(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 8 月 6 日 (06.08.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/156009 A1

(51) 国际专利分类号:
G06T 5/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/130428

(22) 国际申请日: 2019 年 12 月 31 日 (31.12.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910099762.4 2019年1月31日 (31.01.2019) CN

(71) 申请人: 北京市商汤科技开发有限公司 (**BEIJING SENSETIME TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国北京市海淀区中关村东路1号院3号楼7层710-712房间, Beijing 100080 (CN)。

(72) 发明人: 徐瑞 (**XU, Rui**); 中国北京市海淀区中关村东路1号院3号楼7层710-712房间, Beijing 100080 (CN)。 李晓潇 (**LI, Xiaoxiao**); 中国北京市海淀区中关村东路1号院3号楼7层710-712房间, Beijing 100080 (CN)。 周博磊 (**ZHOU, Bolei**); 中国北京市海淀区中关村东路1号院3号楼7层710-712房间, Beijing 100080 (CN)。 吕健勤 (**LOY, ChenChange**); 中国北京市海淀区中关村东路1号院3号楼7层710-712房间, Beijing 100080 (CN)。

(74) 代理人: 北京林达刘知识产权代理事务所 (普通合伙) (**LINDA LIU & PARTNERS**); 中国北京市东城区北三环东路36号北京环球贸易中心C座16层, Beijing 100013 (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,

(54) **Title:** VIDEO REPAIR METHOD AND DEVICE, ELECTRONIC DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) **发明名称:** 视频修复方法及装置、电子设备和存储介质

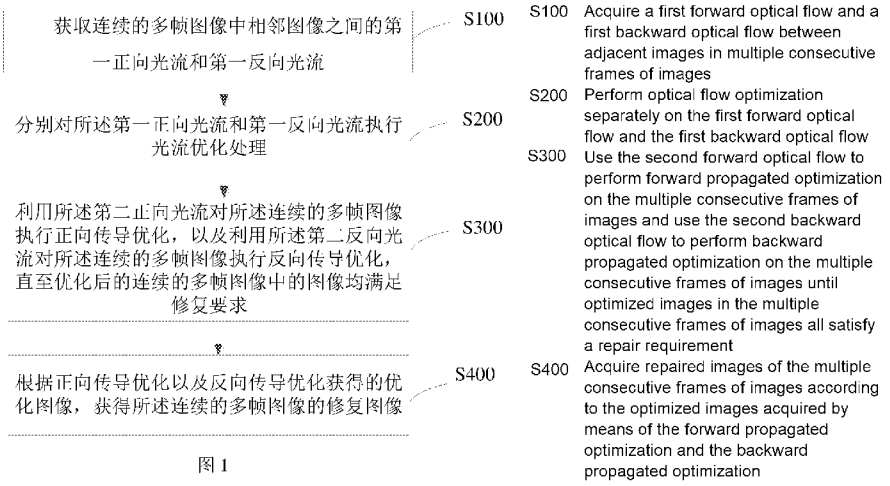


图 1

(57) **Abstract:** A video repair method and device, an electronic device and a storage medium. The method comprises: acquiring a first forward optical flow and a first backward optical flow between adjacent images in multiple consecutive frames of images (S100); performing optical flow optimization separately on the first forward optical flow and the first backward optical flow (S200), so as to obtain a second forward optical flow corresponding to the first forward optical flow and a second backward optical flow corresponding to the first backward optical flow; using the second forward optical flow to perform forward propagated optimization on the multiple consecutive frames of images and using the second backward optical flow to perform backward propagated optimization on the multiple consecutive frames of images until the optimized images in the multiple consecutive frames of images all satisfy a repair requirement (S300); and acquiring repaired images of the multiple consecutive frames of images according to the optimized images acquired by means of the forward propagated optimization and the backward propagated optimization (S400).

WO 2020/156009 A1

[见续页]

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))。

(57) 摘要：一种视频修复方法及装置、电子设备和存储介质，所述方法包括：获取连续的多帧图像中相邻图像之间的第一正向光流和第一反向光流（S100）；分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理（S200），得到与所述第一正向光流对应的第二正向光流，以及与所述第一反向光流对应的第二反向光流；利用所述第二正向光流对所述连续的多帧图像执行正向传导优化，以及利用所述第二反向光流对所述连续的多帧图像执行反向传导优化，直至优化后的连续的多帧图像中的图像均满足修复要求（S300）；根据正向传导优化以及反向传导优化获得的优化图像，获得所述连续的多帧图像的修复图像（S400）。

说 明 书

视频修复方法及装置、电子设备和存储介质

本公开要求在2019年1月31日提交中国专利局、申请号为201910099762.4、申请名称为“视频修复方法及装置、电子设备和存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本公开中。

技术领域

本公开涉及视频修复领域，特别涉及一种视频修复方法及装置、电子设备和存储介质。

背景技术

图像修复一直是计算机视觉中的一个重要问题，在许多领域都有着重要的应用，例如，可以通过图像修复实现图像去水印以及图像修补等目的。视频修复作为图像修复问题在视频上的一种延伸，其与单纯的图像修复问题相比，实现难度大大增加。但是随着互联网的发展，视频修复算法的应用有着更加广泛的前景，例如需要去除视频水印以及去除视频中的某些部分等。

发明内容

本公开实施例提供了一种视频修复方案。

根据本公开的一方面，提供了一种视频修复方法，其包括：获取连续的多帧图像中相邻图像之间的第一正向光流和第一反向光流；分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，得到与所述第一正向光流对应的第二正向光流，以及与所述第一反向光流对应的第二反向光流；利用所述第二正向光流对所述连续的多帧图像执行正向传导优化，以及利用所述第二反向光流对所述连续的多帧图像执行反向传导优化，直至优化后的连续的多帧图像中的图像均满足修复要求；根据正向传导优化以及反向传导优化获得的优化图像，获得所述连续的多帧图像的修复图像。

在一些可能的实施方式中，所述获取连续的多帧图像中相邻图像之间的第一正向光流和第一反向光流，包括：获取所述多帧图像中每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；根据所述多帧图像的时间帧的正向顺序，确定相邻图像之间的正向光流，以及根据所述多帧图像的时间帧的反向顺序，确定相邻图像的之间的反向光流；将第i个图像和第i+1个图像之间的正向光流与第i+1个图像的掩码图相乘，得到第i个图像和第i+1个图像之间第一正向光流，以及将第i+1个图像和第i个图像之间的反向光流与第i个图像的掩码图相乘，得到第i+1个图像和第i个图像之间第一反向光流，其中i为大于或者等于1且小于G的正整数，G为多帧图像中图像的数量。

在一些可能的实施方式中，所述分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，包括：连接所述第一正向光流得到第一连接光流，以及连接所述第一反向光流得到第二连接光流；分别对所述第一连接光流和第二连接光流执行N次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化光流，以及第二连接光流对应的第二优化光流，N为大于或者等于1的正整数；根据所述第一优化光流得到每个第一正向光流对应的第二正向光流，以及根据所述第二优化光流得到每个第一反向光流对应的第二反向光流。

在一些可能的实施方式中，所述分别对所述第一连接光流和第二连接光流执行N次光流优化处理，包括：对所述第一连接光流和第二连接光流执行第一次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化子光流，以及第二连接光流对应的第一优化子光流；以及分别对所述第一连接光流和所述第二连接光流的第i优化子光流执行第i+1次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第i+1优化子光流，以及第二连接光流对应的第i+1优化子光流，其中i为大于1且小于N的正整数；其中，通过第N次优化处理，将得到的所述第一连接光流的第N优化子光流确定为所述第一优化光流，以及将得到的所述第二连接光流的第N优化子光流确定为所述第二优化光流，其中，各次光流优化处理包括残差处理和上采样处理。

在一些可能的实施方式中，所述利用所述第二正向光流对所述连续的多帧图像执行正向传导优化，包括：获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据所述第二正向光流得到第一个图像以外的图像的第一修复图；基于得到的所述第一修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

说 明 书

在一些可能的实施方式中，所述按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据所述第二正向光流得到每个图像的第一修复图，包括：按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据第一个第二正向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第一修复图；将第k个图像和所述第k个图像的修复图执行加和处理，得到第k个图像的第一加和图像，以及按照第k个第二正向光流对所述第k个第一加和图像执行偏移处理，得到第k+1个图像的第一修复图，其中k为大于1且小于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

在一些可能的实施方式中，所述利用所述第二反向光流对所述连续的多帧图像执行反向传导优化，包括：获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据所述第二反向光流得到第一个图像以外的图像的第二修复图；基于得到的所述第二修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

在一些可能的实施方式中，所述按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据所述第二反向光流得到第一个图像以外的图像的第二修复图，包括：按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据第一个第二反向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第二修复图；将第h个图像和所述第h个图像的修复图执行加和处理，得到第h个图像的第二加和图像，以及按照第h个第二反向光流对所述第h个第二加和图像执行偏移处理，得到第h+1个图像的第二修复图，其中h为大于1且小于或等于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

在一些可能的实施方式中，所述根据正向传导优化以及反向传导优化获得的优化图像，获得所述连续的多帧图像的修复图像，包括：按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述正向传导优化得到的第一优化图像；按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述反向传导优化得到的第二优化图像；根据每个图像的第一优化图像和第二优化图像的均值，得到该图像的修复图像，以得到所述多帧图像中每个图像的修复图像。

在一些可能的实施方式中，所述方法包括：通过光流优化模块执行所述分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，得到与所述第一正向光流对应的第二正向光流，以及与所述第一反向光流对应的第二反向光流；所述方法还包括：对所述光流优化模块进行训练的步骤，其包括：获取训练样本，所述训练样本包括多组光流样本，以及每个光流样本对应的掩码样本和真实光流；利用所述光流优化模块对所述光流样本进行光流优化处理，得到对应的优化光流；基于所述优化光流和所述真实光流的比较结果，从所述优化光流中选择出满足第一要求的第一像素点，并调整所述第一像素点在掩码图中的掩码值以得到新的掩码样本；按照预设损失函数，基于所述优化光流、原始的掩码样本以及新的掩码样本得到损失值；在所述损失值满足训练要求的情况下，得到训练完成的光流优化模块，否则，调整所述光流优化模块的网络参数并重新执行光流样本的光流优化处理，直至得到的损失值满足训练要求。

在一些可能的实施方式中，所述预设损失函数的表达式为：

$$L=\frac{\|M\odot(f-\hat{f})\|_1}{\|M\|_1}+\lambda*\frac{\|M^h\odot(f-\hat{f})\|_1}{\|M\|_1};$$

其中，L表示光流优化处理的损失函数，M为原始的掩码样本，M^h表示新的掩码样本，f表示得到的优化光流，$\hat{f}$表示真实光流，λ为权值。

根据本公开的第二方面，提供了一种视频修复装置，其包括：

获取模块，其用于获取连续的多帧图像中相邻图像之间的第一正向光流和第一反向光流；光流优化模块，其用于分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，得到与所述第一正向光流对应的第二正向光流，以及与所述第一反向光流对应的第二反向光流；传导优化模块，其用于利用所述第二正向光流对所述连续的多帧图像执行正向传导优化，以及利用所述第二反向光流对所述连续

说 明 书

的多帧图像执行反向传导优化，直至优化后的连续的多帧图像中的图像均满足修复要求；修复模块，其用于根据正向传导优化以及反向传导优化获得的优化图像，获得所述连续的多帧图像的修复图像。

在一些可能的实施方式中，所述获取模块还用于获取所述多帧图像中每个图像的掩码图，并根据所述多帧图像的时间帧的正向顺序，确定相邻图像之间的正向光流，以及根据所述多帧图像的时间帧的反向顺序，确定相邻图像的之间的反向光流；以及将第i个图像和第i+1个图像之间的正向光流与第i+1个图像的掩码图相乘，得到第i个图像和第i+1个图像之间第一正向光流，以及将第i+1个图像和第i个图像之间的反向光流与第i个图像的掩码图相乘，得到第i+1个图像和第i个图像之间第一反向光流，其中，所述掩码图表示对应图像的待修复区域，i为大于或者等于1且小于G的正整数，G为多帧图像中图像的数量。

在一些可能的实施方式中，所述光流优化模块还用于连接所述第一正向光流得到第一连接光流，以及连接所述第一反向光流得到第二连接光流，并分别对所述第一连接光流和第二连接光流执行N次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化光流，以及第二连接光流对应的第二优化光流，N为大于或者等于1的正整数；以及根据所述第一优化光流得到每个第一正向光流对应的第二正向光流，以及根据所述第二优化光流得到每个第一反向光流对应的第二反向光流。

在一些可能的实施方式中，所述光流优化模块还用于对所述第一连接光流和第二连接光流执行第一次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化子光流，以及第二连接光流对应的第一优化子光流；以及分别对所述第一连接光流和所述第二连接光流的第i优化子光流执行第i+1次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第i+1优化子光流，以及第二连接光流对应的第i+1优化子光流，其中i为大于1且小于N的正整数；其中，通过第N次优化处理，将得到的所述第一连接光流的第N优化子光流确定为所述第一优化光流，以及将得到的所述第二连接光流的第N优化子光流确定为所述第二优化光流，其中，各次光流优化处理包括残差处理和上采样处理。

在一些可能的实施方式中，所述传导优化模块包括第一传导优化单元，其用于获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据所述第二正向光流得到第一个图像以外的图像的第一修复图；基于得到的所述第一修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

在一些可能的实施方式中，所述第一传导优化单元还用于按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据第一个第二正向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第一修复图；以及将第k个图像和所述第k个图像的修复图执行加和处理，得到第k个图像的第一加和图像，以及按照第k个第二正向光流对所述第k个第一加和图像执行偏移处理，得到第k+1个图像的第一修复图，其中k为大于1且小于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

在一些可能的实施方式中，所述传导优化模块还包括第二传导优化单元，其用于获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据所述第二反向光流得到第一个图像以外的图像的第二修复图；基于得到的所述第二修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

在一些可能的实施方式中，所述第二传导优化单元还用于按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据第一个第二反向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第二修复图；以及将第h个图像和所述第h个图像的修复图执行加和处理，得到第h个图像的第二加和图像，以及按照第h个第二反向光流对所述第h个第二加和图像执行偏移处理，得到第h+1个图像的第二修复图，其中h为大于1且小于或等于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

在一些可能的实施方式中，所述修复模块还用于按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述正向传导优化得到的第一优化图像，并按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述反向传导优化得到的第二优化图像；以及根据每个图像的第一优化图像和第二优化图像的均值，得到该图像的修复图像，以得到所述多帧图像中每个图像的修复图像。

说 明 书

在一些可能的实施方式中，还包括训练模块，其用于训练所述光流优化模块，其用于向所述光流优化模块输入训练样本，所述训练样本包括多组光流样本，以及每个光流样本对应的掩码样本和真实光流；利用所述光流优化模块对所述光流样本进行光流优化处理，得到对应的优化光流；基于所述优化光流和所述真实光流的比较结果，从所述优化光流中选择出满足第一要求的第一像素点，并调整所述第一像素点在掩码图中的掩码值以得到新的掩码样本；按照预设损失函数，基于所述优化光流、原始的掩码样本以及新的掩码样本得到损失值；在所述损失值满足训练要求的情况下，得到训练完成的光流优化模块，否则，调整所述光流优化模块的网络参数并重新执行光流样本的光流优化处理，直至得到的损失值满足训练要求。

在一些可能的实施方式中，所述预设损失函数的表达式为

$$L=\frac{\|M\odot(f-\hat{f})\|_1}{\|M\|_1}+\lambda*\frac{\|M^h\odot(f-\hat{f})\|_1}{\|M\|_1};$$

其中，L表示光流优化处理的损失函数，M为原始的掩码样本，M^h表示新的掩码样本，f表示得到的优化光流，$\hat{f}$表示真实光流，λ为权值。

根据本公开的第三方面，提供了一种电子设备，其包括：

处理器；

用于存储处理器可执行指令的存储器；

其中，所述处理器被配置为：执行第一方面中任意一项所述的方法。

根据本公开的第四方面，提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，其特征在于，所述计算机程序指令被处理器执行时实现第一方面中任意一项所述的方法。

根据本公开的第五方面，一种计算机程序，所述计算机程序包括计算机可读代码，当所述计算机可读代码在电子设备中运行时，所述电子设备中的处理器执行用于实现第一方面中任意一项所述的方法。

本公开实施例可以同时多个连续时间帧的视频图像执行修复处理，其中，可以首先对相邻帧图像之间的正向光流和反向光流进行优化，得到精度较高修复后的光流，而后再通过优化后的正向光流以及反向光流对视频修复进行引导，完成视频图像的修改，该过程可以提高视频修复的精确度，同时提高帧之间的连续性和一致性。另外，本公开实施例具有较快的修复速度，满足修复的实时性。

应当理解的是，以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的，而非限制本公开。

根据下面参考附图对示例性实施例的详细说明，本公开的其它特征及方面将变得清楚。

附图说明

此处的附图被并入说明书中并构成本说明书的一部分，这些附图示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于说明本公开的技术方案。

图1示出根据本公开实施例的一种视频修复方法的流程图；

图2示出根据本公开实施例的一种视频修复方法中的步骤S100的流程图；

图3示出根据本公开实施例的一种视频修复方法中步骤S200的流程图；

图4示出根据本公开实施例的光流优化网络的结构示意图；

图5示出根据本公开实施例的一种视频修复方法的步骤S300的流程图；

图6示出根据本公开实施例的一种视频修复方法的步骤S302的流程图；

图7示出根据本公开实施例的一种视频修复方法中步骤S300的流程图；

图8示出根据本公开实施例的一种视频修复方法的步骤S3002的流程图；

图9示出根据本公开实施例的一种视频修复方法中步骤S400的流程图；

图10示出根据本公开实施例的光流优化模块的训练方法的流程图；

图11示出根据本公开实施例的一种视频修复装置的框图；

说 明 书

图12示出根据本公开实施例的一种电子设备800的框图；

图13示出根据本公开实施例的一种电子设备1900的框图。

具体实施方式

以下将参考附图详细说明本公开的各种示例性实施例、特征和方面。附图中相同的附图标记表示功能相同或相似的元件。尽管在附图中示出了实施例的各种方面，但是除非特别指出，不必按比例绘制附图。在这里专用的词“示例性”意为“用作例子、实施例或说明性”。这里作为“示例性”所说明的任何实施例不必解释为优于或好于其它实施例。

本文中术语“和/或”，仅仅是一种描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，A和/或B，可以表示：单独存在A，同时存在A和B，单独存在B这三种情况。另外，本文中术语“至少一种”表示多种中的任意一种或多种中的至少两种的任意组合，例如，包括A、B、C中的至少一种，可以表示包括从A、B和C构成的集合中选择的任意一个或多个元素。

另外，为了更好地说明本公开，在下文的具体实施方式中给出了众多的具体细节。本领域技术人员应当理解，没有某些具体细节，本公开同样可以实施。在一些实例中，对于本领域技术人员熟知的方法、手段、元件和电路未作详细描述，以便于凸显本公开的主旨。

图1示出根据本公开实施例的一种视频修复方法的流程图，本公开实施例的视频修复方法可以用于修复视频图像，并且本公开实施例可以保证连续视频帧修复的一致性，且修复精度高，效率快。

本公开实施例可以应用在图像处理设备或者视频采集设备中，其中图像处理设备可以为任意的终端设备或者服务器设备，如手机、摄像机、笔记本电脑、PAD、云服务器等，只要具有图像处理功能或者能够采集视频信息，即可以应用本公开实施例的视频修复方法。下面对本公开实施例详细说明。

如图1所示，本公开实施例的视频修复方法可以包括：

S100：获取连续的多帧图像中相邻图像之间的第一正向光流和第一反向光流；

S200：分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，得到与所述第一正向光流对应的第二正向光流，以及与所述第一反向光流对应的第二反向光流；

S300：利用所述第二正向光流对所述连续的多帧图像执行正向传导优化，以及利用所述第二反向光流对所述连续的多帧图像执行反向传导优化，直至优化后的连续的多帧图像中的图像均满足修复要求；

S400：根据正向传导优化以及反向传导优化获得的优化图像，获得所述连续的多帧图像的修复图像。

本公开实施例中，可以通过构建的神经网络执行视频的修复过程，例如可以通过深度学习神经网络实现视频图像的修复，但本公开对此不进行具体限定，本公开实施例也可以通过与本公开实施例限定的功能相匹配的算法执行视频修复过程。

步骤S100之前，可以首先获取待修复的视频图像，获取连续的视频帧图像（即上述连续的多帧图像），其中，本公开实施例可以获取预设数量个连续时间帧的图像，例如5帧图像，或者在其他实施例中，预设数量也可以为其他数值，本领域技术人员可以根据不同的需求和情况自行设定。

在获取连续的多帧图像之后，即可以对该多帧图像进行修复处理。首先，在步骤S100中可以获取相邻图像之间的光流，其中相邻图像是指相邻的两帧图像，由于时间帧具有时序性，本公开实施例可以从时间的正向和反向两个方向对图像进行处理，实现视频的修复。

另外，光流(optical flow)可以用于表示运动图像之间的变化，是指时变图像中模式运动速度。当目标物体在运动时，它在图像上对应点的亮度模式也在运动，因此光流可以用于表示图像之间的变化，由于它包含了目标运动的信息，因此可被观察者用来确定目标的运动情况。

对应的，本公开实施例可以在步骤S100中获取每两个相邻图像之间的光流，例如按照时间帧的正向顺序，获得两个相邻图像之间的第一正向光流，以及按照时间帧的反向顺序，获得两个相邻图像之间的第一正向光流。其中，假定本公开实施例的多帧图像为$\{P_1,P_2,...P_G\}$，即可以包括G帧图像，如G可

说 明 书

以为5或者其他数值。按照时间帧的正向顺序可以获取第一正向光流$\{f_{1\to2}, f_{2\to3},..., f_{G-1\to G}\}$，其中$f_{i\to i+1}$表示图像$P_i$到图像$P_{i+1}$的第一正向光流，i为大于或者等于1且小于G之任意整数。另外，按照时间帧的反向顺序可以获取第一反向光流$\{f_{G\to G-1}, f_{G-1\to G-2},..., f_{2\to1}\}$，其中，$f_{j+1\to j}$表示图像$P_{j+1}$到图像$P_j$的第一反向光流，j为大于或者等于1且小于G的整数。

其中，本公开实施例可以利用光流估计模型获得图像之间的第一正向光流和第一反向光流，例如光流估计模型可以为FlowNet 2.0，在本公开的其他实施例中，也可以通过其他方式获取图像之间的光流，本公开对此不进行具体限定。

另外，为了提高光流优化的精确度，本公开实施例还可以结合掩码图对图像之间的光流进行处理，得到第一正向光流和第一反向光流。图2示出根据本公开实施例的一种视频修复方法中的步骤S100的流程图。其中，所述获取连续的多帧图像中相邻图像之间的第一正向光流和第一反向光流，可以包括：

S101：获取所述多帧图像中每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；

本公开实施例中，获得的多帧图像中的每帧图像都可以具有对应的掩码图，该掩码图可以是人为确定的。例如，可以根据每个图像中需要执行修复的区域建立对应的掩码图，其中掩码图的尺度与对应图像的尺度相同，并且，掩码图中的像素点与相应图像的像素点是一一对应的。本公开实施例中，可以将待修复区域中的像素点在掩码图中的掩码定义为1，其余不需要修复的区域的像素点在掩码图中的掩码定义为0，或者也可以将待修复区域中的像素点在掩码图中的掩码定义为0，其余不需要修复的区域的像素点在掩码图中的掩码定义为1，本领域技术人员可以根据不同的需求设置掩码，本公开对此不进行具体限定。

S102：根据所述多帧图像的时间帧的正向顺序，确定相邻图像之间的正向光流，以及根据所述多帧图像的时间帧的反向顺序，确定相邻图像的之间的反向光流；

该过程与上述实施例中描述的光流确定过程相同，例如可以通过光流估计模型获取多帧图像中相邻图像之间的正向光流和反向光流，在此对该过程不再详细赘述。

在此需要说明的是，步骤S101和步骤S102的顺序，本公开实施例不作具体限定，步骤S101可以在步骤S102之前执行，也可以在步骤S102之后执行，或者也可以步骤S101和步骤S102同时执行。只要在执行步骤S103确定了每个图像的掩码图以及任意两个相邻图像之间的正向光流和反向光流即可以作为本公开实施例。

S103：将第i个图像和第i+1个图像之间的正向光流与第i+1个图像的掩码图相乘，得到第i个图像和第i+1个图像之间第一正向光流，以及将第i+1个图像和第i个图像之间的反向光流与第i个图像的掩码图相乘，得到第i+1个图像和第i个图像之间第一反向光流，其中i为大于或者等于1且小于G的正整数，G为多帧图像中图像的数量。

即，本公开实施例可以将正向光流与对应的掩码图相乘，即确定出正向光流中需要优化的光流区域，得到对应的第一正向光流。同样的，也可以将反向光流与对应的掩码图相乘，即可以确定出反向光流中需要优化的光流区域，得到对应的第一反向光流。

如上述实施例所述，多帧图像可以为$\{P_1,P_2,...P_G\}$，得到的相邻图像之间的正向光流可以为$\{f_{1\to2}, f_{2\to3},..., f_{G-1\to G}\}$，图像之间的反向光流可以为$\{f_{G\to G-1}, f_{G-1\to G-2},..., f_{2\to1}\}$。其中，每个图像的掩码图可以表示为$\{M_1, M_2,..., M_G\}$，其中，$M_k$表示第k个图像$P_k$的掩码图，k为大于或者等于1且小于或者等于G的整数。

对应的，本公开实施例在得到第一个图像P_1和第二个图像P_2之间的正向光流之后，可以将该正

说 明 书

向光流与第二个图像 P_2 的掩码图 M_2 相乘，如对应元素相乘，得到第一个图像 P_1 和第二个图像 P_2 之间的第一正向光流。同样的，可以得到第二个图像 P_2 和第三个图像 P_3 之间的正向光流，并将该正向光流与第三个图像 P_3 的掩码图 M_3 相乘，如对应元素相乘，得到第二个图像 P_2 和第三个图像 P_3 之间的第一正向光流。同理，可以将第i个图像和第i+1个图像之间的正向光流与第i+1个图像的掩码图相乘，如对应元素相乘，得到第i个图像和第i+1个图像之间第一正向光流。通过上述方式即可以获得相邻图像之间的第一正向光流 $\{f_{1\to2}, f_{2\to3}, \ldots, f_{G-1\to G}\}$。

另外，同理，本公开实施例可以在得到最后一个图像 P_G 和倒数第二个图像 P_{G-1} 之间的反向光流之后，可以将该反向光流与该倒数第二个图像 P_{G-1} 的掩码图 M_{G-1} 相乘，如对应元素相乘，得到最后一个图像 P_G 和倒数第二个图像 P_{G-1} 之间的第一反向光流。同样的，可以得到倒数第二个图像 P_{G-1} 和倒数第三个图像 P_{G-2} 之间的反向光流，并将该反向光流与倒数第三个图像 P_{G-2} 的掩码图 M_{G-2} 相乘，如对应元素相乘，得到倒数第二个图像 P_{G-1} 和倒数第三个图像 P_{G-2} 之间的第一反向光流。同理，可以将第i+1个图像和第i个图像之间的反向光流与第i个图像的掩码图相乘，如对应元素相乘，得到第i+1个图像和第i个图像之间第一反向光流。通过上述方式即可以获得相邻图像之间的第一反向光流 $\{f_{G\to G-1}, f_{G-1\to G-2}, \ldots, f_{2\to1}\}$。

本公开实施例通过将得到的正向光流与反向光流与对应图像的掩码图相乘，获得对应的第一正向光流和第一反向光流，由于得到的第一正向光流和第一反向光流中可以包括需要执行光流优化的区域，可以提高光流的优化精度。

在得到图像之间的第一正向光流和第一反向光流之后，即可以对光流执行优化处理，即可以执行步骤S200。本公开实施例中，可以对第一正向光流和第一反向光流分别执行优化，得到对应的第二正向光流和第二反向光流。本公开实施例的光流优化过程可以通过光流优化网络实现，该光流优化网络可以包括至少一个光流优化网络模块，每个光流优化网络模块相同，根据光流优化网络模块的数量可以确定光流优化的次数，本公开实施例对光流优化处理的次数不作具体限定，本领域技术人员可以根据不同的需要进行选择和设定。下面分别对第一正向光流和第一反向光流的优化过程进行详细说明。

图3示出根据本公开实施例的一种视频修复方法中步骤S200的流程图，其中，所述分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，包括：

S201：连接所述第一正向光流得到第一连接光流，以及连接所述第一反向光流得到第二连接光流；

本公开实施例，在执行光流优化之前，首先将相邻图像之间的第一正向光流分别连接，如分别级联。其中在深度方向上将第一正向光流连接，形成由多层第一正向光流构成的第一连接光流。同样的，也可以将相邻图像之间的第一反向光流分别连接，例如在深度方向上将第一反向光流连接，形成由多层第一方向光流构成的第二连接光流。

S202：分别对所述第一连接光流和第二连接光流执行N次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化光流，以及第二连接光流对应的第二优化光流，N为大于或者等于1的正整数；

在获得第一连接光流和第二连接光流之后，可以分别对第一连接光流和第二连接光流执行光流优化处理，如上述实施例所述，本公开实施例可以执行至少一次光流优化处理过程。例如本公开实施例中每次的光流优化处理可以利用光流优化模块执行，该光流优化模块可以由神经网络构成，或者也可

说 明 书

以利用对应的算法执行优化操作。对应的，在执行N次光流优化处理时，可以包括N个依次相连的光流优化网络模块，后一个光流优化网络模块的输入为前一光流优化网络模块的输出，最后一个光流优化网络模块的输出即为对第一连接光流和第二连接光流的优化结果。

在包括一个光流优化网络模块时，可以利用该光流优化网络模块对第一连接光流执行优化处理得到第一连接光流对应的第一优化子光流，以及通过光流优化网络模块对第二连接光流执行优化处理，得到第二连接光流对应的第二优化子光流。其中光流优化处理可以包括残差处理和上采样处理。即光流优化网络模块中可以进一步包括残差单元和上采样单元，通过残差单元对输入的第一连接光流或者第二连接光流执行残差处理，其中残差单元可以包括多个卷积层，每个卷积层采用的卷积核本公开实施例不作具体限定，通过残差单元残差处理后的第一连接光流的尺度变小，如减小为输入的连接光流的尺度的四分之一，本公开对此不作具体限定，可以根据需求设定。在执行残差处理之后，可以对残差处理后的第一连接光流或者第二连接光流执行上采样处理，通过上采样处理可以将输出的第一优化子光流的尺度调整成第一连接光流的尺度，以及将输出的第二优化子光流的尺度调整成第二连接光流的尺度。且通过光流优化过程可以融合多个光流的特征，同时可以提高光流精度。

在另一些实施例中，光流优化模块也可以包括多个光流优化网络模块，如N个光流优化网络模块。其中第一个光流优化网络模块可以接收第一连接光流和第二连接光流，并分别对第一连接光流和第二连接光流执行第一次光流优化处理，该第一次光流优化处理包括残差处理和升采样处理，其中具体过程与上述实施例相同，在此不再赘述。通过该第一次光流优化处理可以得到第一连接光流的第一优化子光流以及第二连接光流的第一优化子光流。

进一步的，将该第一连接子光流和第二连接子光流输入至第二个光流优化网络模块，执行第二次光流优化处理，其中第二个光流优化网络模块同样也可以包括执行残差处理的残差单元和执行升采样处理的升采样单元，通过第二个光流优化网络模块可以执行第一连接子光流和第二连接子光流的光流优化处理，其中具体过程与上述实施例相同，在此不再赘述。通过该第二次光流优化处理可以得到第一连接光流的二优化子光流以及第二连接光流的第二优化子光流。

同理，可以利用每个光流优化网络模块执行一次光流优化过程，即可以利用第i+1个光流优化网络模块对所述第一连接光流和所述第二连接光流的第i优化子光流执行第i+1次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第i+1优化子光流，以及第二连接光流对应的第i+1优化子光流，其中i为大于1且小于N的正整数。最终可以通过第N个光流优化网络模块执行的第N次优化处理，得到第一连接光流的第N优化子光流以及第二连接光流的第N优化子光流，并且可以将得到的所述第一连接光流的第N优化子光流确定为所述第一优化光流，以及将得到的所述第二连接光流的第N优化子光流确定为所述第二优化光流。本公开实施例中，每个光流优化网络模块执行的光流优化处理过程可以残差处理和上采样处理。即每个光流优化网络模块可以为相同的光流优化模块。

例如，图4示出根据本公开实施例的光流优化网络的结构示意图，其中可以包括三个光流优化网络模块A、B和C。该三个光流优化网络模块可以分别通过残差单元和上采样单元组成。其中，可以通过第一个光流优化网络模块A可以执行第一连接光流 f^0 和第二连接光流 f^1 的第一次光流优化处理，得到第一连接光流的第一连接子光流 f^1，以及第二连接光流的第一连接子光流 $f^{1'}$。将该第一连接子光流 f^1 和 $f^{1'}$ 分别输入至第二个光流优化网络模块B，执行第二次光流优化处理，得到第一连接光流的第二连接子光流 f^2 和第二连接光流的第二连接子光流 $f^{2'}$。进一步地，将第二连接子光流 f^2 和 $f^{2'}$ 分别输入至第三个光流优化网络模块C，分别执行第三次光流优化处理，得到第一连接光流对应的第三优化子光流 f^3 和第二连接光流对应的第三优化子光流 $f^{3'}$。此时可以将最后一次光流优化处理得到的第一连接光流的第三优化子光流确定为第一优化光流，以及将最后一次光流优化处理得到的第二

说 明 书

连接光流的第三优化子光流确定为第二优化光流。

S203：根据所述第一优化光流得到每个第一正向光流对应的第二正向光流，以及根据所述第二优化光流得到每个第一反向光流对应的第二反向光流。

在经过N次光流优化处理后，得到第一优化光流的尺度和第一连接光流的尺度相同，可以按照深度方向将该第一优化光流拆分成G个第二正向光流，该G个第二正向光流分别对应的为第一正向光流的优化结果。同样的，在经过N次光流优化处理后，得到第二优化光流的尺度和第二连接光流的尺度相同，可以按照深度方向将该第二优化光流拆分成G个第二反向光流，该G个第二反向光流分别对应的为第一反向光流的优化结果。

通过上述实施例，即可以得到图像之间的第一正向光流优化后的第二正向光流，以及图像之间的第一反向光流优化后的第二反向光流。通过对光流进行优化可以实现对视频修复的精确度。

在得到优化后的光流之后，即可以利用该优化后的第二正向光流和第二反向光流分别执行多帧图像的正向引导和反向引导，得到最终的修复图像。下面对正向引导和反向引导的过程进行分别说明。

图5示出根据本公开实施例的一种视频修复方法的步骤S300的流程图，其中，所述利用所述第二正向光流对所述连续的多帧图像执行正向传导优化，包括：

S301：获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；

如上所述，本公开实施例中每个图像都可以对应有掩码图，其用于表示相应图像中需要被修复的待修复区域，该区域内的像素点对应的掩码可以为1，其余区域的掩码可以为0，或者待修复区域的像素点的掩码可以为0，其余区域的像素点的掩码可以为1。本公开对此不作具体限定。

S302：按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据所述第二正向光流得到第一个图像以外的图像的第一修复图；

本公开实施例中，获得的第二正向光流表示在时间帧的正向顺序上相邻的两个图像之间的光流，即前一个图像到下一个图像的光流。因此，可以根据得到的第二正向光流对图像进行引导，即确定每个图像在对应的第二正向光流的光流变化的条件下得到的新的图像，该新的图像即为下一个图像的第一修复图。

图6示出根据本公开实施例的一种视频修复方法的步骤S302的流程图，本公开实施例中，所述按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据所述第二正向光流得到每个图像的第一修复图，可以包括：

S3021：按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据第一个第二正向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第一修复图；

S3022：将第k个图像和所述第k个图像的修复图执行加和处理，得到第k个图像的第一加和图像，以及按照第k个第二正向光流对所述第k个第一加和图像执行偏移处理，得到第k+1个图像的第一修复图，其中k为大于1且小于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

其中，可以按照时间帧的正向顺序，将第二正向光流表示为$\{f'_{1\to2}, f'_{2\to3}, \ldots, f'_{G-1\to G}\}$，其中，$f'_{i-1\to i}$表示第i-1个图像$P_{i-1}$和第i个图像$P_i$之间的第二正向光流，i为大于1且小于或者等于G的整数。对应的，第二反向光流可以表示为$\{f'_{G\to G-1}, f'_{G-2\to G-3}, \ldots, f_{2\to1}\}$，其中$f'_{j+1\to j}$表示第j+1个图像$P_{j+1}$与第j个图像$P_j$之间的第二反向光流，j为大于或者等于1且小于G的整数。

对应的，可以根据第一个第二正向光流$f'_{1\to2}$的光流变化，可以对第一个图像P_1进行偏移处理，得到新的图像P'_2，该P'_2可以为第二个图像P_2的第一修复图。而后可以将第二图像P_2及其第一修复图P'_2执行相加处理，如元素对应相加，得到第二个图像P_2的第一加和图。通过该加和处理，可以实现利用优化后的第二正向光流实现第二图像的待修复区域的修复，例如补充相应的像素值，或者调整像

说 明 书

素值等。

进而，可以利用第二个第二正向光流 $f'_{2\to3}$ 的光流变化，对第二个图像 P_1 的第一加和图像进行偏移处理，得到新的图像 P'_3，该 P'_3 可以为第三个图像 P_3 的第一修复图。而后可以将第三个图像 P_3 及其第一修复图 P'_3 执行相加处理，如元素对应相加，得到第三个图像 P_3 的第一加和图像。通过该加和处理，可以实现利用优化后的第二正向光流实现第三个图像的待修复区域的修复，例如补充相应的像素值，或者调整像素值等。

同理的，可以利用第k个第二正向光流 $f'_{k\to k+1}$ 的光流变化，对第k个图像 P_k 的第一加和图像进行偏移处理，得到新的图像 P'_k，该 P'_k 可以为第k个图像 P_k 的第一修复图。而后可以将第k个图像 P_k 及其第一修复图 P'_k 执行相加处理，如元素对应相加，得到第k+1个图像 P_{k+1} 的第一加和图像。通过该加和处理，可以实现利用优化后的第二正向光流实现第k个图像的待修复区域的修复，例如补充相应的像素值，或者调整像素值等。

通过上述实施例，即可以获得每个图像的第一修复图，该第一修复图中可以有部分待修复区域的像素值被补充（即修复）。

S303：基于得到的所述第一修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

如上述实施例所述，在得到图像的第一修复图之后，如果第k个图像的第一修复图中的待修复区域的某像素点被修复，即修复出像素值，则可以将该第k个图像的掩码图中对应像素点的掩码值置返，如原掩码值为1，则调整为0，反之亦然。

在调整完图像的掩码图之后，可以对得到的第一修复图重复执行步骤S302，直至每个图像对应的掩码图中不再存在待修复区域，此时完成了图像的正向引导过程，即可以得到每个图像的第一优化图像。

图7示出根据本公开实施例的一种视频修复方法中步骤S300的流程图，其中所述利用所述第二反向光流对所述连续的多帧图像执行反向传导优化，可以包括：

S3001：获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；

该过程与步骤S301相同，在此不再重复赘述。

S3002：按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据所述第二反向光流得到第一个图像以外的图像的第二修复图；

本公开实施例中，获得的第二反向光流表示在时间帧的反向顺序上相邻的两个图像之间的光流，即后一个图像到前一个图像的光流。因此，可以根据得到的第二反向光流对图像进行反向引导，即确定每个图像在对应的第二反向光流的光流变化的条件下得到的新的图像，该新的图像即为下一个图像的第一修复图。

图8示出根据本公开实施例的一种视频修复方法的步骤S3002的流程图，本公开实施例中，所述按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据所述第二反向光流得到每个图像的第二修复图，可以包括：

S30021：按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据第一个第二反向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第二修复图；

S30022：将第h个图像和所述第h个图像的修复图执行加和处理，得到第h个图像的第二加和图像，以及按照第h个第二反向光流对所述第h个第二加和图像执行偏移处理，得到第h+1个图像的第二修复图，其中h为大于1且小于或等于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

说 明 书

其中在此需要说明的是，本公开实施例按照时间帧的正向顺序图像可以表示为$\{P_1, P_2, ..., P_k\}$,对应的，按照时间帧的反向顺序图像可以表示为$\{P_G, P_{G-1}, ..., P_1\}$。并且，反向顺序的第一个图像可以为$P_G$，对应的第二个图像可以为$P_{G-1}$，依次类推，第G个图像为$P_1$。

并且，可以按照时间帧的反向顺序，将第二反向光流表示为$\{f'_{1\to 2}, f'_{2\to 3}, ..., f'_{G-1\to G}\}$，其中，$f'_{i-1\to i}$表示第i-1个图像$P_{i-1}$和第i个图像$P_i$之间的第二正向光流，i为大于1且小于或者等于G的整数。对应的，第二反向光流可以表示为$\{f'_{G\to G-1}, f'_{G-1\to G-2}, ..., f'_{2\to 1}\}$，其中$f'_{j+1\to j}$表示第j+1个图像$P_{j+1}$与第j个图像$P_j$之间的第二反向光流，j为大于或者等于1且小于G的整数。

步骤S30021中，根据第一个第二反向光流$f'_{G\to G-1}$的光流变化，可以对反向顺序中的第一个图像P_G进行偏移处理，得到新的图像P''_{G-1}，该P''_{G-1}可以为反向顺序中的第二个图像P_{G-1}的第二修复图。而后可以将反向顺序的第二个图像P_{G-1}及其第二修复图P''_{G-1}执行相加处理，如元素对应相加，得到第二个图像P_{G-1}的第二加和图像。通过该加和处理，可以实现利用优化后的第二反向光流实现倒数第二个图像的待修复区域的修复，例如补充相应的像素值，或者调整像素值等。

进而，可以利用第二个第二反向光流$f'_{G-1\to G-2}$的光流变化，对反向顺序的第二个图像P_{G-1}的第二加和图像进行偏移处理，得到新的图像P''_{G-2}，该P''_{G-2}可以为反向顺序的第三个图像P_{G-2}的第二修复图。而后可以将反向顺序的第三个图像P_{G-2}及其第一修复图P''_{G-2}执行相加处理，如元素对应相加，得到该反向顺序的第三个图像P_{G-2}的第一加和图像。通过该加和处理，可以实现利用优化后的第二反向光流实现倒数第三个图像的待修复区域的修复，例如补充相应的像素值，或者调整像素值等。

同理的，可以利用第h个第二反向光流$f'_{h+1\to h}$的光流变化，对反向顺序的第h个图像P_{G-h+1}的第二加和图像进行偏移处理，得到新的图像P''_{G-h}，该P''_{G-h}可以为反向顺序的第h+1个图像P_{G-h}的第二修复图。而后可以将反向顺序的第h+1个图像P_{G-h}及其第二修复图P''_{G-h}执行相加处理，如元素对应相加，得到反向顺序第h+1个图像P_{G-h}的第一加和图像。通过该加和处理，可以实现利用优化后的第二反向光流实现倒数第h+1个图像的待修复区域的修复，例如补充相应的像素值，或者调整像素值等。

通过上述实施例，即可以获得每个图像的第二修复图，该第二修复图中可以有部分待修复区域的像素值被补充（即修复）。

S3003：基于得到的所述第二修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

说 明 书

如上述实施例所述，在得到图像的第二修复图之后，如果第k个图像的第二修复图中的待修复区域的某像素点被修复，即修复出像素值，则可以将该第k个图像的掩码图中对应像素点的掩码值置返，如原掩码值为1，则调整为0，反之亦然。

在调整完图像的掩码图之后，可以对得到的第二修复图重复执行步骤S3002，直至每个图像对应的掩码图中不再存在待修复区域，此时完成了图像的反向引导过程，即可以得到每个图像的第二优化图像。

在得到多帧图像的图像的第一优化图像和第二优化图像之后，可以执行步骤S400。图9示出根据本公开实施例的一种视频修复方法中步骤S400的流程图。其中所述根据正向传导优化以及反向传导优化获得的优化图像，获得所述连续的多帧图像的修复图像，可以包括：

S401：按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述正向传导优化得到的第一优化图像；

S402：按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述反向传导优化得到的第二优化图像；

S403：根据每个图像的第一优化图像和第二优化图像的均值，得到该图像的修复图像，以得到所述多帧图像中每个图像的修复图像。

如上述实施所述，可以利用在正向引导结束时图像的第一修复图像作为第一优化图像，以及利用在反向引导结束时图像的第二修复图像作为第二优化图像。

在得到图像对应的第一优化图像和第二优化图像之后，即可以将第一优化图像和第二优化图像做均值处理，即获得相同像素点的像素值的均值，得到最终的修复图像。通过该方式，可以结合正向引导和反向引导两个方向上得到的优化图像的结果，得到精确度更高的修复图像。另外，本公开实施例可以利用调整掩码并重复执行正向引导和反向引导的过程，能够实现图像像素点的完整修复。

另外，本公开实施例还提供了执行光流优化处理的光流优化网络的训练过程，其中，如上述实施例所述，光流优化网络可以包括N个光流优化网络模块，本公开实施例中的光流优化网络模块可以相同，对应的训练方式可以相同，下面通过一个光流优化网络模块的训练过程进行说明。

图10示出根据本公开实施例的光流优化模块的训练方法的流程图。其中，对所述光流优化模块中的每个光流优化网络模块进行训练的步骤，可以包括：

S501：获取训练样本，所述训练样本包括多组光流样本，以及每组光流样本对应的掩码样本和真实光流；

本公开实施例对光流优化网络模块进行训练所使用的训练样本可以包括多组光流样本，其中每组光流样本为相应的多帧图像样本中相邻图像之间的正向光流和/或反向光流，另外，训练样本中还包括每组光流样本对应的掩码样本，该掩码样本即为上述图像样本对应的掩码图。同时，训练样本中还可以包括光流样本对应的真实光流，即图像样本之间的真实光流。

S502：利用所述光流优化网络模块对所述光流样本进行光流优化处理，得到对应的优化光流；

通过本公开实施例的初始光流网络模块对组光流样本进行优化，具体的优化过程与上述步骤S200的描述相同，在此不再重复说明，通过该过程可以得到每个光流样本对应的优化光流。

S503：基于所述优化光流和所述真实光流的比较结果，从所述优化光流中选择出满足第一要求的第一像素点，并调整所述第一像素点在对应的掩码图中的掩码值，以得到新的掩码样本；

在得到光流样本的优化光流之后，本公开实施例可以获取优化光流与对应的真实光流中像素点对应的光流差，从中选出满足第一要求的第一像素点，例如可以将像素点的光流差从大到小排列，从中选取光流差较大的预设比例（如50%）的像素点作为满足第一要求的第一像素点。或者在其他实施例中，预设比例可以为其他值，本公开对此不进行具体限定。

在确定了满足第一要求的第一像素点之后，可以将所述优化光流对应掩码图中该第一像素点的掩码值确定为待修复区域对应的掩码值。即在获得的优化光流中，如果某些像素点的光流值误差较大，则可以将该对应的掩码图中的相应像素点的掩码值重新设置成待修复区域表征的掩码值（如1），从而可以获得新的掩码图。

S504：按照预设损失函数，基于所述优化光流、原始的掩码样本以及新的掩码样本得到损失值；

其中，所述预设损失函数的表达式可以如公式（1）所示：

说 明 书

$$L=\frac{\|M\odot(f-\hat{f})\|_1}{\|M\|_1}+\lambda*\frac{\|M^h\odot(f-\hat{f})\|_1}{\|M\|_1}$$ 公式（1）；

其中，L表示光流优化处理的损失函数，M为原始的掩码样本，M^h表示新的掩码样本，f 表示得到的优化光流，$\hat{f}$表示真实光流，λ为权值。

本公开实施例可以根据该损失函数得到优化过程的损失值。

S505：在所述损失值满足训练要求的情况下，得到训练完成的光流优化网络模块，否则，调整所述光流优化网络模块的网络参数并重新执行光流样本的光流优化处理，直至得到的损失值满足训练要求。

例如，只有在得到的损失值小于损失阈值时，才能确定为满足训练要求，此时可以终止训练，否则调整网络模块的参数，直至得到的损失值满足训练要求。

综上所述，本公开实施例可以同时多个连续时间帧的视频图像执行修复处理，其中，可以首先对相邻帧图像之间的正向光流和反向光流进行优化，得到精度较高的光流，而后再通过优化后的正向光流以及反向光流对视频修复进行引导，可以提高视频修复的精确度，同时提高帧之间的连续性和一致性。另外，本公开实施例具有较快的修复速度，满足修复的实时性

另一方面，目前传统的方法无法处理缺失区域存在复杂的移动信息的情况，一旦缺失区域存在复杂的形状等细节信息，传统的方法则不能很好地实现视频修复，而本公开实施例可以在缺失复杂细节的情况下，也能很好的修复视频图像。

本领域技术人员可以理解，在具体实施方式的上述方法中，步骤的撰写顺序并不意味着严格的执行顺序而对实施过程构成任何限定，步骤的具体执行顺序应当以其功能和可能的内在逻辑确定。

可以理解，本公开提及的上述个方法实施例，在不违背原理逻辑的情况下，均可以彼此相互结合形成结合后的实施例，限于篇幅，本公开不再赘述。

此外，本公开还提供了视频修复装置、电子设备、计算机可读存储介质、程序，上述均可用来实现本公开提供的任一种视频修复方法，相应技术方案和描述和参见方法部分的相应记载，不再赘述。

图11示出根据本公开实施例的一种视频修复装置的框图，如图11所示，所述视频修复装置包括：

获取模块10，其用于获取连续的多帧图像中相邻图像之间的第一正向光流和第一反向光流；光流优化模块20，其用于分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，得到与所述第一正向光流对应的第二正向光流，以及与所述第一反向光流对应的第二反向光流；传导优化模块30，其用于利用所述第二正向光流对所述连续的多帧图像执行正向传导优化，以及利用所述第二反向光流对所述连续的多帧图像执行反向传导优化，直至优化后的连续的多帧图像中的图像均满足修复要求；修复模块40，其用于根据正向传导优化以及反向传导优化获得的优化图像，获得所述连续的多帧图像的修复图像。

在一些可能的实施方式中，所述获取模块还用于获取所述多帧图像中每个图像的掩码图，并根据所述多帧图像的时间帧的正向顺序，确定相邻图像之间的正向光流，以及根据所述多帧图像的时间帧的反向顺序，确定相邻图像的之间的反向光流；以及将第i个图像和第i+1个图像之间的正向光流与第i+1个图像的掩码图相乘，得到第i个图像和第i+1个图像之间第一正向光流，以及将第i+1个图像和第i个图像之间的反向光流与第i个图像的掩码图相乘，得到第i+1个图像和第i个图像之间第一反向光流，其中，所述掩码图表示对应图像的待修复区域，i为大于或者等于1且小于G的正整数，G为多帧图像中图像的数量。

在一些可能的实施方式中，所述光流优化模块还用于连接所述第一正向光流得到第一连接光流，以及连接所述第一反向光流得到第二连接光流，并分别对所述第一连接光流和第二连接光流执行N次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化光流，以及第二连接光流对应的第二优化光流，N为大于或者等于1的正整数；以及根据所述第一优化光流得到每个第一正向光流对应的第二正向光流，

说 明 书

以及根据所述第二优化光流得到每个第一反向光流对应的第二反向光流。

在一些可能的实施方式中，所述光流优化模块还用于对所述第一连接光流和第二连接光流执行第一次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化子光流，以及第二连接光流对应的第一优化子光流；以及分别对所述第一连接光流和所述第二连接光流的第i优化子光流执行第i+1次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第i+1优化子光流，以及第二连接光流对应的第i+1优化子光流，其中i为大于1且小于N的正整数；其中，通过第N次优化处理，将得到的所述第一连接光流的第N优化子光流确定为所述第一优化光流，以及将得到的所述第二连接光流的第N优化子光流确定为所述第二优化光流，其中，各次光流优化处理包括残差处理和上采样处理。

在一些可能的实施方式中，所述传导优化模块包括第一传导优化单元，其用于获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据所述第二正向光流得到第一个图像以外的图像的第一修复图；基于得到的所述第一修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

在一些可能的实施方式中，所述第一传导优化单元还用于按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据第一个第二正向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第一修复图；以及将第k个图像和所述第k个图像的修复图执行加和处理，得到第k个图像的第一加和图像，以及按照第k个第二正向光流对所述第k个第一加和图像执行偏移处理，得到第k+1个图像的第一修复图，其中k为大于1且小于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

在一些可能的实施方式中，所述传导优化模块还包括第二传导优化单元，其用于获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据所述第二反向光流得到第一个图像以外的图像的第二修复图；基于得到的所述第二修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

在一些可能的实施方式中，所述第二传导优化单元还用于按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据第一个第二反向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第二修复图；以及将第h个图像和所述第h个图像的修复图执行加和处理，得到第h个图像的第二加和图像，以及按照第h个第二反向光流对所述第h个第二加和图像执行偏移处理，得到第h+1个图像的第二修复图，其中h为大于1且小于或等于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

在一些可能的实施方式中，所述修复模块还用于按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述正向传导优化得到的第一优化图像，并按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述反向传导优化得到的第二优化图像；以及根据每个图像的第一优化图像和第二优化图像的均值，得到该图像的修复图像，以得到所述多帧图像中每个图像的修复图像。

在一些可能的实施方式中，所述装置还包括训练模块，其用于训练所述光流优化模块，其用于向所述光流优化模块输入训练样本，所述训练样本包括多组光流样本，以及每个光流样本对应的掩码样本和真实光流；利用所述光流优化模块对所述光流样本进行光流优化处理，得到对应的优化光流；基于所述优化光流和所述真实光流的比较结果，从所述优化光流中选择出满足第一要求的第一像素点，并调整所述第一像素点在掩码图中的掩码值以得到新的掩码样本；按照预设损失函数，基于所述优化光流、原始的掩码样本以及新的掩码样本得到损失值；在所述损失值满足训练要求的情况下，得到训练完成的光流优化模块，否则，调整所述光流优化模块的网络参数并重新执行光流样本的光流优化处理，直至得到的损失值满足训练要求。

在一些可能的实施方式中，所述预设损失函数的表达式为：

$$L=\frac{\|M\odot(f-\hat{f})\|_1}{\|M\|_1}+\lambda*\frac{\|M^b\odot(f-\hat{f})\|_1}{\|M\|_1};$$

说 明 书

其中，L表示光流优化处理的损失函数，M为原始的掩码样本，M^h表示新的掩码样本，f表示得到的优化光流，$\hat{f}$表示真实光流，λ为权值。

在一些实施例中，本公开实施例提供的装置具有的功能或包含的模块可以用于执行上文方法实施例描述的方法，其具体实现可以参照上文方法实施例的描述，为了简洁，这里不再赘述。

本公开实施例还提出一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，所述计算机程序指令被处理器执行时实现上述方法。计算机可读存储介质可以是易失性或非易失性计算机可读存储介质。

本公开实施例还提出一种电子设备，包括：处理器；用于存储处理器可执行指令的存储器；其中，所述处理器被配置为上述方法。电子设备可以被提供为终端、服务器或其它形态的设备。

图12示出根据本公开实施例的一种电子设备800的框图。例如，电子设备800可以是移动电话，计算机，数字广播终端，消息收发设备，游戏控制台，平板设备，医疗设备，健身设备，个人数字助理等终端。

参照图12，电子设备800可以包括以下一个或多个组件：处理组件802，存储器804，电源组件806，多媒体组件808，音频组件810，输入/输出（I/O）的接口812，传感器组件814，以及通信组件816。

处理组件802通常控制电子设备800的整体操作，诸如与显示，电话呼叫，数据通信，相机操作和记录操作相关联的操作。处理组件802可以包括一个或多个处理器820来执行指令，以完成上述的方法的全部或部分步骤。此外，处理组件802可以包括一个或多个模块，便于处理组件802和其他组件之间的交互。例如，处理组件802可以包括多媒体模块，以方便多媒体组件808和处理组件802之间的交互。

存储器804被配置为存储各种类型的数据以支持在电子设备800的操作。这些数据的示例包括用于在电子设备800上操作的任何应用程序或方法的指令，联系人数据，电话簿数据，消息，图片，视频等。存储器804可以由任何类型的易失性或非易失性存储设备或者它们的组合实现，如静态随机存取存储器（SRAM），电可擦除可编程只读存储器（EEPROM），可擦除可编程只读存储器（EPROM），可编程只读存储器（PROM），只读存储器（ROM），磁存储器，快闪存储器，磁盘或光盘。

电源组件806为电子设备800的各种组件提供电力。电源组件806可以包括电源管理系统，一个或多个电源，及其他与为电子设备800生成、管理和分配电力相关联的组件。

多媒体组件808包括在所述电子设备800和用户之间的提供一个输出接口的屏幕。在一些实施例中，屏幕可以包括液晶显示器（LCD）和触摸面板（TP）。如果屏幕包括触摸面板，屏幕可以被实现为触摸屏，以接收来自用户的输入信号。触摸面板包括一个或多个触摸传感器以感测触摸、滑动和触摸面板上的手势。所述触摸传感器可以不仅感测触摸或滑动动作的边界，而且还检测与所述触摸或滑动操作相关的持续时间和压力。在一些实施例中，多媒体组件808包括一个前置摄像头和/或后置摄像头。当电子设备800处于操作模式，如拍摄模式或视频模式时，前置摄像头和/或后置摄像头可以接收外部的多媒体数据。每个前置摄像头和后置摄像头可以是一个固定的光学透镜系统或具有焦距和光学变焦能力。

音频组件810被配置为输出和/或输入音频信号。例如，音频组件810包括一个麦克风（MIC），当电子设备800处于操作模式，如呼叫模式、记录模式和语音识别模式时，麦克风被配置为接收外部音频信号。所接收的音频信号可以被进一步存储在存储器804或经由通信组件816发送。在一些实施例中，音频组件810还包括一个扬声器，用于输出音频信号。

I/O接口812为处理组件802和外围接口模块之间提供接口，上述外围接口模块可以是键盘，点击轮，按钮等。这些按钮可包括但不限于：主页按钮、音量按钮、启动按钮和锁定按钮。

传感器组件814包括一个或多个传感器，用于为电子设备800提供各个方面的状态评估。例如，传感器组件814可以检测到电子设备800的打开/关闭状态，组件的相对定位，例如所述组件为电子设备800的显示器和小键盘，传感器组件814还可以检测电子设备800或电子设备800一个组件的位置改变，用户与电子设备800接触的存在或不存在，电子设备800方位或加速/减速和电子设备800的温度变化。传感器组件814可以包括接近传感器，被配置用来在没有任何的物理接触时检测附近物体的存在。传

说 明 书

感器组件814还可以包括光传感器，如CMOS或CCD图像传感器，用于在成像应用中使用。在一些实施例中，该传感器组件814还可以包括加速度传感器，陀螺仪传感器，磁传感器，压力传感器或温度传感器。

通信组件816被配置为便于电子设备800和其他设备之间有线或无线方式的通信。电子设备800可以接入基于通信标准的无线网络，如WiFi，2G或3G，或它们的组合。在一个示例性实施例中，通信组件816经由广播信道接收来自外部广播管理系统的广播信号或广播相关信息。在一个示例性实施例中，所述通信组件816还包括近场通信（NFC）模块，以促进短程通信。例如，在NFC模块可基于射频识别（RFID）技术，红外数据协会（IrDA）技术，超宽带（UWB）技术，蓝牙（BT）技术和其他技术来实现。

在示例性实施例中，电子设备800可以被一个或多个应用专用集成电路（ASIC）、数字信号处理器（DSP）、数字信号处理设备（DSPD）、可编程逻辑器件（PLD）、现场可编程门阵列（FPGA）、控制器、微控制器、微处理器或其他电子元件实现，用于执行上述方法。

在示例性实施例中，还提供了一种非易失性计算机可读存储介质，例如包括计算机程序指令的存储器804，上述计算机程序指令可由电子设备800的处理器820执行以完成上述方法。

图13示出根据本公开实施例的一种电子设备1900的框图。例如，电子设备1900可以被提供为一服务器。参照图13，电子设备1900包括处理组件1922，其进一步包括一个或多个处理器，以及由存储器1932所代表的存储器资源，用于存储可由处理组件1922的执行的指令，例如应用程序。存储器1932中存储的应用程序可以包括一个或一个以上的每一个对应于一组指令的模块。此外，处理组件1922被配置为执行指令，以执行上述方法。

电子设备1900还可以包括一个电源组件1926被配置为执行电子设备1900的电源管理，一个有线或无线网络接口1950被配置为将电子设备1900连接到网络，和一个输入输出（I/O）接口1958。电子设备1900可以操作基于存储在存储器1932的操作系统，例如Windows ServerTM，Mac OS XTM，UnixTM，LinuxTM，FreeBSDTM或类似。

在示例性实施例中，还提供了一种非易失性计算机可读存储介质，例如包括计算机程序指令的存储器1932，上述计算机程序指令可由电子设备1900的处理组件1922执行以完成上述方法。

本公开可以是系统、方法和/或计算机程序产品。计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质，其上载有用于使处理器实现本公开的各个方面的计算机可读程序指令。

计算机可读存储介质可以是可以保持和存储由指令执行设备使用的指令的有形设备。计算机可读存储介质例如可以是——但不限于——电存储设备、磁存储设备、光存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或者上述的任意合适的组合。计算机可读存储介质的更具体的例子（非穷举的列表）包括：便携式计算机盘、硬盘、随机存取存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、可擦式可编程只读存储器（EPROM或闪存）、静态随机存取存储器（SRAM）、便携式压缩盘只读存储器（CD-ROM）、数字多功能盘（DVD）、记忆棒、软盘、机械编码设备、例如其上存储有指令的打孔卡或凹槽内凸起结构、以及上述的任意合适的组合。这里所使用的计算机可读存储介质不被解释为瞬时信号本身，诸如无线电波或者其他自由传播的电磁波、通过波导或其他传输媒介传播的电磁波（例如，通过光纤电缆的光脉冲）、或者通过电线传输的电信号。

这里所描述的计算机可读程序指令可以从计算机可读存储介质下载到各个计算/处理设备，或者通过网络、例如因特网、局域网、广域网和/或无线网下载到外部计算机或外部存储设备。网络可以包括铜传输电缆、光纤传输、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算/处理设备中的网络适配卡或者网络接口从网络接收计算机可读程序指令，并转发该计算机可读程序指令，以供存储在各个计算/处理设备中的计算机可读存储介质中。

用于执行本公开操作的计算机程序指令可以是汇编指令、指令集架构（ISA）指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令、状态设置数据、或者以一种或多种编程语言的任意组合编写的源代码或目标代码，所述编程语言包括面向对象的编程语言—诸如Smalltalk、C++等，以及常规的过程式编程语言—诸如“C”语言或类似的编程语言。计算机可读程序指令可以完全地在用户计算机上执行、

说 明 书

部分地在用户计算机上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算机上部分在远程计算机上执行、或者完全在远程计算机或服务器上执行。在涉及远程计算机的情形中，远程计算机可以通过任意种类的网络—包括局域网(LAN)或广域网(WAN)—连接到用户计算机，或者，可以连接到外部计算机（例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接）。在一些实施例中，通过利用计算机可读程序指令的状态信息来个性化定制电子电路，例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列（FPGA）或可编程逻辑阵列（PLA），该电子电路可以执行计算机可读程序指令，从而实现本公开的各个方面。

这里参照根据本公开实施例的方法、装置（系统）和计算机程序产品的流程图和/或框图描述了本公开的各个方面。应当理解，流程图和/或框图的每个方框以及流程图和/或框图中各方框的组合，都可以由计算机可读程序指令实现。

这些计算机可读程序指令可以提供给通用计算机、专用计算机或其它可编程数据处理装置的处理器，从而生产出一种机器，使得这些指令在通过计算机或其它可编程数据处理装置的处理器执行时，产生了实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的装置。也可以把这些计算机可读程序指令存储在计算机可读存储介质中，这些指令使得计算机、可编程数据处理装置和/或其他设备以特定方式工作，从而，存储有指令的计算机可读介质则包括一个制造品，其包括实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作的各个方面的指令。

也可以把计算机可读程序指令加载到计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上，使得在计算机、其它可编程数据处理装置或其它设备上执行一系列操作步骤，以产生计算机实现的过程，从而使得在计算机、其它可编程数据处理装置、或其它设备上执行的指令实现流程图和/或框图中的一个或多个方框中规定的功能/动作。

附图中的流程图和框图显示了根据本公开的多个实施例的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的体系架构、功能和操作。在这点上，流程图或框图中的每个方框可以代表一个模块、程序段或指令的一部分，所述模块、程序段或指令的一部分包含一个或多个用于实现规定的逻辑功能的可执行指令。在有些作为替换的实现中，方框中所标注的功能也可以以不同于附图中所标注的顺序发生。例如，两个连续的方框实际上可以基本并行地执行，它们有时也可以按相反的顺序执行，这依所涉及的功能而定。也要注意的是，框图和/或流程图中的每个方框、以及框图和/或流程图中的方框的组合，可以用执行规定的功能或动作的专用的基于硬件的系统来实现，或者可以用专用硬件与计算机指令的组合来实现。

以上已经描述了本公开的各实施例，上述说明是示例性的，并非穷尽性的，并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下，对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。本文中所用术语的选择，旨在最好地解释各实施例的原理、实际应用或对市场中技术的技术改进，或者使本技术领域的其它普通技术人员能理解本文披露的各实施例。

权 利 要 求 书

1.一种视频修复方法，其特征在于，包括：

获取连续的多帧图像中相邻图像之间的第一正向光流和第一反向光流；

分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，得到与所述第一正向光流对应的第二正向光流，以及与所述第一反向光流对应的第二反向光流；

利用所述第二正向光流对所述连续的多帧图像执行正向传导优化，以及利用所述第二反向光流对所述连续的多帧图像执行反向传导优化，直至优化后的连续的多帧图像中的图像满足修复要求；

根据正向传导优化以及反向传导优化获得的优化图像，获得所述连续的多帧图像的修复图像。

2.根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述获取连续的多帧图像中相邻图像之间的第一正向光流和第一反向光流，包括：

获取所述多帧图像中每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；

根据所述多帧图像的时间帧的正向顺序，确定相邻图像之间的正向光流，以及根据所述多帧图像的时间帧的反向顺序，确定相邻图像的之间的反向光流；

将第i个图像和第i+1个图像之间的正向光流与第i+1个图像的掩码图相乘，得到第i个图像和第i+1个图像之间第一正向光流，以及将第i+1个图像和第i个图像之间的反向光流与第i个图像的掩码图相乘，得到第i+1个图像和第i个图像之间第一反向光流，其中i为大于或者等于1且小于G的正整数，G为多帧图像中图像的数量。

3.根据权利要求1或2所述的方法，其特征在于，所述分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，包括：

连接所述第一正向光流得到第一连接光流，以及连接所述第一反向光流得到第二连接光流；

分别对所述第一连接光流和第二连接光流执行N次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化光流，以及第二连接光流对应的第二优化光流，N为大于或者等于1的正整数；

根据所述第一优化光流得到每个第一正向光流对应的第二正向光流，以及根据所述第二优化光流得到每个第一反向光流对应的第二反向光流。

4.根据权利要求3所述的方法，其特征在于，所述分别对所述第一连接光流和第二连接光流执行N次光流优化处理，包括：

对所述第一连接光流和第二连接光流执行第一次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化子光流，以及第二连接光流对应的第一优化子光流；以及

分别对所述第一连接光流和所述第二连接光流的第i优化子光流执行第i+1次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第i+1优化子光流，以及第二连接光流对应的第i+1优化子光流，其中i为大于1且小于N的正整数；

其中，通过第N次优化处理，将得到的所述第一连接光流的第N优化子光流确定为所述第一优化光流，以及将得到的所述第二连接光流的第N优化子光流确定为所述第二优化光流，其中，各次光流优化处理包括残差处理和上采样处理。

5.根据权利要求1-4中任意一项所述的方法，其特征在于，所述利用所述第二正向光流对所述连续的多帧图像执行正向传导优化，包括：

获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；

按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据所述第二正向光流得到第一个图像以外的图像的第一修复图；

基于得到的所述第一修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

6.根据权利要求5所述的方法，其特征在于，所述按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据所述第二正向光流得到每个图像的第一修复图，包括：

按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据第一个第二正向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第一修复图；

将第k个图像和所述第k个图像的修复图执行加和处理，得到第k个图像的第一加和图像，以及按

权 利 要 求 书

照第k个第二正向光流对所述第k个第一加和图像执行偏移处理，得到第k+1个图像的第一修复图，其中k为大于1且小于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

7.根据权利要求1-6中任意一项所述的方法，其特征在于，所述利用所述第二反向光流对所述连续的多帧图像执行反向传导优化，包括：

获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；

按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据所述第二反向光流得到第一个图像以外的图像的第二修复图；

基于得到的所述第二修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

8.根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据所述第二反向光流得到第一个图像以外的图像的第二修复图，包括：

按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据第一个第二反向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第二修复图；

将第h个图像和所述第h个图像的修复图执行加和处理，得到第h个图像的第二加和图像，以及按照第h个第二反向光流对所述第h个第二加和图像执行偏移处理，得到第h+1个图像的第二修复图，其中h为大于1且小于或等于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

9.根据权利要求1-8中任意一项所述的方法，其特征在于，所述根据正向传导优化以及反向传导优化获得的优化图像，获得所述连续的多帧图像的修复图像，包括：

按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述正向传导优化得到的第一优化图像；

按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述反向传导优化得到的第二优化图像；

根据每个图像的第一优化图像和第二优化图像的均值，得到该图像的修复图像，以得到所述多帧图像中每个图像的修复图像。

10.根据权利要求1-9中任意一项所述的方法，其特征在于，所述方法包括：通过光流优化模块执行所述分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，得到与所述第一正向光流对应的第二正向光流，以及与所述第一反向光流对应的第二反向光流；

所述方法还包括：对所述光流优化模块进行训练的步骤，其包括：

获取训练样本，所述训练样本包括多组光流样本，以及每个光流样本对应的掩码样本和真实光流；

利用所述光流优化模块对所述光流样本进行光流优化处理，得到对应的优化光流；

基于所述优化光流和所述真实光流的比较结果，从所述优化光流中选择出满足第一要求的第一像素点，并调整所述第一像素点在掩码图中的掩码值以得到新的掩码样本；

按照预设损失函数，基于所述优化光流、原始的掩码样本以及新的掩码样本得到损失值；

在所述损失值满足训练要求的情况下，得到训练完成的光流优化模块，否则，调整所述光流优化模块的网络参数并重新执行光流样本的光流优化处理，直至得到的损失值满足训练要求。

11.一种视频修复装置，其特征在于，包括：

获取模块，其用于获取连续的多帧图像中相邻图像之间的第一正向光流和第一反向光流；

光流优化模块，其用于分别对所述第一正向光流和第一反向光流执行光流优化处理，得到与所述第一正向光流对应的第二正向光流，以及与所述第一反向光流对应的第二反向光流；

传导优化模块，其用于利用所述第二正向光流对所述连续的多帧图像执行正向传导优化，以及利用所述第二反向光流对所述连续的多帧图像执行反向传导优化，直至优化后的连续的多帧图像中的图像均满足修复要求；

修复模块，其用于根据正向传导优化以及反向传导优化获得的优化图像，获得所述连续的多帧图像的修复图像。

12.根据权利要求11所述的装置，其特征在于，所述获取模块还用于获取所述多帧图像中每个图像的掩码图，并根据所述多帧图像的时间帧的正向顺序，确定相邻图像之间的正向光流，以及根据所述多帧图像的时间帧的反向顺序，确定相邻图像的之间的反向光流；以及

权 利 要 求 书

将第i个图像和第i+1个图像之间的正向光流与第i+1个图像的掩码图相乘，得到第i个图像和第i+1个图像之间第一正向光流，以及将第i+1个图像和第i个图像之间的反向光流与第i个图像的掩码图相乘，得到第i+1个图像和第i个图像之间第一反向光流，其中，所述掩码图表示对应图像的待修复区域，i为大于或者等于1且小于G的正整数，G为多帧图像中图像的数量。

13.根据权利要求11或12所述的装置，其特征在于，所述光流优化模块还用于连接所述第一正向光流得到第一连接光流，以及连接所述第一反向光流得到第二连接光流，并

分别对所述第一连接光流和第二连接光流执行N次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化光流，以及第二连接光流对应的第二优化光流，N为大于或者等于1的正整数；以及

根据所述第一优化光流得到每个第一正向光流对应的第二正向光流，以及根据所述第二优化光流得到每个第一反向光流对应的第二反向光流。

14.根据权利要求13所述的装置，其特征在于，所述光流优化模块还用于对所述第一连接光流和第二连接光流执行第一次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第一优化子光流，以及第二连接光流对应的第一优化子光流；以及

分别对所述第一连接光流和所述第二连接光流的第i优化子光流执行第i+1次光流优化处理，得到所述第一连接光流对应的第i+1优化子光流，以及第二连接光流对应的第i+1优化子光流，其中i为大于1且小于N的正整数；

其中，通过第N次优化处理，将得到的所述第一连接光流的第N优化子光流确定为所述第一优化光流，以及将得到的所述第二连接光流的第N优化子光流确定为所述第二优化光流，其中，各次光流优化处理包括残差处理和上采样处理。

15.根据权利要求11-14中任意一项所述的装置，其特征在于，所述传导优化模块包括第一传导优化单元，其用于获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；

按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据所述第二正向光流得到第一个图像以外的图像的第一修复图；

基于得到的所述第一修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

16.根据权利要求15所述的装置，其特征在于，所述第一传导优化单元还用于按照所述多帧图像的时间帧的正向顺序，根据第一个第二正向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第一修复图；以及

将第k个图像和所述第k个图像的修复图执行加和处理，得到第k个图像的第一加和图像，以及按照第k个第二正向光流对所述第k个第一加和图像执行偏移处理，得到第k+1个图像的第一修复图，其中k为大于1且小于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

17.根据权利要求11-16中任意一项所述的装置，其特征在于，所述传导优化模块还包括第二传导优化单元，其用于获取所述多帧图像中的每个图像的掩码图，所述掩码图表示对应图像的待修复区域；

按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据所述第二反向光流得到第一个图像以外的图像的第二修复图；

基于得到的所述第二修复图调整对应图像的掩码图，并返回执行前一步骤，直至调整后的掩码图表示不再存在待修复区域，则确定所述多帧图像中的图像满足所述修复要求。

18.根据权利要求17所述的装置，其特征在于，所述第二传导优化单元还用于按照所述多帧图像的时间帧的反向顺序，根据第一个第二反向光流对第一个图像执行偏移处理，得到第二个图像的第二修复图；以及

将第h个图像和所述第h个图像的修复图执行加和处理，得到第h个图像的第二加和图像，以及按照第h个第二反向光流对所述第h个第二加和图像执行偏移处理，得到第h+1个图像的第二修复图，其中h为大于1且小于或等于G的正整数，G表示多帧图像中图像的数量。

19.根据权利要求11-18中任意一项所述的装置，其特征在于，所述修复模块还用于按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述正向传导优化得到的第一优化图像，并

权 利 要 求 书

按照多帧图像的时间帧的正向顺序，获得所述反向传导优化得到的第二优化图像；以及

根据每个图像的第一优化图像和第二优化图像的均值，得到该图像的修复图像，以得到所述多帧图像中每个图像的修复图像。

20.根据权利要求11-19中任意一项所述的装置，其特征在于，还包括训练模块，其用于训练所述光流优化模块，其用于向所述光流优化模块输入训练样本，所述训练样本包括多组光流样本，以及每个光流样本对应的掩码样本和真实光流；

利用所述光流优化模块对所述光流样本进行光流优化处理，得到对应的优化光流；

基于所述优化光流和所述真实光流的比较结果，从所述优化光流中选择出满足第一要求的第一像素点，并调整所述第一像素点在掩码图中的掩码值以得到新的掩码样本；

按照预设损失函数，基于所述优化光流、原始的掩码样本以及新的掩码样本得到损失值；

在所述损失值满足训练要求的情况下，得到训练完成的光流优化模块，否则，调整所述光流优化模块的网络参数并重新执行光流样本的光流优化处理，直至得到的损失值满足训练要求。

21.一种电子设备，其特征在于，包括：

处理器；

用于存储处理器可执行指令的存储器；

其中，所述处理器被配置为：执行权利要求1至10中任意一项所述的方法。

22.一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序指令，其特征在于，所述计算机程序指令被处理器执行时实现权利要求1至10中任意一项所述的方法。

23.一种计算机程序，其特征在于，所述计算机程序包括计算机可读代码，当所述计算机可读代码在电子设备中运行时，所述电子设备中的处理器执行用于实现权利要求1至10中任意一项所述的方法。

说 明 书 附 图

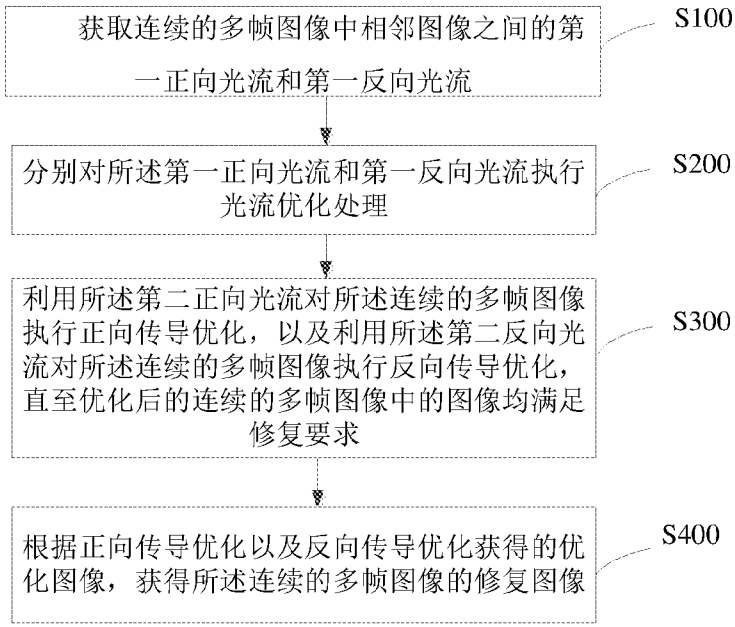


图 1

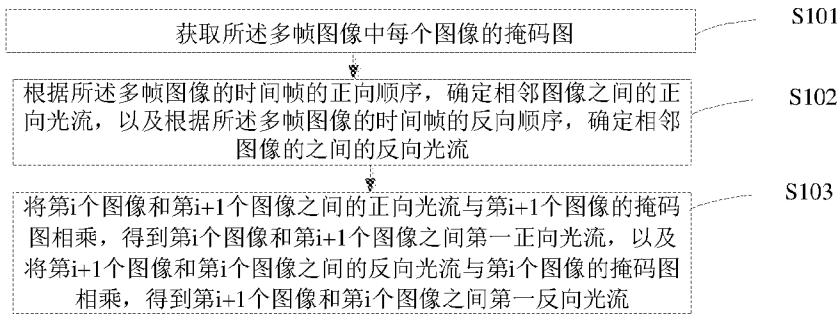


图 2

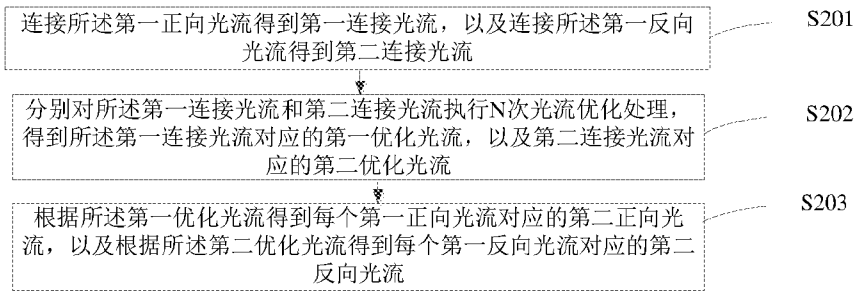


图 3

说 明 书 附 图

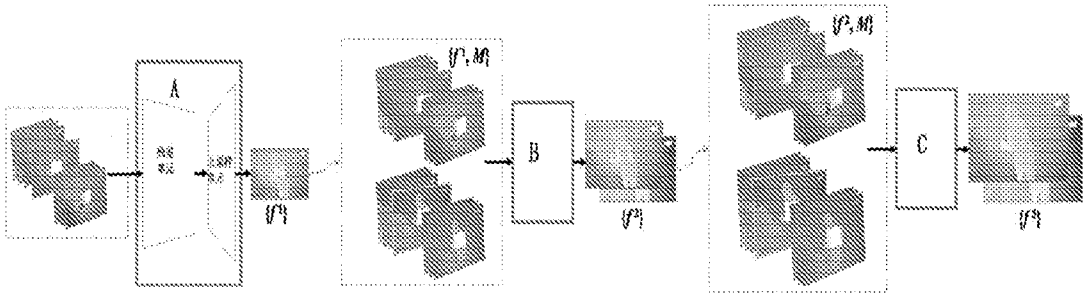


图 4

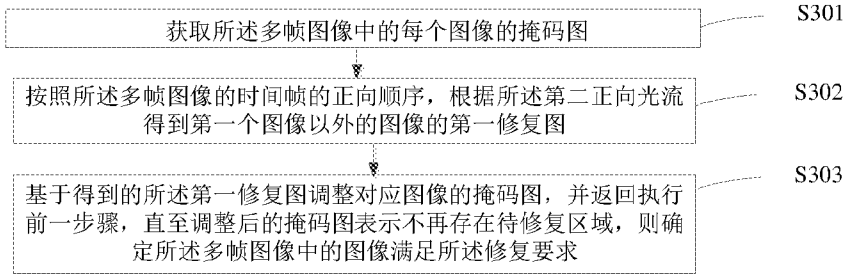


图 5

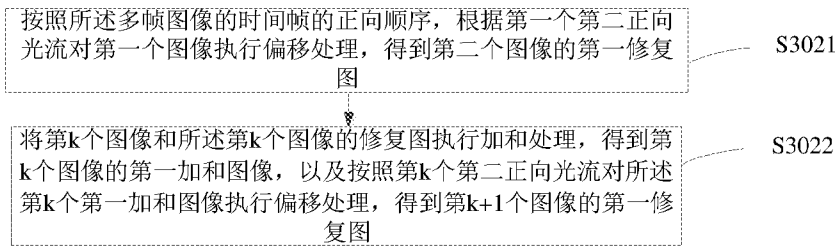


图 6

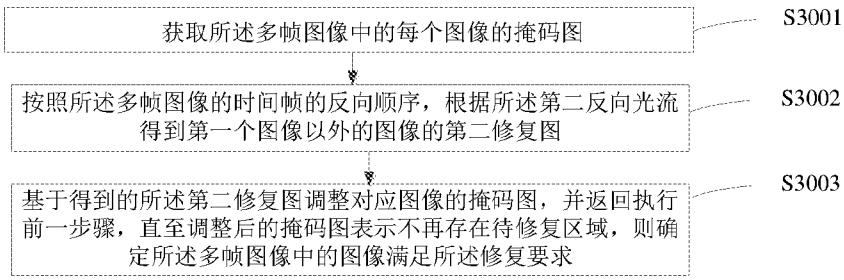


图 7

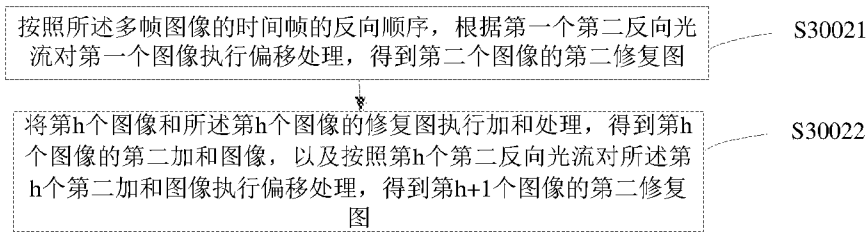


图 8

说 明 书 附 图

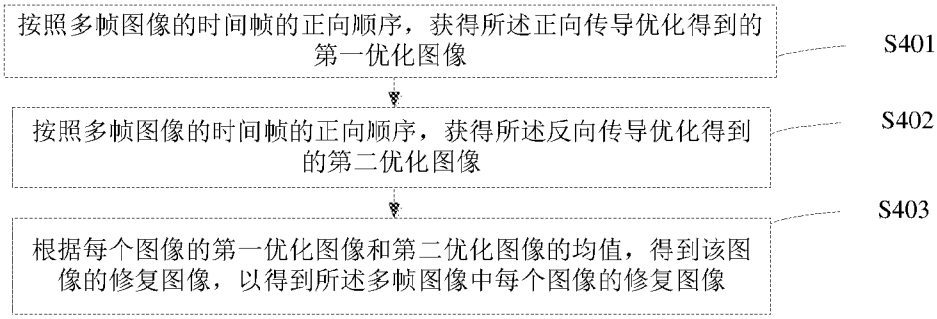


图 9

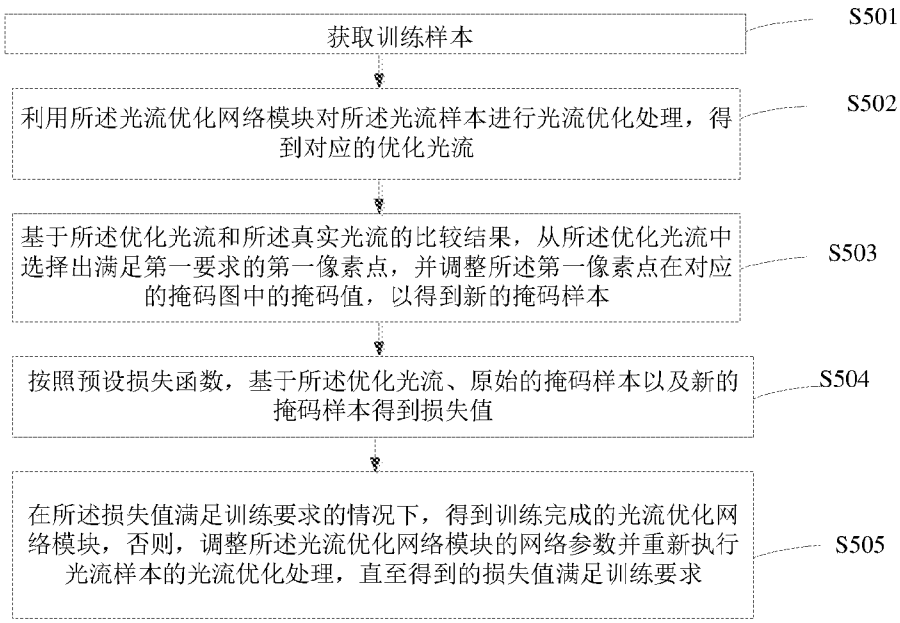


图 10

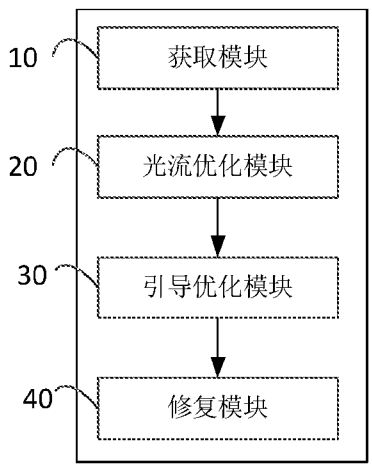


图 11

说 明 书 附 图

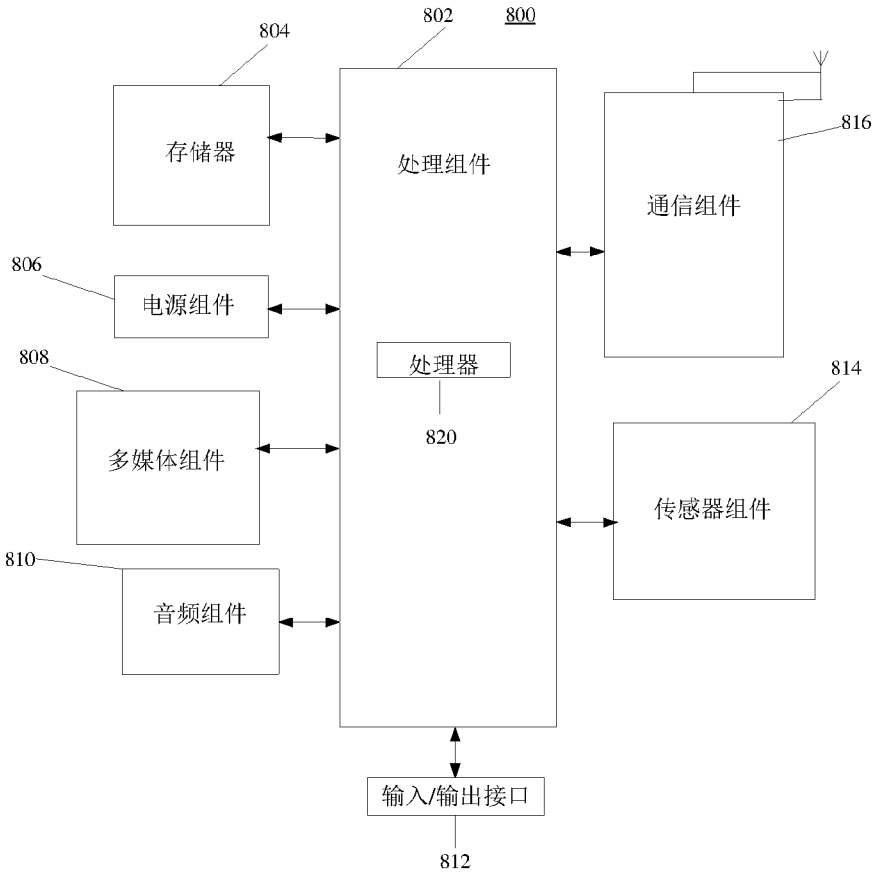


图 12

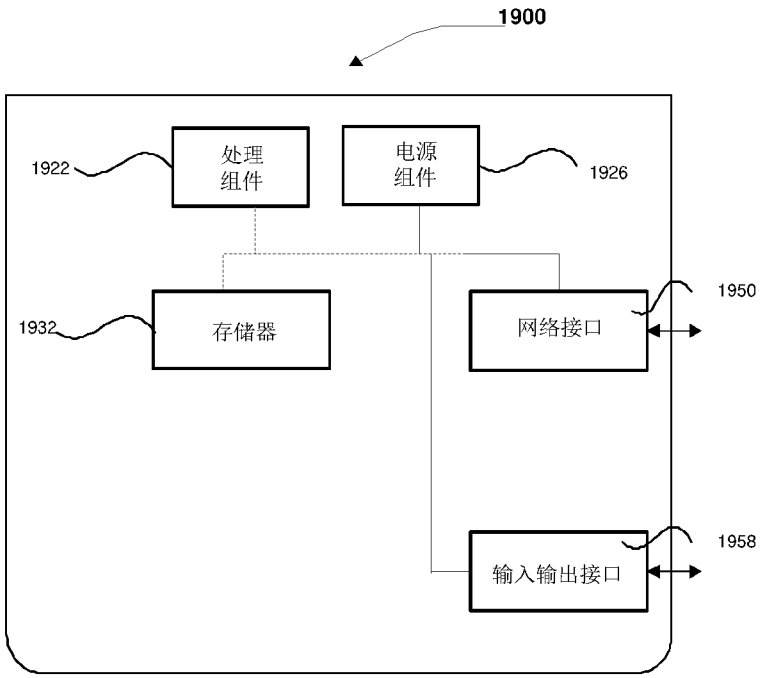


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/130428

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06T 5/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06T

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

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

CNPAT; CNKI; WPI; EPODOC: 光流, 正向, 反向, 双向, 优化, 偏移, 掩码, 修复, 视频, 帧, optical, flow, forward, inverse, bi w direction+, repair+, inpaint+, mask, reconstruct+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109816611 A (BEIJING SENSETIME SCIENCE TECHNOLOGY LTD.) 28 May 2019 (2019-05-28) description, paragraphs [0111]-[0271]	1-23
A	CN 105025201 A (WUHAN UNIVERSITY) 04 November 2015 (2015-11-04) description, paragraphs [0070]-[0117]	1-23
A	CN 109086807 A (HARBIN ENGINEERING UNIVERSITY) 25 December 2018 (2018-12-25) entire document	1-23
A	CN 108090919 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 29 May 2018 (2018-05-29) entire document	1-23
A	US 2017270677 A1 (YISSUM REASARCH DEVELOPMENT COMPANY OF THE HEBREW UNIVERSITY OF JERUSALEM LTD.) 21 September 2017 (2017-09-21) entire document	1-23

☐ 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
16 March 2020	**01 April 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/CN2019/130428

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	109816611	A	28 May 2019	None	
CN	105025201	A	04 November 2015	None	
CN	109086807	A	25 December 2018	None	
CN	108090919	A	29 May 2018	None	
US	2017270677	A1	21 September 2017	None	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/130428

A. 主题的分类

G06T 5/00(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G06T

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称，和使用的检索词（如使用））

CNPAT;CNKI;WPI;EPODOC:光流，正向，反向，双向，优化，偏移，掩码，修复，视频，帧，optical，flow，forward，inverse，bi w direction+，repair+，inpaint+，mask，reconstruct+

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 109816611 A (北京市商汤科技开发有限公司) 2019年 5月 28日 (2019-05-28) 说明书第[0111]-[0271]段	1-23
A	CN 105025201 A (武汉大学) 2015年 11月 4日 (2015-11-04) 说明书第[0070]-[0117]段	1-23
A	CN 109086807 A (哈尔滨工程大学) 2018年 12月 25日 (2018-12-25) 全文	1-23
A	CN 108090919 A (华南理工大学) 2018年 5月 29日 (2018-05-29) 全文	1-23
A	US 2017270677 A1 (YISSUM REASARCH DEVELOPMENT COMPANY OF THE HEBREW UNIVERSITY OF JERUSALEM LTD.) 2017年 9月 21日 (2017-09-21) 全文	1-23

☐ 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
2020年 3月 16日	2020年 4月 1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 李迪 电话号码 86-(10)-53961300

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/130428

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	109816611	A	2019年 5月 28日	无	
CN	105025201	A	2015年 11月 4日	无	
CN	109086807	A	2018年 12月 25日	无	
CN	108090919	A	2018年 5月 29日	无	
US	2017270677	A1	2017年 9月 21日	无	