

(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
2023年5月19日 (19.05.2023)



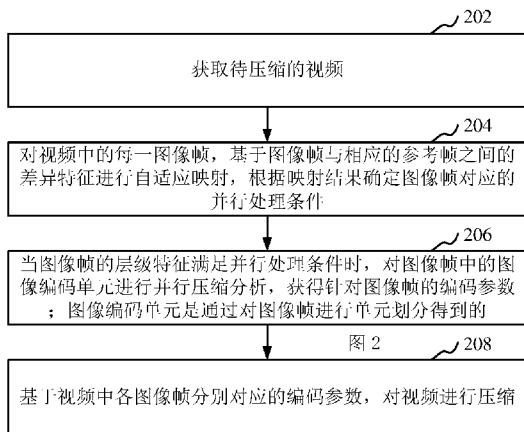
(10) 国际公布号
WO 2023/082834 A1

- (51) 国际专利分类号:
H04N 19/172 (2014.01) *H04N 19/436* (2014.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2022/119175
- (22) 国际申请日: 2022年9月16日 (16.09.2022)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202111327815.7 2021年11月10日 (10.11.2021) CN
- (71) 申请人: 腾讯科技(深圳)有限公司 (TENCENT TECHNOLOGY (SHENZHEN) COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦35层, Guangdong 518057 (CN)。

- (72) 发明人: 姜骞杰 (JIANG, Aojie); 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦35层, Guangdong 518057 (CN)。 张贤国 (ZHANG, Xianguo); 中国广东省深圳市南山区高新区科技中一路腾讯大厦35层, Guangdong 518057 (CN)。
- (74) 代理人: 华进联合专利商标代理有限公司 (ADVANCE CHINA IP LAW OFFICE); 中国广东省广州市天河区珠江东路6号4501房(部位: 自编01-03和08-12单元)(仅限办公用途), Guangdong 510623 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ,

(54) Title: VIDEO COMPRESSION METHOD AND APPARATUS, AND COMPUTER DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 视频压缩方法、装置、计算机设备和存储介质



202 Acquire a video to be compressed
204 For each image frame in the video, perform adaptive mapping on the basis of a feature difference between the image frame and a corresponding reference frame, and determine, according to a mapping result, a parallel processing condition corresponding to the image frame
206 When a hierarchical feature of the image frame meets the parallel processing condition, perform parallel compression and analysis on image encoding units in the image frame, so as to obtain an encoding parameter for the image frame, wherein the image encoding units are obtained by means of performing unit division on the image frame
208 Compress the video on the basis of the encoding parameter respectively corresponding to each image frame in the video

(57) Abstract: A video compression method, which is executed by a computer device. The method comprises: acquiring a video to be compressed (202); for each image frame in the video, performing adaptive mapping on the basis of a feature difference between the image frame and a corresponding reference frame, and determining, according to a mapping result, a parallel processing condition corresponding to the image frame (204); when a hierarchical feature of the image frame meets the parallel processing condition, performing parallel compression and analysis on image encoding units in the image frame, so as to obtain an encoding parameter for the image frame, wherein the image encoding units are obtained by means of performing unit division on the image frame (206); and compressing the video on the basis of the encoding parameter respectively corresponding to each image frame in the video (208).

(57) 摘要: 一种视频压缩方法, 由计算机设备执行, 包括: 获取待压缩的视频(202); 对视频中的每一图像帧, 基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射, 根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件(204); 当图像帧的层级特征满足并行处理条件时, 对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析, 获得针对图像帧的编码参数; 图像编码单元是通过图像帧进行单元划分得到的(206); 基于视频中各图像帧分别对应的编码参数, 对视频进行压缩(208)。



WO 2023/082834 A1

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))。

发明名称：视频压缩方法、装置、计算机设备和存储介质

本申请要求于2021年11月10日提交中国专利局、申请号为2021113278157、发明名称为“视频压缩方法、装置、计算机设备和存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请涉及计算机技术领域，特别是涉及一种视频压缩方法、装置、计算机设备、存储介质和计算机程序产品。

背景技术

随着计算机技术的发展，视频向着高清、高帧率、高分辨率的方向不断发展，视频的数据量也越来越大，为了方便视频的存储和传输，对视频进行有效压缩显得越来越重要。视频压缩是指运用压缩技术将数位视频中的冗余信息去除，降低表示原始视频所需的存储量，以便视频资料的传输与储存。

目前，视频压缩处理时，通过并行压缩处理以提高视频压缩的处理效率，但通过并行加速视频压缩时，往往会引入较大的压缩性能损失，导致视频的压缩性能较低。

发明内容

根据本申请的各种实施例，提供一种视频压缩方法、装置、计算机设备、存储介质和计算机程序产品。

一种视频压缩方法，由计算机设备执行，所述方法包括：

获取待压缩的视频；

对视频中的每一图像帧，基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件；

当图像帧的层级特征满足并行处理条件时，对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数；图像编码单元是通过图像帧进行单元划分得到的；及基于视频中各图像帧分别对应的编码参数，对视频进行压缩。

一种视频压缩装置，所述装置包括：

视频获取模块，用于获取待压缩的视频；

并行条件确定模块，用于对视频中的每一图像帧，基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件；

编码参数确定模块，用于当图像帧的层级特征满足并行处理条件时，对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数；图像编码单元是通过图像帧进行单元划分得到的；及

视频压缩处理模块，用于基于视频中各图像帧分别对应的编码参数，对视频进行压缩。

一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机可读指令，所述处理器执行所述计算机可读指令时实现以下步骤：

获取待压缩的视频；

对视频中的每一图像帧，基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件；

当图像帧的层级特征满足并行处理条件时，对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数；图像编码单元是通过图像帧进行单元划分得到的；及基于视频中各图像帧分别对应的编码参数，对视频进行压缩。

一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机可读指令，所述计算机可读指令被处理器执行时实现以下步骤：

获取待压缩的视频；

对视频中的每一图像帧，基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件；

当图像帧的层级特征满足并行处理条件时，对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数；图像编码单元是通过图像帧进行单元划分得到的；及基于视频中各图像帧分别对应的编码参数，对视频进行压缩。

一种计算机程序产品，包括计算机可读指令，所述计算机可读指令被处理器执行时实现以下步骤：

获取待压缩的视频；

对视频中的每一图像帧，基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件；

当图像帧的层级特征满足并行处理条件时，对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数；图像编码单元是通过图像帧进行单元划分得到的；及基于视频中各图像帧分别对应的编码参数，对视频进行压缩。

本申请的一个或多个实施例的细节在下面的附图和描述中提出。本申请的其它特征、目的和优点将从说明书、附图以及权利要求书变得明显。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图 1 为一个实施例中视频压缩方法的应用环境图；

图 2 为一个实施例中视频压缩方法的流程示意图；

图 3 为一个实施例中确定并行处理条件的流程示意图；

图 4 为一个实施例中图像组 GOP 的示意图；

图 5 为切割 Slice 级并行处理的示意图；

图 6 为拼贴 Tile 级并行处理的示意图；

图 7 为一个实施例中波前并行处理中编码树单元间依赖关系的示意图；

图 8 为一个实施例中波前并行处理中编码树单元间进行并行处理的示意图；

图 9 为一个实施例中图像组 GOP 中各图像帧之间参考关系的示意图；

图 10 为一个实施例中对残差参数进行修正的示意图；

图 11 为一个实施例中视频压缩装置的结构框图；

图 12 为一个实施例中计算机设备的内部结构图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请进行进一步详细说明。应当理解，此处描述的具体实施例仅仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

本申请提供的视频压缩方法，可以应用于如图 1 所示的应用环境中。其中，终端 102 通过网络与服务器 104 进行通信。数据存储系统可以存储服务器 104 需要处理的数据。数据存储系统可以集成在服务器 104 上，也可以放在云上或其他网络服务器上。终端 102 可以设置有拍摄装置，如设置有摄像头，终端 102 可以拍摄得到视频，并将拍摄获得的视频发送至服务器 104，以由服务器 104 对接收到的待压缩的视频中的每一图像帧，根据图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射的映射结果，确定图像帧对应的并行处理条件，在图像帧的层级特征满足并行处理条件时，对图像帧中通过单元划分得到的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数，并基于视频中各图像帧分别对应的编码参数对视频进行压缩。

此外，视频压缩的处理也可以由终端 102 或服务器 104 单独实现。例如，终端 102 在拍摄得到视频后，终端 102 可以直接对该视频进行压缩处理，以便对该视频进行传输和存储。又如，服务器 104 可以直接从服务器数据库中获取待压缩的视频，以对该视频进行压缩处理。

其中，终端 102 可以但不限于各种个人计算机、笔记本电脑、智能手机、平板电脑、车载设备和便携式可穿戴设备，服务器 104 可以用独立的服务器或者是多个服务器组成的服务器集群来实现。

在一个实施例中，如图 2 所示，提供了一种视频压缩方法，可由计算机设备执行，本实施例中，以该方法应用于图 1 中的服务器为例进行说明，包括以下步骤：

步骤 202，获取待压缩的视频。

其中，待压缩的视频可以由拍摄设备拍摄得到，具体可以由具备拍摄功能的终端拍摄得到。拍摄设备拍摄得到的原始视频的容量往往很大，不利于视频的传输和存储，通过对视频进行压缩，可以有效去除视频中的冗余信息，降低视频的容量，以便视频的传输和存储。

具体地，服务器获取待压缩的视频，具体可以由服务器接收终端发送的待压缩的视频，如在视频应用或网站中，用户将通过终端拍摄获得的一段视频上传至视频应用或网站等视频共享平台时，服务器接收到终端上传的视频，以作为待压缩的视频进行压缩处理。在具体应用时，在数据库中存储有原始视频时，服务器也可以直接从数据库中获取待压缩的视频。

步骤 204，对视频中的每一图像帧，基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件。

其中，视频是连续的图像序列，由连续的图像帧构成，一帧图像帧即为一幅图像。图像帧即为构成视频的各帧图像。对于视频中相邻几帧的图像帧，各帧图像之间的差别小，即各图像帧之间的变化小，冗余信息大，此时对于视频中图像帧变化小的片段，可以从该片段中编码出一帧完整的图像帧，而该片段中的其他图像帧与该完整的图像帧的差别小，则对于其他图像帧，可以只编码与该完整的图像帧的差别部分，从而通过避免编码完整的图像帧，实现对视频的压缩处理。其中，编码的完整的图像帧即为该片段中其他图像帧的参考帧，即其他图像帧以该完整的图像帧作为参考进行编码，也可以以该完整的图像帧作为参考进行解码，从而还原出原图像帧画面。例如，对于视频中连续的 8 帧图像，8 帧图像之间的变化较小，则可以将该 8 帧图像作为图像组，从该图像组中选择一帧作为参考帧进行完整编码处理，如可以将第 1 帧作为参考帧，则将第 1 帧进行完整编码处理，而剩余的 7 帧图像均以第 1 帧作为参考帧，通过编码各帧图像与第 1 帧之间的差别，从而实现对各帧图像的编码，实现对视频的压缩处理。

参考帧即为其他图像帧作为参考进行编码、解码处理的图像帧，具体可以为一个图像组内的其他图像帧参考进行编码、解码处理的图像帧。差异特征用于表征图像帧与相应参考帧之间的差异，具体可以根据图像帧与相应参考帧之间的画面变化得到，如可以根据图像帧与相应参考帧之间的对象差异、像素差异得到。自适应映射指基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行映射处理，即自适应映射得到的映射结果与图像帧与相应的参考帧之间的差异特征相关，从而通过自适应映射得到的映射结果进一步表征图像帧与相应的参考帧之间的差异，以便确定与图像帧对应的并行处理条件。并行处理条件用于判定是否需要图像帧进行并行处理，具体可以根据映射结果对应设置，不同类型的映射结果可以对应设置不同的并行处理条件。例如，映射结果为数值类型的数据时，并行处理条件则可以设置为基于数值类型的阈值判定条件，从而根据映射结果得到图像帧的并行处理条件。又如，映射结果为级别高低划分类别的数据时，并行处理条件则可以设置为满足级别高低的判定条件。

并行处理条件根据图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射得到的映射结果确定，不同的图像帧与相应的参考帧之间具有不同的差异特征，经过自适应映射后得到不同的映射结果，从而确定不同的并行处理条件。并行处理条件根据图像特征自适应确定，基于并行处理条件来判定是否对图像帧进行并行处理，可以对待压缩的视频中各视频帧进行灵活的编码处理，降低引入的压缩性能损失，确保视频的压缩性能，即确保视频压缩后可以准确进行还原。例如，若自适应映射为线性映射，图像帧与相应的参考帧之间的差异越大，则映射结果也表征图像帧与相应的参考帧之间的差异越大，此时若进行并行加速，可能引入较多的压缩性能损失，导致图像帧编码后无法准确还原，则可以通过并行处理条件，以判定

该图像帧不进行并行加速处理，从而确保图像帧在编码后可以准确进行还原，以确保视频压缩的性能。

具体地，服务器获得待压缩的视频后，对于视频中的每一图像帧，可以根据各图像帧之间的参考关系，确定图像帧对应的参考帧，进一步确定图像帧与相应的参考帧之间的差异特征，服务器将该差异特征进行自适应映射，如进行线性映射，非线性映射等，得到映射结果，服务器基于该映射结果确定图像帧对应的并行处理条件。并行处理条件用于判定该图像帧是否需要并行处理。

在具体应用中，服务器可以从待压缩的视频的第一帧图像帧开始，遍历该视频进行自适应映射，以确定各图像帧对应的并行处理条件。例如，服务器从待压缩的视频中抽取一帧图像帧，作为当前图像帧，确定该当前图像帧的参考帧，并基于当前图像帧与参考帧之间的差异特征进行自适应映射，得到当前映射结果，服务器根据当前映射结果确定当前映射帧对应的并行处理条件，并基于并行处理条件对当前图像帧进行处理，服务器在对当前图像帧处理结束后，从视频中提取下一帧，以对下一帧进行处理，直至遍历视频中的所有图像帧，获得个图像帧分别对应的并行处理条件。此外，若服务器从视频中提取的当前图像帧为参考帧，则表明当前图像帧需要完整进行编码处理，不需要进行压缩，可以对以该当前图像帧作为参考帧的图像帧进行自适应映射，并基于映射结果确定对应的并行处理条件。

步骤 206，当图像帧的层级特征满足并行处理条件时，对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数；图像编码单元是通过对图像帧进行单元划分得到的。

其中，层级特征用于表征图像帧在所属的图像组中的层级信息。一个图像组中，参考帧完整进行编码，图像组中的其他图像帧则以该参考帧作为参考，将与参考帧的差别进行编码处理。在图像组中包括多个参考帧，或者各图像帧分别参考多个图像帧时，各图像帧之间形成层级参考关系。图像帧的层级特征可以描述图像帧在对应所属图像组中的参考关系。例如，对于包括 7 帧图像帧的图像组，第 1 帧可以为完整编码的图像帧，第 4 帧和第 7 帧均以第 1 帧为参考帧，而第 2 帧和第 3 帧均以第 1 帧及第 4 帧为参考帧，即第 2 帧和第 3 帧均包括两帧参考帧，为第 1 帧和第 4 帧；第 5 帧和第 6 帧均以第 1 帧及第 7 帧为参考帧，即第 5 帧和第 6 帧也均包括两帧参考帧，为第 1 帧和第 7 帧。该图像组形成 3 层的层级参考关系，根据各图像帧对应所属的层级，可以得到图像帧的层级特征，如在参考关系的层级以连续自然数表示时，可以将图像帧对应所属的层级直接作为层级特征。图像帧的层级特征反映了图像帧在图像组中的所处层级，一般层级越高，则对应的参考帧数量越多，其作为被参考的重要性越低，对视频压缩性能的影响越小，从而可以提高其压缩的并行处理效率。

图像编码单元通过对图像帧进行单元划分得到的，具体可以基于不同的单元划分方式，对图像帧进行单元划分，得到图像编码单元。例如，可以基于 WPP (Wavefront Parallel Processing, 波前并行处理) 算法将图像帧划分为编码树单元 (Coding Tree Unit, CTU)，还可以将图像帧划分为切割 (Slices) 或拼贴 (Tiles) 等。并行压缩分析指对图像帧中的图像编码单元并行进行压缩分析处理，以确定各图像编码单元对应的编码参数，从而得到针对图像帧的编码参数。编码参数为对图像帧进行编码处理的相关参数，具体可以包括但不限于包括划分模式、残差参数、划分块大小等。

具体地，服务器确定图像帧对应的并行处理条件后，进一步确定图像帧的层级特征，具体可以根据图像帧在所属图像组中的层级参考关系确定。服务器比较图像帧的层级特征与相应的并行处理条件，若图像帧的层级特征满足并行处理条件，例如图像帧的层级特征大于并行处理条件中的并行处理阈值，则表明针对该图像帧可以进行并行处理，可以在提高处理效率的同时确保图像帧能够准确进行还原。服务器对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，图像编码单元通过对图像帧进行单元划分得到，服务器以图像帧中的图像编码单元为并行单位，通过同时并行处理多个不存在依赖关系的图像编码单元，以对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，得到各个图像编码单元对应的编码参数，从而获得针对图像帧的编

码参数，编码参数用于对图像帧进行编码处理，以实现视频进行压缩。

步骤 208，基于视频中各图像帧分别对应的编码参数，对视频进行压缩。

其中，视频包括多帧图像帧，针对每一帧图像帧，确定对应的图像帧的编码参数，以基于视频中各图像帧分别对应的编码参数，对视频进行压缩。具体地，服务器可以获得视频中各图像帧分别对应的编码参数，从而基于各图像帧分别对应的编码参数对视频进行压缩。在具体应用中，服务器可以确定每一帧图像帧对应的编码参数后，基于该编码参数对图像帧进行编码处理，并在编码处理结束后对下一帧循环进行编码参数确定和编码处理，直至遍历视频中的所有图像帧，从而实现对视频的压缩处理。

在一个具体应用中，对于视频中的各图像帧，满足相应并行处理条件的图像帧，可以基于并行压缩分析得到对应的编码参数，而对于不满足相应并行处理条件的图像帧，则可以基于非并行压缩分析的处理确定对应的编码参数。具体地，服务器从视频中依次提取图像帧，对于提取到的当前图像帧，服务器确定当前图像帧相应的参考帧，进一步确定当前图像帧与参考帧之间的差异特征，将该差异特征进行自适应映射，得到映射结果，服务器基于该映射结果确定当前图像帧对应的并行处理条件。服务器根据当前图像帧在所属图像组中的参考关系，确定当前图像帧的层级特征，当服务器确定当前图像帧的层级特征满足并行处理条件时，服务器确定当前图像帧中通过单元划分得到的各图像编码单元，并对各图像编码单元进行并行压缩分析，得到针对当前图像帧的编码参数，并基于该编码参数将当前图像帧进行编码处理，以实现当前图像帧的压缩。服务器从视频中提取下一帧图像帧，作为下一次的当前图像帧进行处理。若当前图像帧的层级特征不满足并行处理条件，则服务器可以通过其他方式确定图像帧的编码参数，如可以依次对图像帧中的图像编码单元进行压缩分析，以确定针对该当前图像帧的编码参数，并基于该编码参数进行编码压缩处理。在服务器遍历完视频中的所有图像帧后，视频中的各图像帧经过编码处理，容量已降低，从而实现了视频的压缩处理。

上述视频压缩方法中，对待压缩的视频中的每一图像帧，根据图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射的映射结果，确定图像帧对应的并行处理条件，在图像帧的层级特征满足并行处理条件时，对图像帧中通过单元划分得到的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数，并基于视频中各图像帧分别对应的编码参数对视频进行压缩。在视频压缩的处理过程中，针对各图像帧确定相应的并行处理条件，在图像帧满足相应的并行处理条件时对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，得到编码参数，并通过各图像帧分别对应的编码参数对视频进行压缩，可以针对视频中的各图像帧自适应地进行并行压缩分析，降低引入的压缩性能损失，从而在提高了视频压缩处理效率的同时，确保了视频的压缩性能。

在一个实施例中，如图 3 所示，确定并行处理条件，即基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件，包括：

步骤 302，确定自适应映射参数和结果限定范围；结果限定范围，是基于图像帧所属的图像组的图像组特征得到的。

其中，自适应映射参数用于对图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射。例如，在对图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射为线性映射时，自适应映射参数可以为线性映射所对应的参数。自适应映射参数可以根据实际需要进行灵活设置。结果限定范围，是基于图像帧所属的图像组的图像组特征得到的。图像组为从待压缩的视频中确定的若干帧相似程度高，变化程度小的图像帧的组合。图像组特征用于描述对应图像组，具体可以包括表征图像组中各图像帧之间层级参考关系的特征。结果限定范围为用于确定并行处理条件的映射结果的范围，通过对映射结果的取值范围进行限定，以便对图像帧是否并行处理进行准确确定。具体应用中，结果限定范围可以为图像帧所属图像组的最小层级至最大层级之间。

具体地，在根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件时，服务器获取预先设定的自

适应映射参数和结果限定范围，自适应映射参数根据实际需要进行设置，如可以根据应用场景进行设置，以对图像帧的自适应映射按需进行调节。结果限定范围根据图像帧所属的图像组的图像组特征得到。

步骤 304，通过自适应映射参数，对图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，获得差异特征映射结果。

其中，差异特征映射结果为通过自适应映射参数对差异特征进行自适应映射处理后得到的初步映射结果。具体地，在确定自适应映射参数后，服务器基于该自适应映射参数对图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，得到图像帧对应的差异特征映射结果。

步骤 306，基于结果限定范围对差异特征映射结果进行调整，得到处于结果限定范围内的映射结果。

得到差异特征映射结果后，服务器基于图像帧所属的图像组的图像组特征得到的结果限定范围，对差异特征映射结果进行调整，具体可以调整差异特征映射结果的取值，从而将差异特征映射结果调整至结果限定范围内，得到处于结果限定范围内的映射结果。具体实现时，服务器可以将差异特征映射结果与结果限定范围进行比较，确定差异特征映射结果是否处于结果限定范围内。例如，差异特征映射结果为数值型数据时，结果限定范围对应为数值型数据取值范围，服务器将差异特征映射结果与结果限定范围的端值进行比较，若差异特征映射结果处于结果限定范围内，则表明差异特征映射结果的取值已处于合理范围，不需要进行调整，则服务器可以直接根据差异特征映射结果，确定该图像帧对应的并行处理条件。若差异特征映射结果处于结果限定范围外，则需要服务器进行调整，服务器可以确定在将差异特征映射结果与结果限定范围的端值进行比较时，差异特征映射结果大于结果限定范围的上限端值，还是不大于结果限定范围的下限端值。在差异特征映射结果大于结果限定范围的上限端值时，可以将差异特征映射结果调整为结果限定范围的上限端值，得到差异特征的映射结果；在差异特征映射结果不大于结果限定范围的下限端值时，可以将差异特征映射结果调整为结果限定范围的下限端值，得到差异特征的映射结果，获得的映射结果处于结果限定范围内。

步骤 308，根据映射结果确定并行处理阈值，基于并行处理阈值生成图像帧对应的并行处理条件。

其中，并行处理阈值为并行处理条件中用于判定是否对图像帧进行并行处理的判断阈值，并行处理阈值根据映射结果确定，具体在映射结果为数值型数据时，可以直接将映射结果作为并行处理阈值，并将于并行处理阈值生成图像帧对应的并行处理条件。例如，根据映射结果确定并行处理阈值后，对应生成的并行处理条件可以为，在图像帧的层级特征大于并行处理阈值时，确定需要对图像帧进行并行处理，而图像帧的层级特征不大于并行处理阈值时，确定不对图像帧进行并行处理，而可以采取其他处理方式对该图像帧进行编码处理。

具体地，获得差异特征对应的映射结果后，服务器基于映射结果确定并行处理阈值，具体可以由服务器参考映射结果设置并行处理阈值，并基于并行处理阈值生成图像帧对应的并行处理条件，如可以将并行处理阈值作为判定图像帧是否需要并行处理的判定条件。

本实施例中，根据预先设定的自适应映射参数对图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，并通过图像帧所属的图像组的图像组特征得到的结果限定范围，对自适应映射获得的差异特征映射结果进行调整，获得处于结果限定范围内的映射结果，根据映射结果确定的并行处理阈值生成图像帧对应的并行处理条件，从而使得得到的并行处理条件与图像帧的层级特征及差异特征对应，可以实现对图像帧进行并行处理的自适应判定，进而自适应地进行并行压缩分析，可以降低引入的压缩性能损失，在提高视频压缩处理效率的同时，确保了视频的压缩性能。

在一个实施例中，差异特征包括运动特征和残差特征；自适应映射参数包括运动特征映射参数和残差特征映射参数；通过自适应映射参数，对图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，获得差异特征映射结果，包括：通过运动特征映射参数对运动特征进行自适应映射，得到运动特征映射结果；通过残差特征映射参数对残差特征进行自适应映射，

得到残差特征映射结果；及基于运动特征映射结果和运动特征映射结果，获得差异特征映射结果。

其中，差异特征表征图像帧与相应参考帧之间的差异，具体可以根据图像帧与相应参考帧之间的画面变化得到，具体包括运动特征和残差特征。运动特征表征图像帧与相应参考帧之间图像的运动强度；残差特征表征图像帧与相应参考帧之间图像的相似程度，通过运动特征和残差特征，可以反映图像帧与参考帧之间的变化程度。自适应映射参数为对差异特征进行自适应映射时的相关参数，具体包括运动特征映射参数和残差特征映射参数。运动特征映射参数用于对运动特征进行自适应映射，残差特征映射参数用于对残差特征进行自适应映射。运动特征映射参数和残差特征映射参数可以根据实际需要进行灵活设置，如可以设置为常数，以对运动特征和残差特征进行线性映射。

具体地，在对差异特征进行自适应映射时，服务器通过自适应映射参数中的运动特征映射参数，对差异特征中的运动特征进行自适应映射，得到运动特征对应的运动特征映射结果。服务器通过自适应映射参数中的残差特征映射参数，对差异特征中的残差特征进行自适应映射，得到残差特征对应的残差特征映射结果。得到运动特征映射结果和残差特征映射结果后，服务器基于运动特征映射结果和残差特征映射结果，获得图像帧对应的差异特征映射结果。具体应用中，服务器可以将运动特征映射结果和残差特征映射结果进行融合，如可以进行线性融合或非线性融合，得到差异特征映射结果。

本实施例中，差异特征包括运动特征和残差特征，通过自适应映射参数分别对运动特征和残差特征进行自适应映射，并基于获得的运动特征映射结果和运动特征映射结果得到差异特征映射结果，从多维度对图像帧与相应参考帧之间的差异特征进行自适应映射，使得差异特征映射结果能够准确表达图像帧的自适应特征，有利于对图像帧进行并行处理的自适应判定，进而自适应地进行并行压缩分析。

在一个实施例中，当图像帧的层级特征满足并行处理条件时，对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数，包括：当图像帧的图像层级大于并行处理阈值时，确定图像帧中的各图像编码单元；及按照波前并行处理方式，对各图像编码单元进行并行压缩分析，根据各图像编码单元分别对应的分析结果，得到针对图像帧的编码参数。

其中，图像层级指图像帧在所属的图像组内所处的层级，图像层级根据图像组内各帧图像帧之间的参考关系确定。一般地，图像层级越低，则对应图像帧的参考帧数量越少，而被参考的数量越多，图像帧越重要，需要保护更高的压缩性能；图像层级越高，则对应图像的参考帧数量越多，被参考的数量越少，图像帧的重要性越低，可以进行并行处理，以提高编码压缩的处理效率。并行处理条件包括基于并行处理阈值对图像帧是否进行并行处理进行判定的条件，并行处理阈值用于判定是否对图像帧进行并行处理。图像编码单元通过对图像帧进行单元划分得到，图像编码单元是对图像帧进行并行处理的处理单元，通过同时并行处理多个不存在依赖关系的图像编码单元，以实现图像帧的并行处理。波前并行处理方式对应处理的图像编码单元为编码树单元 CTU，从而在 CTU 的行同时进行多行 CTU 处理，但后一行比前一行慢 2 个 CTU，保证了原始性能。所谓波前并行，是指 CTU 不是独立的、需要相互参考时使用的并行处理。例如，帧内预测需要上一行左一列参考 CTU、帧间预测需要上边 CTU 和左边 CTU 的运动特征、环路滤波过程会跨 CTU 以及各种边界等。并行压缩分析获得各图像编码单元分别对应的分析结果，并基于各分析结果得到图像帧的编码参数。图像帧被划分为多个图像编码单元，各个图像编码单元对应的分析结果综合即可以得到图像帧的编码参数。

具体地，在对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析时，服务器确定图像帧的图像层级，具体可以确定图像帧对应所属的图像组，基于该图像组确定图像帧的图像层级，也可以根据图像帧携带的层级参数，确定图像帧的图像层级。服务器将图像帧的图像层级与并行处理条件中的并行处理阈值进行比较，若图像帧的图像层级大于并行处理阈值，表明图像帧所处的层级较高，其重要程度低，可以进行并行处理，以提高编码压缩的处理效率。服务器

确定图像帧中的各图像编码单元，并按照波前并行处理方式，对各图像编码单元进行并行压缩分析，得到各图像编码单元分别对应的分析结果。分析结果可以包括相应图像编码单元的编码参数，根据各图像编码单元分别对应的分析结果，可以得到针对图像帧的编码参数，具体可以将各图像编码单元分别对应的分析结果，按照图像编码单元在图像帧的所处位置按序进行融合，得到针对图像帧的编码参数，通过针对图像帧的编码参数对图像帧进行编码处理。

本实施例中，在图像帧的图像层级大于并行处理阈值时，按照波前并行处理方式，对各图像编码单元进行并行压缩分析，并根据各图像编码单元分别对应的分析结果，得到针对图像帧的编码参数。按照波前并行处理方式对重要程度低的图像帧中各图像编码单元进行并行压缩分析，可以提高对视频中图像帧进行编码处理的效率，并确保了视频压缩的性能。

在一个实施例中，图像帧中的图像编码单元按行排列；对各图像编码单元进行并行压缩分析，根据各图像编码单元分别对应的分析结果，得到针对图像帧的编码参数，包括：对各图像编码单元进行并行残差分析，得到各图像编码单元分别对应的残差参数；当各图像编码单元中的首位图像编码单元的残差参数满足残差修正条件时，对首位图像编码单元的残差参数进行修正；首位图像编码单元为各行图像编码单元中的首个图像编码单元；基于修正后的残差参数得到首位图像编码单元对应的分析结果；及根据各图像编码单元分别对应的分析结果，得到针对图像帧的编码参数。

其中，图像帧中的图像编码单元按行排列，即在对各图像编码单元进行并行处理时，通过同时处理多行的图像编码单元，以实现并行处理。并行残差分析指对图像帧中各图像编码单元并行进行残差分析，如可以将3行图像编码单元并行进行残差分析，确定各图像编码单元对应的残差参数。残差参数反映了图像编码单元与关联的图像编码单元之间相似程度。首位图像编码单元为各行图像编码单元中的首个图像编码单元，即在进行并行处理时，每行图像编码单元的第一个图像编码单元即为首位图像编码单元。残差修正条件用于判定是否需要修正首位图像编码单元的残差参数。图像帧中的图像编码单元按行排列，且通过多行并行进行编码分析，若某一行的首位图像编码单元的残差参数为0，则该首位图像编码单元对应的量化参数为上一行最后一个图像编码单元，在并行处理时，因为本行的首位图像编码单元与上一行最后一个图像编码单元是并行处理的，会导致无法正确确定本行的首位图像编码单元对应的量化参数，导致无法正确重建图像，故需要避免首位图像编码单元的残差参数为0的情况，具体通过对残差参数进行修正，并基于修正后的残差参数得到首位图像编码单元对应的分析结果。其中，量化参数反映了空间细节压缩情况，如量化参数小，则视频中大部分的细节都会被保留；量化参数增大，一些细节丢失，码率降低，但图像失真加强和质量下降。

具体地，图像帧中的图像编码单元按行排列，服务器按行对图像编码单元进行并行压缩分析，具体可以由服务器并行对图像帧中多行的图像编码单元进行压缩分析，具体包括对各图像编码单元进行并行残差分析，得到各图像编码单元分别对应的残差参数。在各图像编码单元中的首位图像编码单元的残差参数满足残差修正条件时，表明需要对首位图像编码单元的残差参数进行修正，以避免影响对首位图像编码单元进行编码还原处理。具体应用中，服务器可以确定各首位图像编码单元的残差参数是否取值为0，对于残差参数取值为0的首位图像编码单元，对其残差参数进行修正，以避免无法正确还原对应图像帧的问题。具体应用时，可以对首位图像编码单元的图像信息进行调整，如修改首位图像编码单元对应的低频系数或高频系数，将低频系数或高频系数从0修改为1，还可以通过减小量化参数，以使首位图像编码单元对应的残差参数不为0，也可以通过无损编码的方式，如通过PCM（Pulse Code Modulation，脉冲编码调制）编码方式进行编码，以避免残差参数为0。

在对满足残差修正条件的首位图像编码单元的残差参数进行修正后，服务器基于修正后的残差参数进行并行压缩分析，得到对应首位图像编码单元的分析结果。而对于视频最后中其他不需要进行残差参数修正的图像编码单元，则可以直接基于并行压缩分析得到对应的分析结果。得到各图像编码单元分别对应的分析结果后，服务器基于各图像编码单元分别对应

的分析结果，得到针对图像帧的编码参数。

本实施例中，在对各图像编码单元进行并行压缩分析时，针对满足残差修正条件的首位图像编码单元，对该首位图像编码单元的残差参数进行修正，并基于修正后的残差参数得到首位图像编码单元对应的分析结果，根据图像帧中各图像编码单元分别对应的分析结果，得到针对图像帧的编码参数。通过对首位图像编码单元的残差参数进行修正，避免无法正确还原重建图像帧的问题，从而确保视频的压缩性能。

在一个实施例中，当各图像编码单元中的首位图像编码单元的残差参数满足残差修正条件时，对首位图像编码单元的残差参数进行修正，包括：当各图像编码单元中的首位图像编码单元的残差参数的数值为零时，对首位图像编码单元的残差参数进行调整，以使调整后的残差参数的数值不为零。

其中，图像帧中的图像编码单元按行排列，且通过多行并行进行编码分析，若某一行的首位图像编码单元的残差参数为 0，则表明该首位图像编码单元对应的量化参数为上一行最后一个图像编码单元，在并行处理时，因为本行的首位图像编码单元与上一行最后一个图像编码单元是并行处理的，会导致无法正确确定本行的首位图像编码单元对应的量化参数，导致无法正确重建图像，故需要避免首位图像编码单元的残差参数为 0 的情况，具体通过对残差参数进行修正，并基于修正后的残差参数得到首位图像编码单元对应的分析结果。

具体地，得到各首位图像编码单元的残差参数后，服务器可以对数值为 0 的残差参数进行调整，如可以修改首位图像编码单元对应的低频系数或高频系数，将低频系数或高频系数从 0 修改为 1，还可以通过减小量化参数，以使首位图像编码单元对应的残差参数不为 0，也可以通过无损编码的方式，如通过 PCM（Pulse Code Modulation，脉冲编码调制）编码方式进行编码，以避免残差参数为的取值 0，即使得调整后的残差参数的数值不为 0。

本实施例中，通过对首位图像编码单元数值为 0 的残差参数进行调整，避免无法正确还原重建图像帧的问题，从而确保视频的压缩性能。

在一个实施例中，基于视频中各图像帧分别对应的编码参数，对视频进行压缩，包括：确定视频中各图像帧分别对应的编码参数；按照非波前并行处理方式，基于各图像帧分别对应的编码参数，对所对应的图像帧进行编码，得到各图像帧分别对应的编码结果；及基于各图像帧分别对应的编码结果，对视频进行压缩。

其中，非波前并行处理方式指不通过波前并行处理的编码方式，例如切割（Slices）或拼贴（Tiles）等方式。非波前并行处理方式具体可以根据实际需要进行设置，但非波前并行处理方式不采用波前并行处理方式。

具体地，在对视频进行压缩处理时，服务器确定视频中各图像帧分别对应的编码参数。其中，对于视频中满足相应并行处理条件的图像帧，可以通过对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数。而对于视频中不满足相应并行处理条件的图像帧，则可以通过切割（Slices）或拼贴（Tiles）等方式对图像帧进行压缩分析，得到相应图像帧的编码参数。即视频中各图像帧分别对应的编码参数，可以包括通过对图像编码单元进行并行压缩分析得到编码参数，还包括通过其他压缩分析方式对不满足并行处理条件的图像帧进行压缩分析得到的编码参数。得到视频中各图像帧分别对应的编码参数后，服务器按照非波前并行处理方式，即不采用 WPP 的编码方式，基于各图像帧分别对应的编码参数，对所对应的图像帧进行编码，得到各图像帧分别对应的编码结果。例如可以采用切割（Slices）或拼贴（Tiles）等方式对图像帧进行编码，得到各图像帧分别对应的编码结果。得到各图像帧分别对应的编码结果后，服务器可以基于各图像帧分别对应的编码结果，对视频进行压缩，具体可以由服务器将各图像帧分别对应的编码结果进行打包，以实现视频进行压缩，得到视频对应的压缩结果，压缩结果包括视频中各图像帧分别对应的编码结果。

在具体应用时，对于视频中满足对应并行处理条件的图像帧，通过对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，具体可以按照波前并行处理方式，对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，得到针对图像帧的编码参数。对于视频中不满足对应并行处理条件的图像

帧，可以通过其他方式，如切割（Slices）或拼贴（Tiles）等方式对图像帧进行压缩分析，得到图像帧对应的编码参数。而在对各图像帧进行编码处理时，可以按照非波前并行处理方式，基于各图像帧分别对应的编码参数，对对应的图像帧进行编码，并基于各图像帧分别对应的编码结果实现对视频的压缩。进一步地，在需要更快的压缩效率时，则在对各图像帧进行编码处理时，也可以按照波前并行处理方式，基于各图像帧分别对应的编码参数，对对应的图像帧进行编码，并基于各图像帧分别对应的编码结果实现对视频的压缩。

本实施例中，按照非波前并行处理方式，基于各图像帧分别对应的编码参数，对对应的图像帧进行编码，避免在编码阶段采用波前并行处理方式，可以降低因采用波前并行处理方式进行编码导致的压缩性能损失，从而确保视频的压缩性能。

在一个实施例中，在获取待压缩的视频之后，还包括：确定视频中各图像帧的图像尺寸信息；及当图像尺寸信息和压缩处理资源满足并行开启条件时，执行对视频中的每一图像帧，基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件的步骤。

其中，图像尺寸信息描述了视频中各图像帧的图像大小，具体可以包括图像的宽度和高度，从而可以根据图像尺寸信息确定对视频进行压缩处理时所需的资源。图像尺寸信息可以通过对视频中各图像帧的尺寸进行分析确定。视频中各图像帧的图像尺寸越大，则各图像帧的数据量越大，可以划分进行的并行任务越多。压缩处理资源为执行视频压缩的设备的资源，具体可以为服务器的计算资源，服务器的压缩处理资源越高，则可以支持更多的并行处理任务。并行开启条件用于判定服务器是否支持对视频开启并行处理，具体可以根据服务器的实际资源状态进行设置。

具体地，在获得待压缩的视频之后，服务器确定视频中各图像帧的图像尺寸信息，具体可以从视频中随机抽取预定数量的图像帧，对图像帧的尺寸进行分析，从而确定视频中各图像帧的图像尺寸信息，具体包括各图像帧的宽度和高度。服务器进一步确定可以用于进行视频压缩的压缩处理资源。服务器基于图像尺寸信息和压缩处理资源，判定是否满足并行开启条件，例如，服务器可以基于压缩处理资源确定能够支持并行压缩任务的数量，并根据图像尺寸信息确定可以划分的并行压缩任务数量，综合判断是否满足并行开启条件。若满足并行开启条件，则表明可以对视频进行并行压缩处理，执行对视频中的每一图像帧，基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件的步骤，从而对视频进行压缩处理。若不满足并行开启条件，表明服务器不支持对视频进行本实施例的并行压缩方式进行处理，则可以通过其他压缩方式对视频进行压缩，如可以通过切割、拼贴或帧级并行等方式对视频进行压缩处理。

本实施例中，根据视频中各图像帧的图像尺寸信息和服务器的压缩处理资源，确定满足并行开启条件时，执行对视频进行并行压缩处理，从而针对视频中的各图像帧自适应地进行并行压缩分析，降低引入的压缩性能损失，从而在提高了视频压缩处理效率的同时，确保了视频的压缩性能。

在一个实施例中，视频压缩方法还包括：当图像尺寸信息和压缩处理资源不满足并行开启条件时，通过切割并行、拼贴并行或帧级并行中至少一种并行方式，对视频进行压缩处理。

其中，图像尺寸信息和压缩处理资源不满足并行开启条件，表明服务器不支持对视频进行本实施例的并行压缩方式进行处理，则可以通过其他压缩方式对视频进行压缩。切割并行是指通过切割（Slices）方式对图像帧进行压缩分析，得到相应图像帧的编码参数，并基于获得的编码参数实现对视频的压缩。拼贴并行是指通过拼贴（Tiles）方式对图像帧进行压缩分析，得到相应图像帧的编码参数，并基于获得的编码参数实现对视频的压缩。帧级并行是指在通过帧（frame）与帧之间进行相互参考时，对于相互独立的非参考帧之间进行并行压缩处理，从而实现视频的压缩。

本实施例中，在根据图像尺寸信息和压缩处理资源确定不满足在并行开启条件时，通过切割并行、拼贴并行或帧级并行中至少一种并行方式，对视频进行压缩处理，从而能够根据

图像尺寸信息和压缩处理资源自适应选择各种适合的压缩方式，确保视频压缩能够正常运行。

在一个实施例中，视频压缩方法还包括：确定在视频中，图像帧所属的图像组；基于图像组确定图像帧的层级特征及图像帧相应的参考帧；及对图像帧和参考帧进行差异分析，得到图像帧和参考帧之间的差异特征。

其中，图像组是指将视频中多帧图像帧划分形成的帧序列，图像组中可以设置有完整进行编码处理的图像帧，作为参考帧，而对图像组中其他图像帧则与该参考帧的差别进行编码处理，即参考帧为图像组内其他图像帧作为参考进行编码处理的图像帧。层级特征用于表征图像帧在所属的图像组中的层级信息。差异特征用于表征图像帧与相应参考帧之间的差异，具体可以根据图像帧与相应参考帧之间的画面变化得到，如可以根据图像帧与相应参考帧之间的对象差异、像素差异得到。

具体地，在获得待压缩的视频后，服务器在针对视频中的每一帧图像帧进行编码处理时，服务器确定图像帧在视频中所属于的图像组，具体可以根据图像帧的组划分关系，确定图像帧所属的图像组。确定图像帧所属的图像组后，服务器基于该图像组，确定图像帧的层级特征及图像帧相应的参考帧。层级特征可以根据图像帧对应所属的层级得到，以描述图像帧在对应所属图像组中的参考关系。进一步地，服务器图像帧和参考帧进行差异分析，得到图像帧和参考帧之间的差异特征，具体可以由服务器将图像帧和参考帧进行图像对比，以确定图像帧和参考帧之间的差异特征，差异特征可以表征出图像帧相比于参考帧的画面变化，具体可以包括但不限于包括运动特征、残差特征等。服务器基于图像帧和参考帧之间的差异特征可以进行自适应映射，以根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件。

本实施例中，根据图像帧所属的图像组确定图像帧的层级特征及图像帧相应的参考帧，从而将图像帧与对应的参考帧进行差异分析，得到图像帧和参考帧之间的差异特征，以便基于差异特征确定图像帧对应的并行处理条件，通过并行处理条件实现针对视频中的各图像帧自适应地进行并行压缩分析。

在一个实施例中，基于图像组确定图像帧的层级特征及图像帧相应的参考帧，包括：确定图像组的图像组特征；及基于图像组特征中的图像组参考关系，确定图像帧的层级特征及图像帧相应的参考帧。

其中，图像组特征用于描述对应图像组，具体可以包括表征图像组中各图像帧之间层级参考关系的特征。图像组特征包括图像组属性特征和图像组参考关系，图像组属性特征可以描述图像组属性的特征，如图像组的大小，图像帧的编号等；图像组参考关系反映了图像组中各图像帧之间的参考关系。

具体地，在确定图像帧所属的图像组后，服务器获取图像组的图像组特征，图像组特征包括图像组参考关系，服务器基于图像组特征中的图像组参考关系，确定图像帧的层级特征及图像帧相应的参考帧。具体应用时，服务器可以根据图像组参考关系，确定图像组中各帧图像帧之间的参考关系，基于各帧图像帧之间的参考关系，确定图像帧在图像组中的层级特征，如可以根据图像帧在图像组中所处的层级得到图像帧的层级特征，并根据各帧图像帧之间的参考关系确定图像帧相应的参考帧。

本实施例中，基于图像组特征中的图像组参考关系，确定图像帧的层级特征及图像帧相应的参考帧，从而可以基于图像帧与对应的参考帧之间的差异特征确定图像帧对应的并行处理条件，通过并行处理条件实现针对视频中的各图像帧自适应地进行并行压缩分析。

在一个实施例中，对图像帧和参考帧进行差异分析，得到图像帧和参考帧之间的差异特征，包括：确定参考帧中与图像帧中各原始图像块分别对应的匹配图像块；根据各原始图像块的位置与所对应的匹配图像块的位置，得到各原始图像块分别对应的运动信息；及基于各原始图像块分别对应的运动信息，得到图像帧和参考帧之间的运动特征。

其中，差异特征包括运动特征，运动特征表征图像帧与相应参考帧之间图像的运动强度，具体根据图像帧与相应参考帧之间的运动信息确定。图像帧可以划分为多个原始图像块，原始图像块的大小可以根据实际需要灵活设置。图像帧以参考帧为参考，图像帧中各原始图像

块在参考帧中可以匹配得到对应的匹配图像块。根据原始图像块与对应的匹配图像块之间的位置变化，得到各原始图像块分别对应的运动信息，即获得图像帧相对于参考帧的运动信息，基于该运动信息可以获得图像帧和参考帧之间的运动特征。

具体地，在确定图像帧和参考帧之间的差异特征时，服务器确定参考帧中与图像帧中各原始图像块分别对应的匹配图像块，具体实现时，服务器可以将图像帧划分为多个原始图像块，将各原始图像块在参考帧中进行搜索匹配，如采用全搜索、菱形搜索或者四边形搜索等搜索方式，从参考帧中确定与各原始图像块分别对应的匹配图像块。例如，可以计算原始图像块与参考帧中各图像块相素点差值的绝对误差和（Sum of Absolute Difference, SAD）或 SATD（Sum of Absolute Transformed Difference），即 hadamard 变换（阿达马变换）后再绝对值求和，根据计算结果最小的图像块，即为原始图像块对应的匹配图像块。确定参考帧中各匹配图像块后，服务器确定各原始图像块的位置和对应匹配图像块的位置，并根据各原始图像块的位置与所对应的匹配图像块的位置，得到各原始图像块分别对应的运动信息。具体可以根据各原始图像块的位置与所对应的匹配图像块的位置，确定各原始图像块与所对应的匹配图像块之间的位移，得到各原始图像块分别对应的运动信息。服务器基于各原始图像块分别对应的运动信息，确定图像帧和参考帧之间的运动特征，具体可以对各原始图像块分别对应的运动信息进行求和变换，得到图像帧和参考帧之间的运动特征。例如，运动特征=（当前图像帧所有原始图像块的 X 轴方向位移之和/图像宽度+当前图像帧所有原始图像块的 Y 轴方向位移之和/图像高度）/所有原始图像块的数量/当前图像帧与参考帧之间的距离。运动特征数值越大，代表图像间运动的越剧烈；反之，运动特征数值越小，代表图像间越静止。

本实施例中，根据图像帧中各原始图像块的位置，与参考帧中所对应的匹配图像块的位置，确定各原始图像块分别对应的运动信息，并基于各原始图像块分别对应的运动信息，确定图像帧和参考帧之间的运动特征，从而可以通过图像帧与参考帧之间的图像位移确定图像帧与参考帧之间的差异特征，以便基于该差异特征确定图像帧对应的并行处理条件，通过并行处理条件实现针对视频中的各图像帧自适应地进行并行压缩分析。

在一个实施中，运动信息包括图像帧中原始图像块在图像宽度方向的第一位移，以及图像帧中各原始图像块在图像高度方向的第二位移；基于各原始图像块分别对应的运动信息，得到图像帧和参考帧之间的运动特征，包括：根据各原始图像的第一位移进行求和，并基于得到的第一位移和与图像帧的图像宽度的比值得到第一位移比；根据各原始图像的第二位移进行求和，并基于得到的第二位移和与图像帧的图像高度的比值得到第二位移比；根据第一位移比和第二位移比的位移比之和，与各原始图像块的数量之比，得到中间运动特征；及根据中间运动特征与图像距离的比值，得到图像帧和参考帧之间的运动特征；图像距离包括参考帧与图像帧之间的距离。

其中，第一位移用于表征原始图像块相对于参考帧在图像宽度方向上的位置变化；第二位移用于表征原始图像块相对于参考帧在图像高度方向上的位置变化。图像帧中各原始图像块在图像宽度方向的第一位移和，具体可以通过将当前图像帧中各个原始图像块在图像宽度方向的第一位移进行求和得到。图像帧中各原始图像块在图像高度方向的第二位移和，具体可以通过将当前图像中各个原始图像块在图像高度方向的第二位移进行求和得到。

具体地，服务器可以根据各原始图像的第一位移进行求和，得到第一位移和，并确定第一位移和与图像帧的图像宽度的比值，从而得到第一位移比。服务器可以根据各原始图像的第二位移进行求和，得到第二位移和，并确定第二位移和与图像帧的图像高度的比值，从而得到第二位移比。服务器将第一位移比与第二位移比进行求和，得到位移比之和，并确定位移比之和与各原始图像块的数量之比，得到中间运动特征。服务器根据参考帧与图像帧之间的距离，得到图像距离，并基于中间运动特征与图像距离的比值，得到图像帧和参考帧之间的运动特征。具体地，对于每一图像帧而言，运动特征=（当前图像帧所有原始图像块的 X 轴方向位移之和/图像宽度+当前图像帧所有原始图像块的 Y 轴方向位移之和/图像高度）/所有原始图像块的数量/当前图像帧与参考帧之间的距离。运动特征数值越大，代表图像间运动

的越剧烈；反之，运动特征数值越小，代表图像间越静止。

本实施例中，根据图像帧中各个原始图像块在图像高度方向和图像宽度方向上的位移和，各个原始图像块、以及参考帧与图像帧之间的距离，得到运动特征，以准确表征图像帧与参考帧之间的运动变化，以便基于该运动特征确定图像帧对应的并行处理条件，通过并行处理条件实现针对视频中的各图像帧自适应地进行并行压缩分析。

在一个实施例中，对图像帧和参考帧进行差异分析，得到图像帧和参考帧之间的差异特征，包括：确定参考帧中与图像帧中各原始图像块分别对应的匹配图像块；根据各原始图像块的像素与所对应的匹配图像块的像素，得到各原始图像块分别对应的残差信息；及基于各原始图像块分别对应的残差信息和原始图像块的数量，得到图像帧和参考帧之间的残差特征。

其中，差异特征包括残差特征，残差特征表征图像帧与相应参考帧之间图像的相似程度，具体根据图像帧与相应参考帧之间的像素相似度确定。图像帧可以划分为多个原始图像块，原始图像块的大小可以根据实际需要灵活设置。图像帧以参考帧为参考，图像帧中各原始图像块在参考帧中可以匹配得到对应的匹配图像块。根据原始图像块与对应的匹配图像块之间的像素变化，得到各原始图像块分别对应的残差信息，即获得图像帧相对于参考帧的残差信息，基于该运动残差可以获得图像帧和参考帧之间的残差特征。

具体地，在确定图像帧和参考帧之间的差异特征时，服务器确定参考帧中与图像帧中各原始图像块分别对应的匹配图像块，确定参考帧中的各匹配图像块后，服务器确定各原始图像块的像素和对应匹配图像块的像素，并根据各原始图像块的像素与所对应的匹配图像块的像素，得到各原始图像块分别对应的残差信息。具体可以根据各原始图像块的像素与所对应的匹配图像块的像素，确定各原始图像块与所对应的匹配图像块之间的像素变化，得到各原始图像块分别对应的残差信息。服务器基于各原始图像块分别对应的残差信息，确定图像帧和参考帧之间的残差特征，具体可以对各原始图像块分别对应的残差信息进行求和变换，得到图像帧和参考帧之间的残差特征。例如，残差特征=当前图像帧所有原始图像块的残差绝对误差和/所有原始图像块的数量。残差特征数值大小越大，代表图像相似度越低；反之，残差特征数值大小越小，代表图像相似度越高。

本实施例中，根据图像帧中各原始图像块的像素，与参考帧中所对应的匹配图像块的像素，确定各原始图像块分别对应的残差信息，并基于各原始图像块分别对应的残差信息，确定图像帧和参考帧之间的残差特征，从而可以通过图像帧与参考帧之间的图像像素变化确定图像帧与参考帧之间的差异特征，以便基于该差异特征确定图像帧对应的并行处理条件，通过并行处理条件实现针对视频中的各图像帧自适应地进行并行压缩分析。

在一个实施例中，残差信息包括原始图像块的像素残差绝对值，原始图像块的像素残差绝对值根据原始图像块与所对应的匹配图像块中各像素点的像素差值得到；基于各原始图像块分别对应的残差信息和原始图像块的数量，得到图像帧和参考帧之间的残差特征，包括：将各原始图像块的像素残差绝对值进行求和，得到残差绝对误差和；及根据残差绝对误差和与原始图像块的数量比值，得到图像帧和参考帧之间的残差特征。

其中，原始图像块的像素残差绝对值，根据原始图像块与所对应的匹配图像块的进行像素数值作差得到，具体可以将原始图像块与所对应的匹配图像块中各个像素点的像素进行作差，并针对像素差值求取绝对值，将各个像素点像素差值的绝对值求和，得到原始图像块的像素残差绝对值。残差绝对误差和通过将各个原始图像块的像素残差绝对值进行求和得到。

具体地，服务器各原始图像块的像素残差绝对值进行求和，得到残差绝对误差和，并确定残差绝对误差和与原始图像块的数量比值，服务器根据残差绝对误差和与原始图像块的数量比值，得到图像帧和参考帧之间的残差特征。具体应用中，对于每一图像帧，残差特征=当前图像帧所有原始图像块的残差绝对误差和/所有原始图像块的数量。残差特征数值大小越大，代表图像相似度越低；反之，残差特征数值大小越小，代表图像相似度越高。

本实施例中，根据原始图像块与所对应的匹配图像块中各像素点的像素差值得到的像素残差绝对值，以及原始图像块的数量确定残差特征，以准确表征图像帧与参考帧之间的残差

变化，以便基于该残差特征确定图像帧对应的并行处理条件，通过并行处理条件实现针对视频中的各图像帧自适应地进行并行压缩分析。

在一个实施例中，视频压缩方法还包括：当图像帧的层级特征不满足并行处理条件时，按照非波前并行处理方式，对图像帧进行压缩分析，得到针对图像帧的编码参数。

其中，非波前并行处理方式指不通过波前并行处理的方式，例如切割或拼贴等方式。非波前并行处理方式具体可以根据实际需要进行设置，非波前并行处理方式不采用波前并行处理方式。

具体地，在图像帧的层级特征不满足并行处理条件时，表明该图像帧不适合对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，则服务器按照非波前并行处理方式，如按照切割或拼贴的方式，对图像帧进行压缩分析，得到针对图像帧的编码参数。具体应用时，对于层级特征不满足并行处理条件的图像帧，服务器可以通过其他方式确定图像帧的编码参数，如可以依次对图像帧中的图像编码单元进行压缩分析，以确定针对该当前图像帧的编码参数，并基于该编码参数进行编码压缩处理。

本实施例中，对于不满足并行处理条件的图像帧，通过非波前并行处理方式进行压缩分析，以确定针对该当前图像帧的编码参数，并基于该编码参数进行编码压缩处理，可以针对视频中的各图像帧自适应地进行并行压缩分析，降低引入的压缩性能损失，从而在提高了视频压缩处理效率的同时，确保了视频的压缩性能。

本申请还提供一种应用场景，该应用场景应用上述的视频压缩方法。具体地，该视频压缩方法在该应用场景的应用如下：

随着视频应用高速发展，视频向高清、高帧率、高分辨率的方向不断发展，H.265 因其优秀的压缩性能得到了广泛使用，在视频领域发挥着越来越重要的作用。H.265 又称为 HEVC（全称 High Efficiency Video Coding，高效率视频编码），是 ITU-T H.264/MPEG-4 AVC 标准的继任者。H.265 将图像划分为编码树单元（coding tree blocks, CTU），根据不同的编码设置，编码树单元的尺寸可以被设置为 64×64 或有限的 32×32 或 16×16 。更大的编码树单元可以提供更高的压缩效率（同样也需要更高的编码速度）。每个编码树单元可以被递归分割，利用二叉树结构，分割为 32×32 、 16×16 、 8×8 的子区域。每个图像进一步被区分为特殊的树编码块组，称之为切割（Slices）和拼贴（Tiles）。编码树单元是 H.265 的基本编码单位，如同 H.264 的宏块。编码树单元可向下分区编码单元（Coding Unit, CU）、预测单元（Prediction Unit, PU）及转换单元（Transform Unit, TU）。每个编码树单元内包含 1 个亮度与 2 个色度编码块，以及记录额外信息的语法元素。然而，H.265 的计算复杂度比 H.264 高出许多倍，这种高计算复杂度，如果仅仅依赖于单核的处理计划能力，其代价非常昂贵。因此，在 H.265 实现中，需要考虑到并行的计算需求，充分发挥设备的多核心资源。

从数据角度，H.265 上的并行算法，按照从高到低，分为 GOP（Group Of Picture，图像组）级，frame（帧）级，slice（切割）/tile（拼贴）级以及 CTU 级 WPP 并行。

其中，对于 GOP 级并行，GOP 是 Group Of Picture 的简称，也就是一组图像，如图 4 所示，在一个 GOP 中，I 帧为帧内编码帧，表示关键帧，该帧的画面完整保留，解码时只需要本帧数据就可以完成；P 帧为前向预测编码帧，P 帧表示的是这一帧跟之前的一个关键帧（或 P 帧）的差别，解码时需要用之前缓存的画面叠加上本帧定义的差别，生成最终画面。P 帧是差别帧，P 帧没有完整画面数据，只有与前一帧的画面差别的数据；B 帧为双向预测内插编码帧，B 帧记录的是本帧与前后帧的差别，要解码 B 帧，不仅要取得之前的缓存画面，还要解码之后的画面，通过前后画面的与本帧数据的叠加取得最终的画面，B 帧的压缩率高。I 帧、B 帧和 P 帧之间的参考关系如图 4 中箭头所示，根据 I 帧可以依次确定 P 帧，根据 I 帧和 P 帧确定 B 帧。如果定义为从 IDR（Instantaneous Decoding Refresh，即时解码刷新）帧开始，到下一个 IDR 帧结束，则 GOP 之间是相互独立的，可以并行，且无压缩性能的损失，但这种并行存在两个问题：一是每个 GOP 的大小不一致，差别可能非常大，不利于并行效率，二是每增加一组 GOP 并行，则使用的内存完全增加一倍，开销比较大。

对于 frame 级并行, H.265 的帧级结构要比 H.264 的复杂很多, 帧与帧之间可以相互参考, 但对于非参考帧则相互独立, 可以并行。此外, 如果按参考关系对帧进行分层, 则相同层之间的帧相互关系较弱, 当参考关系进行一定限制时, 可以牺牲一定的压缩性能, 对同层的帧进行并行处理。

对于 Slice 级并行, 每一帧图像可以被拆分成多个切割 Slice, 每个 Slice 间的数据是独立的, 如图 5 所示, 图像被划分为多个 Slice, Slice1 和 Slice2 通过不同填充线条指示, 各 Slice 之间相互独立。因此一帧内的多个 Slice 间是可以相互并行处理的。但也正因为 Slice 间相互独立, 所以 Slice 不能跨过其边界来进行帧内或帧间预测, 并且每个 Slice 有独立的头信息, 导致压缩效率下降。随着 Slice 数量的越来越多, 并行度越高, 但压缩效率也就越低。此外, Slice 间虽然可以进行跨块的滤波, 但也却又会反过来影响压缩性能。

对于 Tile (拼贴) 级并行, Tile 和 Slice 相比, 最大的改变是不需要按照帧的编码顺序去划分, 而是可以按照矩形进行划分, 如图 6 所示, 图像被划分成各种大小的矩形 Tile。而且可以不用写头信息, 减少码率的浪费。但与此同时, Tile 和 Slice 并行存在着一样的问题, 就是 Tile 与 Tile 之间, 因为其相互独立, 导致不能跨过其边界来进行帧内预测, 降低压缩率。同时 Tile 并行与宏块行级的并行是互斥的, 这也限制了其使用场景。

对于 CTU 级 WPP 并行, 是 H.265 中首次提出的, 也是 H.265 中最重要的并行方式。其思想是: 由于每一个块的预测、重建、熵编码等会用到相邻块的数据, 因此每一个宏块都与其左、左上、上、右上四个块存在相互依赖关系, 如图 7 所示, (x,y) 的 CTU 与其左、左上、上、右上四个 CTU 存在依赖关系。因此, 对于不同的宏块行, 如果能错开两个宏块, 则宏块之间可以并行处理, 如图 8 所示, 添加阴影的 CTU 之间可以进行并行处理, 这样可以大大的提高并效率, 但这种并行存在一定缺点。首先, 为了使每一行能独立进行编码, 编码时需要每一行独立进行熵编码上下文模型更新, 造成压缩性能的损失, 且需要引入额外的语法元素, 压缩性能进一步损失。其次, 对于分层的编码帧级结构, 层级结构越高的帧, 产生的压缩性能损失越大。最后, 对于不同的特征的帧, 产生的压缩性能损失不同。

传统的视频压缩处理技术中, 往往采用统一的并行方案, 对于不同视频特征, 不同层级结构的视频影响不一, 不够灵活。而且, 为了带来更大的并行加速, 引入了比较大的性能损失, 且随着层级结构越复杂, 性能的损失越大。进一步地, 传统的视频压缩处理技术中, 虽然并行编码效率会大幅度提升, 但压缩性能损失 loss 明显。主要在于没有帧对不同的图像特征, 选择更为合适的方案, 导致压缩性能的损失; 并行的熵编码在带来一定的提速的同时, 也会带来比较高的压缩性能损失; 层级高的图像在使用 WPP 并行时, 带来的并行收益有限, 但会带来比较高的压缩性能损失, 并且损失和图像的特征相关。基于此, 本实施例提供的视频压缩方法总体构思为, 根据不同视频特征, 自适应的选择合适的并行方案, 具体根据图像的信息, 自适应的计算需要打开或关闭 WPP 的层级的帧; 并且在分析时使用 WPP 并行分析, 而在编码时采用普通的编码方式, 减少编码时的压缩性能损失。

具体地, 获取待压缩的视频, 确定针对该视频是否开启 WPP 进行并行处理。具体根据服务器可使用的 CPU 核数及视频中图像帧的宽度和高度, 确定是否开启 WPP。可使用的 CPU 核数越多, 则可提供更多资源进行并行; 图像的宽度或高度越大, 则可划分越多的行进行 WPP 并行。具体操作时, 可以根据实际情况确定。例如, 在 (cpu_number > 2 且 $\text{Min}(\text{Width}/2/\text{CTU_size}, \text{Height}/\text{CTU_size}) > 2$) 时, 则打开 WPP, 表示需要通过 WPP 对该视频进行并行压缩处理。cpu_number 为 CPU 可用核数, Width 为视频中图像帧的宽度, Height 为视频中图像帧的高度, CTU_size 为划分的 CTU 的大小, 如可以为 64*64。若确定不开启 WPP, 则通过其他视频压缩方式对该视频进行压缩处理。

进一步地, 确定视频中图像帧的层级特征, 具体包括图像层级信息。确定图像的 GOP 大小及参考关系, GOP 大小和参考关系可以根据参数确定, 也可以通过算法自适应的计算得到。GOP 大小指图像帧所属图像组的大小, 即图像组中图像帧的数量; 参考关系为图像组中各图像帧之间的相互依赖关系。如图 9 所示, 一个图像组 GOP 中, 包括编号为 1-8 共 8 帧图像帧,

即 GOP 大小为 8。序号代表了各图像帧的编码顺序 (coder order)，由左到右，则是图像的展示顺序 (display order)，而黑色的箭头代表了帧与帧之间的参考关系 (依赖关系)，当前帧依赖于被指向帧。比如 2 参考 0 和 1，4 参考 2 和 1。被参考帧的重要性高于当前帧，将一个 GOP 内最重要的帧定义为 layer 0，即第 0 层，重要性每低一级，layer 加 1。如在一个 GOP 内 (序号 1~8)，1 为最重要的帧，其 layer 为 0，2 参考 1，其 layer 为 1，3 和 4 参考 2，其 layer 为 2，5、6、7、8 参考 3、4，所以其 layer 为 3。layer 越小，其重要性越高，则需要确保其压缩性能；反之，layer 越高，其越不重要，可以提高其压缩的处理效率。

确定视频中图像帧的运动特征，具体包括运动强度信息。在 lookahead (预分析) 的过程中，已经对每一个块，大小为 8×8 ，在其参考图像上进行搜索，找到其在参考图像上最匹配的块。搜索方式可以采用全搜索、菱形搜索或者四边形搜索等各种搜索方式，匹配方式则可以计算原始块的图像与参考块图像相素点差值的 SAD (Sum of Absolute Difference, 绝对误差和) 或 SATD (Sum of Absolute Transformed Difference)，即 hadamard 变换后再绝对值求和。计算结果最小的块，确定为原始块对应的匹配块。当前块与匹配块间的位移 $(x_offset, y_offset) = (abs(x_原始 - x_匹配), abs(y_原始 - y_匹配))$ ($abs(x)$ 表示求 x 的绝对值)，得到当前块的运动大小。而当前帧的运动强度信息 = (当前帧所有块 x_offset 之和/图像宽度+当前帧所有块 y_offset 之和/图像高度)/当前帧块的数量/图像与参考图像间的距离。运动强度越大，代表图像间运动的越剧烈；反之，运动强度越小，代表图像间越静止。

确定视频中图像帧的残差特征，具体可以包括残差大小信息。在获取到一个 8×8 块的匹配块后，计算原始块的图像与匹配块图像相素点差值，即为残差。残差信息大小 = 当前帧所有块残差 SAD 之和/当前帧块的数量。残差信息大小越大，代表图像相似度越低；反之，残差信息大小越小，代表图像相似度越高。

进一步地，因为 WPP 可以带来并行效率提升的同时，也会造成压缩性能的下降，因此，可以根据视频中图像帧的图像信息，选择不同的帧自适应的判断是否需要打开 WPP。不同图像在 GOP 中所处的层级不同，代表着其重要程度不同，层级越低的帧，重要性越高，被参考的次数越多，影响的范围越大；而越高层级的帧，重要性越低，被参考的次数越少，影响的范围也越小。因此，若对低层级的图像打开 WPP，会造成更多的性能损失，而对高层级的图像打开 WPP，则性能损失较小。基于此，可以设置一个阈值 threshold，来合理的选择打开哪些层级的 WPP。当当前图像的 layer 小于等于 threshold，则 WPP 关闭；当当前图像的 layer 大于 threshold，则 WPP 打开。

WPP 的阈值 Threshold 为与运动强度信息 mv 和残差大小信息 res 相关的函数， $Threshold = Fun(mv, res)$ 。具体地，当运动强度信息越大时，图像运动越剧烈，图像间的相关性越小，则 WPP 打开时所造成的影响越小；当残差信息大小越大，图像相似度越低，则 WPP 打开时所造成的影响也越小。例如， $Threshold = Clip(0, MaxLayer, a/mv + b/res)$ ；其中 a, b 系数，可以根据实际情况设置，MaxLayer 为当前 GOP 的最大层级。其中， $y = Clip(min, max, x)$ 表示将 x 限制在最小值 min，最大值 max 的范围内，返回值赋给 y ，即当 x 取值处于 min 和 max 之间时， $y=x$ ；若 x 小于 min，则 $y=min$ ，若 x 大于 max，则 $y=max$ 。此外，除了通过图像帧所处的层级进行 WPP 开启与否的判定外，还可以根据图像帧的被参考参数进行判定，图像帧的被参考次数越高，表明其层级越低，则需要确保其压缩处理性能。

若确定视频中的图像帧需要开启 WPP 进行并行压缩处理，则进一步确定 WPP 的具体使用方式。视频压缩的过程主要包括两个阶段，分析阶段和编码阶段。分析阶段指通过某种方式选择每一个 CTU 最优划分块大小 (是 64×64 , 32×32 , 还是 16×16)、划分模式 (包括使用帧内模式，如 DC 模式、planer 模式，或是角度模式等) 还是帧间模式 (如帧间使用单向还是双向等)、残差变换量化后的系数等各种编码参数的过程。编码阶段指将最优划分块大小、划分模式、残差系数等各种编码参数写入码流的过程。传统的 WPP 是指分析阶段和编码阶段都使用 WPP 的方式。本实施例中，在分析阶段使用 WPP 进行并行分析加速，而编码阶段不使用 WPP 并行编码。两者的区别在于，传统的 WPP 方式，在带来很大的速度提升的同时，会造

成明显的压缩性能的损失，而本实施例中通过去掉编码阶段的 WPP 并行，可以很大程度的减少损失，从而确保视频压缩的性能。在具体应用时，若针对当前图像帧需要通过 WPP 进行并行处理，则默认在分析阶段使用 WPP 进行并行分析加速，而编码阶段不使用 WPP 并行编码。若编码速度要求更高时，可选择传统的 WPP 方式，即在编码阶段也使用 WPP 并行编码。

此外，在分析阶段使用 WPP，编码阶段不使用 WPP 时，如果当前宏块行中某个 TCU 块的第一个 TU 块的 cbf (Coding Block Flag, 表征残差) 为 0，则其量化参数 qp 等于 last_qp，即上一行最后一个块的量化参数 qp。如图 10 所示，线程 2 中第一个 TU 块的 cbf 为 0 时，表明其量化参数 qp 上一行最后一个块的量化参数 qp，即等于线程 1 中最后一个阴影块的量化参数。因为是并行分析，则会导致无法获得当前块的正确量化参数 qp，从而导致无法正确重建图像。基于此，需要避免当前行第一个块为 cbf=0 即无残差的情况，具体可以在当前块进行完变换和量化操作后，若发现其残差为 0，则可以将其变换后的低频系数从 0 改为 1，从而避免 cbf=0 的情况。此外，还可以高频信息 0 改为 1，或者减小 qp 值，直到图像的残差不为 0，又或使用 PCM 无损编码，避免其残差为 0，以确保视频的压缩性能。

在一个具体应用测试中，如下表 1 所示，

表 1

视频类型	BD-峰值信噪比	BD-结构相似性	提速
ClassB	-0.94%	-0.98%	-2.63%
ClassC	-1.04%	-1.02%	-10.55%
ClassD	-1.03%	-1.29%	-15.09%
ClassE	-1.45%	-1.55%	-2.99%
ClassF	-1.13%	-1.16%	-1.68%
LOWRES	-1.15%	-1.37%	-4.87%
720p 短视频	-0.61%	-0.99%	-4.47%
540p 短视频	-1.09%	-1.47%	-3.11%
电影	-0.60%	-0.80%	-2.42%
游戏	-0.66%	-0.85%	-8.37%
脱口秀	-0.83%	-0.86%	-4.13%
音乐 MV	-0.94%	-0.92%	-2.89%
运动视频	-0.79%	-0.84%	-2.66%
MSU 视频	-0.71%	-0.96%	-4.57%
4K 高清视频	-0.63%	-0.71%	-0.19%
平均	-0.79%	-0.95%	-3.92%

其中，classB、classC、classD、classE、class F 为测试压缩性能的标准测试序列组，其他为不同类型的视频测试序列组。PSNR (peak signal to noise ratio, 峰值信噪比)，两幅图像间的 PSNR 越大，则越相似；SSIM (Structural Similarity Mndex, 结构相似性)，SSIM 计算的结果为一个小数且在-1 到 1 之间，若结果为 1，说明对比的两幅图像数据上是一致的；BD-rate 负的值时，表示相同 PSNR 条件下，码率减少，性能提高；正的值是码率增加，性能下降。如上表 1 所示，本实施例提供的视频压缩方法，相较于原有最高性能并行方案，压缩性能提升了 0.79% 到 0.95%，压缩性能提升效率明显。

本实施例中，对于不同视频特征，包括视频的层级信息、运动信息、残差自适应的选择合适的并行方案，具体针对底层的帧，可以在分析阶段，自适应的使用 WPP 并行分析，而在编码阶段则可以选择使用普通的编码方式或者使用 WPP 编码，以达到在提高视频并行度的同时，最大限度的减少压缩性能损失，从而在提高视频压缩并行处理效率的同时，确保了视频的压缩性能。

应该理解的是，虽然图 2-图 3 的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这

些步骤并不是必然按照箭头指示的顺序依次执行。除非本文中有明确的说明，这些步骤的执行并没有严格的顺序限制，这些步骤可以以其它的顺序执行。而且，图 2-图 3 中的至少一部分步骤可以包括多个步骤或者多个阶段，这些步骤或者阶段并不必然是在同一时刻执行完成，而是可以在不同的时刻执行，这些步骤或者阶段的执行顺序也不必然是依次进行，而是可以与其它步骤或者其它步骤中的步骤或者阶段的至少一部分轮流或者交替地执行。

在一个实施例中，如图 11 所示，提供了一种视频压缩装置 1100，该装置可以采用软件模块或硬件模块，或者是二者的结合成为计算机设备的一部分，该装置具体包括：视频获取模块 1102、并行条件确定模块 1104、编码参数确定模块 1106 和视频压缩处理模块 1108，其中：

视频获取模块 1102，用于获取待压缩的视频；

并行条件确定模块 1104，用于对视频中的每一图像帧，基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件；

编码参数确定模块 1106，用于当图像帧的层级特征满足并行处理条件时，对图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对图像帧的编码参数；图像编码单元是通过图像帧进行单元划分得到的；及

视频压缩处理模块 1108，用于基于视频中各图像帧分别对应的编码参数，对视频进行压缩。

在一个实施例中，并行条件确定模块 1104 包括映射参数确定模块、自适应映射模块、映射调整模块和并行条件生成模块；其中：映射参数确定模块，用于确定自适应映射参数和结果限定范围；结果限定范围，是基于图像帧所属的图像组的图像组特征得到的；自适应映射模块，用于通过自适应映射参数，对图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，获得差异特征映射结果；映射调整模块，用于基于结果限定范围对差异特征映射结果进行调整，得到处于结果限定范围内的映射结果；及并行条件生成模块，用于根据映射结果确定并行处理阈值，基于并行处理阈值生成图像帧对应的并行处理条件。

在一个实施例中，差异特征包括运动特征和残差特征；自适应映射参数包括运动特征映射参数和残差特征映射参数；自适应映射模块包括运动特征映射模块、残差特征映射模块和映射结果融合模块；其中：运动特征映射模块，用于通过运动特征映射参数对运动特征进行自适应映射，得到运动特征映射结果；残差特征映射模块，用于通过残差特征映射参数对残差特征进行自适应映射，得到残差特征映射结果；及映射结果融合模块，用于基于运动特征映射结果和运动特征映射结果，获得差异特征映射结果。

在一个实施例中，编码参数确定模块 1106 包括编码单元确定模块和波前并行处理模块；其中：编码单元确定模块，用于当图像帧的图像层级大于并行处理阈值时，确定图像帧中的各图像编码单元；及波前并行处理模块，用于按照波前并行处理方式，对各图像编码单元进行并行压缩分析，根据各图像编码单元分别对应的分析结果，得到针对图像帧的编码参数。

在一个实施例中，图像帧中的图像编码单元按行排列；编码参数确定模块 1106 还包括残差分析模块、残差参数修正模块、分析结果获得模块和分析结果处理模块；其中：残差分析模块，用于对各图像编码单元进行并行残差分析，得到各图像编码单元分别对应的残差参数；残差参数修正模块，用于当各图像编码单元中的首位图像编码单元的残差参数满足残差修正条件时，对首位图像编码单元的残差参数进行修正；首位图像编码单元为各行图像编码单元中的首个图像编码单元；分析结果获得模块，用于基于修正后的残差参数得到首位图像编码单元对应的分析结果；及分析结果处理模块，用于根据各图像编码单元分别对应的分析结果，得到针对图像帧的编码参数。

在一个实施例中，视频压缩处理模块 1108 包括编码参数获取模块、编码处理模块和编码结果处理模块；其中：编码参数获取模块，用于确定视频中各图像帧分别对应的编码参数；编码处理模块，用于按照非波前并行处理方式，基于各图像帧分别对应的编码参数，对所对应的图像帧进行编码，得到各图像帧分别对应的编码结果；及编码结果处理模块，用于基于

各图像帧分别对应的编码结果，对视频进行压缩。

在一个实施例中，还包括图像尺寸确定模块，用于确定视频中各图像帧的图像尺寸信息；及当图像尺寸信息和压缩处理资源满足并行开启条件时，执行对视频中的每一图像帧，基于图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定图像帧对应的并行处理条件的步骤。

在一个实施例中，还包括图像组确定模块、图像组分析模块和差异分析模块；其中：图像组确定模块，用于确定在视频中，图像帧所属的图像组；图像组分析模块，用于基于图像组确定图像帧的层级特征及图像帧相应的参考帧；及差异分析模块，用于对图像帧和参考帧进行差异分析，得到图像帧和参考帧之间的差异特征。

在一个实施例中，图像组分析模块包括图像组特征确定模块和图像组特征分析模块；其中：图像组特征确定模块，用于确定图像组的图像组特征；及图像组特征分析模块，用于基于图像组特征中的图像组参考关系，确定图像帧的层级特征及图像帧相应的参考帧。

在一个实施例中，差异分析模块包括匹配图像块确定模块、运动信息确定模块和运动特征确定模块；其中：匹配图像块确定模块，用于确定参考帧中与图像帧中各原始图像块分别对应的匹配图像块；运动信息确定模块，用于根据各原始图像块的位置与所对应的匹配图像块的位置，得到各原始图像块分别对应的运动信息；及运动特征确定模块，用于基于各原始图像块分别对应的运动信息，得到图像帧和参考帧之间的运动特征。

在一个实施例中，差异分析模块还包括匹配图像块确定模块、残差信息确定模块和残差特征确定模块；其中：匹配图像块确定模块，用于确定参考帧中与图像帧中各原始图像块分别对应的匹配图像块；残差信息确定模块，用于根据各原始图像块的像素与所对应的匹配图像块的像素，得到各原始图像块分别对应的残差信息；及残差特征确定模块，用于基于各原始图像块分别对应的残差信息和原始图像块的数量，得到图像帧和参考帧之间的残差特征。

在一个实施例中，还包括非波前并行处理模块，用于当图像帧的层级特征不满足并行处理条件时，按照非波前并行处理方式，对图像帧进行压缩分析，得到针对图像帧的编码参数。

关于视频压缩装置的具体限定可以参见上文中对于视频压缩方法的限定，在此不再赘述。上述视频压缩装置中的各个模块可全部或部分通过软件、硬件及其组合来实现。上述各模块可以硬件形式内嵌于或独立于计算机设备中的处理器中，也可以以软件形式存储于计算机设备中的存储器中，以便于处理器调用执行以上各个模块对应的操作。

在一个实施例中，提供了一种计算机设备，该计算机设备可以是服务器，其内部结构图可以如图 12 所示。该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器和网络接口。其中，该计算机设备的处理器用于提供计算和控制能力。该计算机设备的存储器包括非易失性存储介质、内存储器。该非易失性存储介质存储有操作系统、计算机可读指令和数据库。该内存储器为非易失性存储介质中的操作系统和计算机可读指令的运行提供环境。该计算机设备的数据库用于存储自适应映射数据。该计算机设备的网络接口用于与外部的终端通过网络连接通信。该计算机可读指令被处理器执行时以实现一种视频压缩方法。

本领域技术人员可以理解，图 12 中示出的结构，仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图，并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定，具体的计算机设备可以包括比图中所示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者具有不同的部件布置。

在一个实施例中，还提供了一种计算机设备，包括存储器和处理器，存储器中存储有计算机可读指令，该处理器执行计算机可读指令时实现上述各方法实施例中的步骤。

在一个实施例中，提供了一种计算机可读存储介质，存储有计算机可读指令，该计算机可读指令被处理器执行时实现上述各方法实施例中的步骤。

在一个实施例中，提供了一种计算机程序产品，该计算机程序产品包括计算机可读指令，该计算机可读指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机可读指令，处理器执行该计算机可读指令，使得该计算机设备执行上述各方法实施例中的步骤。

本申请所涉及的用户信息（包括但不限于用户设备信息、用户个人信息等）和数据（包括但不限于用于分析的数据、存储的数据、展示的数据等），均为经用户授权或者经过各方充分授权的信息和数据，且相关数据的收集、使用和处理需要遵守相关国家和地区的相关法律法规和标准。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机可读指令来指令相关的硬件来完成，所述的计算机可读指令可存储于一非易失性计算机可读存储介质中，该计算机可读指令在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、数据库或其它介质的任何引用，均可包括非易失性和易失性存储器中的至少一种。非易失性存储器可包括只读存储器（Read-Only Memory, ROM）、磁带、软盘、闪存、光存储器、高密度嵌入式非易失性存储器、阻变存储器（ReRAM）、磁变存储器（Magnetoresistive Random Access Memory, MRAM）、铁电存储器（Ferroelectric Random Access Memory, FRAM）、相变存储器（Phase Change Memory, PCM）、石墨烯存储器等。易失性存储器可包括随机存取存储器（Random Access Memory, RAM）或外部高速缓冲存储器等。作为说明而非局限，RAM可以是多种形式，比如静态随机存取存储器（Static Random Access Memory, SRAM）或动态随机存取存储器（Dynamic Random Access Memory, DRAM）等。本申请所提供的各实施例中涉及的数据库可包括关系型数据库和非关系型数据库中至少一种。非关系型数据库可包括基于区块链的分布式数据库等，不限于此。本申请所提供的各实施例中涉及的处理器可为通用处理器、中央处理器、图形处理器、数字信号处理器、可编程逻辑器、基于量子计算的数据处理逻辑器等，不限于此。

以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对发明专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

权利要求书

1、一种视频压缩方法，由计算机设备执行，其特征在于，所述方法包括：
获取待压缩的视频；

对所述视频中的每一图像帧，基于所述图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定所述图像帧对应的并行处理条件；

当所述图像帧的层级特征满足所述并行处理条件时，对所述图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对所述图像帧的编码参数；所述图像编码单元是通过所述图像帧进行单元划分得到的；及

基于所述视频中各图像帧分别对应的编码参数，对所述视频进行压缩。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述基于所述图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定所述图像帧对应的并行处理条件，包括：

确定自适应映射参数和结果限定范围；所述结果限定范围，是基于所述图像帧所属的图像组的图像组特征得到的；

通过所述自适应映射参数，对所述图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，获得差异特征映射结果；

基于所述结果限定范围对所述差异特征映射结果进行调整，得到处于所述结果限定范围内的映射结果；及

根据所述映射结果确定并行处理阈值，基于所述并行处理阈值生成所述图像帧对应的并行处理条件。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述差异特征包括运动特征和残差特征；所述自适应映射参数包括运动特征映射参数和残差特征映射参数；

所述通过所述自适应映射参数，对所述图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，获得差异特征映射结果，包括：

通过所述运动特征映射参数对所述运动特征进行自适应映射，得到运动特征映射结果；

通过所述残差特征映射参数对所述残差特征进行自适应映射，得到残差特征映射结果；

及

基于所述运动特征映射结果和所述运动特征映射结果，获得差异特征映射结果。

4、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述当所述图像帧的层级特征满足所述并行处理条件时，对所述图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对所述图像帧的编码参数，包括：

当所述图像帧的图像层级大于并行处理阈值时，确定所述图像帧中的各图像编码单元；及

按照波前并行处理方式，对各所述图像编码单元进行并行压缩分析，根据各所述图像编码单元分别对应的分析结果，得到针对所述图像帧的编码参数。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述图像帧中的图像编码单元按行排列；所述对各所述图像编码单元进行并行压缩分析，根据各所述图像编码单元分别对应的分析结果，得到针对所述图像帧的编码参数，包括：

对各所述图像编码单元进行并行残差分析，得到各所述图像编码单元分别对应的残差参数；

当各所述图像编码单元中的首位图像编码单元的残差参数满足残差修正条件时，对所述首位图像编码单元的残差参数进行修正；所述首位图像编码单元为各行所述图像编码单元中的首个图像编码单元；

基于修正后的残差参数得到所述首位图像编码单元对应的分析结果；及

根据各所述图像编码单元分别对应的分析结果，得到针对所述图像帧的编码参数。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，当各所述图像编码单元中的首位图像编码单元的残差参数满足残差修正条件时，对所述首位图像编码单元的残差参数进行修正，包括：

当各所述图像编码单元中的首位图像编码单元的残差参数的数值为零时，对所述首位图像编码单元的残差参数进行调整，以使调整后的残差参数的数值不为零。

7、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述基于所述视频中各图像帧分别对应的编码参数，对所述视频进行压缩，包括：

确定所述视频中各图像帧分别对应的编码参数；

按照非波前并行处理方式，基于各所述图像帧分别对应的编码参数，对所对应的图像帧进行编码，得到各所述图像帧分别对应的编码结果；及

基于各所述图像帧分别对应的编码结果，对所述视频进行压缩。

8、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，在所述获取待压缩的视频之后，还包括：确定所述视频中各图像帧的图像尺寸信息；及

当所述图像尺寸信息和压缩处理资源满足并行开启条件时，执行对所述视频中的每一图像帧，基于所述图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定所述图像帧对应的并行处理条件的步骤。

9、根据权利要求8所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

当所述图像尺寸信息和所述压缩处理资源不满足所述并行开启条件时，通过切割并行、拼贴并行或帧级并行中至少一种并行方式，对所述视频进行压缩处理。

10、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

确定在所述视频中，所述图像帧所属的图像组；

基于所述图像组确定所述图像帧的层级特征及所述图像帧相应的参考帧；及

对所述图像帧和所述参考帧进行差异分析，得到所述图像帧和所述参考帧之间的差异特征。

11、根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述基于所述图像组确定所述图像帧的层级特征及所述图像帧相应的参考帧，包括：

确定所述图像组的图像组特征；及

基于所述图像组特征中的图像组参考关系，确定所述图像帧的层级特征及所述图像帧相应的参考帧。

12、根据权利要求10所述的方法，其特征在于，所述对所述图像帧和所述参考帧进行差异分析，得到所述图像帧和所述参考帧之间的差异特征，包括：

确定所述参考帧中与所述图像帧中各原始图像块分别对应的匹配图像块；

根据各所述原始图像块的位置与所对应的匹配图像块的位置，得到各所述原始图像块分别对应的运动信息；及

基于各所述原始图像块分别对应的运动信息，得到所述图像帧和所述参考帧之间的运动特征。

13、根据权利要求12所述的方法，其特征在于，所述运动信息包括所述图像帧中所述原始图像块在图像宽度方向的第一位移，以及所述图像帧中各原始图像块在图像高度方向的第二位移；所述基于各所述原始图像块分别对应的运动信息，得到所述图像帧和所述参考帧之间的运动特征，包括：

根据各所述原始图像的第一位移进行求和，并基于得到的第一位移和与所述图像帧的图像宽度的比值得到第一位移比；

根据各所述原始图像的第二位移进行求和，并基于得到的第二位移和与所述图像帧的图像高度的比值得到第二位移比；

根据所述第一位移比和所述第二位移比的位移比之和，与各所述原始图像块的数量之比，得到中间运动特征；及

根据所述中间运动特征与图像距离的比值，得到所述图像帧和所述参考帧之间的运动特征；所述图像距离包括所述参考帧与所述图像帧之间的距离。

14、根据权利要求8所述的方法，其特征在于，所述对所述图像帧和所述参考帧进行差

异分析，得到所述图像帧和所述参考帧之间的差异特征，包括：

确定所述参考帧中与所述图像帧中各原始图像块分别对应的匹配图像块；

根据各所述原始图像块的像素与所对应的匹配图像块的像素，得到各所述原始图像块分别对应的残差信息；及

基于各所述原始图像块分别对应的残差信息和所述原始图像块的数量，得到所述图像帧和所述参考帧之间的残差特征。

15、根据权利要求 14 所述的方法，其特征在于，所述残差信息包括原始图像块的像素残差绝对值，所述原始图像块的像素残差绝对值根据所述原始图像块与所对应的匹配图像块中各像素点的像素差值得到；所述基于各所述原始图像块分别对应的残差信息和所述原始图像块的数量，得到所述图像帧和所述参考帧之间的残差特征，包括：

将各所述原始图像块的像素残差绝对值进行求和，得到残差绝对误差和；及

根据所述残差绝对误差和与所述原始图像块的数量之比，得到所述图像帧和所述参考帧之间的残差特征。

16、根据权利要求 1 至 15 任意一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

当所述图像帧的层级特征不满足所述并行处理条件时，按照非波前并行处理方式，对所述图像帧进行压缩分析，得到针对所述图像帧的编码参数。

17、一种视频压缩装置，其特征在于，所述装置包括：

视频获取模块，用于获取待压缩的视频；

并行条件确定模块，用于对所述视频中的每一图像帧，基于所述图像帧与相应的参考帧之间的差异特征进行自适应映射，根据映射结果确定所述图像帧对应的并行处理条件；

编码参数确定模块，用于当所述图像帧的层级特征满足所述并行处理条件时，对所述图像帧中的图像编码单元进行并行压缩分析，获得针对所述图像帧的编码参数；所述图像编码单元是通过对所述图像帧进行单元划分得到的；及

视频压缩处理模块，用于基于所述视频中各图像帧分别对应的编码参数，对所述视频进行压缩。

18、一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机可读指令，其特征在于，所述处理器执行所述计算机可读指令时实现权利要求 1 至 16 中任一项所述的方法的步骤。

19、一种计算机可读存储介质，存储有计算机可读指令，其特征在于，所述计算机可读指令被处理器执行时实现权利要求 1 至 16 中任一项所述的方法的步骤。

20、一种计算机程序产品，包括计算机可读指令，其特征在于，所述计算机可读指令被处理器执行时实现权利要求 1 至 16 任一项所述的方法的步骤。

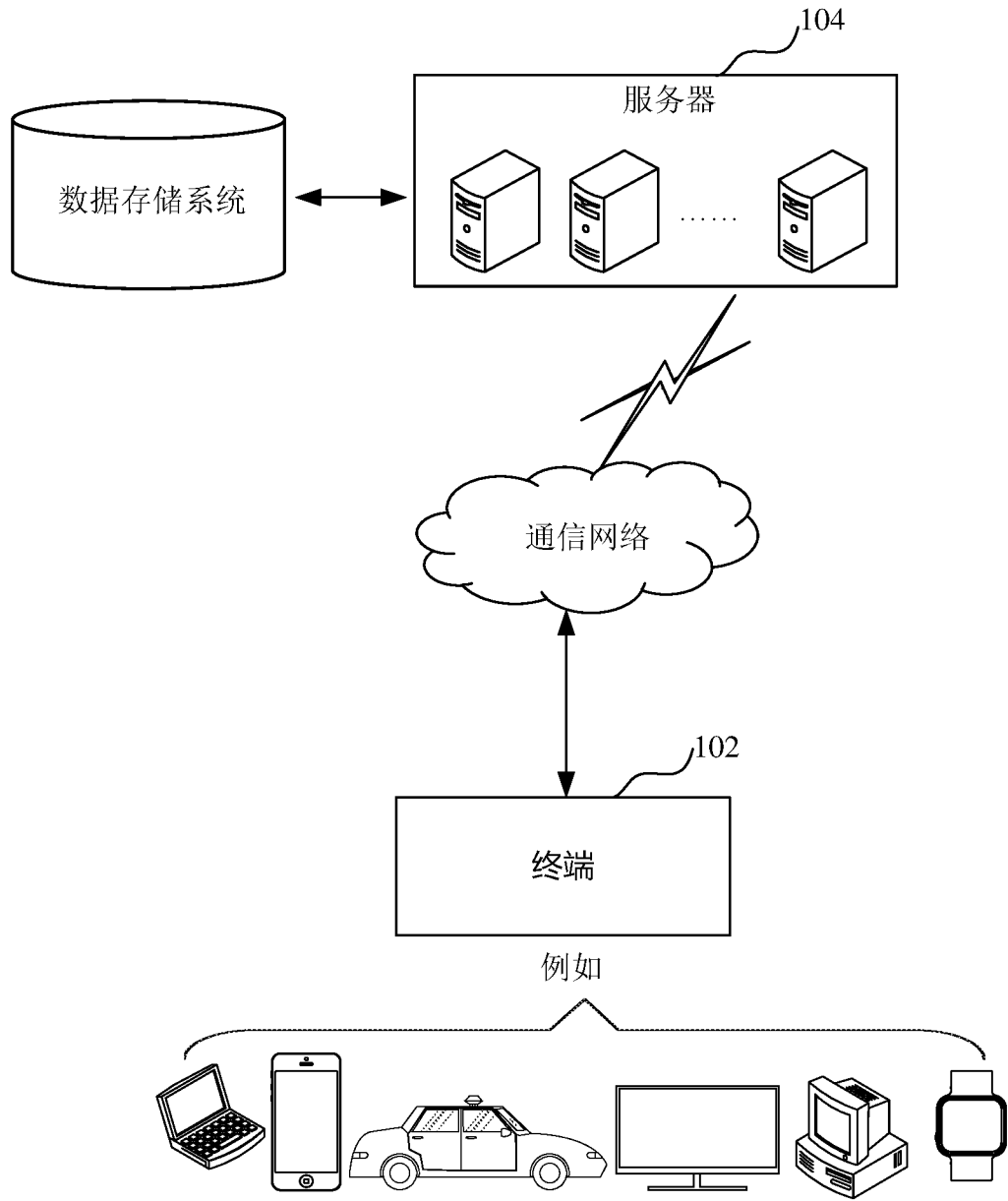


图 1

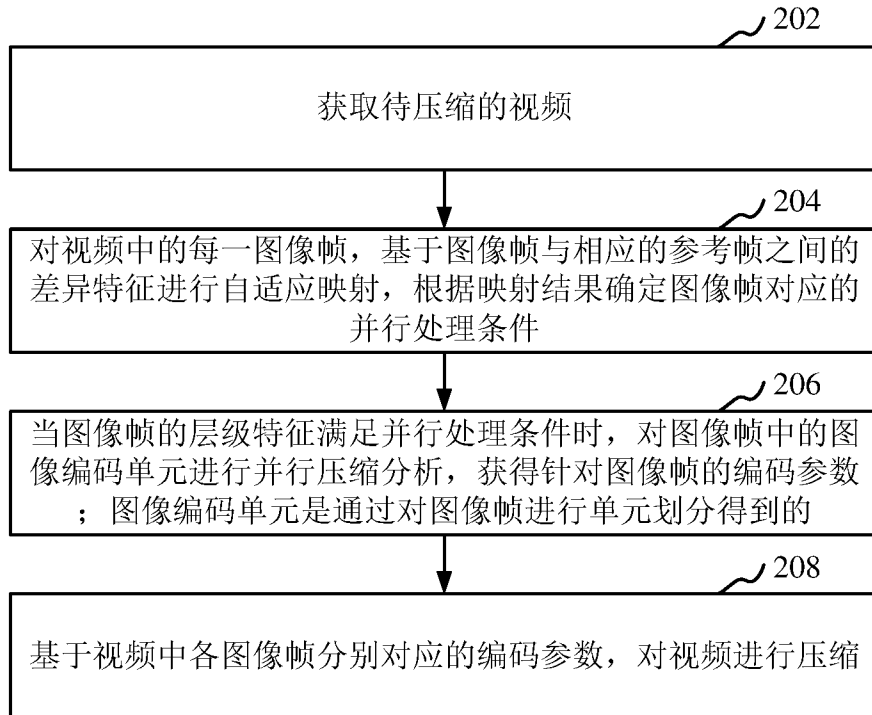


图 2

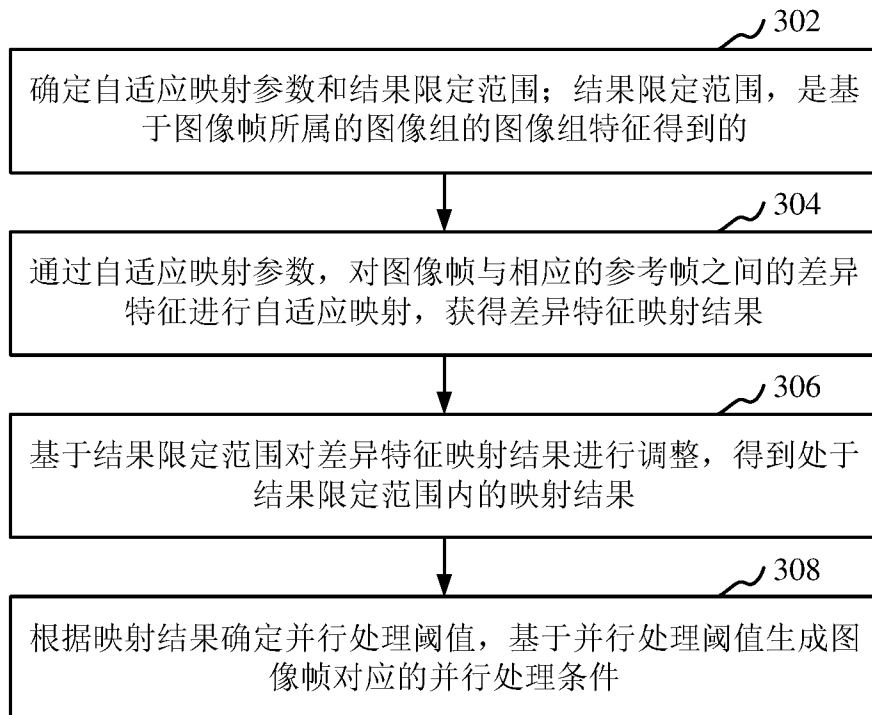


图 3

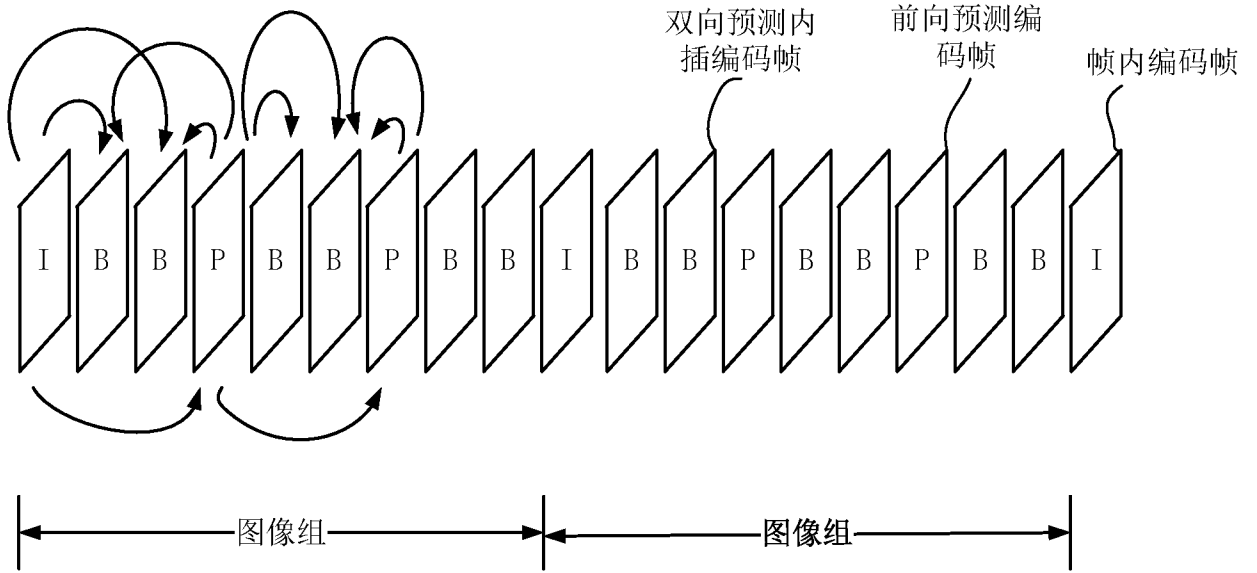


图 4

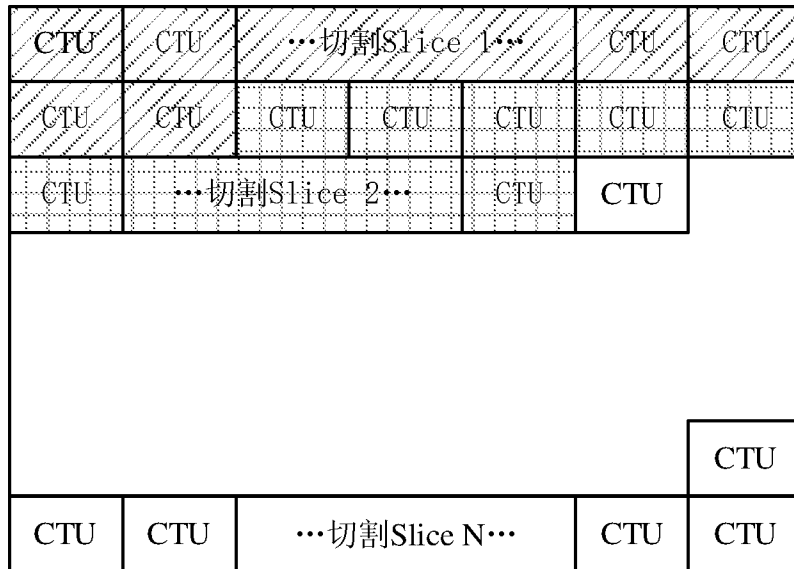


图 5



图 6

$(x-1, y-1)$	$(x-1, y)$	$(x-1, y+1)$
$(x, y-1)$	(x, y)	

图 7

$(0, 0)$	$(0, 1)$	$(0, 2)$	$(0, 3)$	$(0, 4)$
$(1, 0)$	$(1, 1)$	$(1, 2)$		
$(2, 0)$				

图 8

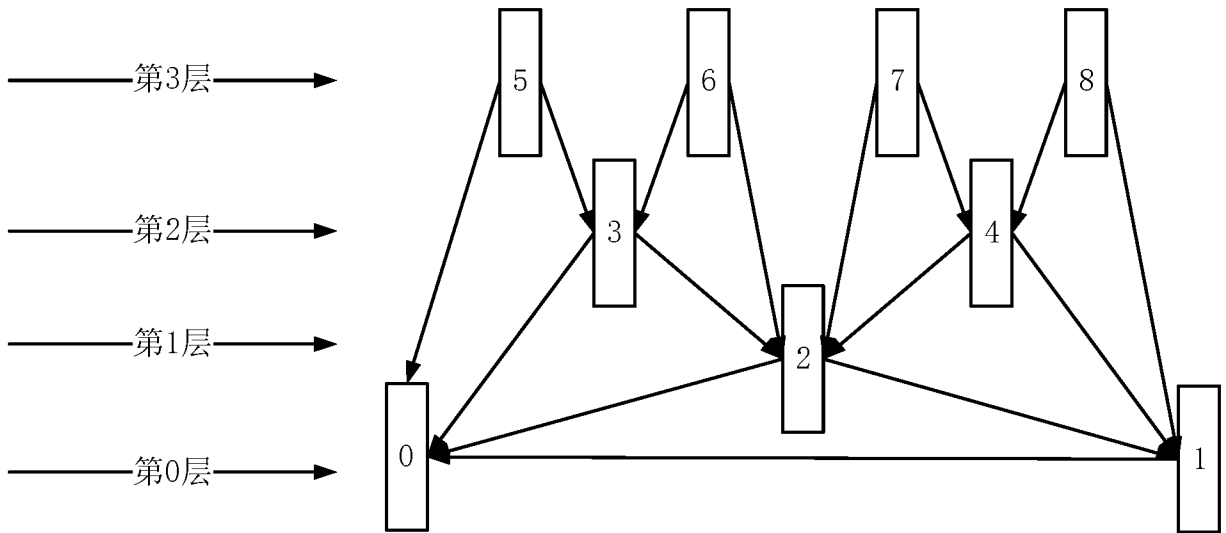


图 9

线程1 →				
线程2 →				
线程3 →				

图 10

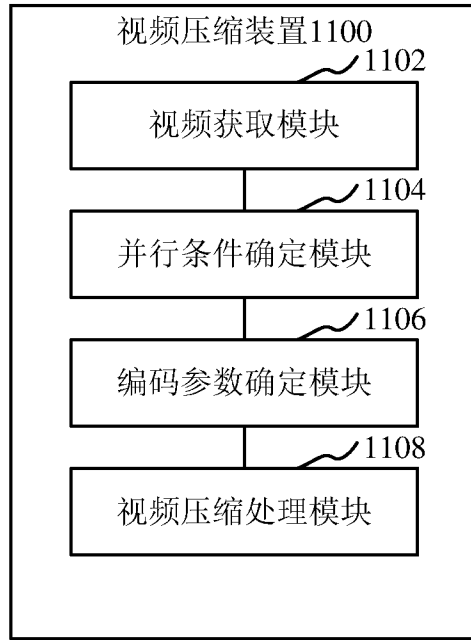


图 11

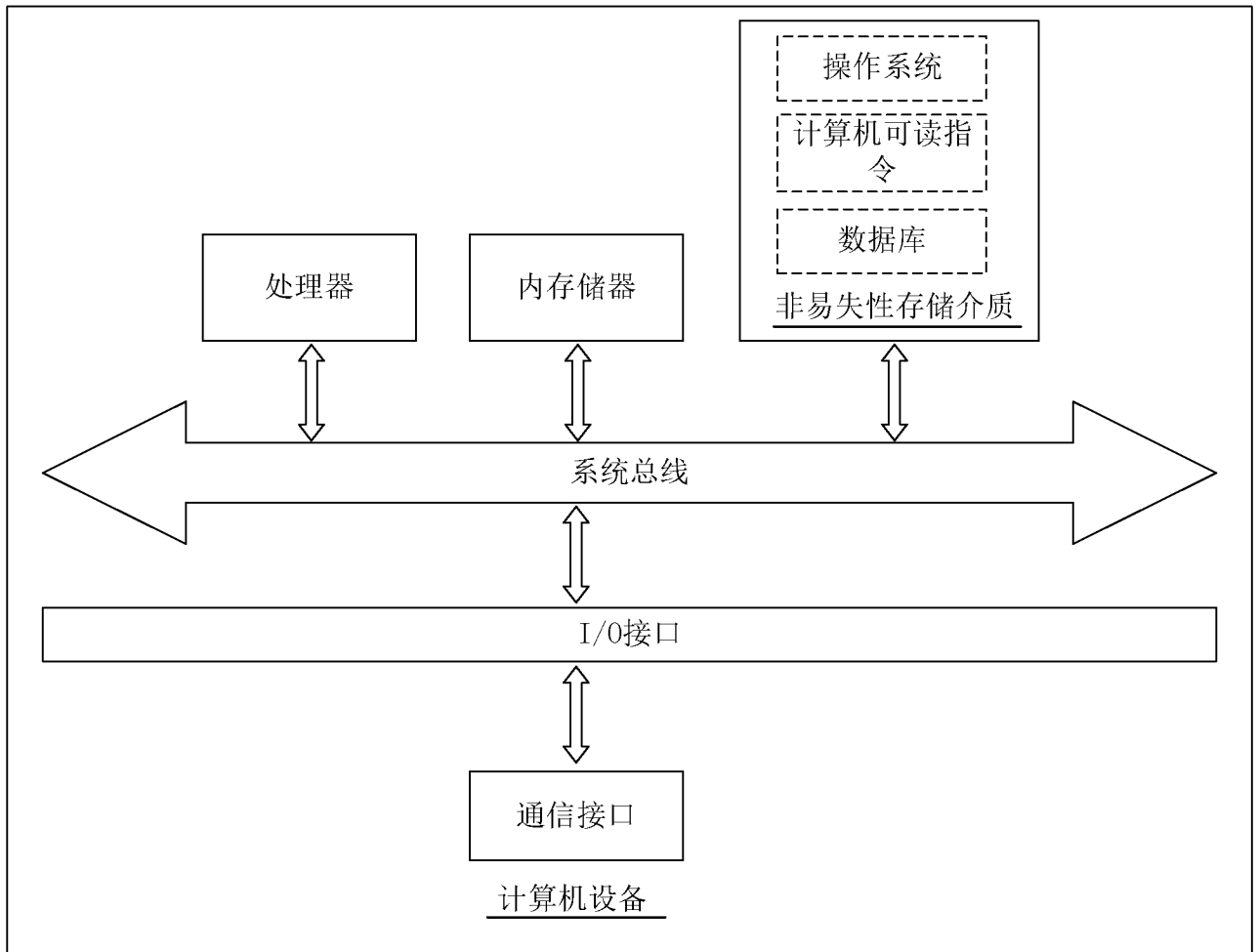


图 12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/119175

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H04N 19/172(2014.01)i; H04N 19/436(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)		
CNABS; WPABSC; CNTXT; ENTXTC; CNKI; DWPI; WAPABS; USTXT; WOTXT; EPTXT; IEEE; JVET; 层级, 级数, 并行, 波前并行, 差异, 相似, 参考, 自适应, 编码单元, layer, level, parallel, WPP, different, similar, reference, adaptive, cu		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2018155983 A1 (KT CORP.) 30 August 2018 (2018-08-30) description, paragraphs 66-346, and figures 1-30	1, 17-20
Y	CN 109076216 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 21 December 2018 (2018-12-21) description, paragraphs 250-276, and figures 9-11	1, 17-20
A	WO 2018155983 A1 (KT CORP.) 30 August 2018 (2018-08-30) description, paragraphs 66-346, and figures 1-30	2-16
A	CN 109076216 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 21 December 2018 (2018-12-21) description, paragraphs 250-276, and figures 9-11	2-16
A	CN 104620584 A (FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FORDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V.) 13 May 2015 (2015-05-13) entire document	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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
18 November 2022		05 December 2022
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/119175

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2018155983	A1	30 August 2018	KR	20180098158	A	03 September 2018
CN	109076216	A	21 December 2018	KR	20170113384	A	12 October 2017
				US	2019082178	A1	14 March 2019
CN	104620584	A	13 May 2015	US	2019342560	A1	07 November 2019
				CL	2014002739	A1	10 April 2015
				DK	3174295	T3	01 April 2019
				JP	2021106415	A	26 July 2021
				PH	12017501901	B1	25 June 2018
				ES	2607438	T3	31 March 2017
				PL	3174295	T3	31 May 2019
				CN	104641647	A	20 May 2015
				PH	12017501899	A1	25 June 2018
				US	2020221105	A1	09 July 2020
				IL	261381	A	31 October 2018
				PT	2842318	T	31 March 2017
				PH	12017500992	A1	25 June 2018
				KR	20170140434	A	20 December 2017
				HU	E031183	T2	28 June 2017
				CL	2016001115	A1	07 April 2017
				KR	20170140432	A	20 December 2017
				ZA	201407815	B	27 January 2016
				US	2019045201	A1	07 February 2019
				EP	3174295	A1	31 May 2017
				KR	20150013521	A	05 February 2015
				ES	2715107	T3	31 May 2019
				DK	2842313	T3	23 January 2017
				EP	3793200	A1	17 March 2021
				HK	1258819	A1	22 November 2019
				PL	2842313	T3	30 June 2017
				HK	1205839	A1	24 December 2015
				KR	20200123289	A	28 October 2020
				EP	3481068	A1	08 May 2019
				PH	12019501219	A1	11 November 2019
				JP	2015516747	A	11 June 2015
				TW	201705765	A	01 February 2017
				HK	1258728	A1	15 November 2019
				JP	2019208250	A	05 December 2019
				PT	2842313	T	22 December 2016
				ES	2831415	T3	08 June 2021
				TW	201408074	A	16 February 2014
				HU	E042951	T2	29 July 2019
				KR	20190057419	A	28 May 2019
				KR	20150020538	A	26 February 2015
				PH	12014502303	A1	22 December 2014
				TW	202220443	A	16 May 2022
				UA	115240	C2	10 October 2017
				TW	201921932	A	01 June 2019
				CA	3056122	A1	17 October 2013
				AU	2022201459	A1	24 March 2022
				US	2022264127	A1	18 August 2022

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2022/119175

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
		US 2020275109 A1	27 August 2020
		CA 2870039 A1	17 October 2013
<hr/>			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/119175

<p>A. 主题的分类</p> <p>H04N 19/172(2014.01)i; H04N 19/436(2014.01)i</p> <p>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</p>																				
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H04N</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>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))</p> <p>CNABS;WPABSC;CNTXT;ENTXTC;CNKI;DWPI;WAPABS;USTXT;WOTXT;EPTXT;IEEE;JVET;层级, 级数, 并行, 波前并行, 差异, 相似, 参考, 自适应, 编码单元, layer, level, parallel, WPP, different, similar, reference, adaptive, cu</p>																				
<p>C. 相关文件</p> <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>WO 2018155983 A1 (KT CORP) 2018年8月30日 (2018 - 08 - 30) 说明书第66-346段以及附图1-30</td> <td>1、17-20</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109076216 A (韩国电子通信研究院) 2018年12月21日 (2018 - 12 - 21) 说明书第250-276段以及附图9-11</td> <td>1、17-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2018155983 A1 (KT CORP) 2018年8月30日 (2018 - 08 - 30) 说明书第66-346段以及附图1-30</td> <td>2-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109076216 A (韩国电子通信研究院) 2018年12月21日 (2018 - 12 - 21) 说明书第250-276段以及附图9-11</td> <td>2-16</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 104620584 A (弗兰霍菲尔运输应用研究公司) 2015年5月13日 (2015 - 05 - 13) 全文</td> <td>1-20</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	WO 2018155983 A1 (KT CORP) 2018年8月30日 (2018 - 08 - 30) 说明书第66-346段以及附图1-30	1、17-20	Y	CN 109076216 A (韩国电子通信研究院) 2018年12月21日 (2018 - 12 - 21) 说明书第250-276段以及附图9-11	1、17-20	A	WO 2018155983 A1 (KT CORP) 2018年8月30日 (2018 - 08 - 30) 说明书第66-346段以及附图1-30	2-16	A	CN 109076216 A (韩国电子通信研究院) 2018年12月21日 (2018 - 12 - 21) 说明书第250-276段以及附图9-11	2-16	A	CN 104620584 A (弗兰霍菲尔运输应用研究公司) 2015年5月13日 (2015 - 05 - 13) 全文	1-20
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
Y	WO 2018155983 A1 (KT CORP) 2018年8月30日 (2018 - 08 - 30) 说明书第66-346段以及附图1-30	1、17-20																		
Y	CN 109076216 A (韩国电子通信研究院) 2018年12月21日 (2018 - 12 - 21) 说明书第250-276段以及附图9-11	1、17-20																		
A	WO 2018155983 A1 (KT CORP) 2018年8月30日 (2018 - 08 - 30) 说明书第66-346段以及附图1-30	2-16																		
A	CN 109076216 A (韩国电子通信研究院) 2018年12月21日 (2018 - 12 - 21) 说明书第250-276段以及附图9-11	2-16																		
A	CN 104620584 A (弗兰霍菲尔运输应用研究公司) 2015年5月13日 (2015 - 05 - 13) 全文	1-20																		
<input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。		<input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。																		
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p>		<p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																		
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年11月18日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年12月5日</p>																		
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>		<p>授权官员</p> <p>史亦澍</p> <p>电话号码 010-62411573</p>																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/119175

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)
WO	2018155983	A1	2018年8月30日	KR	20180098158	A	2018年9月3日
CN	109076216	A	2018年12月21日	KR	20170113384	A	2017年10月12日
				US	2019082178	A1	2019年3月14日
CN	104620584	A	2015年5月13日	US	2019342560	A1	2019年11月7日
				CL	2014002739	A1	2015年4月10日
				DK	3174295	T3	2019年4月1日
				JP	2021106415	A	2021年7月26日
				PH	12017501901	B1	2018年6月25日
				ES	2607438	T3	2017年3月31日
				PL	3174295	T3	2019年5月31日
				CN	104641647	A	2015年5月20日
				PH	12017501899	A1	2018年6月25日
				US	2020221105	A1	2020年7月9日
				IL	261381	A	2018年10月31日
				PT	2842318	T	2017年3月31日
				PH	12017500992	A1	2018年6月25日
				KR	20170140434	A	2017年12月20日
				HU	E031183	T2	2017年6月28日
				CL	2016001115	A1	2017年4月7日
				KR	20170140432	A	2017年12月20日
				ZA	201407815	B	2016年1月27日
				US	2019045201	A1	2019年2月7日
				EP	3174295	A1	2017年5月31日
				KR	20150013521	A	2015年2月5日
				ES	2715107	T3	2019年5月31日
				DK	2842313	T3	2017年1月23日
				EP	3793200	A1	2021年3月17日
				HK	1258819	A1	2019年11月22日
				PL	2842313	T3	2017年6月30日
				HK	1205839	A1	2015年12月24日
				KR	20200123289	A	2020年10月28日
				EP	3481068	A1	2019年5月8日
				PH	12019501219	A1	2019年11月11日
				JP	2015516747	A	2015年6月11日
				TW	201705765	A	2017年2月1日
				HK	1258728	A1	2019年11月15日
				JP	2019208250	A	2019年12月5日
				PT	2842313	T	2016年12月22日
				ES	2831415	T3	2021年6月8日
				TW	201408074	A	2014年2月16日
				HU	E042951	T2	2019年7月29日
				KR	20190057419	A	2019年5月28日
				KR	20150020538	A	2015年2月26日
				PH	12014502303	A1	2014年12月22日
				TW	202220443	A	2022年5月16日
				UA	115240	C2	2017年10月10日
				TW	201921932	A	2019年6月1日
				CA	3056122	A1	2013年10月17日
				AU	2022201459	A1	2022年3月24日
				US	2022264127	A1	2022年8月18日

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/119175

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 2020275109 A1	2020年8月27日
		CA 2870039 A1	2013年10月17日
<hr/>			