

(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
2022 年 4 月 7 日 (07.04.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/067952 A1

(51) 国际专利分类号:
H04N 19/109 (2014.01)

南山区深圳大学城学苑大道 1068 号,
Guangdong 518055 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/126033

(22) 国际申请日: 2020 年 11 月 3 日 (03.11.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011073947.7 2020 年 9 月 30 日 (30.09.2020) CN

(71) 申请人: 中国科学院深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTES OF
ADVANCED TECHNOLOGY CHINESE ACADEMY
OF SCIENCES) [CN/CN]; 中国广东省深圳市

(72) 发明人: 李娜 (LI, Na); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。张云 (ZHANG, Yun); 中国广东省深圳市南山区深圳大学城学苑大道 1068 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市铭粤知识产权代理有限公司 (MING & YUE INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国广东省深圳市南山区南山街道前海路泛海城市广场 2 栋 604 室, Guangdong 518066 (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,

(54) Title: TRANSFORM SET GENERATION METHOD AND APPARATUS, MACHINE-READABLE STORAGE MEDIUM, AND MACHINE DEVICE

(54) 发明名称: 变换集合生成方法和装置、机器可读存储介质和机器设备

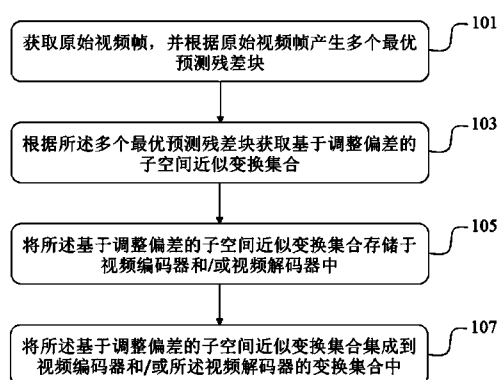


图 1

- 101 Acquire an original video frame, and generate multiple optimal prediction residual blocks according to the original video frame
- 103 Acquire, according to the multiple optimal prediction residual blocks, a subspace approximation transform set employing an adjustment offset
- 105 Store the subspace approximation transform set in a video encoder and/or a video decoder
- 107 Integrate the subspace approximation transform set into a transform set of the video encoder and/or the video decoder

(57) Abstract: A transform set generation method and apparatus employing prediction residual blocks for video, a machine-readable storage medium, and a machine device. The transform set generation method comprises: generating multiple optimal prediction residual blocks according to an original video frame (101); acquiring, according to the multiple optimal prediction residual blocks, a subspace approximation transform set employing an adjustment offset (103); storing the subspace approximation transform set in a video encoder and/or a video decoder (105); and integrating the subspace approximation transform set into a transform set of the video encoder and/or the video decoder (107). The method integrates an acquired subspace approximation transform set employing an adjustment offset into an existing transform set so as to obtain a new transform set, thereby further improving the transformation performance of existing transformation sets.

(57) 摘要: 一种视频预测残差块的变换集合生成方法、变换集合生成装置、机器可读存储介质以及机器设备。所述变换集合生成方法包括: 根据原始视频帧产生多个最优预测残差块 (101); 根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换集合 (103); 将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合存储于视频编码器和/或视频解码器中 (105); 将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合集成到所述视频编码器和/或所述视频解码器的变换集合中 (107)。所述方法通过将所获取的基于调整偏差的子空间近似变换集合与已有的变换集合集成一个新的变换集合, 从而进一步提高现有的变换集合的变换性能。

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

说明书

变换集合生成方法和装置、机器可读存储介质和机器设备

技术领域

- 5 本发明属于信号处理技术领域，具体地讲，涉及一种视频预测残差块的变换集合生成方法、视频预测残差块的变换集合生成装置、机器可读存储介质以及机器设备。

背景技术

- 10 目前，广泛应用的混合视频编码框架由预测编码模块、变换编码模块和熵编码模块三个模块构成。其中，预测编码模块包括帧内预测编码模块和帧间预测编码模块，这样，通过帧内预测编码模块和帧间预测编码模块来挖掘空间相邻块和时序连续帧间相关性，消除视频帧空间和时间冗余。预测残差块经过变换编码和熵编码压缩为码流进行存储和传输。

- 15 KLT (Karhunen-Loeve Transform) 具有最优能量集中性和去相关性，通过计算每个预测残差块协相关矩阵并分解得到变换核。然而，KLT的计算代价和存储代价限制了其广泛应用和推广。当预测残差符合一阶马尔科夫过程时，离散余弦变换 (Discrete Cosine Transform, 简称DCT) 或离散正弦变换 (Discrete Sine Transform, 简称DST) 的变换性能逼近于KLT，整数DCT和DST成为视频编码器中主要变换。然而，DCT变换核固定，难以适应于多种多样视频帧的内容的预测残差。
- 20

- 25 目前，变换集合的生成和部署主要依赖于大规模编解码实验。预测残差分布与视频帧和预测编码模式相关，视频帧的内容和预测编码模式采用的预测编码模式的多样性导致预测残差分布多样，多个变换相比于单个变换更能够适应预测残差的多样性，减少预测残差变换系数所需编码比特数。考虑多个变换核能够更好适应预测残差块内容的多样性，基于DCT/DST的多变换选择变换方案被最新的编码标准采纳。考虑DCT和KLT可以捕获到多种多样内容纹理模式，最新得视频编码标准将多变换选择变换方案和基于KLT的不可分二级变换进行联合应用。

数据驱动变换能够平衡 KLT 和 DCT 变换性能和计算存储代价之间的矛盾。在卷积神经网络广泛应用背景下，研究工作者提出了一种数据驱动、多层级联和不可分的变换，即基于调整偏差的子空间近似（Subspace Approximation with Adjusted Bias，简称 Saab）变换，Saab 变换能够捕获不同预测残差块的多样性。然而，在现有技术的视频编码器中，尚未考虑生成一个或多个 Saab 变换，并将其与已有的预测残差块变换集合进行集成，从而进一步提高现有变换集合的变换性能。

发明内容

为了解决上述现有技术存在的技术问题，本发明的目的在于提供一种视频预测残差块的变换集合生成方法、视频预测残差块的变换集合生成装置、机器可读存储介质以及机器设备。

根据本发明的一方面提供的视频预测残差块的变换集合生成方法，其包括：根据原始视频帧产生多个最优预测残差块；根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换集合；将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合存储于视频编码器和/或视频解码器中；将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合集成到所述视频编码器和/或所述视频解码器的变换集合中。

进一步地，在根据本发明的一方面提供的视频预测残差块的变换集合生成方法中，所述根据原始视频帧产生多个最优预测残差块，包括：获取所述原始视频帧的被编码单元在各个预测模式下的各个预测残差块，所述原始视频帧包括多个所述被编码单元；将所述被编码单元对应的各个预测残差块中函数值最小的预测残差块确定为所述被编码单元对应的最优预测残差块。

进一步地，在根据本发明的一方面提供的视频预测残差块的变换集合生成方法中，所述根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换集合，包括：将所述多个最优预测残差块划分并归类到多个最优预测残差块集合中；根据所述多个最优预测残差块集合获取至少一个基于调整偏差的子空间近似变换；将所述至少一个基于调整偏差的子空间近似变换划分并归类到至少一个基于调整偏差的子空间近似变换集合中。

进一步地，在根据本发明的一方面提供的视频预测残差块的变换集合生成

方法中，所述最优预测残差块集合中的最优预测残差块与集合聚类平均残差块的距离最小，所述集合聚类平均残差块是所述最优预测残差块集中所有最优预测残差块的平均。

根据本发明的另一方面提供的视频预测残差块的变换集合生成装置，其包括：最优预测残差块获取模块，用于根据原始视频帧产生多个最优预测残差块；变换集合获取模块，用于根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换集合；变换存储管理模块，用于将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合存储于视频编码器和/或视频解码器中；变换集合集成模块，用于将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合集成到所述视频编码器和/或所述视频解码器的变换集合中。

进一步地，在根据本发明的一方面提供的视频预测残差块的变换集合生成装置中，所述最优预测残差块获取模块包括：预测残差块获取单元，用于获取所述原始视频帧的被编码单元在各个预测模式下的各个预测残差块，所述原始视频帧包括多个所述被编码单元；最优预测残差块确定单元，用于将所述被编码单元对应的各个预测残差块中函数值最小的预测残差块确定为所述被编码单元对应的最优预测残差块。

进一步地，在根据本发明的一方面提供的视频预测残差块的变换集合生成装置中，所述变换集合获取模块包括：残差块集合单元，用于将所述多个最优预测残差块划分并归类到多个最优预测残差块集合中；变换获取单元，用于根据所述多个最优预测残差块集合获取至少一个基于调整偏差的子空间近似变换；变换集合单元，用于将所述至少一个基于调整偏差的子空间近似变换划分并归类到至少一个基于调整偏差的子空间近似变换集合中。

进一步地，在根据本发明的一方面提供的视频预测残差块的变换集合生成装置中，所述最优预测残差块集合中的最优预测残差块与集合聚类平均残差块的距离最小，所述集合聚类平均残差块是所述最优预测残差块集中所有最优预测残差块的平均。

根据本发明的再一方面提供的机器可读存储介质，其存储有可执行指令，所述指令当被执行时使得所述机器执行上述的视频预测残差块的变换集合生成方法。

根据本发明的又一方面提供的机器设备，其包括：至少一个处理器，以及与所述至少一个处理器耦合的存储器，所述存储器存储指令，当所述指令被所述至少一个处理器执行时，使得所述至少一个处理器执行上述的视频预测残差块的变换集合生成方法。

- 5 本发明的有益效果：通过将所获取的基于调整偏差的子空间近似变换集合与已有的变换集合集成一个新的变换集合，从而进一步提高现有的变换集合的变换性能。

附图说明

- 通过结合附图进行的以下描述，本发明的实施例的上述和其它方面、特点
10 和优点将变得更加清楚，附图中：

图1是根据本发明的实施例的视频预测残差块的变换集合生成方法的流程图；

图2是根据本发明的实施例的视频预测残差块的变换集合生成装置的模块图；

- 15 图3是示出了根据本发明的实施例的实现视频预测残差块的变换集合生成方法的机器设备的方框图。

具体实施方式

- 以下，将参照附图来详细描述本发明的具体实施例。然而，可以以许多不同的形式来实施本发明，并且本发明不应该被解释为限制于这里阐述的具体实
20 施例。相反，提供这些实施例是为了解释本发明的原理及其实际应用，从而使本领域的其他技术人员能够理解本发明的各种实施例和适合于特定预期应用的各种修改。

- 如本文中使用的，术语“包括”及其变型表示开放的术语，含义是“包括但不限于”。术语“基于”、“根据”等表示“至少部分地基于”、“至少部分地
25 根据”。术语“一个实施例”和“一实施例”表示“至少一个实施例”。术语“另一个实施例”表示“至少一个其他实施例”。术语“第一”、“第二”等可以指代不同的或相同的对象。下面可以包括其他的定义，无论是明确的还是隐含的。

除非上下文中明确地指明，否则一个术语的定义在整个说明书中是一致的。

如背景技术中所述，在现有技术的视频编码器（和/或视频解码器）中，尚未考虑生成一个或多个 Saab（Subspace Approximation with Adjusted Bias，基于调整偏差的子空间近似）变换，并将生成的一个或多个 Saab 变换与已有的预测残差块变换集合进行集成，从而形成一个新的预测残差块变换集合，利用该新的预测残差块变换集合对预测残差块进行变换，可以实现进一步提高现有变换集合的变换性能。为了实现这一目的，根据本发明的实施例提供了视频预测残差块的变换集合生成方法，其包括：根据原始视频帧产生多个最优预测残差块；根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换集合；
5 将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合存储于视频编码器和/或视频解码器中；将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合集成到所述视频编码器和/或所述视频解码器的变换集合中。

因此，在该方法中，通过将所获取的 Saab 变换集合与已有的变换集合集成一个新的变换集合，从而进一步提高现有的变换集合的变换性能。此外，进一步地，该方法可以适用于包含预测模块（帧内预测模块和/或帧间预测模块）的不同版本视频编解码器，通过将从不同预测残差块集合计算得到的 Saab 变换与已有变换集合集成，从而适用于多种多样预测残差块（帧内预测残差块和/或帧间预测模块）的变换，进而进一步提高视频编解码器压缩效率。
15

以下将结合附图来详细描述根据本发明的实施例的视频预测残差块的变换集合生成方法和变换集合生成装置。
20

根据本发明的实施例的视频预测残差块的变换集合生成方法可以由机器设备来执行，机器设备可以与其他设备通信连接。机器设备可以包括智能手机、平板电脑、个人计算机、云服务设备、服务设备等。

图1是根据本发明的实施例的视频预测残差块的变换集合生成方法的流程图。
25

参照图1，在块101中，获取原始视频帧，并根据原始视频帧产生多个最优预测残差块。

在一个示例中，所述原始视频帧包括多个被编码单元（或称被编码块）。也就是说，一帧原始视频可以包括多个所述被编码单元，这些被编码单元将在各个预测模式下被编码以产生预测残差块。在一个示例中，预测残差块可以是帧内预测残差块。在另一个示例中，预测残差块还可以是帧间预测残差块。

- 5 在一个示例中，对一帧原始视频进行编码时所采取的预测模式通常具有多个，例如35个。需要说明的是，各个预测模式各不相同，从而在各个预测模式下得到的预测残差块也各不相同。在这种情况下，原始视频帧的一个被编码单元在一个预测模式下被编码以产生一个预测残差块。这样，一个被编码单元在多个预测模式下被编码就产生相应的多个预测残差块。例如，一个被编码单元
10 在35个预测模式下被编码就产生相应的35个预测残差块。

- 在一个示例中，在获取一个被编码单元相应的多个预测残差块之后，对一个被编码单元相应的多个预测残差块的函数值进行比较，选函数值最小的预测残差块作为该一个被编码单元相应的最优预测残差块。需要说明的是，该最优
15 帧内预测残差块所对应的预测模式即为该被编码单元相应的最优预测模式。此外，当上述获取的是帧内预测残差块时，相应的此处的最优预测残差块是最优帧内预测残差块；而当上述获取的是帧间预测残差块时，相应的此处的最优预测残差块是最优帧间预测残差块。

 在这种情况下，所述原始视频帧的每个被编码单元被编码以产生相应的一个最优预测残差块，从而可以根据所原始视频帧产生多个最优预测残差块。

- 20 在块103中，根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换（即Saab变换）集合。

- 在一个示例中，将上述得到的多个最优预测残差块划分并归类到多个最优预测残差块集合中。这里，需要进一步强调的是，划分归类后，在每个最优预测残差块集合中，最优预测残差块与集合聚类平均残差块的距离最小。其中，
25 这里的集合聚类平均残差块是每个最优预测残差块集合中所有最优预测残差块的平均。

 在另外一个示例中，可以先将上述得到的多个最优预测残差块收集到一个最优预测残差块总集合中，而后再将该最优预测残差块总集合划分为多个最优预

测残差块子集合。这里，在每个最优预测残差块子集合中，最优预测残差块与集合聚类平均残差块的距离最小。其中，这里的集合聚类平均残差块是每个最优预测残差块子集合中所有最优预测残差块的平均。也就是说，在另外一个示例中的最优预测残差块子集合等同于上述的最优预测残差块集合。

- 5 在得到如上所述的多个最优预测残差块集合之后，在一个示例中，根据所述多个最优预测残差块集合获取至少一个基于调整偏差的子空间近似变换。在一个示例中，可以根据一个最优预测残差块集合获取相应的一个基于调整偏差的子空间近似变换，如此得到与最优预测残差块集合数量相等的基于调整偏差的子空间近似变换。在另一个示例中，可以根据至少两个最优预测残差块集合
10 获取相应的一个基于调整偏差的子空间近似变换。

- 进一步地，需要说明的是，所得到的基于调整偏差的子空间近似变换可以是一层变换，也可以是级联的多层变换。更进一步地，利用所述基于调整偏差的子空间近似变换对预测残差块进行变换时，变换所输出的预测残差块变换系数是一维变换系数向量。而一维变换系数向量的实现，有益于进行量化编码模
15 块、熵编码编码模块等的设计和实现，能够进一步减少压缩比特数。

- 例如，基于调整偏差的子空间近似变换是一层变换，那么对于一个 $8*8$ 分辨率的预测残差块，其通过该基于调整偏差的子空间近似变换之后，变成为 $1*64$ 分辨率的子块，从而实现一维变换。再例如，基于调整偏差的子空间近似变换是级联的两层变换，其中第一层为 $2*2$ 变换层，第二层为 $4*4$ 变换层，那么
20 对于一个 $8*8$ 分辨率的预测残差块，先将其划分为16个 $2*2$ 分辨率的子块，16个 $2*2$ 分辨率的子块通过 $2*2$ 变换层之后，变成为4个 $4*4$ 分辨率的子块，而后这4个 $4*4$ 分辨率的子块通过 $4*4$ 变换层之后变成为 $1*64$ 分辨率的子块，从而实现一维变换。

- 在得到如上所述的至少一个基于调整偏差的子空间近似变换之后，将所述
25 至少一个基于调整偏差的子空间近似变换划分并归类到至少一个基于调整偏差的子空间近似变换集合中。

在块 105 中，将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合存储于视频编码器和/或视频解码器中。

在一个示例中，将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合在视频编码器端和/或视频解码器端同步存储备份，以对所述基于调整偏差的子空间近似变换集合进行管理。

5 在块 107 中，将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合集成到所述视频编码器和/或所述视频解码器的变换集合中。

在一个示例中，将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合与视频编码器端和/或视频解码器中已有的变换集合进行集成，以形成新的对预测残差块进行变换的变换集合。需要说明的是，这里的已有的变换集合中包括至少一个已有的对预测残差块进行变换的变换。

10 进一步地，块107中得到的新的变换集合被用于对预测残差块进行变换。具体地，在一个示例中，给定 m_1+m_2 个预测残差块，使用块107中得到的新的变换集合中的Saab变换对 m_1 个预测残差块进行变换，而使用块107中得到的新的变换集合中的已有的变换对余下的 m_2 个预测残差块进行变换。

15 在另一个示例中，给定 m_1+m_2 个预测残差块，使用块107中得到的新的变换集合中的Saab变换和已有的变换对 m_1 个预测残差块进行变换，而使用块107中得到的新的变换集合中的已有的变换对余下的 m_2 个预测残差块进行变换。

20 在又一个示例中，给定 m_1+m_2 个预测残差块，使用块107中得到的新的变换集合中的Saab变换和已有的变换对 m_1 个预测残差块进行变换，而使用块107中得到的新的变换集合中的Saab变换和已有的变换对余下的 m_2 个预测残差块进行变换。

以下对于根据本发明的实施例的视频预测残差块的变换集合生成装置进行详细描述。图2是根据本发明的实施例的视频预测残差块的变换集合生成装置的模块图。

25 参照图2，根据本发明的实施例的视频预测残差块的变换集合生成装置200包括：最优预测残差块获取模块202、变换集合获取模块204、变换存储管理模块206以及变换集合集成模块208。

最优预测残差块获取模块202用于获取原始视频帧，并根据原始视频帧产生多个最优预测残差块。在一个示例中，最优预测残差块获取模块202可以包括预测残差块获取单元和最优预测残差块确定单元。

在一个示例中，所述原始视频帧包括多个被编码单元（或称被编码块）。

- 5 也就是说，一帧原始视频可以包括多个所述被编码单元。预测残差块获取单元用于在各个预测模式下对被编码单元进行编码以产生预测残差块。在一个示例中，预测残差块可以是帧内预测残差块。在另一个示例中，预测残差块还可以是帧间预测残差块。在一个示例中，对一帧原始视频进行编码时所采取的预测模式通常具有多个，例如35个。需要说明的是，各个预测模式各不同相同，从而在
10 而在各个预测模式下得到的预测残差块也各不相同。在这种情况下，预测残差块获取单元对原始视频帧的一个被编码单元在一个预测模式下编码以产生一个预测残差块。这样，预测残差块获取单元在多个预测模式下对一个被编码单元进行编码就产生相应的多个预测残差块。例如，预测残差块获取单元在35个预测模式下对一个被编码单元进行编码就产生相应的35个预测残差块。

- 15 在一个示例中，最优预测残差块确定单元用于对一个被编码单元相应的多个预测残差块的函数值进行比较，并用于选函数值最小的预测残差块作为该一个被编码单元相应的最优预测残差块。需要说明的是，该最优预测残差块所对应的预测模式即为该被编码单元相应的最优预测模式。此外，当上述获取的是帧内预测残差块时，相应的此处的最优预测残差块是最优帧内预测残差
20 块；而当上述获取的是帧间预测残差块时，相应的此处的最优预测残差块是最优帧间预测残差块。

在这种情况下，最优预测残差块获取模块202对所述原始视频帧的每个被编码单元编码以产生相应的一个最优预测残差块，从而可以根据所原始视频帧产生多个最优预测残差块。

- 25 变换集合获取模块204用于根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换（即Saab变换）集合。在一个示例中，变换集合获取模块204可以包括残差块集合单元、变换获取单元以及变换集合单元。

在一个示例中，残差块集合单元用于将上述得到的多个最优预测残差块划分并归类到多个最优预测残差块集合中。这里，需要进一步强调的是，划分归

类后，在每个最优预测残差块集合中，最优预测残差块与集合聚类平均残差块的距离最小。其中，这里的集合聚类平均残差块是每个最优预测残差块集合中所有最优预测残差块的平均。

在另外一个示例中，残差块集合单元可以先将上述得到的多个最优预测残差块收集到一个最优预测残差块总集合中，而后将该最优预测残差块总集合划分为多个最优预测残差块子集合。这里，在每个最优预测残差块子集合中，最优预测残差块与集合聚类平均残差块的距离最小。其中，这里的集合聚类平均残差块是每个最优预测残差块子集合中所有最优预测残差块的平均。也就是说，在另外一个示例中的最优预测残差块子集合等同于上述的最优预测残差块集合。

在一个示例中，变换获取单元用于根据所述多个最优预测残差块集合获取至少一个基于调整偏差的子空间近似变换。在一个示例中，变换获取单元可以根据一个最优预测残差块集合获取相应的一个基于调整偏差的子空间近似变换，如此得到与最优预测残差块集合数量相等的基于调整偏差的子空间近似变换。在另一个示例中，变换获取单元也可以根据至少两个最优预测残差块集合获取相应的一个基于调整偏差的子空间近似变换。

在一个示例中，变换集合单元用于将所述至少一个基于调整偏差的子空间近似变换划分并归类到至少一个基于调整偏差的子空间近似变换集合中。

变换存储管理模块 206 用于将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合存储于视频编码器和/或视频解码器中。

在一个示例中，变换存储管理模块 206 将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合在视频编码器端和/或视频解码器端同步存储备份，以对所述基于调整偏差的子空间近似变换集合进行管理。

变换集合集成模块 208 用于将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合集成到所述视频编码器和/或所述视频解码器的变换集合中。

在一个示例中，变换集合集成模块 208 将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合与视频编码器和/或视频解码器中已有的变换集合进行集成，以形成新

的对预测残差块进行变换的变换集合。需要说明的是，这里的已有的变换集合中包括至少一个已有的对预测残差块进行变换的变换。

以上参照图 1 和图 2，对根据本发明的实施例的视频预测残差块的变换集合生成方法和视频预测残差块的变换集合生成装置进行了描述。

5 根据本发明的实施例的视频预测残差块的变换集合生成装置可以采用硬件实现，也可以采用软件或者硬件和软件的组合来实现。以软件实现为例，作为一个逻辑意义上的装置，是通过其所在设备的处理器将存储器中对应的计算机程序指令读取到内存中运行形成的。在本发明的实施例中，使用进行视频预测残差块的变换集合生成的装置例如可以利用机器设备（如计算机设备）来实现。
10 现。

图 3 是示出了根据本发明的实施例的实现视频预测残差块的变换集合生成方法的机器设备的方框图。

参照图 3，机器设备 300 可以包括至少一个处理器 310、存储器（例如，非易失性存储器）320、内存 330 和通信接口 340，并且至少一个处理器 310、
15 存储器 320、内存 330 和通信接口 340 经由总线 350 连接在一起。至少一个处理器 310 执行在存储器中存储或编码的至少一个计算机可读指令（即，上述以软件形式实现的元素）。

在一个示例中，在存储器中存储计算机可执行指令，其当执行时使得至少一个处理器 310 执行过程：根据原始视频帧产生多个最优预测残差块；根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换集合；将所述基于
20 调整偏差的子空间近似变换集合存储于视频编码器和/或视频解码器中；将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合集成到所述视频编码器和/或所述视频解码器的变换集合中。

应该理解，在存储器中存储的计算机可执行指令当执行时使得至少一个处
25 理器 310 在进行根据本发明的实施例中结合以上图 1 描述的各种操作和功能。

根据一个实施例，提供了一种例如机器可读介质的程序产品。机器可读介质可以具有指令（即，上述以软件形式实现的元素），该指令当被机器执行时，使得机器执行本发明的实施例中的结合以上图 1 描述的各种操作和功能。

具体地，可以提供配有可读存储介质的系统或者装置，在该可读存储介质上存储着实现上述实施例中任一实施例的功能的软件程序代码，且使该系统或者装置的计算机或处理器读出并执行存储在该可读存储介质中的指令。

在这种情况下，从可读介质读取的程序代码本身可实现上述实施例中任何
5 一项实施例的功能，因此机器可读代码和存储机器可读代码的可读存储介质构成了本发明的实施例的一部分。

可读存储介质的实施例包括软盘、硬盘、磁光盘、光盘（如 CD-ROM、C
D-R、CD-RW、DVD-ROM、DVD-RAM、DVD-RW、DVD-RW）、磁带、非
易失性存储卡和 ROM。可选择地，可以由通信网络从服务器计算机上或云上
10 下载程序代码。

上述对本发明的特定实施例进行了描述。其它实施例在所附权利要求书的
范围内。在一些情况下，在权利要求书中记载的动作或步骤可以按照不同于实
施例中的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外，在附图中描绘的过
程不一定要示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施
15 方式中，多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

上述各流程和各系统结构图中不是所有的步骤和单元都是必须的，可以根
据实际的需要忽略某些步骤或单元。各步骤的执行顺序不是固定的，可以根据
需要进行确定。上述各实施例中描述的装置结构可以是物理结构，也可以是逻辑
结构，即，有些单元可能由同一物理实体实现，或者，有些单元可能分由多
20 个物理实体实现，或者，可以由多个独立设备中的某些部件共同实现。

在整个本说明书中使用的术语“示例性”、“示例”等意味着“用作示例、
实例或例示”，并不意味着比其它实施例“优选”或“具有优势”。出于提供
对所描述技术的理解的目的，具体实施方式包括具体细节。然而，可以在没有
这些具体细节的情况下实施这些技术。在一些实例中，为了避免对所描述的实
25 施例的概念造成难以理解，公知的结构和装置以框图形式示出。

以上结合附图详细描述了本发明的实施例的可选实施方式，但是，本发明
的实施例并不限于上述实施方式中的具体细节，在本发明的实施例的技术构思
范围内，可以对本发明的实施例的技术方案进行多种简单变型，这些简单变型
均属于本发明的实施例的保护范围。

30 本说明书内容的上述描述被提供来使得本领域任何普通技术人员能够实

现或者使用本说明书内容。对于本领域普通技术人员来说，对本说明书内容进行的各种修改是显而易见的，并且，也可以在不脱离本说明书内容的保护范围的情况下，将本文所定义的一般性原理应用于其它变型。因此，本说明书内容并不限于本文所描述的示例和设计，而是与符合本文公开的原理和新颖性特征的最广范围相一致。

5

权利要求书

1、一种视频预测残差块的变换集合生成方法，其中，所述变换集合生成方法包括：

5 根据原始视频帧产生多个最优预测残差块；

 根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换集合；

 将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合存储于视频编码器和/或视频解码器中；

 将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合集成到所述视频编码器和/或
10 所述视频解码器的变换集合中。

2、根据权利要求1所述的变换集合生成方法，其中，所述根据原始视频帧产生多个最优预测残差块，包括：

 获取所述原始视频帧的被编码单元在各个预测模式下的各个预测残差块，所述原始视频帧包括多个所述被编码单元；

15 将所述被编码单元对应的各个预测残差块中函数值最小的预测残差块确定为所述被编码单元对应的最优预测残差块。

3、根据权利要求1或2所述的变换集合生成方法，其中，所述根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换集合，包括：

 将所述多个最优预测残差块划分并归类到多个最优预测残差块集合中；

20 根据所述多个最优预测残差块集合获取至少一个基于调整偏差的子空间近似变换；

 将所述至少一个基于调整偏差的子空间近似变换划分并归类到至少一个基于调整偏差的子空间近似变换集合中。

4、根据权利要求3所述的变换集合生成方法，其中，所述最优预测残差

块集合中的最优预测残差块与集合聚类平均残差块的距离最小，所述集合聚类平均残差块是所述最优预测残差块集中所有最优预测残差块的平均。

5、一种视频预测残差块的变换集合生成装置，其中，所述变换集合生成装置包括：

5 最优预测残差块获取模块，用于根据原始视频帧产生多个最优预测残差块；

变换集合获取模块，用于根据所述多个最优预测残差块获取基于调整偏差的子空间近似变换集合；

变换存储管理模块，用于将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合存储
10 于视频编码器和/或视频解码器中；

变换集合集成模块，用于将所述基于调整偏差的子空间近似变换集合集成到所述视频编码器和/或所述视频解码器的变换集合中。

6、根据权利要求 5 所述的变换集合生成装置，其中，所述最优预测残差块获取模块包括：

15 预测残差块获取单元，用于获取所述原始视频帧的被编码单元在各个预测模式下的各个预测残差块，所述原始视频帧包括多个所述被编码单元；

最优预测残差块确定单元，用于将所述被编码单元对应的各个预测残差块中函数值最小的预测残差块确定为所述被编码单元对应的最优预测残差块。

7、根据权利要求 5 或 6 所述的变换集合生成装置，其中，所述变换集合
20 获取模块包括：

残差块集合单元，用于将所述多个最优预测残差块划分并归类到多个最优预测残差块集合中；

变换获取单元，用于根据所述多个最优预测残差块集合获取至少一个基于调整偏差的子空间近似变换；

25 变换集合单元，用于将所述至少一个基于调整偏差的子空间近似变换划分

并归类到至少一个基于调整偏差的子空间近似变换集合中。

8、根据权利要求 7 所述的变换集合生成装置，其中，所述最优预测残差块集合中的最优预测残差块与集合聚类平均残差块的距离最小，所述集合聚类平均残差块是所述最优预测残差块集中所有最优预测残差块的平均。

- 5 9、一种机器可读存储介质，其存储有可执行指令，其中，所述指令当被执行时使得所述机器执行如权利要求 1 至 4 中任一所述的视频预测残差块的变换集合生成方法。

10、一种机器设备，其中，包括：

至少一个处理器，以及

- 10 与所述至少一个处理器耦合的存储器，所述存储器存储指令，当所述指令被所述至少一个处理器执行时，使得所述至少一个处理器执行如权利要求 1 至 4 中任一所述的视频预测残差块的变换集合生成方法。

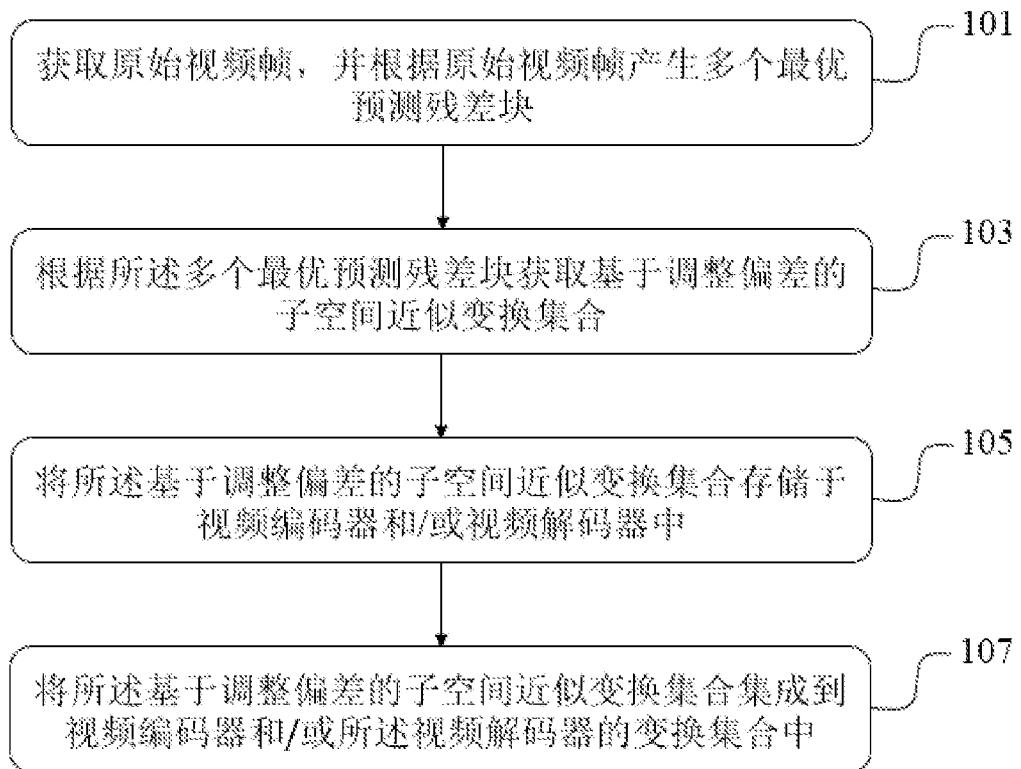


图 1



图 2

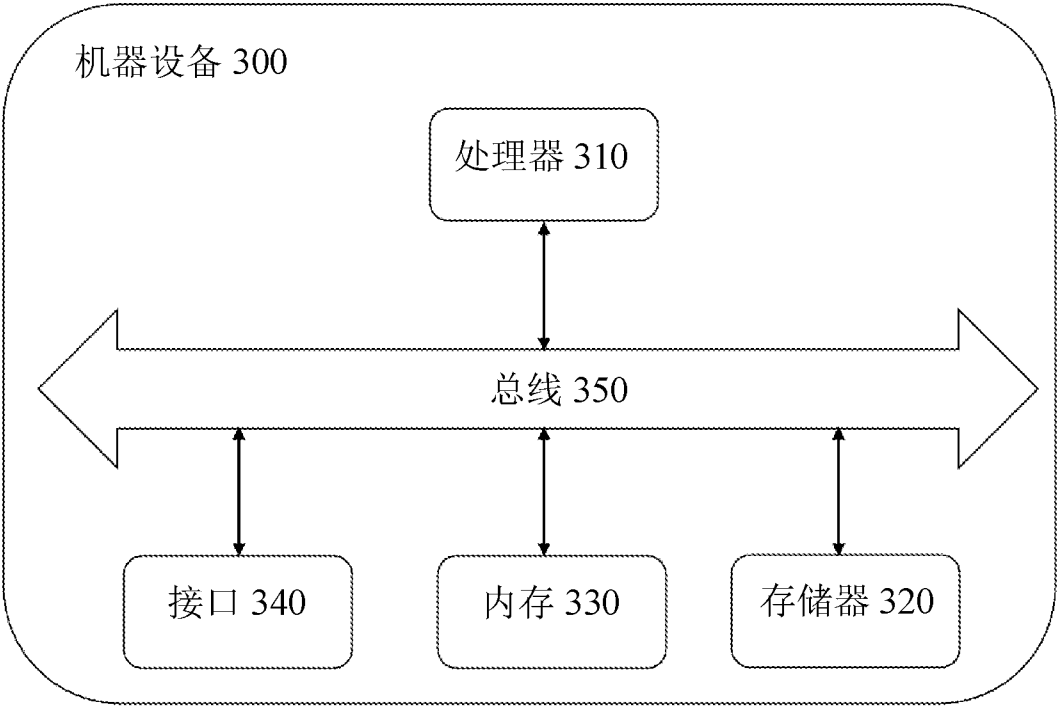


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/126033

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 19/109(2014.01)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)

CNPAT; WPI; EPODOC; CNKI; IEEE; BAIDU: 视频, 编码, 解码, 预测, 残差块, 变换, 集合, Subspace Approximation with Adjusted Bias, Saab, HEVC, coding, decoding, predict, residual, transform, DCT, KLT

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	ZHAO, Xin et al. "Enhanced Multiple Transform for Video Coding" <i>2016 Data Compression Conference</i> , 31 December 2016 (2016-12-31), pp. 73-82	1-10
Y	US 2016219290 A1 (QUALCOMM INC.) 28 July 2016 (2016-07-28) description, paragraphs [0034]-[0126]	1-10
Y	US 2020021852 A1 (QUALCOMM INC.) 16 January 2020 (2020-01-16) description paragraphs [0039]-[0112]	1-10
Y	LI, Na et al. "On Energy Compaction of 2D Saab Image Transforms" <i>Processings of APSIPA Annual Summit and Conference 2019</i> , 21 November 2019 (2019-11-21), pp. 466-475	1-10
A	KUO, C.-C. J. et al. "Interpretable Convolutional Neural Networks via Feedforward Design" <i>arXiv:1810.02786v2 [cs.CV]</i> , 21 October 2018 (2018-10-21), pp. 1-35	1-10



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

17 June 2021

Date of mailing of the international search report

24 June 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/126033

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2016219290	A1	28 July 2016	EA	201791457	A1	29 December 2017
				TN	2017000286	A1	16 January 2019
				CA	2971880	A1	04 August 2016
				JP	2018506905	A	08 March 2018
				KR	20170107452	A	25 September 2017
				EP	3251364	A1	06 December 2017
				WO	2016123091	A1	04 August 2016
				TW	201637446	A	16 October 2016
				BR	112017016012	A2	20 March 2018
				CN	107211144	A	26 September 2017
				IN	201727021077	A	11 August 2017
US	2020021852	A1	16 January 2020	WO	2020018560	A1	23 January 2020
				CN	112425164	A	26 February 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/126033

A. 主题的分类 H04N 19/109(2014.01) 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)) CNPAT;WPI;EPDOC;CNKI;IEEE;BAIDU: 视频, 编码, 解码, 预测, 残差块, 变换, 集合, Subspace Approximation with Adjusted Bias, Saab, HEVC, coding, decoding, predict, residual, transform, DCT, KLT																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>ZHAO, Xin 等. "Enhanced Multiple Transform for Video Coding" 2016 Data Compression Conference, 2016年 12月 31日 (2016 - 12 - 31), 第73-82页</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2016219290 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2016年 7月 28日 (2016 - 07 - 28) 说明书第[0034]-[0126]段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2020021852 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2020年 1月 16日 (2020 - 01 - 16) 说明书第[0039]-[0112]段</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>LI, Na 等. "On Energy Compaction of 2D Saab Image Transforms" Processings of APSIPA Annual Summit and Conference 2019, 2019年 11月 21日 (2019 - 11 - 21), 第466-475页</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KUO, C.-C. J. 等. "Interpretable Convolutional Neural Networks via Feedfor- ward Design" arXiv:1810.02786v2 [cs.CV], 2018年 10月 21日 (2018 - 10 - 21), 第1-35页</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	ZHAO, Xin 等. "Enhanced Multiple Transform for Video Coding" 2016 Data Compression Conference, 2016年 12月 31日 (2016 - 12 - 31), 第73-82页	1-10	Y	US 2016219290 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2016年 7月 28日 (2016 - 07 - 28) 说明书第[0034]-[0126]段	1-10	Y	US 2020021852 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2020年 1月 16日 (2020 - 01 - 16) 说明书第[0039]-[0112]段	1-10	Y	LI, Na 等. "On Energy Compaction of 2D Saab Image Transforms" Processings of APSIPA Annual Summit and Conference 2019, 2019年 11月 21日 (2019 - 11 - 21), 第466-475页	1-10	A	KUO, C.-C. J. 等. "Interpretable Convolutional Neural Networks via Feedfor- ward Design" arXiv:1810.02786v2 [cs.CV], 2018年 10月 21日 (2018 - 10 - 21), 第1-35页	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
Y	ZHAO, Xin 等. "Enhanced Multiple Transform for Video Coding" 2016 Data Compression Conference, 2016年 12月 31日 (2016 - 12 - 31), 第73-82页	1-10																		
Y	US 2016219290 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2016年 7月 28日 (2016 - 07 - 28) 说明书第[0034]-[0126]段	1-10																		
Y	US 2020021852 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2020年 1月 16日 (2020 - 01 - 16) 说明书第[0039]-[0112]段	1-10																		
Y	LI, Na 等. "On Energy Compaction of 2D Saab Image Transforms" Processings of APSIPA Annual Summit and Conference 2019, 2019年 11月 21日 (2019 - 11 - 21), 第466-475页	1-10																		
A	KUO, C.-C. J. 等. "Interpretable Convolutional Neural Networks via Feedfor- ward Design" arXiv:1810.02786v2 [cs.CV], 2018年 10月 21日 (2018 - 10 - 21), 第1-35页	1-10																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="vertical-align: top;"> "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 </td> </tr> </table>			* 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																
* 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 2021年 6月 17日		国际检索报告邮寄日期 2021年 6月 24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 金霞 电话号码 86-(10)-53961524																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/126033

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)
US	2016219290	A1	2016年 7月 28日	EA	201791457	A1	2017年 12月 29日
				TN	2017000286	A1	2019年 1月 16日
				CA	2971880	A1	2016年 8月 4日
				JP	2018506905	A	2018年 3月 8日
				KR	20170107452	A	2017年 9月 25日
				EP	3251364	A1	2017年 12月 6日
				WO	2016123091	A1	2016年 8月 4日
				TW	201637446	A	2016年 10月 16日
				BR	112017016012	A2	2018年 3月 20日
				CN	107211144	A	2017年 9月 26日
				IN	201727021077	A	2017年 8月 11日
US	2020021852	A1	2020年 1月 16日	WO	2020018560	A1	2020年 1月 23日
				CN	112425164	A	2021年 2月 26日