

(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 7 月 6 日 (06.07.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/124602 A1

(51) 国际专利分类号:
H04N 19/625 (2014.01)

茅心悦 (MAO, Xinyue); 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2022/132143

(22) 国际申请日: 2022 年 11 月 16 日 (16.11.2022)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202111626735.1 2021年12月28日 (28.12.2021) CN

(71) 申请人: 中国电信股份有限公司 (CHINA TELECOM CORPORATION LIMITED) [CN/CN]; 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。

(72) 发明人: 王立传 (WANG, Lichuan); 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。 张园 (ZHANG, Yuan); 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。 杨明川 (YANG, Mingchuan); 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。 韩韬 (HAN, Tao); 中国北京市西城区金融大街31号, Beijing 100033 (CN)。

(74) 代理人: 中国贸促会专利商标事务所有限公司 (CCPIT PATENT AND TRADEMARK LAW OFFICE); 中国北京市复兴门内大街158号远洋大厦F10层, Beijing 100031 (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, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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, CV, 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,

(54) Title: DATA TRANSFORM AND RECOVERY METHOD, APPARATUS AND SYSTEM, ELECTRONIC DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 数据变换与恢复方法、装置、系统、电子设备及存储介质

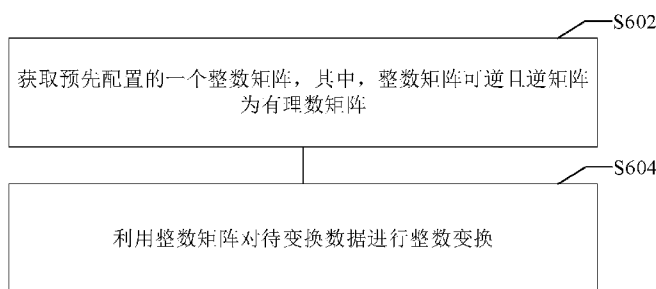


图 6

- S602 Acquire a pre-configured integer matrix, wherein the integer matrix is invertible and the inverse matrix is a rational number matrix
- S604 Use the integer matrix to perform integer transform on data to be transformed

(57) Abstract: The present disclosure relates to the technical field of data processing, and provides a data transform and recovery method, apparatus and system, an electronic device, and a storage medium. The method comprises: acquiring a pre-configured integer matrix; using the integer matrix to perform integer transform on data to be compressed; and encoding the integer-transformed data to be compressed to obtain compressed data.

(57) 摘要: 本公开提供了一种数据变换与恢复方法、装置、系统、电子设备及存储介质, 涉及数据处理技术领域。该方法包括: 获取预先配置的一个整数矩阵; 利用整数矩阵对待压缩数据进行整数变换; 对整数变换后的待压缩数据进行编码, 得到压缩后的数据。

[见续页]



WO 2023/124602 A1

HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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))。

数据变换与恢复方法、装置、系统、电子设备及存储介质

相关申请的交叉引用

本申请是以中国申请号为 202111626735.1，申请日为 2021 年 12 月 28 日的申请为基础，并主张其优先权，该中国申请的公开内容在此作为整体引入本申请中。

技术领域

本公开涉及数据处理技术领域，尤其涉及一种数据变换与恢复方法、装置、系统、电子设备及存储介质。

背景技术

在数字多媒体时代，大量的图像或视频数据，需要耗费大量的存储空间。对于图像或视频数据的压缩处理，相关技术中广泛利用 DCT 变换（Discrete Cosine Transform，离散余弦变换）或整数变换来取得更高的压缩比，例如，JPEG（Joint Photographic Experts Group，联合图像专家组）标准中采用了 DCT 变换；H.264 标准（国际标准化组织和国际电信联盟继 MPEG4 之后的新一代数字视频压缩格式）中采用了整数变换来对残差信号进行压缩；VCM（Video Coding For Machines，机器视觉编码）标准中的特征编码采用了 DCT 变换。

传统的整数变换来源于 DCT 变换，对 DCT 变换的等效矩阵进行了细微修改，将浮点运算误差项合并到量化里面去。因而，整数变换方案性能损失仅来源于量化；而 DCT 变换方案的性能损失来源于量化和 DCT 变换本身浮点运算的误差项。但仔细分析可以看出，传统的整数变换方案，不是全整数变换方案，只是将浮点误差项合并到量化里面，虽然在一定程度上减少了浮点运算误差，但这个误差是无法避免的，因而，无论是 DCT 变换方案，还是传统整数变换方案，都没有完全消除浮点运算误差。

需要说明的是，在上述背景技术部分公开的信息仅用于加强对本公开的背景的理解，因此可以包括不构成对本领域普通技术人员已知的现有技术的信息。

发明内容

本公开提供一种数据变换与恢复方法、装置、系统、电子设备及存储介质，至少在一定程度上克服相关技术中基于传统整数变换的压缩方案无法完全消除浮点运算误差的技术问题。

5 本公开的其他特性和优点将通过下面的详细描述变得显然，或部分地通过本公开的实践而习得。

根据本公开的一个方面，提供了一种数据变换方法，该方法包括：获取预先配置的一个整数矩阵，其中，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；利用所述整数矩阵对待变换数据进行整数变换。

在一些实施例中，通过如下公式对待变换数据进行整数变换：

$$10 \quad Y = IXI^T;$$

其中， Y 表示整数变换后的数据； X 表示整数变换前的数据； I 表示预先配置的一个可逆且逆矩阵为有理数矩阵的整数矩阵； I^T 表示 I 的转置矩阵。

在一些实施例中，通过如下公式对整数变换后的数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据：

$$15 \quad X = F Y F^T;$$

其中， Y 表示整数变换后的数据； X 表示恢复后的数据，也即整数变换前的数据； F 表示 I 的逆矩阵，是一个有理数矩阵； F^T 表示 F 的转置矩阵。

在一些实施例中，通过如下公式对整数变换后的数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据：

$$20 \quad X = \frac{(F \otimes N) Y (F \otimes N)^T}{n^2};$$

其中， F 表示 I 的逆矩阵，是一个有理数矩阵； N 表示与 F 维度相同的一个整数矩阵，每个元素为 n ； n 为正整数； $F \otimes N$ 表示 F 和 N 的克罗内克积，是一个整数矩阵； $(F \otimes N)^T$ 表示 $F \otimes N$ 的转置矩阵。

25 在一些实施例中，所述待变换数据为整形数据，对所述整形数据的正变换和逆变换均为全整数运算的整数变换，所述方法还包括：利用整数矩阵对待变换的整形数据进行全整

数运算的整数变换；利用对所述整数矩阵的逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行全整数运算的逆变换，恢复出所述整形数据。

5 在一些实施例中，所述待变换数据为浮点数据，所述方法还包括：对待变换的浮点数据进行量化，得到量化后的整形数据；利用整数矩阵对量化后的整形数据进行全整数运算的整数变换；利用对所述整数矩阵的逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

在一些实施例中，所述待变换数据为浮点数据，所述方法还包括：利用整数矩阵对待变换的浮点数据进行变换，得到变换后的浮点数据；利用对所述整数矩阵的逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对变换后的浮点数据进行逆变换，恢复出变换前的浮点数据。

10 在一些实施例中，所述待变换数据为浮点数据，所述方法还包括：利用整数矩阵对待变换的浮点数据进行变换，得到变换后的浮点数据；对变换后的浮点数据进行量化处理；对量化处理后的数据进行反量化处理；利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对反量化后的浮点数据进行逆变换，恢复出变换前的浮点数据。

15 在一些实施例中，所述待变换数据至少包括如下任意之一：图像数据、视频数据、残差数据、特征数据。

根据本公开的另一个方面，还提供了一种数据恢复方法，包括：获取待恢复数据，其中，所述待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数变换后的数据，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；利用所述整数矩阵的逆矩阵，对所述待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

20 根据本公开的另一个方面，还提供了一种数据恢复方法，包括：获取待恢复数据，其中，所述待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数变换后的数据，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；利用对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对所述待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

25 根据本公开的另一个方面，还提供了一种数据变换装置，包括：配置模块，用于获取预先配置的一个整数矩阵，其中，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；变换模块，用于利用所述整数矩阵对待变换数据进行整数变换。

根据本公开的另一个方面，还提供了一种数据恢复装置，包括：数据获取模块，用于获取待恢复数据，其中，所述待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数变换后的数据，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；逆变换模块，用于利用所述整数矩阵的逆矩阵，对所述待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

- 5 根据本公开的另一个方面，还提供了一种数据恢复装置，包括：数据获取模块，用于获取待恢复数据，其中，所述待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数变换后的数据，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；逆变换模块，用于利用对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对所述待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

- 10 根据本公开的另一个方面，还提供了一种图像压缩系统，包括：第一编码模块和第一解码模块；其中，所述第一编码模块，用于获取预先配置的一个整数矩阵，利用所述整数矩阵对图像数据进行整数变换，其中，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；所述第一解码模块，用于利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的图像数据。

- 15 在一些实施例中，所述第一编码模块还用于：对整数变换后的数据进行编码，将编码后的数据传输至所述第一解码模块；所述第一解码模块还用于对来自第一编码模块的数据进行解码，利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对解码后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

在一些实施例中，所述第一编码模块采用执行 ZigZag 扫描的编码方式或不执行 ZigZag 扫描的编码方式。

- 20 根据本公开的另一个方面，还提供了一种特征压缩系统，包括：第二编码模块和第二解码模块；其中，所述第二编码模块，用于获取预先配置的一个整数矩阵，利用所述整数矩阵对特征数据进行整数变换，其中，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；所述第二解码模块，用于利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

- 25 在一些实施例中，所述第二编码模块还用于：对整数变换后的数据进行编码，将编码后的数据传输至所述第二解码模块；所述第二解码模块还用于对来自第二编码模块的数据进行解码，利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对解码后

的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

在一些实施例中，所述第二编码模块采用执行 ZigZag 扫描的编码方式或不执行 ZigZag 扫描的编码方式。

5 在一些实施例中，所述第二编码模块还用于对特征数据进行量化处理，利用所述整数矩阵对量化后的特征数据进行全整数运算的整数变换；所述第二解码模块还用于利用对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行全整数运算的逆变换，并对逆变换后的数据进行反量化处理，得到原始特征数据。

10 在一些实施例中，所述第二编码模块还用于对特征数据进行整数变换，对整数变换后的特征数据进行量化处理；所述第二解码模块还用于对量化后的特征数据进行反量化处理，利用对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对反量化处理后的数据进行逆变换，得到原始特征数据。

根据本公开的另一个方面，还提供了一种残差压缩系统，包括：第三编码模块和第三解码模块；其中，所述第三编码模块，用于获取预先配置的一个整数矩阵，利用所述整数矩阵对残差数据进行整数变换，其中，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；所述第
15 三解码模块，用于利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

20 在一些实施例中，所述第三编码模块还用于：对整数变换后的数据进行编码，将编码后的数据传输至所述第三解码模块；所述第三解码模块还用于对来自第三编码模块的数据进行解码，利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对解码后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

在一些实施例中，所述第三编码模块采用执行 ZigZag 扫描的编码方式或不执行 ZigZag 扫描的编码方式。

25 根据本公开的另一个方面，还提供了一种电子设备，包括：处理器；以及存储器，用于存储所述处理器的可执行指令；其中，所述处理器配置为经由执行所述可执行指令来执行上述任意一项所述的数据变换方法，或上述任意一项所述的数据恢复方法。

根据本公开的另一个方面，还提供了一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程

序，所述计算机程序被处理器执行时实现上述任意一项所述的数据变换方法，或上述任意一项所述的数据恢复方法。

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，并不能限制本公开。

5

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，示出了符合本公开的实施例，并与说明书一起用于解释本公开的原理。显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本公开的一些实施例，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
10 这些附图获得其他的附图。

图 1 示出相关技术中基于传统整数变换实现数据压缩的流程图；

图 2 示出相关技术中采用传统 DCT/整数变换的数据变换结果示意图；

图 3 示出本公开实施例中基于新整数变换实现数据压缩的流程图；

图 4 示出本公开实施例中基础量化步长和步长倍率结合实现量化的原理示意图；

15

图 5 示出本公开实施例中采用新整数变换的数据变换结果示意图；

图 6 示出本公开实施例中一种数据变换方法流程图；

图 7 示出本公开实施例中一种数据恢复方法流程图；

图 8 示出本公开实施例中又一种数据恢复方法流程图；

图 9 示出本公开实施例中一种数据变换装置示意图；

20

图 10 示出本公开实施例中一种数据恢复装置示意图；

图 11 示出本公开实施例中一种图像压缩系统示意图；

图 12 示出本公开实施例中一种特征压缩系统示意图；

图 13 示出本公开实施例中一种残差压缩系统示意图；

图 14 示出本公开实施例中一种电子设备的结构框图。

具体实施方式

现在将参考附图更全面地描述示例实施方式。然而，示例实施方式能够以多种形式实施，且不应被理解为限于在此阐述的范例；相反，提供这些实施方式使得本公开将更加全面和完整，并将示例实施方式的构思全面地传达给本领域的技术人员。所描述的特征、结构或特性可以以任何合适的方式结合在一个或更多实施方式中。

此外，附图仅为本公开的示意性图解，并非一定是按比例绘制。图中相同的附图标记表示相同或类似的部分，因而将省略对它们的重复描述。附图中所示的一些方框图是功能实体，不一定必须与物理或逻辑上独立的实体相对应。可以采用软件形式来实现这些功能实体，或在一个或多个硬件模块或集成电路中实现这些功能实体，或在不同网络和/或处理器装置和/或微控制器装置中实现这些功能实体。

为便于理解，在介绍本公开实施例之前，首先对本公开实施例中涉及到的几个名词进行解释如下：

压缩：以某种技术手段，减少数据尺寸。

解压：将减少数据尺寸后的数据通过某种技术手段恢复成原始尺寸。

编码：压缩的一种具体技术手段。

解码：解压的一种具体手段。

DCT：英文全称为 Discrete Cosine Transform，译为“离散余弦变换”，用于对图像或视频进行有损数据压缩。

ZigZag 扫描：即 Z 字形扫描，按照一定的路径（Z 字形）扫描，将量化后的系数从二维变换到一维。经过 DCT 变换和量化处理后，矩阵的右下角部分基本上都已变为零值，非零值基本集中在矩阵的左上角部分，经过 ZigZag 扫描后，可将二维的矩阵变换为一个一维的串，该串靠前的部分主要为非零值，靠后的部分则主要是零值。

下面结合附图及实施例对本公开具体实施方式进行详细说明。

首先，对传统 DCT 变换进行分析：二维 DCT 变换等效于先行 DCT 变换，再列 DCT

变换，可以用下面的矩阵表示 DCT 正反变换：

$$Y = AXA^T \quad (1)$$

$$X = BYB^T \quad (2)$$

其中， $B = A^{-1}$ ， A 表示如下：

$$A = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}\cos(0) & \frac{1}{2}\cos(0) & \frac{1}{2}\cos(0) & \frac{1}{2}\cos(0) \\ \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{\pi}{8}) & \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{3\pi}{8}) & \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{5\pi}{8}) & \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{7\pi}{8}) \\ \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{2\pi}{8}) & \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{6\pi}{8}) & \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{10\pi}{8}) & \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{14\pi}{8}) \\ \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{3\pi}{8}) & \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{9\pi}{8}) & \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{15\pi}{8}) & \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{21\pi}{8}) \end{bmatrix} \quad (3)$$

传统的整数变换来源于 DCT 变换：

$$\text{令 } a = \frac{1}{2}; \quad b = \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{\pi}{8}); \quad c = \sqrt{\frac{1}{2}}\cos(\frac{3\pi}{8});$$

则 DCT 变换公式为：

$$\begin{bmatrix} a & a & a & a \\ b & c & -c & b \\ a & -a & -a & a \\ c & -b & b & -c \end{bmatrix} \quad (4)$$

10 取 $d=c/b$ （约等于 0.414），为了完成整数变换，必须取 $d=0.5$ ，且修正 $b=\sqrt{\frac{2}{5}}$ ；此时得到了整数变换公式：

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & d & -d & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ d & -1 & 1 & -d \end{bmatrix} X \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & d \\ 1 & d & -1 & -1 \\ 1 & -d & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -d \end{bmatrix} \right) \otimes \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ab}{2} & a^2 & \frac{ab}{2} \\ \frac{ab}{2} & \frac{b^2}{4} & \frac{ab}{2} & \frac{b^2}{4} \\ a^2 & \frac{ab}{2} & a^2 & \frac{ab}{2} \\ \frac{ab}{2} & \frac{b^2}{4} & \frac{ab}{2} & \frac{b^2}{4} \end{bmatrix} \quad (5)$$

此时得到修正后的整数变换矩阵：

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$15 \quad Y = (CXC^T) \otimes E \quad (7)$$

图 1 示出相关技术中基于传统整数变换实现数据压缩的流程图，如图 1 所示，若使用传统的整数变换对数据进行压缩，需要对变换系数进行哈达玛变换/量化以及 ZigZag 扫描。其中，ZigZag 扫描是系统必备模块，而 ZigZag 扫描本身带来了大量的计算。

分析可知，传统 DCT 变换和整数变换存在如下缺点：

1) 传统整数变换来源于 DCT 变换，是 DCT 变换的系数稍作修改的结果，导致整数变换的方案具有唯一性。

2) 传统 DCT 变换和整数变换没有达到 0 系数比例最优；图 2 所示为通过传统 DCT 变换和整数变换对 4×4 数据块进行变换后的结果，可以看出，传统 DCT 变换和整数变换后的结果中，虽然非 0 系数比较多，但并没有达到最优。传统整数变换相对于 DCT 变换，并没有增加 0 系数的比例。

3) 传统 DCT 变换/整数变换都是非完全整数变换，误差项 E 仍然包含了无理浮点数，只不过通过和量化一起合并的手段适当减少了误差，但误差仍然不可避免；

4) 传统 DCT 变换/整数变换的系数编码/解码依赖 ZigZag 扫描（即 Z 字形扫描）将 0 系数集中在一起，而 ZigZag 本身的计算量不小。

为了解决相关技术中基于传统整数变换的压缩方案无法完全消除浮点运算误差的技术问题，本公开实施例中提供了一种基于新整数变换的数据变换方法和数据恢复方法，在介绍该数据变换方法和数据恢复方法之前，先对新整数变换进行说明：

本公开实施例中提供的新整数变换，仅仅约束 I 为一个整数矩阵，该整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵：

$$Y = IXI^T \quad (8)$$

$$X = FYF^T \quad (9)$$

其中， Y 表示整数变换后的数据； X 表示整数变换前的数据； I 表示预先配置的一个可逆且逆矩阵为有理数矩阵的整数矩阵； I^T 表示 I 的转置矩阵； $F = I^{-1}$ ，表示 I 的逆矩阵，是一个有理数矩阵； F^T 表示 F 的转置矩阵。进一步地，为了实现全整数的逆变换，可对逆矩阵进行整形计算：

$$X = \frac{(F \otimes N)Y(F \otimes N)^T}{n^2} \quad (10)$$

其中， N 表示与 F 维度相同的一个整数矩阵，每个元素为 n ； n 为正整数； $F \otimes N$ 表示 F 和 N 的克罗内克积，是一个整数矩阵； $(F \otimes N)^T$ 表示 $F \otimes N$ 的转置矩阵。

由于本公开实施例中提供的新整数变换，利用的是一个与 DCT 无关的整数矩阵，因而，对于整形数据，可进行全整数运算的整数变换和逆变换，而无任何信息损失；对于浮点数据，可对浮点数据进行量化后，对量化后的整形矩阵实现全整数运算的整数变换，不仅无任何浮点表达误差及量化误差，而且可产生比传统整数变换/DCT 变换更多的 0 系数，

5 有效提高了数据压缩比和数据压缩效率。

图 3 示出本公开实施例中基于新整数变换实现数据压缩的流程图，如图 3 所示，利用本公开实施例中提供的新整数变换实现数据压缩时，量化模块为可选模块。本公开实施例可通过如下两种方式实现整数型（浮点型）数据到整形数据的量化：

方式 a：固定量化表；

10 方式 b：基础量化步长和步长倍率结合的量化。图 4 示出本公开实施例中基础量化步长和步长倍率结合实现量化的原理示意图。

1) 整数变换系数求取绝对值最大值 $\text{abs\_max} = \max(\text{abs}(c))$

2) 基础量化分为 $(2 \times \text{INT\_MAX} + 1)$ 个步骤：基础量化步长为 $\text{abs\_max} / \text{INT\_MAX}$ ；

3) 对应的步长倍率表设置步长倍率 q_table ；

15 4) 基础量化步长乘以步长倍率表的步长倍率得到每个位置的具体量化步长 $s = q\_table \times \text{abs\_max} / \text{INT\_MAX}$ ；

5) 系数进行对应的量化 $Y\_quant = \text{round}(Y/s)$ ；round 函数可返回一个数值，该数值是按照指定的小数位数进行四舍五入运算的结果。

6) 反量化操作为 $Y = Y\_quant \times s$ ；

20 例如，一个 4×4 的固定量化表如表 1 所示，一个 4×4 的步长倍率表如表 2 所示。

表 1

1	1	1	4
1	1	4	4
1	4	4	8
4	4	8	8

表 2

1	1	1	1
1	1	1	1
1	1	1	2
1	1	2	2

- 5 下面一个实际的例子，来说明本公开实施例中新整数变换的优点：
假设预先配置的整数矩阵如下：

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

则有：

$$F = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & -0.25 & -0.25 \\ 0.25 & -0.25 & -0.25 & 0.25 \\ 0.25 & -0.25 & 0.25 & -0.25 \end{bmatrix}$$

- 10 则设计：

$$N = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \end{bmatrix}$$

$$F \otimes N = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix}$$

图 5 示出本公开实施例中采用新整数变换的数据变换结果示意图，如图 5 所示，本公开实施例中提供的新整数变换，具有如下优点：

1) 全整数运行的整数变换系统，可完全消灭误差，提高系统原始性能指标；

5 2) 产生比传统 DCT/整数量化更多的 0 系数，提高整体压缩系统的压缩比；

3) 可配置/非唯一的整数量化系统，运用于多个可能场景；

4) 更多的 0 系数，可配置的不同系数分布，使得 ZigZag 扫描编码成为可选项，而不是必选项。本公开实施例中提供了两种编码方式：①不执行 ZigZag 扫描的编码方式；②执行 ZigZag 扫描的编码方式。

10 基于本公开实施例中提供的新整数变换，本公开实施例中公开了一种数据变换方法和数据恢复方法，利用一个预先配置的整数矩阵对待变换数据进行整数变换，并在整数变换后的数据进行逆变换，能够实现全整数变换方案，不仅无任何浮点表达误差及量化误差，而且可产生比传统整数变换/DCT 变换更多的 0 系数，有效提高了数据压缩比和数据压缩效率。

15 本公开实施例中提供的数据变换方法和数据恢复方法可以由任意具备计算处理能力的电子设备执行。在数据压缩系统中，本公开实施例中的数据变换方法可由编码端设备执行，本公开实施例中的数据恢复方法可由解码端设备执行。

需要说明的是，执行本公开实施例中数据变换方法和数据恢复方法的电子设备可以是终端设备，也可以是服务器。其中，终端设备可以包括但不限于智能手机、平板电脑、膝上型便携计算机、台式计算机、可穿戴设备、增强现实设备、虚拟现实设备等；服务器可以是提供各种服务的服务器，例如对用户利用终端设备所进行操作的装置提供支持的后台管理服务器。后台管理服务器可以对接收到的请求等数据进行分析等处理，并将处理结果反馈给终端设备。

在一些实施例中，终端设备中安装的应用程序的客户端是相同的，或基于不同操作系

统的同一类型应用程序的客户端。基于终端平台的不同，该应用程序的客户端的具体形态也可以不同，比如，该应用程序客户端可以是手机客户端、PC 客户端等。

在一些实施例中，服务器可以是独立的物理服务器，也可以是多个物理服务器构成的服务器集群或者分布式系统，还可以是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、CDN（Content Delivery Network，内容分发网络）、以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器。终端可以是智能手机、平板电脑、笔记本电脑、台式计算机、智能音箱、智能手表等，但并不局限于此。终端以及服务器可以通过有线或无线通信方式进行直接或间接地连接，本公开在此不做限制。

图 6 示出本公开实施例中一种数据变换方法流程图，如图 6 所示，本公开实施例中提供的数据变换方法包括如下步骤：

S602，获取预先配置的一个整数矩阵，其中，整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵。

需要说明的是，上述 S602 中配置的整数矩阵是一个可逆的元素为整数的矩阵，其逆矩阵为一个有理数矩阵；利用该整数矩阵可对原始数据进行整数变换，利用该整数矩阵的逆矩阵或对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行反整数变换（逆变换），能够完全恢复出原始数据。原则上，只要原始数据为整形数据，则对原始数据进行的整数变换为全整数运算的整数变换，对整数变换后的数据进行反整数变换也是全整数运算的反整数变换。在具体实施时，若原始数据为整形数据，则直接利用整数矩阵对原始数据进行整数变换和反整数变换；若原始数据为浮点数据，则对量化后的整形矩阵实现全整数运算的整数变换。

S604，利用整数矩阵对待变换数据进行整数变换。

需要说明的是，上述待变换数据可以包括但不限于如下任意之一：图像数据、视频数据、残差数据、特征数据。本公开实施例中，利用一个与 DCT 变换无关的整数矩阵对待变换数据进行整数变换，使得整数变换的形式不唯一，可以提供更多的整数变换方案。

因而，在一些实施例中，当待变换数据为整形数据时，对整形数据的正变换和逆变换均为全整数运算的整数变换，本公开实施例中提供的数据变换方法还包括如下步骤：利用

整数矩阵对待变换的整形数据进行全整数运算的整数变换；利用对整数矩阵的逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行全整数运算的逆变换，恢复出整形数据。

在另一些实施例中，当待变换数据为浮点数据时，本公开实施例中提供的数据变换方法还包括如下步骤：对待变换的浮点数据进行量化，得到量化后的整形数据；利用整数矩阵对量化后的整形数据进行全整数运算的整数变换；利用整数矩阵的逆矩阵或对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据（也即对原始浮点数据进行量化得到的整形数据）。

在一些实施例中，当待变换数据为浮点数据时，本公开实施例中提供的数据变换方法还包括如下步骤：利用整数矩阵对待变换的浮点数据进行变换，得到变换后的浮点数据；利用对整数矩阵的逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对变换后的浮点数据进行逆变换，恢复出变换前的浮点数据。该实施例中，对浮点数据直接进行整数变换和逆变换，可近似恢复出整数变换前的浮点数据。

在一些实施例中，当待变换数据为浮点数据时，本公开实施例中提供的数据变换方法还包括如下步骤：利用整数矩阵对待变换的浮点数据进行变换，得到变换后的浮点数据；对变换后的浮点数据进行量化处理；对量化处理后的数据进行反量化处理；利用整数矩阵的逆矩阵或对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对反量化后的浮点数据进行逆变换，恢复出变换前的浮点数据。该实施例中，对浮点数据直接进行整数变换后，对变换后的数据进行量化和反量化，经逆变换，可近似恢复出整数变换前的浮点数据。需要说明的是，本公开对浮点数据经整数变换后执行的量化和反量化的具体方法不作限定，本领域技术人员可根据实际情况执行相应的量化和反量化，以确保能够恢复出整数变换前的数据。

在一些实施例中，当本公开实施例中提供的新整数变换方案应用于数据压缩系统中时，在编码端利用配置的整数矩阵对编码前的数据进行整数变换；对整数变换后的数据进行压缩编码，以便解码端对数据解码后对通过反整数变换，完全恢复出原始数据，不仅无任何浮点表达误差及量化误差，而且可产生比传统整数变换/DCT 变换更多的 0 系数，有效提高了数据压缩比和数据压缩效率。在具体实施时，在对数据压缩前，可通过上述公式（8）对待压缩数据进行整数变换；在对压缩数据解码后，通过上述公式（9）或（10）对整数变换后的数据进行恢复。

由于待压缩数据可能是整形数据，也可能是浮点数据，当待压缩数据为整形数据时，利用本公开实施例中提供的新整数变换能够实现全整数变换（即全整数运算的整数变换）；当待压缩数据为浮点数据时，可对浮点数据进行量化后，对量化后的整形数据进行新整数变换，具体量化处理过程已在上述内容中介绍，此处不再赘述。

5 在一些实施例中，本公开实施例可利用图 7 所示的数据恢复方法，恢复出整数变换前的数据；在另外一些实施例中，本公开实施例可利用图 8 所示的数据恢复方法，恢复出整数变换前的数据。

如图 7 所示，本公开实施例中提供的数据恢复方法包括如下步骤：

S702，获取待恢复数据，其中，待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数
10 变换后的数据，整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；

S704，利用整数矩阵的逆矩阵，对待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

如图 8 所示，本公开实施例中提供的数据恢复方法包括如下步骤：

S802，获取待恢复数据，其中，待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数
15 变换后的数据，整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；

S804，利用对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

当本公开的实施例提供的数据恢复方法可以应用于数据压缩系统中的解码端，由解码端接收到来自编码端的压缩数据后，对压缩数据进行解码，利用整数矩阵的逆矩阵对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对解码后的数据进行反整数变换，以完全恢复出整数变换前的数据，能够实现全整数变换方案，不仅无任何浮点表达误差及量化误差，而且可产生比传统整数变换/DCT 变换更多的 0 系数，有效提高了数据压缩比和数据压缩效率。

基于同一发明构思，本公开实施例中还提供了一种数据变换装置，如下面的实施例。由于该装置实施例解决问题的原理与上述方法实施例相似，因此该装置实施例的实施可以
25 参见上述方法实施例的实施，重复之处不再赘述。

图 9 示出本公开实施例中一种数据变换装置示意图，如图 9 所示，该装置包括：配置

模块 91 和变换模块 92。

其中，配置模块 91，用于获取预先配置的一个整数矩阵，其中，整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；变换模块 92，用于利用整数矩阵对待变换数据进行整数变换。

此处需要说明的是，上述模块与对应的步骤所实现的示例和应用场景相同，但不限于上述方法实施例所公开的内容。需要说明的是，上述模块作为装置的一部分可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行。

由上可知，本公开的实施例所提供的的数据变换装置，通过配置模块 91 预先配置一个可逆且逆矩阵为有理数矩阵的整数矩阵；通过变换模块 92 利用配置的整数矩阵对待变换数据进行整数变换，当待变换数据为整形数据时，能够实现全整数变换方案，不仅无任何浮点表达误差及量化误差，而且可产生比传统整数变换/DCT 变换更多的 0 系数，有效提高了数据压缩比和数据压缩效率。

基于同一发明构思，本公开实施例中还提供了一种数据恢复装置，如下面的实施例。由于该装置实施例解决问题的原理与上述方法实施例相似，因此该装置实施例的实施可以参见上述方法实施例的实施，重复之处不再赘述。

图 10 示出本公开实施例中一种数据恢复装置示意图，如图 10 所示，该装置包括：数据获取模块 101 和逆变换模块 102。

其中，数据获取模块 101，用于获取待恢复数据，其中，待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数变换后的数据，整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；逆变换模块 102，用于利用整数矩阵的逆矩阵，对待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

此处需要说明的是，上述模块与对应的步骤所实现的示例和应用场景相同，但不限于上述方法实施例所公开的内容。需要说明的是，上述模块作为装置的一部分可以在诸如一组计算机可执行指令的计算机系统中执行。

为了实现全整数运算的逆变换，在一些实施例中，上述逆变换模块 102 还可利用对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对所述待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

由上可知，本公开的实施例所提供的数据恢复装置，通过数据获取模块 101 获取待恢复数据，通过逆变换模块 102 利用整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对待恢复数据进行反整数变换，能够完全恢复出原始数据。

基于同一发明构思，本公开实施例中还提供了一种图像压缩系统，如下面的实施例。

- 5 由于该系统实施例解决问题的原理与上述方法实施例相似，因此该系统实施例的实施可以参见上述方法实施例的实施，重复之处不再赘述。

图 11 示出本公开实施例中一种图像压缩系统示意图，如图 11 所示，该图像压缩系统 11 包括：第一编码模块 111 和第一解码模块 112。

- 10 其中，第一编码模块 111，用于获取预先配置的一个整数矩阵，利用整数矩阵对图像数据进行整数变换，其中，整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；第一解码模块 112，用于利用整数矩阵的逆矩阵或对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的图像数据。

需要说明的是，根据具体应用场景的不同，上述第一编码模块 111 和第一解码模块 112 可以部署于同一设备，也可以部署于不同的设备，本公开对此不做具体限定。

- 15 在一些实施例中，第一编码模块 111 还用于：对整数变换后的数据进行编码，将编码后的数据传输至第一解码模块 112；第一解码模块 112 还用于对来自第一编码模块 111 的数据进行解码，利用整数矩阵的逆矩阵或对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对解码后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

- 20 在一些实施例中，第一编码模块 111 采用执行 ZigZag 扫描的编码方式或不执行 ZigZag 扫描的编码方式。

基于同一发明构思，本公开实施例中还提供了一种特征压缩系统，如下面的实施例。由于该系统实施例解决问题的原理与上述方法实施例相似，因此该系统实施例的实施可以参见上述方法实施例的实施，重复之处不再赘述。

- 25 图 12 示出本公开实施例中一种特征压缩系统示意图，如图 12 所示，该图像压缩系统 12 包括：第二编码模块 121 和第二解码模块 122。

其中，第二编码模块 121，用于获取预先配置的一个整数矩阵，利用整数矩阵对特征

数据进行整数变换，其中，整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；第二解码模块 122，用于利用整数矩阵的逆矩阵或对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

需要说明的是，上述特征数据可以是但不限于利用卷积神经网络 CNN 模型对图像进行特征提取得到的特征数据。根据具体应用场景的不同，上述第二编码模块 121 和第二解码模块 122 可以部署于同一设备，也可以部署于不同的设备，本公开对此不做具体限定。

在一些实施例中，第二编码模块 121 还用于：对整数变换后的数据进行编码，将编码后的数据传输至第二解码模块 122；第二解码模块 122 还用于对来自第二编码模块 121 的数据进行解码，利用整数矩阵的逆矩阵或对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对解码后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

在一些实施例中，第二编码模块 121 采用执行 ZigZag 扫描的编码方式或不执行 ZigZag 扫描的编码方式。

在一些实施例中，第二编码模块 121 还用于对特征数据进行量化处理，利用整数矩阵对量化后的特征数据进行全整数运算的整数变换；第二解码模块 122 还用于利用对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行全整数运算的逆变换，并对逆变换后的数据进行反量化处理，得到原始特征数据。

在一些实施例中，第二编码模块 121 还用于对特征数据进行整数变换，对整数变换后的特征数据进行量化处理；第二解码模块 122 还用于对量化后的特征数据进行反量化处理，利用整数矩阵的逆矩阵或对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对反量化处理后的数据进行逆变换，得到原始特征数据。

基于同一发明构思，本公开实施例中还提供了一种残差压缩系统，如下面的实施例。由于该系统实施例解决问题的原理与上述方法实施例相似，因此该系统实施例的实施可以参见上述方法实施例的实施，重复之处不再赘述。

图 13 示出本公开实施例中一种残差压缩系统示意图，如图 13 所示，该残差压缩系统包括：第三编码模块 131 和第三解码模块 132。

其中，第三编码模块 131，用于获取预先配置的一个整数矩阵，利用整数矩阵对残差

数据进行整数变换，其中，整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；第三解码模块 132，用于利用整数矩阵的逆矩阵或对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

需要说明的是，根据具体应用场景的不同，上述第三编码模块 131 和第三解码模块 132 可以部署于同一设备，也可以部署于不同的设备，本公开对此不做具体限定。

在一些实施例中，第三编码模块 131 还用于：对整数变换后的数据进行编码，将编码后的数据传输至第三解码模块 132；第三解码模块 132 还用于对来自第三编码模块 131 的数据进行解码，利用整数矩阵的逆矩阵或对逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对解码后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

在一些实施例中，第三编码模块 131 采用执行 ZigZag 扫描的编码方式或不执行 ZigZag 扫描的编码方式。

本公开实施例中提供的新整数变换方案，能够应用于很多场景，下面列举几个具体的例子：

实施例 1：

编码端：

第 1 步：对图像 4x4 分块 XF_{M_16}

第 2 步：对每一个 16 的小块进行 4x4 整数变换，得到 $YF_{32\_1} = IXF_{M\_16}I^T$ ；

其中，

$$I = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix};$$

第 3 步：对所得系数 YF_{32_1} 直接熵编码。

解码端：

第 1 步：对数据进行熵解码得到 YF_{32_2} ；

第 2 步：通过如下公式对 YF_{32_2} 进行反整数变换，得到原始图像 4x4 块 XF_{M_16} ；

$$XF_{M\_16} = \frac{(F \otimes N) YF_{32\_2} (F \otimes N)^T}{n^2};$$

$$F = \begin{bmatrix} 0.25 & 0.25 & 0.25 & 0.25 \\ 0.25 & 0.25 & -0.25 & -0.25 \\ 0.25 & -0.25 & -0.25 & 0.25 \\ 0.25 & -0.25 & 0.25 & -0.25 \end{bmatrix};$$

$$N = \begin{bmatrix} 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \\ 4 & 4 & 4 & 4 \end{bmatrix};$$

$$F \otimes N = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \end{bmatrix};$$

其中， F 表示 I 的逆矩阵，是一个有理数矩阵； N 表示与 F 维度相同的一个整数矩阵，

5 每个元素为 n ； n 为正整数。

实施例 2:

编码端:

第 1 步: 图像通过 CNN 特征提取网络得到特征 F_{32_1}

第 2 步: 特征初步预处理, 强制特征以 0.0 为中间点, 左右正负分布

10 特征最大值 $f\_max = \max(F_{32\_1})$;

特征最大值 $f\_min = \min(F_{32\_1})$;

特征偏移量 $f\_offset = (f\_max + f\_min) / 2$;

$F_{32\_1} = F_{32\_1} - f\_offset$;

第 3 步: 求 F_{32_1} 的最大绝对值 $abs\_max = \max(abs(f\_max), abs(f\_min))$

15 第 4 步: 设置 INT_MAX 为 227, 则量化步骤数量为 $2 \times 227 + 1$, 量化步长为 $b = abs\_max / 227$;

第 5 步: 对特征数据进行量化 $I_{32\_1} = \text{round}(F_{32\_1} / b)$;

第 6 步: 特征整形成 $(-1, 16)$ 维度得到 XI_{M_16}

第 7 步: 对每一个 16 的小块进行 4×4 的整数变换, 得到 $YI_{32\_1} = XI_{M\_16} I^T$;

第 8 步: 求 YI_{32_1} 的最大绝对值 $\text{abs\_max\_2} = \max(\text{abs}(YI_{32\_1}))$;

第 9 步: 设置 INT_MAX_2 为 4, 则量化 steps 为 $1+2 \times 128$, 基础量化步长为 $b\_2 = \text{abs\_max\_2}/4$;

第 10 步: 设置 q_table 为如表 3 所示;

5

表 3

1	1	1	1
1	1	1	2
1	1	2	2
1	2	2	2

第 11 步: 对 4×4 的每个位置系数, 量化步长为 $s\_2 = q\_table \times b\_2$;

第 12 步: 对特征数据进行第二次量化 $YI_{32\_1} = \text{round}(YI_{32\_1}/s\_2)$, 进一步缩小数据范围;

解码端:

10

第 1 步: 对二次量化数据进行反量化 $YI_{32\_2} = YI_{32\_1} \times s\_2$;

第 2 步: 对数据进行反整数变换:

$$XI_{M\_16} = \frac{(F \otimes N) YI_{32\_2} (F \otimes N)^T}{n^2};$$

其中, F 为 I 的逆矩阵, 其为浮点有理数, n 是一个正整数, N 是一个矩阵, 其维度和 F 相同, 其每个元素均为整数 n ;

15

第 3 步: 特征 XI_{M_16} 整形回原尺寸得到 I_{32_2} ;

第 4 步: 反量化变换: $F_{32\_2} = I_{32\_2} \times b$;

第 5 步: $F_{32\_2} = F_{32\_2} + f\_offset$ 。

实施例 3:

编码端：

第 1 步：图像通过 CNN 特征提取网络得到特征 F_{32_1} ；

第 2 步：求取特征的最大值和最小值，其中，最大值 $f\_max = \max(F_{32\_1})$ ；最小值 $f\_min = \min(F_{32\_1})$ ；

5 第 3 步：设置 INT_MAX 为 27，则量化步骤数为 27，量化步长为 $b = (f\_max - f\_min) / 27$ ；

第 4 步：对特征数据进行量化 $I_{32\_1} = \text{round}((F_{32\_1} - f\_min) / b)$ ；

第 5 步：特征整形形成(-1, 16)维度得到 XI_{M_16} ；

第 6 步：对每一个 16 的小块进行 4x4 的整数变换，得到 $YI_{32\_1} = XI_{M\_16} I^T$ ；

第 7 步：对系数直接进行熵编码。

10 解码端：

第 1 步：对数据 YI_{32_2} 进行反整数变换：

$$XI_{M\_16} = \frac{(F \otimes N) YI_{32\_2} (F \otimes N)^T}{n^2};$$

其中，F 为 I 的逆矩阵，其为浮点有理数，n 是一个正整数，N 是一个矩阵，其维度和 F 相同，其每个元素均为整数 n；

15 第 2 步：特征 XI_{M_16} 整形回原尺寸得到 I_{32_2} ；

第 3 步：反量化变换 $F_{32\_2} = fmin + I_{32\_2} \times b$ ；

实施例 4：

编码端：

20 第 1 步：图像通过 CNN 特征提取网络得到特征 F_{32_1} ；

第 2 步：特征初步预处理，强制特征以 0.0 为起点，仅正向分布 $f\_min = \min(F_{32\_1})$ ；
 $F_{32\_1} = F_{32\_1} - f\_min$ ；

第 3 步：求 F_{32_1} 的最大值 $abs\_max = \max(F_{32\_1})$ ；

第 4 步：设置 INT_MAX 为 28，则量化 steps 为 28，量化步长为 $b = \text{abs\_max}/28$ ；

第 5 步：对特征数据进行量化 $I_{32\_1} = \text{round}(F_{32\_1}/b)$ ；

第 6 步：特征整形成 $(-1, 64)$ 维度得到 XI_{M_64} ；

第 7 步：对每一个 64 的小块进行 8×8 的整数变换，得到 $YI_{32\_1} = XI_{M\_64} I^T$ ；

5 第 8 步：设置固定量化表 q_table，如表 4 所示；

表 4

7	7	10	19	40	40	40	40
7	8	10	26	40	40	40	40
10	10	22	40	40	40	40	40
19	26	40	40	40	40	40	40
40	40	40	40	40	40	40	40
40	40	40	40	40	40	40	40
40	40	40	40	40	40	40	40
40	40	40	40	40	40	40	40

第 9 步：对特征数据进行第二次量化 $YI_{32\_1} = \text{round}(YI_{32\_1}/q\_table)$ ，进一步缩小数据范围。

解码端：

10 第 1 步：对二次量化数据进行反量化 $YI_{32\_2} = YI_{32\_1} \times q\_table$ ；

第 2 步：对数据进行反整数变换：

$$XI_{M\_64} = \frac{(F \otimes N) YI_{32\_2} (F \otimes N)^T}{n^2};$$

其中，F 为 I 的逆矩阵，其为浮点有理数，n 是一个正整数，N 是一个矩阵，其维度和 F 相同，其每个元素均为整数 n；

第 3 步: 特征 $XI_{M_{64}}$ 整形回原尺寸得到 I_{32_2} ;

第 4 步: 反量化变换 $F_{32\_2} = I_{32\_2} \times b$;

第 5 步: $F_{32\_2} = F_{32\_2} + f_{\min}$ 。

5 实施例 5:

编码端:

第 1 步: 图像通过 CNN 特征提取网络得到特征 F_{32_1} ;

第 2 步: 特征整形成 $(-1, 16)$ 维度得到 $XI_{M_{16}}$;

10 第 3 步: 对每一个 16 的小块进行 4×4 的整数变换, 得到 $YI_{32\_1} = XI_{M_{16}} I^T$, 本例得到的系数也为浮点值;

第 4 步: 设置 INT_MAX 为 2^5 , 则量化 steps 为 $1+2 \times 2^5$, 基础量化步长为 $b = \text{abs\_max} / 2^5$; q_table 设置为表 5 所示, $b2 = b \times q\_table$;

表 5

1	1	1	1
1	1	1	2
1	1	2	2
1	2	2	2

第 5 步: 对特征数据进行量化 $I_{32\_1} = \text{round}(YI_{32\_1} / b2)$;

15 第 6 步: 对量化后的特征数据 I_{32_1} 熵编码。

解码端:

第 1 步: 对数据 I_{32_2} 进行反量化, 得到整数变换系数, 为浮点值:

$YI_{32\_2} = I_{32\_1} \times b2$;

$$XI_{M_{16}} = FYI_{32\_2}F^T;$$

其中, F 为 I 的逆矩阵, 其为浮点有理数;

第 2 步: 特征 $XI_{M_{16}}$ 整形回原尺寸得到 I_{32_2} ;

第 3 步: 反量化变换 $F_{32\_2} = fmin + I_{32\_2} \times b$;

5

实施例 6:

编码端:

第 1 步: 对图像进行估计, 得到残差 I_{32_1} ;

第 2 步: 对残差进行量化并完成 8x8 分块, 得到 $XI_{M_{64}}$;

10 第 3 步: 对每一个 64 的小块进行 8x8 的整数变换, 得到:

$$YI_{32\_1} = IXI_{M_{64}}I^T;$$

第 4 步: zigzag 编码+其他熵编码;

解码端:

第 1 步: 对编码数据其他熵解码+zigzag 解码;

15 第 2 步: 进行反整数变换:

$$XI_{M_{64}} = \frac{(F \otimes N)YI_{32\_2}(F \otimes N)^T}{n^2};$$

其中, F 为 I 的逆矩阵, 其为浮点有理数, n 是一个正整数, N 是一个矩阵, 其维度和 F 相同, 其每个元素均为整数 n;

第 3 步 对残差反量化得到残差 I_{32_2} 。

20 所属技术领域的技术人员能够理解, 本公开的各个方面可以实现为系统、方法或程序产品。因此, 本公开的各个方面可以具体实现为以下形式, 即: 完全的硬件实施方式、完全的软件实施方式 (包括固件、微代码等), 或硬件和软件方面结合的实施方式, 这里可以统称为“电路”、“模块”或“系统”。

下面参照图 14 来描述根据本公开的这种实施方式的电子设备 1400。图 14 显示的电子设备 1400 仅仅是一个示例，不应对本公开实施例的功能和使用范围带来任何限制。

如图 14 所示，电子设备 1400 以通用计算设备的形式表现。电子设备 1400 的组件可以包括但不限于：上述至少一个处理单元 1410、上述至少一个存储单元 1420、连接不同系统组件（包括存储单元 1420 和处理单元 1410）的总线 1430。

其中，所述存储单元存储有程序代码，所述程序代码可以被所述处理单元 1410 执行，使得所述处理单元 1410 执行本说明书上述“示例性方法”部分中描述的根据本公开各种示例性实施方式的步骤。

当所述电子设备 1400 为编码端设备时，所述处理单元 1410 可以执行上述方法实施例的如下步骤：获取预先配置的一个整数矩阵；利用整数矩阵对待压缩数据进行整数变换；对整数变换后的待压缩数据进行编码，得到压缩后的数据。

当所述电子设备 1400 为解码端设备时，所述处理单元 1410 可以执行上述方法实施例的如下步骤：获取压缩数据，其中，压缩数据为利用预先配置的整数矩阵对原始数据进行整数变换，并对整数变换后的数据进行编码得到的数据；对压缩数据进行解码，利用整数矩阵的逆矩阵对解码后的数据进行反整数变换，恢复出原始数据。

存储单元 1420 可以包括易失性存储单元形式的可读介质，例如随机存取存储单元（RAM）14201 和/或高速缓存存储单元 14202，还可以进一步包括只读存储单元（ROM）14203。

存储单元 1420 还可以包括具有一组（至少一个）程序模块 14205 的程序/实用工具 14204，这样的程序模块 14205 包括但不限于：操作系统、一个或者多个应用程序、其它程序模块以及程序数据，这些示例中的每一个或某种组合中可能包括网络环境的实现。

总线 1430 可以为表示几类总线结构中的一种或多种，包括存储单元总线或者存储单元控制器、外围总线、图形加速端口、处理单元或者使用多种总线结构中的任意总线结构的局域总线。

电子设备 1400 也可以与一个或多个外部设备 1440（例如键盘、指向设备、蓝牙设备等）通信，还可与一个或者多个使得用户能与该电子设备 1400 交互的设备通信，和/或与

使得该电子设备 1400 能与一个或多个其它计算设备进行通信的任何设备（例如路由器、调制解调器等等）通信。这种通信可以通过输入/输出（I/O）接口 1450 进行。并且，电子设备 1400 还可以通过网络适配器 1460 与一个或者多个网络（例如局域网（LAN），广域网（WAN）和/或公共网络，例如因特网）通信。如图所示，网络适配器 1460 通过总线 1430 与电子设备 1400 的其它模块通信。应当明白，尽管图中未示出，可以结合电子设备 1400 使用其它硬件和/或软件模块，包括但不限于：微代码、设备驱动器、冗余处理单元、外部磁盘驱动阵列、RAID 系统、磁带驱动器以及数据备份存储系统等。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员易于理解，这里描述的示例实施方式可以通过软件实现，也可以通过软件结合必要的硬件的方式来实现。因此，根据本公开实施方式的技术方案可以以软件产品的形式体现出来，该软件产品可以存储在一个非易失性存储介质（可以是 CD-ROM，U 盘，移动硬盘等）中或网络上，包括若干指令以使得一台计算设备（可以是个人计算机、服务器、终端装置、或者网络设备等）执行根据本公开实施方式的方法。

在本公开的示例性实施例中，还提供了一种计算机可读存储介质，该计算机可读存储介质可以是可读信号介质或者可读存储介质。其上存储有能够实现本公开上述方法的程序产品。在一些可能的实施方式中，本公开的各个方面还可以实现为一种程序产品的形式，其包括程序代码，当所述程序产品在终端设备上运行时，所述程序代码用于使所述终端设备执行本说明书上述“示例性方法”部分中描述的根据本公开各种示例性实施方式的步骤。

本公开中的计算机可读存储介质的更具体的例子可以包括但不限于：具有一个或多个导线的电连接、便携式计算机磁盘、硬盘、随机访问存储器（RAM）、只读存储器（ROM）、可擦式可编程只读存储器（EPROM 或闪存）、光纤、便携式紧凑磁盘只读存储器（CD-ROM）、光存储器件、磁存储器件、或者上述的任意合适的组合。

在本公开中，计算机可读存储介质可以包括在基带中或者作为载波一部分传播的数据信号，其中承载了可读程序代码。这种传播的数据信号可以采用多种形式，包括但不限于电磁信号、光信号或上述的任意合适的组合。可读信号介质还可以是可读存储介质以外的任何可读介质，该可读介质可以发送、传播或者传输用于由指令执行系统、装置或者器件

使用或者与其结合使用的程序。

可选地，计算机可读存储介质上包含的程序代码可以用任何适当的介质传输，包括但不限于无线、有线、光缆、RF 等等，或者上述的任意合适的组合。

在具体实施时，可以以一种或多种程序设计语言的任意组合来编写用于执行本公开操作 5 的程序代码，所述程序设计语言包括面向对象的程序设计语言—诸如 Java、C++等，还包括常规的过程式程序设计语言—诸如“C”语言或类似的设计语言。程序代码可以完全地在用户计算设备上执行、部分地在用户设备上执行、作为一个独立的软件包执行、部分在用户计算设备上部分在远程计算设备上执行、或者完全在远程计算设备或服务器上执行。在涉及远程计算设备的情形中，远程计算设备可以通过任意种类的网络，包括局域 10 网（LAN）或广域网（WAN），连接到用户计算设备，或者，可以连接到外部计算设备（例如利用因特网服务提供商来通过因特网连接）。

应当注意，尽管在上文详细描述中提及了用于动作执行的设备的若干模块或者单元，但是这种划分并非强制性的。实际上，根据本公开的实施方式，上文描述的两个或更多模块或者单元的特征和功能可以在一个模块或者单元中具体化。反之，上文描述的一个模块 15 或者单元的特征和功能可以进一步划分为由多个模块或者单元来具体化。

此外，尽管在附图中以特定顺序描述了本公开中方法的各个步骤，但是，这并非要求或者暗示必须按照该特定顺序来执行这些步骤，或是必须执行全部所示的步骤才能实现期望的结果。附加的或备选的，可以省略某些步骤，将多个步骤合并为一个步骤执行，以及/或者将一个步骤分解为多个步骤执行等。

20 通过以上实施方式的描述，本领域的技术人员易于理解，这里描述的示例实施方式可以通过软件实现，也可以通过软件结合必要的硬件的方式来实现。因此，根据本公开实施方式的技术方案可以以软件产品的形式体现出来，该软件产品可以存储在一个非易失性存储介质（可以是 CD-ROM，U 盘，移动硬盘等）中或网络上，包括若干指令以使得一台计算设备（可以是个人计算机、服务器、移动终端、或者网络设备等）执行根据本公开实施 25 方式的方法。

本领域技术人员在考虑说明书及实践这里公开的发明后，将容易想到本公开的其它实施方案。本公开旨在涵盖本公开的任何变型、用途或者适应性变化，这些变型、用途或者

适应性变化遵循本公开的一般性原理并包括本公开未公开的本技术领域中的公知常识或惯用技术手段。说明书和实施例仅被视为示例性的，本公开的真正范围和精神由所附的权利要求指出。

权 利 要 求

1. 一种数据变换方法，包括：

获取预先配置的一个整数矩阵，其中，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；

利用所述整数矩阵对待变换数据进行整数变换。

2. 根据权利要求 1 所述的数据变换方法，其中，通过如下公式对待变换数据进行整数变换：

$$Y = IXI^T;$$

其中， Y 表示整数变换后的数据； X 表示整数变换前的数据，也即整数变换前的数据； I 表示预先配置的一个可逆且逆矩阵为有理数矩阵的整数矩阵； I^T 表示 I 的转置矩阵。

3. 根据权利要求 2 所述的数据变换方法，其中，通过如下公式对整数变换后的数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据：

$$X = F Y F^T;$$

其中， F 表示 I 的逆矩阵，是一个有理数矩阵； F^T 表示 F 的转置矩阵。

4. 根据权利要求 2 所述的数据变换方法，其中，通过如下公式对整数变换后的数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据：

$$X = \frac{(F \otimes N) Y (F \otimes N)^T}{n^2};$$

其中， F 表示 I 的逆矩阵，是一个有理数矩阵； N 表示与 F 维度相同的一个整数矩阵，每个元素为 n ； n 为正整数； $F \otimes N$ 表示 F 和 N 的克罗内克积，是一个整数矩阵； $(F \otimes N)^T$ 表示 $F \otimes N$ 的转置矩阵。

5. 根据权利要求 1 所述的数据变换方法，其中，所述待变换数据为整形数据，对所述整形数据的正变换和逆变换均为全整数运算的整数变换，所述数据变换方法还包括：

利用整数矩阵对待变换的整形数据进行全整数运算的整数变换；

利用对所述整数矩阵的逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行全整

数运算的逆变换，恢复出所述整形数据。

6. 根据权利要求 1 所述的数据变换方法，其中，所述待变换数据为浮点数据，所述数据变换方法还包括：

对待变换的浮点数据进行量化，得到量化后的整形数据；

利用整数矩阵对量化后的整形数据进行全整数运算的整数变换；

利用对所述整数矩阵的逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

7. 根据权利要求 1 所述的数据变换方法，其中，所述待变换数据为浮点数据，所述数据变换方法还包括：

利用整数矩阵对待变换的浮点数据进行变换，得到变换后的浮点数据；

利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述整数矩阵的逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对变换后的浮点数据进行逆变换，恢复出变换前的浮点数据。

8. 根据权利要求 1 所述的数据变换方法，其中，所述待变换数据为浮点数据，所述数据变换方法还包括：

利用整数矩阵对待变换的浮点数据进行变换，得到变换后的浮点数据；

对整数变换后的浮点数据进行量化处理；

对量化处理后的数据进行反量化处理；

利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对反量化后的浮点数据进行逆变换，恢复出整数变换前的浮点数据。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任意一项所述的数据变换方法，其中，所述待变换数据至少包括如下任意之一：图像数据、视频数据、残差数据、特征数据。

10. 一种数据恢复方法，包括：

获取待恢复数据，其中，所述待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数变换后的数据，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；

利用所述整数矩阵的逆矩阵，对所述待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

11. 一种数据恢复方法，包括：

获取待恢复数据，其中，所述待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数变换后的数据，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；

利用对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对所述待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

12. 一种数据变换装置，包括：

配置模块，用于获取预先配置的一个整数矩阵，其中，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；

变换模块，用于利用所述整数矩阵对待变换数据进行整数变换。

13. 一种数据恢复装置，包括：

数据获取模块，用于获取待恢复数据，其中，所述待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数变换后的数据，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；

逆变换模块，用于利用所述整数矩阵的逆矩阵，对所述待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

14. 一种数据恢复装置，包括：

数据获取模块，用于获取待恢复数据，其中，所述待恢复数据为利用一个整数矩阵对原始数据进行整数变换后的数据，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；

逆变换模块，用于利用对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对所述待恢复数据进行逆变换，以恢复出整数变换前的数据。

15. 一种图像压缩系统，包括：第一编码模块和第一解码模块；

所述第一编码模块，用于获取预先配置的一个整数矩阵，利用所述整数矩阵对图像数据进行整数变换，其中，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；

所述第一解码模块,用于利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵,对整数变换后的数据进行逆变换,恢复出整数变换前的图像数据。

16. 根据权利要求 15 所述的图像压缩系统,其中:

所述第一编码模块还用于,对整数变换后的数据进行编码,将编码后的数据传输至所述第一解码模块;

所述第一解码模块还用于,对来自第一编码模块的数据进行解码,利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵,对解码后的数据进行逆变换,恢复出整数变换前的数据。

17. 根据权利要求 16 所述的图像压缩系统,其中,所述第一编码模块采用执行 ZigZag 扫描的编码方式或不执行 ZigZag 扫描的编码方式。

18. 一种特征压缩系统,包括:第二编码模块和第二解码模块;

所述第二编码模块,用于获取预先配置的一个整数矩阵,利用所述整数矩阵对特征数据进行整数变换,其中,所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵;

所述第二解码模块,用于利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵,对整数变换后的数据进行逆变换,恢复出整数变换前的数据。

19. 根据权利要求 18 所述的特征压缩系统,其中:

所述第二编码模块还用于,对整数变换后的数据进行编码,将编码后的数据传输至所述第二解码模块;

所述第二解码模块还用于,对来自第二编码模块的数据进行解码,利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵,对解码后的数据进行逆变换,恢复出整数变换前的数据。

20. 根据权利要求 19 所述的特征压缩系统,其中,所述第二编码模块采用执行 ZigZag 扫描的编码方式或不执行 ZigZag 扫描的编码方式。

21. 根据权利要求 18 所述的特征压缩系统,其中:

所述第二编码模块还用于,对特征数据进行量化处理,利用所述整数矩阵对量化后的

特征数据进行全整数运算的整数变换；

所述第二解码模块还用于，利用对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行全整数运算的逆变换，并对逆变换后的数据进行反量化处理，得到原始特征数据。

22. 根据权利要求 18 所述的特征压缩系统，其中：

所述第二编码模块还用于，对特征数据进行整数变换，对整数变换后的特征数据进行量化处理；

所述第二解码模块还用于，对量化后的特征数据进行反量化处理，利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对反量化处理后的数据进行逆变换，得到原始特征数据。

23. 一种残差压缩系统，包括：第三编码模块和第三解码模块；

所述第三编码模块，用于获取预先配置的一个整数矩阵，利用所述整数矩阵对残差数据进行整数变换，其中，所述整数矩阵可逆且逆矩阵为有理数矩阵；

所述第三解码模块，用于利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对整数变换后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

24. 根据权利要求 23 所述的残差压缩系统，其中：

所述第三编码模块还用于，对整数变换后的数据进行编码，将编码后的数据传输至所述第三解码模块；

所述第三解码模块还用于，对来自第三编码模块的数据进行解码，利用所述整数矩阵的逆矩阵或对所述逆矩阵进行整形后的整数矩阵，对解码后的数据进行逆变换，恢复出整数变换前的数据。

25. 根据权利要求 23 所述的残差压缩系统，其中，所述第三编码模块采用执行 ZigZag 扫描的编码方式或不执行 ZigZag 扫描的编码方式。

26. 一种电子设备，包括：

处理器；以及

存储器，用于存储所述处理器的可执行指令；

其中，所述处理器配置为经由执行所述可执行指令来执行权利要求 1～9 中任意一项所述的数据变换方法，或权利要求 10 或 11 所述的数据恢复方法。

27. 一种计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求 1～9 中任意一项所述的数据变换方法，或权利要求 10 或 11 所述的数据恢复方法。

28. 一种计算机程序，包括：

指令，所述指令当由处理器执行时使所述处理器执行如权利要求 1～9 中任意一项所述的数据变换方法，或权利要求 10 或 11 所述的数据恢复方法。

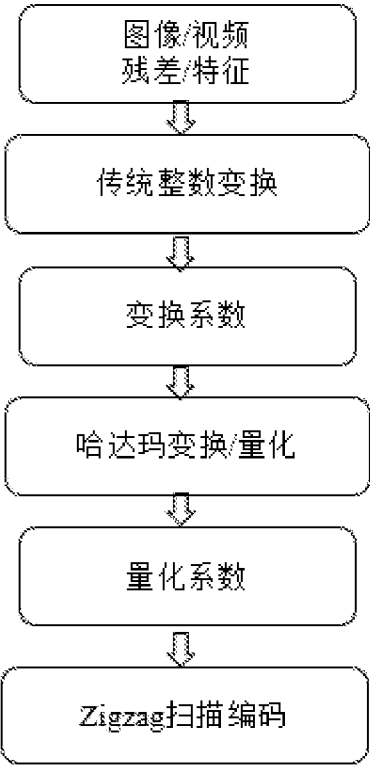


图 1

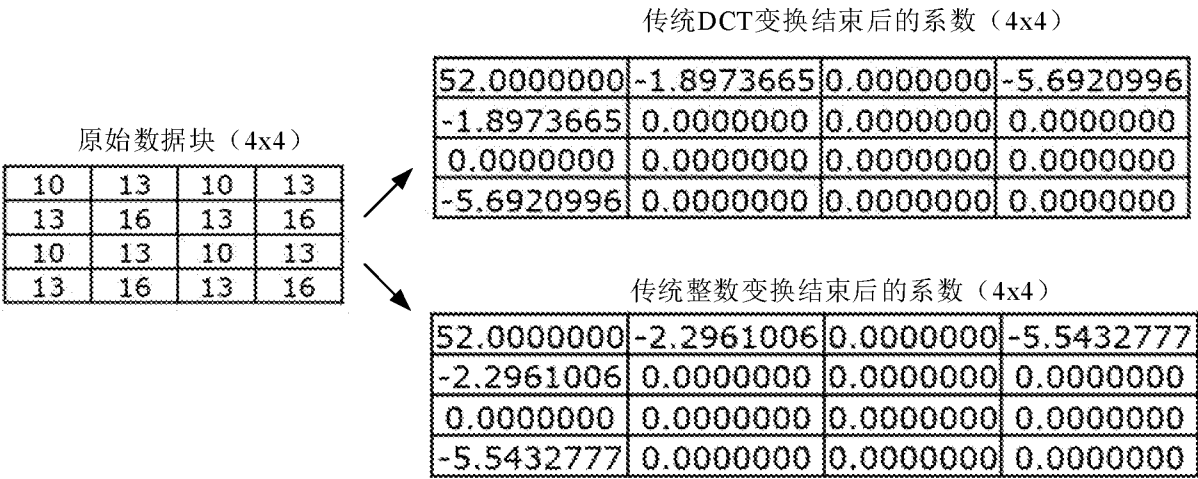


图 2

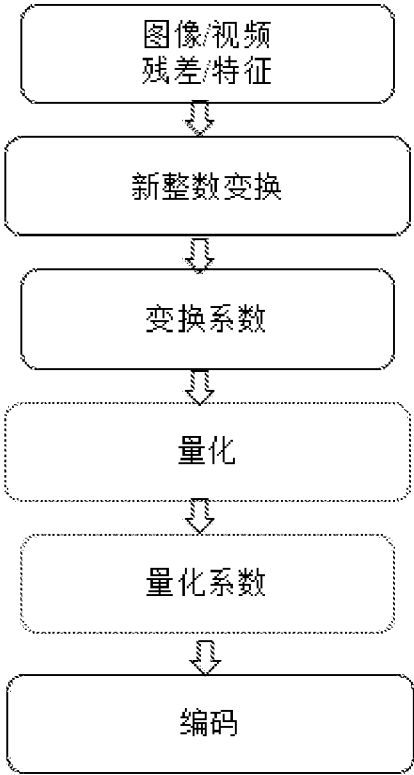


图 3

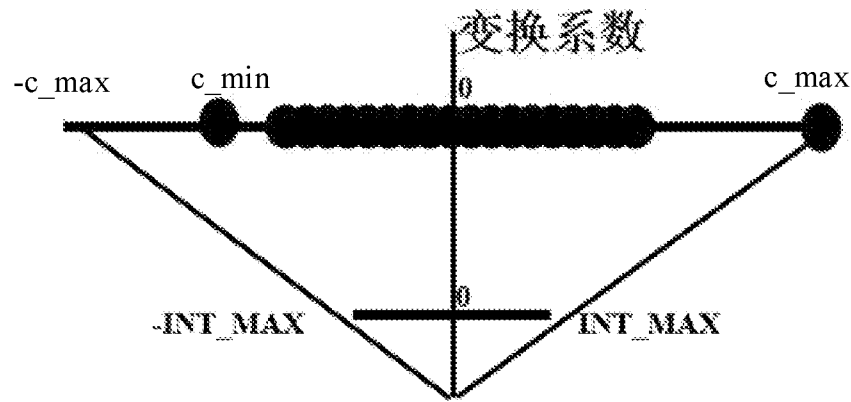


图 4

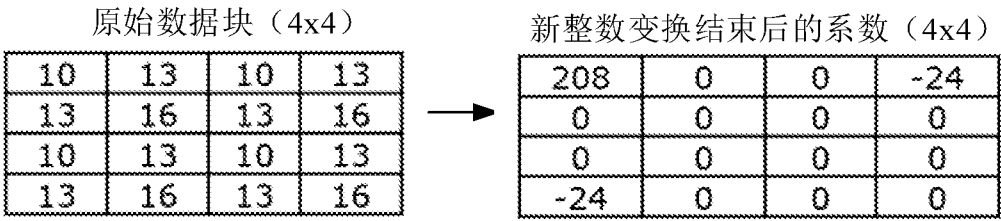


图 5

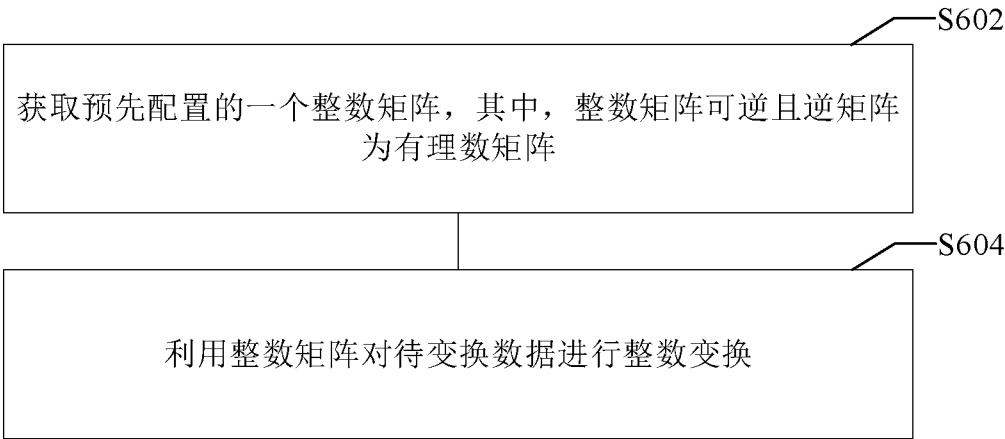


图 6

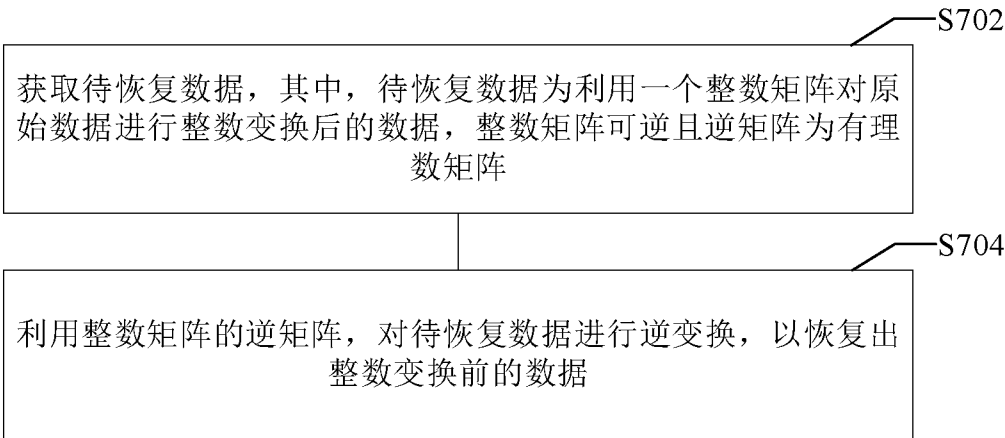


图 7

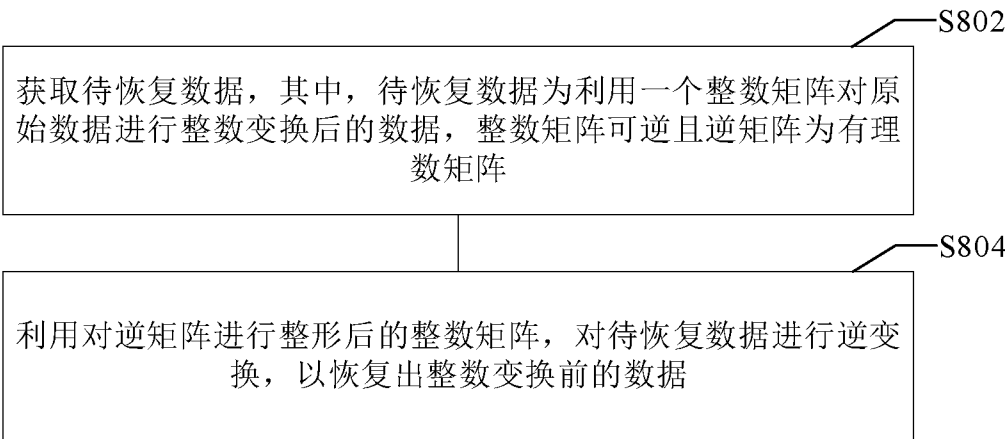


图 8



图 9



图 10

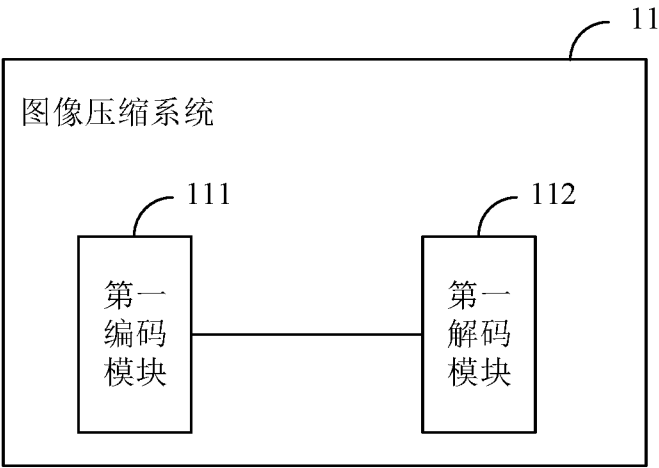


图 11

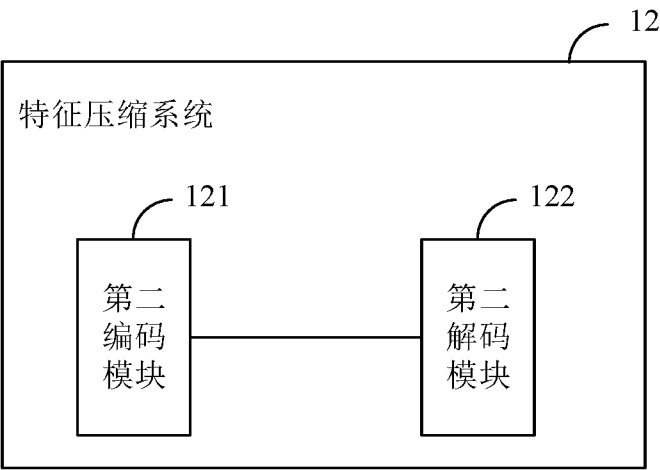


图 12

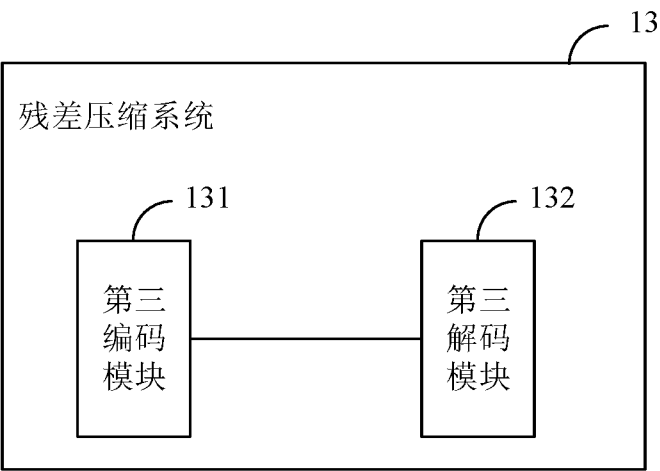


图 13

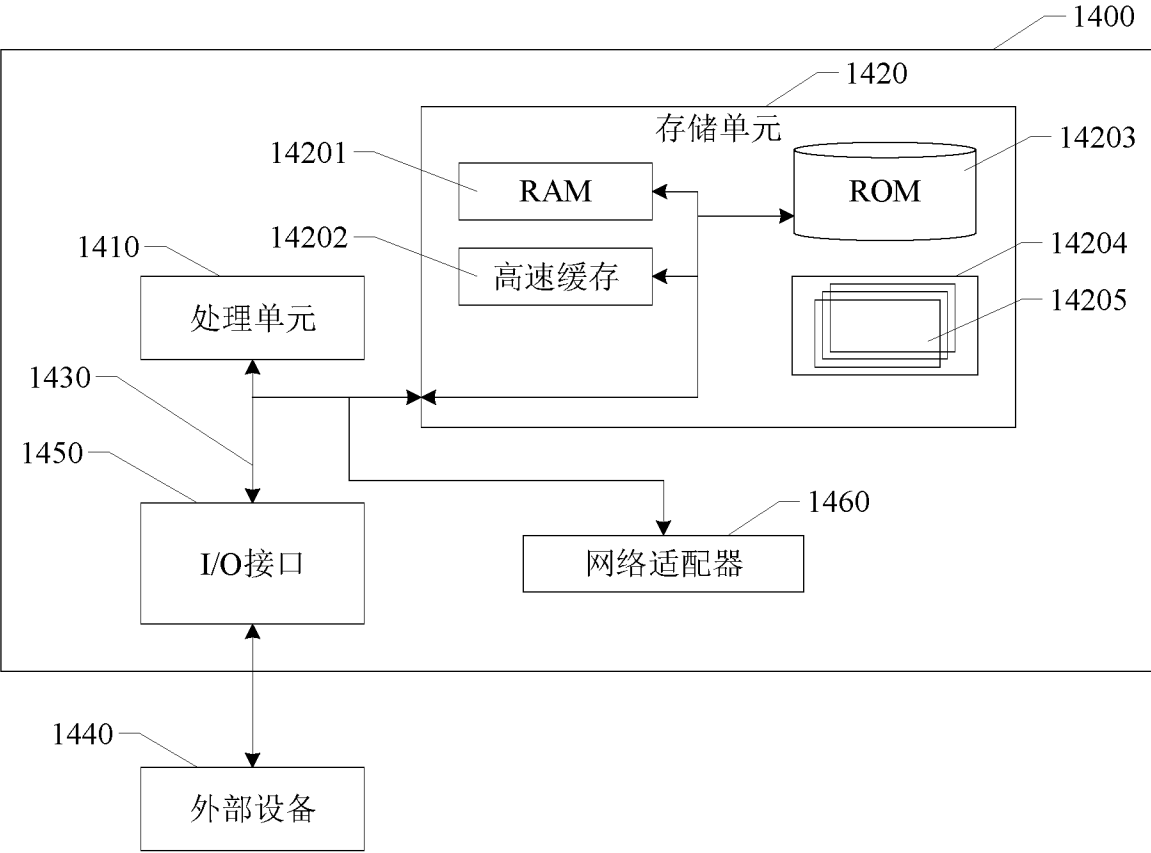


图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2022/132143

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 19/625(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; CNTXT; WPABSC; ENTXTC; DWPI; VEN; WOTXT; USTXT; ENTXT; CNKI; IEEE: 离散余弦变换, 转置, 有理数, 整数变换, 矩阵, 量化, 逆变换, transpose, rational number, integer transform, matrix, quantization, inverse transform, DCT, Discrete Cosine Transform

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103125116 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 29 May 2013 (2013-05-29) description, paragraphs 38-46, 86-103, 260, and 261	1-28
A	CN 101261619 A (NOKIA CORP.) 10 September 2008 (2008-09-10) entire document	1-28
A	WO 2011133008 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 27 October 2011 (2011-10-27) entire document	1-28
A	CN 102036063 A (BEIJING VIMICRO CO., LTD.) 27 April 2011 (2011-04-27) entire document	1-28
A	CN 113439441 A (BEIJING BYTEDANCE NETWORK TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 24 September 2021 (2021-09-24) entire document	1-28



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

11 January 2023

Date of mailing of the international search report

18 January 2023

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/CN2022/132143

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	103125116	A	29 May 2013	KR	20190058423	A	29 May 2019
				EP	2985700	A2	17 February 2016
				US	2019394490	A1	26 December 2019
				JP	2014233095	A	11 December 2014
				CN	105263028	A	20 January 2016
				JP	2013542665	A	21 November 2013
				KR	20120032458	A	05 April 2012
				BR	122020016581	B1	03 March 2022
				AU	2011308204	A1	11 April 2013
				WO	2012044076	A2	05 April 2012
				KR	20200028373	A	16 March 2020
				KR	20200105773	A	09 September 2020
				US	2013188730	A1	25 July 2013
				BR	112013007023	A2	25 July 2017
				US	2018310026	A1	25 October 2018
				US	2018041775	A1	08 February 2018
				EP	2624556	A2	07 August 2013
				CN	105512093	A	20 April 2016
				US	2016255372	A1	01 September 2016
CN	101261619	A	10 September 2008	HU	0401627	A2	29 November 2004
				EP	1440515	A2	28 July 2004
				KR	20040036923	A	03 May 2004
				AU	2002328100	A1	10 March 2003
				ZA	200401224	B	29 June 2005
				JP	2007129731	A	24 May 2007
				MX	PA04001724	A	31 May 2004
				IN	6940CHENP2009	A	15 June 2012
				DE	60227688	D1	28 August 2008
				CN	1575546	A	02 February 2005
				US	2010195923	A1	05 August 2010
				EP	1914894	A2	23 April 2008
				US	2003078953	A1	24 April 2003
				US	2006294173	A1	28 December 2006
				WO	03019787	A2	06 March 2003
				AT	401703	T	15 August 2008
				JP	2005501462	A	13 January 2005
WO	2011133008	A2	27 October 2011	KR	20110118598	A	31 October 2011
CN	102036063	A	27 April 2011	None			
CN	113439441	A	24 September 2021	CN	113711602	A	26 November 2021
				CN	113711615	A	26 November 2021
				US	2021377531	A1	02 December 2021
				WO	2020164632	A1	20 August 2020
				US	2021377530	A1	02 December 2021
				WO	2020164633	A1	20 August 2020
				WO	2020164634	A1	20 August 2020
				US	2021377529	A1	02 December 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2022/132143

A. 主题的分类

H04N 19/625 (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))

CNABS; CNTXT; WPABSC; ENTXTC; DWPI; VEN; WOTXT; USTXT; ENTXT; CNKI; IEEE: 离散余弦变换, 转置, 有理数, 整数变换, 矩阵, 量化, 逆变换, transpose, rational number, integer transform, matrix, quantization, inverse transform, DCT, Discrete Cosine Transform

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
X	CN 103125116 A (三星电子株式会社) 2013年5月29日 (2013 - 05 - 29) 说明书第38-46、86-103、260、261段	1-28
A	CN 101261619 A (诺基亚有限公司) 2008年9月10日 (2008 - 09 - 10) 全文	1-28
A	W0 2011133008 A2 (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD等) 2011年10月27日 (2011 - 10 - 27) 全文	1-28
A	CN 102036063 A (北京中星微电子有限公司) 2011年4月27日 (2011 - 04 - 27) 全文	1-28
A	CN 113439441 A (北京字节跳动网络技术有限公司等) 2021年9月24日 (2021 - 09 - 24) 全文	1-28

☐ 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

2023年1月11日

国际检索报告邮寄日期

2023年1月18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

赵慧敏

电话号码 86-010-62411536

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2022/132143

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	103125116	A	2013年5月29日	KR	20190058423	A	2019年5月29日
				EP	2985700	A2	2016年2月17日
				US	2019394490	A1	2019年12月26日
				JP	2014233095	A	2014年12月11日
				CN	105263028	A	2016年1月20日
				JP	2013542665	A	2013年11月21日
				KR	20120032458	A	2012年4月5日
				BR	122020016581	B1	2022年3月3日
				AU	2011308204	A1	2013年4月11日
				WO	2012044076	A2	2012年4月5日
				KR	20200028373	A	2020年3月16日
				KR	20200105773	A	2020年9月9日
				US	2013188730	A1	2013年7月25日
				BR	112013007023	A2	2017年7月25日
				US	2018310026	A1	2018年10月25日
				US	2018041775	A1	2018年2月8日
				EP	2624556	A2	2013年8月7日
				CN	105512093	A	2016年4月20日
				US	2016255372	A1	2016年9月1日
CN	101261619	A	2008年9月10日	HU	0401627	A2	2004年11月29日
				EP	1440515	A2	2004年7月28日
				KR	20040036923	A	2004年5月3日
				AU	2002328100	A1	2003年3月10日
				ZA	200401224	B	2005年6月29日
				JP	2007129731	A	2007年5月24日
				MX	PA04001724	A	2004年5月31日
				IN	6940CHENP2009	A	2012年6月15日
				DE	60227688	D1	2008年8月28日
				CN	1575546	A	2005年2月2日
				US	2010195923	A1	2010年8月5日
				EP	1914894	A2	2008年4月23日
				US	2003078953	A1	2003年4月24日
				US	2006294173	A1	2006年12月28日
				WO	03019787	A2	2003年3月6日
				AT	401703	T	2008年8月15日
				JP	2005501462	A	2005年1月13日
WO	2011133008	A2	2011年10月27日	KR	20110118598	A	2011年10月31日
CN	102036063	A	2011年4月27日	无			
CN	113439441	A	2021年9月24日	CN	113711602	A	2021年11月26日
				CN	113711615	A	2021年11月26日
				US	2021377531	A1	2021年12月2日
				WO	2020164632	A1	2020年8月20日
				US	2021377530	A1	2021年12月2日
				WO	2020164633	A1	2020年8月20日
				WO	2020164634	A1	2020年8月20日
				US	2021377529	A1	2021年12月2日