基于概率模型的传统算法和基于深度学习的去模糊算法。传统算法采用卷积模型来解释模糊成因，相机抖动的过程可以映射为模糊核轨迹 PSF(Point Spread Function)。在模糊核未知的情况下还原清晰图像，这一问题属于不适定（ill-posed）问题，所以通常意义上需要先估计模糊核，再利用评估

的模糊核进行返卷积操作得到复原图像。基于深度学习的去模糊算法则利用深层网络结构获取图像的潜在信息，进而实现模糊图像复原。深度学习去模糊算法可以实现模糊核估计和非盲反卷积两个操作来进行图像复原，同时也可以采用生成对抗机制来复原图像。本专利旨在解决去模糊算法存在的缺点：

1） 时间复杂度高,

2） 纹理恢复不准确,

3） 复原图像存在方格效应。

发明的公开

本发明提出了一种 Bi-Skip-Net 网络来作为 GAN(Generative Adversarial Network)的生成网络，旨在解决现有深度学习去模糊算法存在的缺点。通过对比现有最优算法,本发明在时间复杂度上提升了 0.1s,在图像复图像原性能上平均提升了 1dB。

本发明提供的技术方案如下：（ 注：需要用自然语言对技术方案进行说明，不能用“如图”这样的叙述方式， 方法技术方案最好按：步骤 1：步骤 2…的方式撰写）

本发明采用生成对抗网络机制来实现模糊图像复原，并设计了一种 Bi-Skip-Net 网络来作为其中的生成器。具体步骤如下：

1)：输入模糊图像，通过卷积核尺寸为 7x7，步长为 1 的卷积层得到浅层特征；

2)：将浅层特征通过 3 个残差块得到当前尺度下的深度特征；

3)：将深度特征进行下采样加残差的模式得到下一个尺度下的浅层特征；

4)：按照规定的下采样次数 n，重复步骤 2，3 获取不同尺度下的浅层特征和深度特征，并且在最小尺度下不获取深度特征；

5)：将最小尺度的浅层特征作为基本特征；

6)：将上一层尺度的浅层特征经过卷积核大小为 1x1，步长为 1 的卷积层得到浅层降维特征；将对应的深度特征经过卷积核大小为 3x3，步长为 2 的卷积层得到深度降维

特征，并与基本特征串联进行上采样；将上采样后的特征与浅层降维特征进行串联得到当前尺度下的基本特征；

7)：重复步骤 6 直到采样操作截止；

8)：将得到的基本特征经过卷积核大小为 7x7,步长为 1 的卷积层得到残差特征；

9)：将残差特征与输入图像相加得到复原图像；

…

采用 Bi-Skip-Net 加残差的模式来作为生成器。

步骤 4）中，按照规定的下采样次数为 5。

其中，模糊图像通过生成器来获得复原图像，判别的任务为尽可能区分复原图像和清晰图像；而生成器的任务为尽可能欺骗判别器来降低对两种图像的区分的能力。

所述的 Bi-Skip-Net 网络由三部分组成：contract 路径（D），Skip 路径（S）以及 expand 路径(U)。Contract 层进行下采样实现特征压缩，Skip 层用于连接深层特征与浅层特征，expand 层进行上采样。其中 D*，S*，U*为对应下采样尺度下的特征。

所述的采样尺度下的特征操作，在 contract 路径，当前特征通过 3 个残差块（3xResBlock）来获得深层特征，并采用池化（pooling）和卷积相加的残差模式来获取下一尺度的特征；在 Skip 路径，通过 1x1 的卷积来对压缩浅层特征，通过 3x3 的卷积来压缩深度特征；在 expand 路径，通过 concat 来实现特征连接，并通过 3x3 的反卷积实现特征上采样。

本发明具有如下技术效果：由于本发明采用了 Bi-Skip-Net 网络来作为 GAN(Generative Adversarial Network)的生成网络与现有技术相比具有以下技术效果：

1、时间复杂度低；对比传统方法，传统的去运动模糊方法采用模糊核估计和非盲反卷积两个步骤，而这两个步骤均需进行多次迭代才能达到较好的复原效果，正因如此，也造成处理单张运动模糊图像的时间较长；而本发明设计的模型可以避免多次迭

代优化造成的时间损耗。

2、纹理恢复准确；对比传统方法，在传统方法中，模糊核估计不准确会造成复原过程中图像信息的错误恢复，而非盲反卷操作经常会造成纹理部分出现振铃效应；本发明设计的双跨连接网络在每一层尺度上都提取了深度特征和浅层特征，通过特征连接，网络在一定程度可以恢复更多的细节信息。

3、复原图像不存在方格效应，对比现存的深度学习方法，现存的多数深度学习方法在上采样过程中采用反卷积层来实现，而由于每次反卷积都存在一定的锯齿效应，这使得最后的复原图像也存在一些锯齿，即本发明提到的方格效应。

为了更好地理解本发明的构思和原理，下面结合附图和实施例，对本发明进行详细的描述。但具体实施例的描述不以任何方式限制本发明的保护范围。

附图的简要说明

图 1 为本发明的生成对抗网络机制；

图 2 为本发明的 Bi-Skip-Net 网络结构图；

图 3 为本发明的一个采样尺度下的特征操作；

图 4 生成器设计：Bi-Skip-Net+残差；

图 5a-d 为本发明与其它算法的主观对比；其中，

图 5a：模糊图像；

图 5b： Nah 等人的复原效果；

图 5c：Kupyn 等人的复原效果；

图 5d：Bi-Skip-Net 的复原效果。

实现本发明的最佳方式

图 1 为本发明采用的生成对抗网络机制。其中，模糊图像通过生成器来获得复原

图像，判别的任务为尽可能区分复原图像和清晰图像；而生成器的任务为尽可能欺骗判别器来降低对两种图像的区分的能力。

本发明实施例的具体步骤如下：

(1) 设计生成器和判别器，原理如图 4 所示，是建筑物的模糊图像通过 Bi-Skip-Net 生成器，而得到清晰的建筑物图片；其他任何模糊图像都可以用这个模型生成清晰的图片。

(2) 采用如下的损失函数来训练网络，

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{adv} + \lambda \cdot \mathcal{L}_{cont} \qquad (式\ 1)$$

其中$\mathcal{L}_{adv}$为对抗损失函数，$\mathcal{L}_{cont}$为条件损失函数，λ为条件损失函数的权重。

$$\mathcal{L}_{adv} = \mathbb{E}_{x\sim\mathbb{P}_r}[D(x)] - \mathbb{E}_{\tilde{x}\sim\mathbb{P}_g}[D(\tilde{x})] + \lambda\, \mathbb{E}_{\hat{x}\sim\mathbb{P}_{\hat{x}}}\left[\left(\left\|\nabla_{\hat{x}} D(\hat{x})\right\| - 1\right)^2\right] \qquad (式\ 2)$$

通过最大化$\mathcal{L}_{adv}$来优化判别器 D;

$$\min_G -\mathbb{E}_{\tilde{x}\sim\mathbb{P}_g}[D(\tilde{x})] + \lambda \cdot \mathcal{L}_{cont} \qquad (式\ 3)$$

通过最小化式 3 来优化生成器 G;

其中$\mathcal{L}_{cont}$设计如下：

$$\mathcal{L}_{cont} = \frac{1}{c^2 wh}\left\|L - S\right\|^{\alpha} \qquad (式\ 4)$$

其中，L，S 分别表示模型在不同层级的输出和真值，α取值为 1 或 2,整个条件损失函数被通道数 c，宽度 w 和高度 h 所规范。

(3) 将训练好的网络作为最终的复原模型。

如图 1 所示，本发明实施例的方法采用生成对抗网络机制来实现模糊图像复原。图 2 为 Bi-Skip-Net 网络结构图,采取图 2 所示的网络结构,设计了一种 Bi-Skip-Net 网络来作为其中的生成器。

该 Bi-Skip-Net 网络结构图中的判别器参数见表 1.判别器参数表。

表 1. 判别器参数表

#	层	参数维度	步长
1	conv	32x3x5x5	2
2	conv	64x32x5x5	1
3	conv	64x64x5x5	2
4	conv	128x64x5x5	1
5	conv	128x128x5x5	4
6	conv	256x128x5x5	1
7	conv	256x256x5x5	4
8	conv	512x256x5x5	1
9	conv	512x512x4x4	4
10	fc	512x1x1x1	-

如图 2 所示，本发明实施例设计的 Bi-Skip-Net 网络由三部分组成：contract 路径（D），包括 D0、D1、D2 和 D3；Skip 路径（S），包括 S0、S1、S2 和 S3；以及 expand 路径(U)，包括 U0、U1、U2 和 U3。Contract 层进行下采样实现特征压缩，Skip 层用于连接深层特征与浅层特征，expand 层进行上采样。其中 D*（D0、D1、D2 和 D3），S*（S0、S1、S2 和 S3），U*（U0、U1、U2 和 U3）为对应下采样尺度下的特征。

图 3 为一个采样尺度下的特征操作，如图 3 所示，在 contract 路径，即压缩路径，当前特征通过 3 个残差块（3xResBlock）来获得深层特征，并采用池化（pooling）和卷积相加的残差模式来获取下一尺度的特征；在 Skip 路径，即跨连接路径，通过 1x1 的卷积来对压缩浅层特征，通过 3x3 的卷积来压缩深层特征；在 expand 路径，通过 concat，即 concatenate，来实现特征连接，并通过 3x3 的反卷积实现特征上采样。

图 4 生成器设计：Bi-Skip-Net+残差，如图 4 所示，最后采用 Bi-Skip-Net 加残差的模式来作为生成器。

本发明实施与其他算法的对比结果详见表 2. 本发明与其它算法在 GoPro 数据集上的测试对比。

表 2. 本发明与其它算法在 GoPro 数据集上的测试对比

方法 / 测度	Sun 等人	Nah 等人	Kupyn 等人	Bi-Skip-Net
PSNR	24.64	29.23	33.29	34.29
SSIM	0.842	0.916	0.958	**0.971**
Time	20min	4.33s	0.85s	**0.72s**

图 5a-d 为本发明与其它算法的主观对比。图 5a 为模糊图像，图 5b 为 Nah 等人的复原效果，图 5c 为 Kupyn 等人的复原效果，图 5d 为本发明的 Bi-Skip-Net 的复原效果。图片左下角的文字“HARDWARE”在其他三张图片中无法辨认或辨认模糊，本发明能清晰还原和识别。从人主观对比可以看出，本发明对模糊图像的修复效果明显。

需要注意的是，公布实施例的目的在于帮助进一步理解本发明，但是本领域的技术人员可以理解：在不脱离本发明及所附权利要求的精神和范围内，各种替换和修改都是可能的。因此，本发明不应局限于实施例所公开的内容，本发明要求保护的范围以权利要求书界定的范围为准。

工业应用性

本发明应用于数字图像处理领域，通过一种基于 Bi-Skip-Net 的图像去模糊方法，实现模糊图像复原。

权 利 要 求

1、一种基于 Bi-Skip-Net 的图像去模糊方法，包括如下步骤：

1）输入模糊图像，通过卷积核尺寸为 7x7，步长为 1 的卷积层得到浅层特征；

2）将浅层特征通过 3 个残差块得到当前尺度下的深度特征；

3）将深度特征进行下采样加残差的模式得到下一个尺度下的浅层特征；

4）按照规定的下采样次数 n，重复步骤 2，3 获取不同尺度下的浅层特征和深度特征，并且在最小尺度下不获取深度特征；

5）将最小尺度的浅层特征作为基本特征；

6）将上一层尺度的浅层特征经过卷积核大小为 1x1，步长为 1 的卷积层得到浅层降维特征；将对应的深度特征经过卷积核大小为 3x3，步长为 2 的卷积层得到深度降维特征，并与基本特征串联进行上采样；将上采样后的特征与浅层降维特征进行串联得到当前尺度下的基本特征；

7）重复步骤 6 直到采样操作截止；

8）将得到的基本特征经过卷积核大小为 7x7,步长为 1 的卷积层得到残差特征；

9）将残差特征与输入图像相加得到复原图像；

10）采用 Bi-Skip-Net 加残差的模式作为生成器。

2、根据权利要求 1 所述的图像去模糊方法，其特征在于：

步骤 4）按照规定的下采样次数为 5。

3、根据权利要求 1 所述的图像去模糊方法，其特征在于：

所述的 Bi-Skip-Net 网络由三部分组成：contract 路径（D），Skip 路径（S）以及 expand 路径(U)；Contract 层进行下采样实现特征压缩，Skip 层用于连接深层特征与浅层特征，expand 层进行上采样；其中 D*，S*，U*为对应下采样尺度下的特征。

4、根据权利要求 3 所述的图像去模糊方法，其特征在于：

所述的采样尺度下的特征操作，在 contract 路径，当前特征通过 3 个残差块（3xResBlock）来获得深层特征，并采用池化（pooling）和卷积相加的残差模式来获取下一尺度的特征；在 Skip 路径，通过 1x1 的卷积来对压缩浅层特征，通过 3x3 的卷积来压缩深度特征；在 expand 路径，通过 concat 来实现特征连接，并通过 3x3 的反卷积实现特征上采样。

5、根据权利要求 1 所述的图像去模糊方法，其特征在于：

步骤 10）所述的生成器是按如下方式来设计的，

① 采用如下的损失函数来训练网络，

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_{adv} + \lambda \cdot \mathcal{L}_{cont} \quad （式 1）$$

其中$\mathcal{L}_{adv}$为对抗损失函数，$\mathcal{L}_{cont}$为条件损失函数，λ为条件损失函数的权重；

$$\mathcal{L}_{adv} = \mathbb{E}_{x\sim\mathbb{P}_r}[D(x)] - \mathbb{E}_{\tilde{x}\sim\mathbb{P}_g}[D(\tilde{x})] + \lambda\, \mathbb{E}_{\hat{x}\sim\mathbb{P}_{\hat{x}}}\left[\left(\left\|\nabla_{\hat{x}} D(\hat{x})\right\| - 1\right)^2\right] \quad （式 2）$$

通过最大化$\mathcal{L}_{adv}$来优化判别器 D；

$$\min_G -\mathbb{E}_{\tilde{x}\sim\mathbb{P}_g}[D(\tilde{x})] + \lambda \cdot \mathcal{L}_{cont} \quad （式 3）$$

通过最小化式 3 来优化生成器 G；

其中$\mathcal{L}_{cont}$设计如下：

$$\mathcal{L}_{cont} = \frac{1}{c^2 wh}\left\|L - S\right\|^{\alpha} \quad （式 4）$$

其中，L，S 分别表示模型在不同层级的输出和真值，α取值为 1 或 2，整个条件损失函数被通道数 c，宽度 w 和高度 h 所规范；

②将训练好的网络作为最终的复原模型。

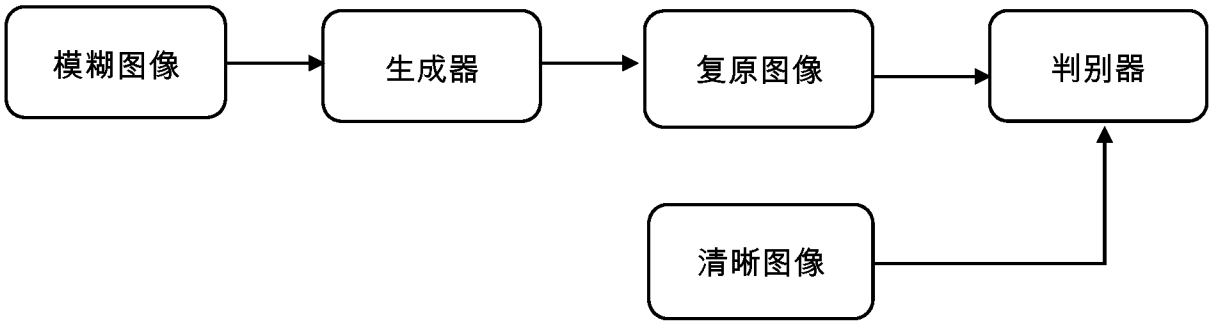

模糊图像
生成器
复原图像
判别器
清晰图像

图 1

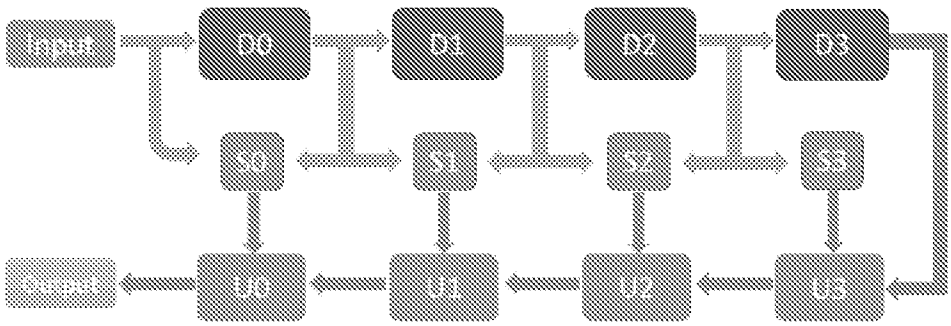

Input
D0
D1
D2
D3
S0
S1
S2
S3
Output
U0
U1
U2
U3

图 2

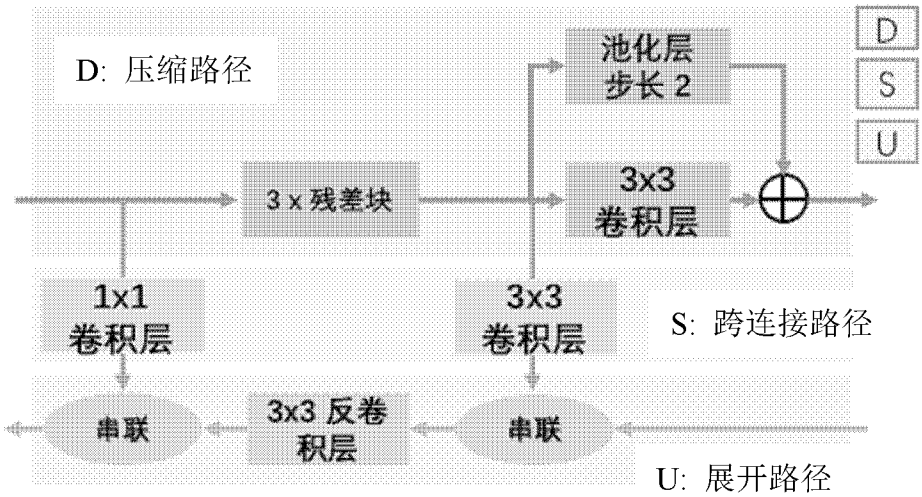

D: 压缩路径
池化层
步长 2
D
S
U
3 x 残差块
3x3
卷积层
1x1
卷积层
3x3
卷积层
S: 跨连接路径
串联
3x3 反卷
积层
串联
U: 展开路径

图 3

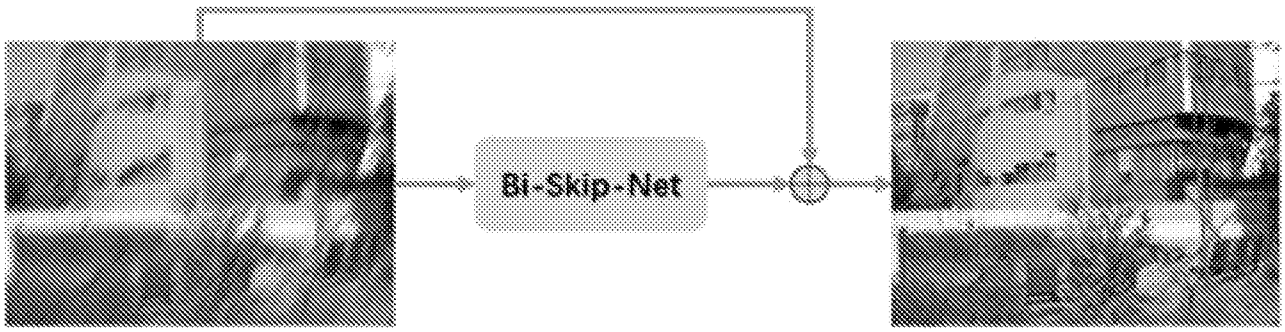


图 4

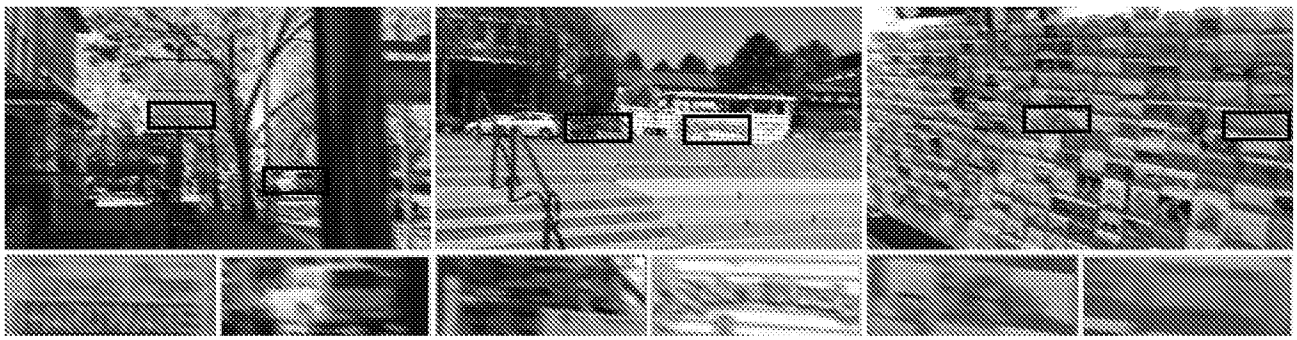


图 5a

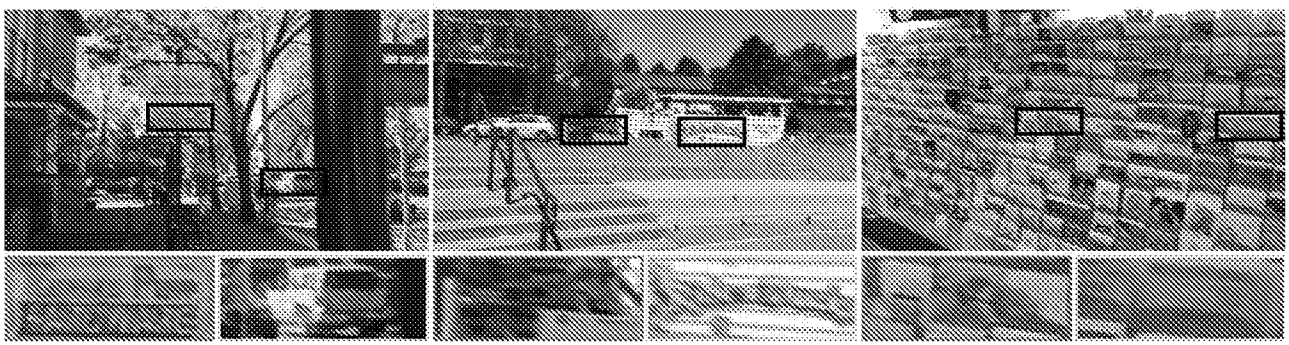


图 5b

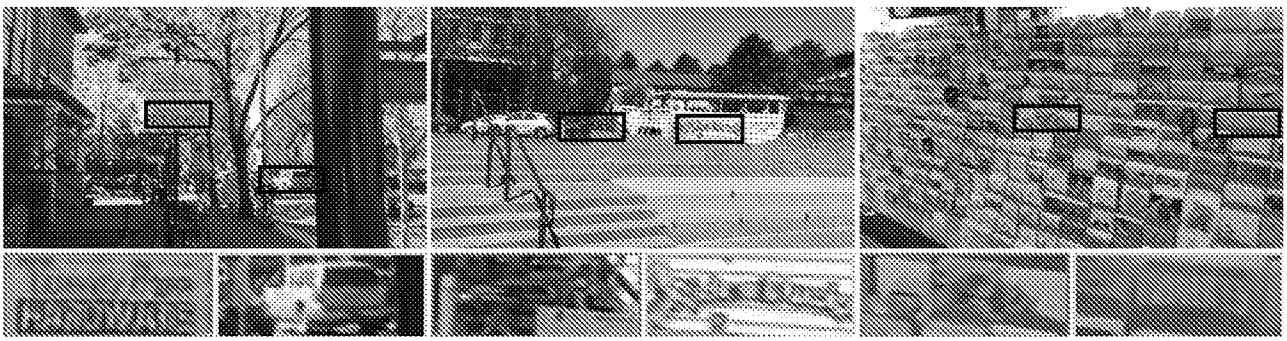


图 5c

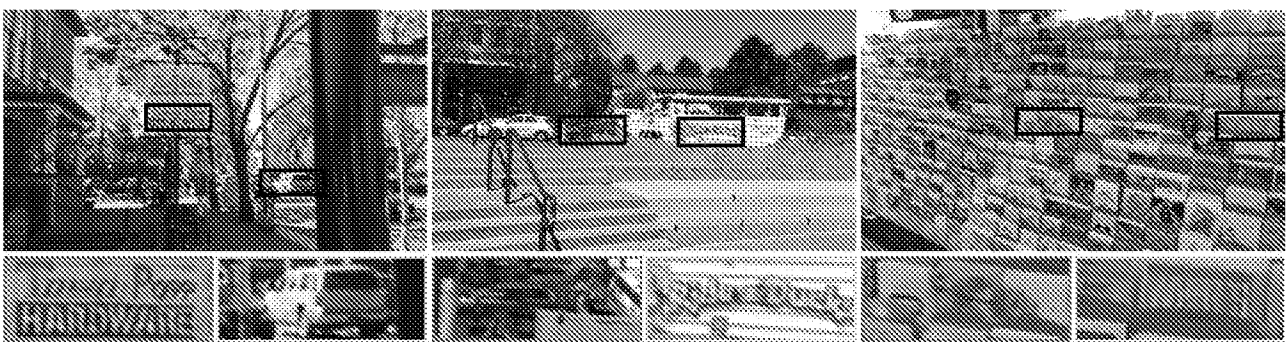


图 5d

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/117634

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)

CNABS, CNKI, DWPI, SIPOABS: 图像, 去模糊, 复原, 恢复, 卷积, 残差, 上采样, 下采样, 去抖动, 降维, 串联, 池化, 反卷积, 迭代, picture, image, graphics, deblur, recovery, recover, restore, convolution, residual, upsampling, downsampling, debounce, dimensionality reduction, series, serial, pooling, deconvolution, iteration

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108711141 A (CHONGQING UNIVERSITY) 26 October 2018 (2018-10-26) entire document	1-5
A	CN 108460742 A (RIZHAO POLYTECHNIC) 28 August 2018 (2018-08-28) entire document	1-5
A	US 2013170698 A1 (HONEYWELL INTERNATIONAL INC.) 04 July 2013 (2013-07-04) entire document	1-5
A	毛勇等 (MAO, Yong et al.). "基于深度学习的车牌图像去运动模糊技术 (License Plate Motion Deblurring Based on Deep Learning)" *杭州电子科技大学学报(自然科学版) (Journal of Hangzhou Dianzi University(Natural Sciences))*, Vol. 38, No. 05, 30 September 2018 (2018-09-30), entire document	1-5

☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
16 May 2019	**03 June 2019**

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2018/117634

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	周同同 (ZHOU, Tongtong). "基于相机抖动的模糊图像的盲复原实现 (Non-official translation: Realization of Blind Restoration of Blurred Images Based on Camera Shake)" *中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑 (Information & Technology, China Master's Theses Full-Text Database),* No. 07, 15 July 2013 (2013-07-15), ISSN: 1674-0246, entire document	1-5
A	NAH, S. et al. "Deep Multi-scale Convolutional Neural Network for Dynamic Scene Deblurring" *In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition,* 31 December 2017 (2017-12-31), entire document	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2018/117634

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 108711141 A	26 October 2018	None	
CN 108460742 A	28 August 2018	None	
US 2013170698 A1	04 July 2013	US 8737687 B2	27 May 2014

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/117634

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））

CNABS,CNKI,DWPI,SIPOABS:图像，去模糊，复原，恢复，卷积，残差，上采样，下采样，去抖动，降维，串联，池化，反卷积，迭代，picture, image, graphics, deblur, recovery, recover, restore, convolution, residual, upsampling, downsampling, debounce, dimensionality reduction, series, serial, pooling, deconvolution, iteration

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 108711141 A (重庆大学) 2018年 10月 26日 (2018-10-26) 全文	1-5
A	CN 108460742 A (日照职业技术学院) 2018年 8月 28日 (2018-08-28) 全文	1-5
A	US 2013170698 A1 (HONEYWELL INTERNATIONAL INC.) 2013年 7月 4日 (2013-07-04) 全文	1-5
A	毛勇等. "《基于深度学习的车牌图像去运动模糊技术》" 《杭州电子科技大学学报（自然科学版）》, 第38卷，第05期，2018年 9月 30日 (2018-09-30), 全文	1-5
A	周同同. "《基于相机抖动的模糊图像的盲复原实现》" 中国优秀硕士学位论文全文数据库 信息科技辑, 第07期，2013年 7月 15日 (2013-07-15), ISSN：1674-0246, 全文	1-5

☑ 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 5月 16日	2019年 6月 3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 邓隽 电话号码 86-(10)-62411644

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2018/117634

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	NAH, S. et al. ″《Deep Multi-scale Convolutional Neural Network for Dynamic Scene Deblurring》″ In Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2017年 12月 31日 (2017-12-31), 全文	1-5

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2018/117634

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 108711141 A	2018年 10月 26日	无	
CN 108460742 A	2018年 8月 28日	无	
US 2013170698 A1	2013年 7月 4日	US 8737687 B2	2014年 5月 27日