(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101087421 B
(45)授权公告日 2011.11.16

(21)申请号 200710127007.X

(22)申请日 2002.08.08

(30)优先权数据
60/311,436 2001.08.09 US
60/319,018 2001.11.30 US
10/139,036 2002.05.02 US

(62)分案原申请数据
02819594.9 2002.08.08

(73)专利权人 夏普株式会社
地址 日本大阪府

(72)发明人 L·J·科洛夫斯基

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司 31100
代理人 张鑫

(51)Int.Cl.
H04N 7/26(2006.01)
H04N 7/30(2006.01)
H04N 7/50(2006.01)
H03M 7/24(2006.01)

(56)对比文件
US 5230038 A,1993.07.20, 全文.
US 5764553 A,1998.06.09, 全文.
CN 1122073 A,1996.05.08, 全文.
CN 1178616 A,1998.04.08, 全文.

审查员 金笑聪

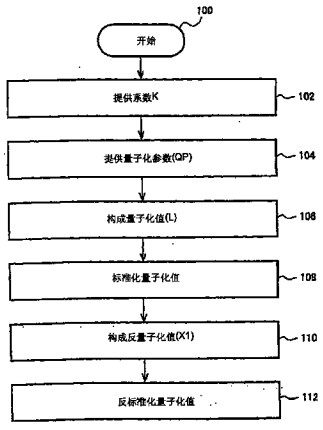
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 6 页

(54)发明名称

减少位深的量子化方法

(57)摘要

提供系数量子化的方法。所述方法包括:提供系数K、提供量子化参数(QP)、使用尾数部分(Am(QP))和指数部分($x^{Ae(QP)}$)通过系数K构成量子化值(L)。通常,x的值为2。在所述方法的一些方面,通过系数K构成量子化值(L)包括$L = K*A(QP) = K*Am(QP)*(2^{Ae(QP)})$。在其他方面,所述方法进一步包括:按如下使用2N标准化量子化值:$Ln = L/2^{N} = K*Am(QP)/2^{(N-Ae(QP))}$。在一些方面,构成量子化值包括构成一组递归的有周期P的量子化因子,其中A(QP+P) = A(QP)/x。构成递归的量子化因子包括构成递归的尾数因子,其中Am(QP) = Am(QP mod P),且构成递归的量子化因子包括构成递归的指数因子,其中Ae(QP) = Ae(QP modP)-QP/P。



CN 101087421 B

1. 一种对已编码的数据进行解码而导出解码图像的图像解码方法，其特征在于，所述方法包括：

对分割图像而成的块单位，将量子化值 L[i][j] 进行反量子化，并导出变换系数 K[i][j] 的反量子化步骤；

对该反量子化步骤导出的所述变换系数进行逆整数变换的反变换步骤；以及

对由该反变换步骤进行了逆整数变换后的变换系数进行标准化的标准化步骤，

所述反量子化步骤进一步包括：

输入所述量子化值 L[i][j] 的步骤；

输入量子化参数 QP 的步骤；以及

导出所述变换系数 K[i][j] 的步骤，

所述变换系数 K[i][j] 是利用为量子化参数 QP 函数的尾数部分行列元素 Bm(QP)[i][j] 和指数部分 Be(QP)、按照下式导出的：

$K[i][j] = L[i][j] \times Bm(QP)[i][j] \times 2^{Be(QP)}$，

其中，Bm(QP)[i][j] = Bm(QP mod P)[i][j]，

Be(QP) = Be[0]+QP/P，

P 为递归反量子化因子 Bm(QP) 的周期。

2. 一种对已编码的数据进行解码而导出解码图像的图像解码装置，其特征在于，所述图像解码装置包括：

对分割图像而成的块单位，将量子化值 L[i][j] 进行反量子化，并导出变换系数 K[i][j] 的反量子化装置；

对该反量子化装置导出的所述变换系数进行逆整数变换的反变换装置；以及

对由该反变换装置进行了逆整数变换后的变换系数进行标准化的标准化装置，

所述逆整数变换利用逆变换行列式来进行，所述逆变换行列式对于不同的基础函数具有不同的范数，

所述反量子化装置利用为量子化参数 QP 函数的尾数部分行列元素 Bm(QP)[i][j] 和指数部分 Be(QP) 按照下式从所述量子化值 L[i][j] 导出所述变换系数 K[i][j]：

K[i][j] = [L[i][j]×Bm(QP)[i][j]] << Be(QP)，其中“<<”表示左移操作，

所述标准化装置利用 2^N 并通过移位操作对进行了所述逆整数变换后的变换系数进行标准化，其中 N 为自然数，

在所述反量子化装置中使用的尾数部分行列元素 Bm(QP)[i][j] 和指数部分 Be(QP) 分别表示为：

Bm(QP)[i][j] = Bm(QP mod P)[i][j]，

Be(QP) = Be[0]+QP/P，

P 为递归反量子化因子 Bm(QP) 的周期。

减少位深的量子化方法

[0001] 本申请是申请人于2002年8月8日提交的、申请号为“02819594.9”(PCT/JP02/08146)的、发明名称为“减少位深的量子化方法”的发明专利申请的分案申请。

[0002] 相关申请

[0003] 本申请要求标题为“减少位深的量子化”、由Louis Kerofsky发明、于2001年8月9日提交、律师待办事务表编号为SLA1110P的美国临时专利申请06/311,436,及标题为“有联合量子化及标准化处理的视频编码方法和系统”、由Louis Kerofsky发明、于2001年11月30日提交、律师待办事务表编号为SLA1110P的美国临时专利申请06/319,018,及标题为“减少位深的量子化方法”、由Louis Kerofsky发明、2002年5月2日提交、律师代表事务表编号为SLA1110的美国专利申请10/139,036的权利。

[0004] 发明背景

[0005] 1. 发明领域

[0006] 本发明涉及视频压缩技术,更特别地,涉及减少在视频编码变换计算中所需的比特大小的方法。

[0007] 2. 相关技术的描述

[0008] 视频信息格式提供适合于激活电视屏幕或存储在录像带上的可视信息。通常,视频数据以层次顺序组织。视频序列被划分为帧的组,并且每一组可以包括一系列的单个帧。每个帧约等价于一个静止图片,该静止图片被频繁地更新从而模拟显示连续的运动。帧进一步被划分为有助于系统容错设计的片段,或者水平部分。每个片段被独立编码以使得错误不会在片段之间传播。片段由宏块组成。在H.26P和移动图像专家组(MPEG)-X标准中,取决于视频格式,宏块 由16×16的亮度象素和对应的一组饱和度象素构成。宏块总是包含整数个块,8×8象素矩阵为最小的编码单元。

[0009] 视频压缩是任何需要传输或存储视频数据的应用的关键组件。压缩技术通过重用帧的不同区域中存储的信息(时间冗余)对移动进行补偿。压缩也通过将数据从空间域变换到频域中来进行。H.26P和MPEG-X国际标准中已采用通过移动补偿使用时间冗余并通过变换使用空间冗余的混合数字视频压缩,如离散余弦变换(DCT)作为基础。

[0010] 如美国专利6,317,767(王)所述,DCT及反向离散余弦变换(IDCT)是在图像数据信号处理中广泛使用的操作。例如,两者都被用在由MPEG发布的移动图像视频压缩国际标准中。DCT由特定的属性以产生简化且高效的编码模型。当应用于象素数据矩阵时,DCT是这样的方法,它将一块数据分解为空间频率的加权和,即DCT系数。相反,IDCT被用于变换DCT系数的矩阵为象素数据。

[0011] 数字视频(DV)编码解码器是使用基于DCT的数据压缩方法的设备的一个例子。在分块阶段,图像帧被划分为N×N的包括例如每个象素的亮度和颜色数据的象素信息块。一般的块大小为水平和垂直各8个象素。然后象素块被“混洗”从而来自该图像不同部分的几个块被分组在一起。混洗增强了图像质量的一致性。

[0012] 不同的区域在不同的时间事件被记录。对每块象素数据,移动检测器寻找帧的两个区域之间的不同之处。移动信息被发送到下一个处理阶段。在下一个处理阶段,使用DCT

变换象素信息。例如，8-8DCT 在垂直和水平两个方向各取得 8 个输入并返回 8 个输出。然后通过用加权常数乘每块 DCT 系数对结果 DCT 系数加权。

[0013] 在下一个阶段量子化加权的 DCT 系数。量子化将在值的特定范围之内的每个 DCT 系数进行舍入为相同的数。量子化倾向于设置频率矩阵的高频成分为 0，导致存储少得多数据。然而，由于人眼对低频更加敏感，在此阶段可感知的图像质量下降很少。

[0014] 量子化阶段包括通过以锯齿形的模式读取矩阵值来变换量子化的系数的两维矩阵为一维线性数据流并划分所述量子化的系数的一维线性流为片段，其中每个片段由 0 系数及随后的非 0 的量子化的系数的字符串构成。然后执行可 变长编码 (VLC) 通过变换每个片段，由片段中 0 系数的数量及非 0 系数的幅值组成，为可变长代码字。最后，分频处理将每 30 个可变长编码的量子化的系数块打包为 5 个定长的同步块。

[0015] 解码本质上是上述编码处理的反向处理。首先对数字流进行分帧。然后可变长解码 (VLD) 解包数据从而可以将其恢复为单独的系数。在反向量子化系数之后，对结果应用反向加权和反向的离散余弦变换 (IDCT)。反向权重是编码处理中应用的权重的乘法反向。然后由 IDCT 处理反向加权函数的输出。

[0016] 已对减少 DCT 和 IDCT 计算中的复杂度的方法的研究做出了许多工作。计算两维 IDCT 的算法被称为“I 类”算法。I 类算法在并行机（即，由同时并行工作的多个处理器构成的计算机）中易于实现。例如，当使用 N 个并行处理器来执行 N×N 矩阵的矩阵乘法时，N 列的相乘可以同时进行。另外，并行机可以设计为包含执行快速矩阵转置的特殊硬件或软件指令。

[0017] I 类算法的一个缺点是需要更多的乘法。I 类算法的计算序列包括由矩阵转置分离的两次矩阵乘法，其中，例如，如 N = 4，对总共 112 个指令需要 64 次加法和 48 次乘法。熟悉技术的人都知道，处理器执行乘法是非常耗时的并且通常通过减少执行乘法的次数来进行优化系统的性能。

[0018] 两维的 IDCT 也可以通过使用 L 函数变换输入矩阵的转置为一维向量来获得。接下来，获得常数矩阵的张量积。然后用一维向量 L 乘张量集。使用 M 函数变换结果为 N×N 矩阵。再次假设 N = 4，由此计算序列使用的指令总数为 92 个指令 (68 次加法和 24 次乘法）。使用此计算序列执行两维 IDCT 的算法被称为“II 类”算法。在 II 类算法中，两个常数矩阵被分组在一起并且作为一个操作执行。II 类算法的优点是它们通常需要更少的指令 (92 对 112) 并且，更特别地，更少代价高的乘法 (24 对 48)。然而，II 类算法在并行机上很难高效地实现。II 类算法倾向于频繁地对数据重新排序，而在并行机上对数据重新排序是很耗时的。

[0019] 存在很多类型的实现 IDCT 的 I 类和 II 类算法，然而，反量子化 (dequantization) 被视为依赖于 DCT 和 IDCT 计算的独立步骤。提供比特精确 (bit exact) 的 DCT 和 IDCT 定义的努力已导致高效的整数变换的发展。这些整数变换通常增加计算的动态范围。结果，这些算法的实现需要处理和存储 16 比特以上的数据。

[0020] 如果可以在变换处理中让中间阶段量子化的系数限制于最大的大小，那将是有利的。

[0021] 如果可以开发出用于 16 比特处理器的量子化处理，那将是有利的。

[0022] 如果可以可以用 16 比特处理器高效地实现解码器实现、反量子化及反向变换，那

将是有利的。类似地，如果可以用不超过 16 比特执行乘法并且如果存储器访问需要不超过 16 比特，那将是有利的。

[0023] 发明概要

[0024] 本发明是视频压缩的改进处理。典型的视频编码算法通过原先编码的帧预测一个帧。对误差进行变换并且对结果值进行量子化。量化器控制压缩的程度。量化器控制用于表示视频的信息的量及重显的质量。

[0025] 问题是变换和量子化在视频编码中的交互。在过去，变换和量化器是独立设计的。变换，通常是离散余弦变换，被标准化。以标准方法使用标量或向量量子化对变换的结果进行量子化。在现有技术中，MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4、H.261、H.263，反向变换的定义并不是比特精确的。这允许实现者有一些自由来选择适合其平台的变换算法。此方法的一个缺点是编码器 / 解码器可能不匹配而破坏预测循环。为了解决这样的不匹配问题，定期地将图像的部分编码而不进行预测。现有技术，如 H.26L，集中于使用允许比特精确定义的整数变换。整数变换可以不进行标准化。设计变换以使得最终可以转换为使用标准化计算的结果而不是中间的除法。量子化也需要除法。H.26L 提供这些整数变换如何与量子化一起使用的例子。

[0026] 在当前的 H.26L 长期测试模型 (TML) 中，标准化在正向变换和量子化之后及反量子化及反向变换之后与量子化结合并且通过整数乘法及移位来实现。H26.L TML 使用由量子化参数 (QP) 索引的两个整数数组 A(QP) 和 B(QP)，见表 1。这些值由下面的公式 1 中所示的关系限定。

[0027] 本发明提供一种通过量化变换系数 (K) 而导出已量子化水平 (L) 的量子化方法，包括 :输入所述变换系数的步骤 ;输入量子化参数 (QP) 的步骤 ;以及导出所述已量子化水平的步骤，其中所述已量子化水平是利用为所述量子化参数函数的尾数部分 (Am(QP)) 和为所述量子化参数函数的指数部分 (Ae(QP)) 按照 下式导出的 :

[0028] L = [K*Am(QP)]>>Ae(QP)，和 (“>>”表示右移操作)，

[0029] 所述尾数部分的函数结构是 Am(QP) = Am(QP mod P)。

[0030] 本发明还提供一种通过对已量子化水平 (L) 反量子化而导出变换系数 (K) 的反量子化方法，包括 :输入所述已量子化水平的步骤 ;输入量子化参数 (QP) 的步骤 ;以及导出所述变换系数的步骤，其中所述变换系数是利用为所述量子化参数函数的尾数部分 (Bm(QP)) 和为所述量子化参数函数的指数部分 (Be(QP)) 按照下式导出的 :

[0031] K = [L*Bm(QP)]<<Be(QP)，和 (“<<”表示左移操作)，

[0032] 所述尾数部分的函数结构是 Bm(QP) = Bm(QP mod P)。

[0033] 表 1TML 量子化参数

[0034]

QP	A_{TML}(QP)	B_{TML}(QP)
0	620	3881
1	553	4351
2	492	4890
3	439	5481
4	391	6154
5	348	6914
6	310	7761
7	276	8718

8	246	9781
9	219	10987
10	195	12339
11	174	13828
12	155	15523
13	138	17435
14	123	19561
15	110	21873
16	98	24552
17	87	27656
18	78	30847
19	69	3487(0
20	62	38807
21	55	43747
22	49	49103
23	44	54683
24	39	61694
25	35	68745
26	31	77615
27	27	89113
28	24	100253
29	22	109366
30	19	126635
31	17	141533

[0035] 公式 1 联合标准化 / 量子化关系

[0036] $A(QP) \cdot B(QP) \cdot 576^2 \approx 2^{40}$

[0037] 使用这些整数和 2 的幂的除法，标准化和量子化同时被执行。H.26L 中的变换编码使用 4×4 块大小及整数变换矩阵 T，公式 2。对 4×4 的块 X，变换系数 K 的计算如公式 3 所示。通过变换系数，量子化水平 L 由整数乘法计算出。在解码器中，所述水平被用于计算新的一组系数 K'。附加的整数矩阵变换及随后的移位被用于计算重显值 X'。编码器允许正向变换的计算和舍入的自由。编码器和解码器必须计算出完全相同的反向计算的答案。

[0038] 公式 2H.26L 测试模型 8 变换矩阵

[0039] $$T = \begin{pmatrix} 13 & 13 & 13 & 13 \\ 17 & 7 & -7 & -17 \\ 13 & -13 & -13 & 13 \\ 7 & -17 & 17 & -7 \end{pmatrix}$$

[0040] 公式 3TML_DCT_LUMA 和 IDCT_LUMA

[0041] $Y = T \cdot X$

[0042] $K = Y \cdot T^T$

[0043] $L = (A_{TML}(QP) \cdot K)/2^{20}$

[0044] $K' = B_{TML}(QP) \cdot L$

[0045] $Y' = T^T \cdot K'$

[0046] $X' = (Y' \cdot T)/2^{20}$

[0047] 其中中间结果 Y 为一维变换的结果且中间结果 Y′ 为一维反向变换的结果。

[0048] 可以确定在这些计算中所需的动态范围。主应用包括 9 比特的输入，8 比特加上符号，中间寄存器和存储器访问所需的动态范围如表 2 所示。

[0049] 表 2TML 变换和反向变换的动态范围（比特）

[0050]

9 比特输入	LUMA 变换	反向变换
寄存器	30	27
存储器	21	26

[0051] 为了维护比特精确的定义并包括量子化，由于除法操作被推迟，中间结果的动态范围会很大。本发明组合量子化和标准化，以消除中间结果动态范围的增长。通过本发明，比特精确的反向变换及量子化定义的优点得以保留，而控制这些计算所需的位深。减少所需的位深降低硬件实现所需的复杂度并且使得能够高效使用单指令多数据 (SIMD) 操作，如 Intel MMX 指令集。

[0052] 相应地，提供系数量子化的方法。所述方法包括：提供系数 K、提供量子化参数 (QP)、使用尾数部分 (Am(QP)) 和指数部分 ($x^{Ae(QP)}$) 通过系数 K 构成量子化值 (L)。通常，x 的值为 2。

[0053] 在所述方法的一些方面，通过系数 K 构成量子化值 (L) 包括：

[0054] $L = K * A(QP)$

[0055] $= K * Am(QP) * (2^{Ae(QP)})$.

[0056] 在其他方面，所述方法进一步包括：用 2^N 按如下标准化量子化值：

[0057] $Ln = L/2^N$

[0058] $= K * Am(QP)/2^{(N-Ae(QP))}$

[0059] 在一些方面，构成量子化值包括构成一组递归的有周期 P 的量子化因子，其中 $A(QP+P) = A(QP)/x$。因此，构成递归的量子化因子包括构成递归的尾数因子，其中 $Am(QP) = Am(QP \bmod P)$。类似地，构成递归的量子化因子包括构成递归的指数因子，其中 $Ae(QP) = Ae(QP \bmod P)-QP/P$。

[0060] 更特别地，提供系数 K 包括提供系数矩阵 K[i][j]。然后，通过系数矩阵 K[i][j] 构成量子化值 (L) 包括使用尾数部分矩阵 (Am(QP)[i][j]) 和指数部分矩阵 ($x^{Ae(QP)[i][j]}$) 构成量子化值矩阵 (L[i][j])。

[0061] 类似地，使用尾数部分矩阵 (Am(QP)[i][j]) 和指数部分矩阵 ($x^{Ae(QP)[i][j]}$) 构成量子化值矩阵 (L[i][j]) 包括，对每个特殊的 QP 值，指数部分矩阵中的每个元素为同样的值。指数部分矩阵中的每个元素对 QP 的周期 (P) 值为同样的值，其中 $Ae(QP) = Ae(P*(QP/P))$。

[0062] 下面提供上述方法的附加细节，包括使用尾数部分 (Bm(QP)) 和指数部分 ($x^{Be(QP)}$) 通过量子化值构成反量子化值 (X1) 的方法。

附图说明

[0063] 图 1 为流程图，展示本发明的系数量子化方法。

[0064] 图 2 至 9 展示本发明的实施例，包括视频编码的系统和方法。

[0065] 首选实施例的详细说明

[0066] 通过分解量子化参数 A(QP) 和 B(QP) 为尾数和指数项减少组合的变换和量子化的动态范围需求，如公式 4 所示。通过此结果，在计算中只需要保留尾数项带来的精度。指数项可以包含在最后的标准化移位中。这在公式 5 的例子计算中展示。

[0067] 公式 4 量子化参数的结构

[0068]

$$A_{proposed}(QP) = A_{mantissa}(QP) \cdot 2^{A_{exponent}(QP)}$$

[0069]

$$B_{proposed}(QP) = B_{mantissa}(QP) \cdot 2^{B_{exponent}(QP)}$$

[0070] 公式 5 减少位深的 LUMA 变换

[0071] $Y = T \cdot X$

[0072] $K = Y \cdot T^T$

[0073]

$$L = (A_{mantissa}(QP) \cdot K) / 2^{21 - A_{exponent}(QP)}$$

[0074] $K' = T^T . L$

[0075] $Y' = K' \cdot T$

[0076]

$$X' = (B_{mantissa}(QP) \cdot Y') / 2^{21 - B_{exponent}(QP)}$$

[0077] 为了展示本发明，展示了一组减少 H.26L 解码器的动态范围需求为 16 比特存储器访问的量子化参数。反向变换的存储器访问被减少为 16 比特。对 QP = 0.5 定义 $A_{尾数}$、$A_{指数}$、$B_{尾数}$、$B_{指数}$、$A_{建议}$、$B_{建议}$的值，如表 3 所示。附加的值通过递归确定，如公式 6 所示。这些值的结构使得除那些指定值外还能产生新的量子化值。

[0078] 表 3TML 的量子化值 0-5

[0079]

QP	$A_{尾数}$	$A_{指数}$	$B_{尾数}$	$B_{指数}$	$A_{建议}$	$B_{建议}$
0	5	7	235	4	640	3760
1	9	6	261	4	576	4176
2	127	2	37	7	508	4736
3	114	2	165	5	456	5280
4	25	4	47	7	400	6016
5	87	2	27	8	348	6912

[0080] 公式 6 递归关系

[0081] $A_{尾数}(QP+6) = A_{尾数}(QP)$

[0082] $B_{尾数}(QP+6) = B_{尾数}(QP)$

[0083] $A_{指数}(QP+6) = A_{指数}(QP)-1$

[0084] $B_{指数}(QP+6) = B_{指数}(QP)+1$

[0085] 使用定义的参数，可以修改变换计算以减少动态范围，如公式 5 所示。注意如何只有尾数值对动态范围的增长有影响。指数因子被包含在最后的标准化中且并不影响中间结果的动态范围。

[0086] 用这些值及计算方法，解码器的动态范围被减少到只需要进行 16 比特的存储器访问，如表 4 所示。

[0087] 表 4 低位深量子化的动态范围 (QP > 6)

[0088]

8 比特	LUMA 变换	LUMA 反向变换
寄存器	28	24
存储器	21	16

[0089] 对上述联合量子化 / 标准化过程可以应用几种改进。分解参数为尾数和指数的通

用技术构成了这些改进的基础。

[0090] 上述说明假设变换的所有基础函数有相同的范数并且被相等地量子化。一些整数变换有这样的属性，不同的基础函数有不同的范数。通过使用矩阵 A(QP)[i][j] 和 B(QP)[i][j] 替换上述标量 A(QP) 和 B(QP)，对本发明的技术进行一般化以支持有不同范数的变换。这些参数通过下面公式 7 所示形式的标准化关系连接，这比公式 1 中所示的单一关系更加一般化。

[0091] 公式 7 矩阵的联合量子化 / 标准化

[0092] $A(QP)[i][j] \cdot B(QP)[i][j] = N[i][j]$

[0093] 接着上述方法，每个矩阵的每个元素被分解为尾数和指数项，如在下面的公式 8 中所示。

[0094] 公式 8 矩阵参数的分解

[0095]

$$A(QP)\ [i][j] = A_{尾数}(QP)\ [i][j] \cdot 2^{A_{指数}(QP)[i][j]}$$

[0096]

$$B(QP)\ [i][j] = B_{尾数}(QP)\ [i][j] \cdot 2^{B_{指数}(QP)[i][j]}$$

[0097] 需要大量的参数来说明这些量子化和反量子化参数。几种结构关系可以被用来减少自由参数的数量。设计量化器增长以使得 A 的值在每个周期 P 之后减半，而同时 B 的值加倍以维持标准化关系。另外，$A_{指数}(QP)[i][j]$ 和 $B_{指数}(QP)[i][j]$ 的值在范围 [0, P-1] 内与 i，j 及 (QP) 无关。此结构由结构公式，公式 9 来概括。对此结构，只有两个参数 $A_{指数}[0]$ 和 $B_{指数}[0]$。

[0098] 公式 9 指数项的结构

[0099] $A_{指数}(QP)[i][j] = A_{指数}[0] - QP/P$

[0100] $B_{指数}(QP)[i][j] = B_{指数}[0] + QP/P$

[0101] 亦对尾数值定义结构。对每个下标对 (i，j)，尾数值是周期性的，且周期为 P。这由结构公式，公式 10 来概括。对此结构，对 $A_{尾数}$ 有 P 个独立的矩阵且对 $B_{尾数}$ P 个独立的矩阵，这减少存储器需求并增加结构到计算中。

[0102] 公式 10 尾数项的结构

[0103] $A_{尾数}(QP)[i][j] = A_{尾数}(QP\%\ P)[i][j]$

[0104] $B_{尾数}(QP)[i][j] = B_{尾数}(QP\%\ P)[i][j]$

[0105] 反向变换可以包括需要舍入的整数除法。在关注的情况中，是用 2 的幂来除。通过设计反量子化因子使其为 2 的同一次幂的倍数来减少舍入误差，这样使除法不产生余数。

[0106] 使用尾数值 $B_{尾数}(QP)$ 进行反量子化给出这样的反量子化的值，基于 QP 不同地对其进行标准化。这必须对

[0107] 后面的反向变换进行补偿。此计算的一种形式在公式 11 中展示。

[0108] 公式 11 反向变换 I 的标准化

[0109] $K[i][j] = B_{尾数}(QP\%\ P)[i][j] \cdot Level[i][j]$

[0110] $X = (T^{-1} \cdot K \cdot T)/2^{(NQP/P)}$

[0111] 在公式 11 中，Level[i][j] 为变换系数的量子化版本并被称为“量子化值”。K[i]

[j] 为变换系数的换算版本并被称为“反量子化值”。

[0112] 为了消除反向变换的需要以补偿此标准化差别，定义反量子化操作以使得所有反量子化的值有同样的标准化。此计算的形式在公式 12 中展示。

[0113] 公式 12 反向变换 II 的标准化

[0114] $K[i][j] = B_{尾数}(QP\%P)[i][j] \cdot 2^{QP/P} \cdot Level[i][j]$

[0115] $X = (T^{-1} \cdot K \cdot T)/2^{(N-QP/P)}$

[0116] 可以通过使用左移位操作计算 2 的幂并且将按如下给出公式 12 中的反量子化值 K[i][j]。

[0117] $K[i][j] = [B_{尾数} \cdot Level[i][j]] << (QP/P)$

[0118] 接下来的例子展示本发明对量子化矩阵的使用。在公式 13 中定义的正向和反向变换需要量子化矩阵而非单一的标量量子化值。给出了样本量子化和反量子化参数。公式 14 和 16，与相关计算一起，展示本发明的使用。此例使用 P = 6 的周期。在公式 14 中，$A_{尾数}$由 Q 表示且 QP 由 m 表示。在公式 16 中，$B_{尾数}$由 R 表示且 QP 由 m 表示。

[0119] 公式 13 变换

[0120] $$T_{forward} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

[0121] $$T_{reverse} = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & -2 & -2 \\ 2 & -2 & -2 & 2 \\ 2 & -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}$$

[0122] 公式 14 量子化参数

[0123] $Q(m)[i][j] = M_{m.0} for(i,j) = \{(0,0),(0,2),(2,0),(2,2)\}$

[0124] $Q(m)[i][j] = M_{m.1} for(i,j) = \{(1,1),(1,3),(3,1),(3,3)\}$

[0125] $Q(m)[i][j] = M_{m.2} otherwise$

[0126] $$M = \begin{bmatrix} 21844 & 8388 & 13108 \\ 18724 & 7625 & 11650 \\ 16384 & 6989 & 10486 \\ 14564 & 5992 & 9532 \\ 13107 & 5243 & 8066 \\ 11916 & 4660 & 7490 \end{bmatrix}$$

[0127] 公式 16 反量子化参数

[0128] $R(m)[i][j] = S_{m.0} for(i,j) = \{(0,0),(0,2),(2,0),(2,2)\}$

[0129] $R(m)[i][j] = S_{m.1} for(i,j) = \{(1,1),(1,3),(3,1),(3,3)\}$

[0130] $R(m)[i][j] = S_{m.2} otherwise$

[0131] $$S=\begin{bmatrix}6 & 10 & 8\\ 7 & 11 & 9\\ 8 & 12 & 10\\ 9 & 14 & 11\\ 10 & 16 & 13\\ 11 & 18 & 14\end{bmatrix}$$

[0132] 在下面给出正向变换及正向量子化的说明，见公式 18，假设输入在 X、量子化参数 QP 中。

[0133] 公式 17 正向变换

[0134] $$K=T_{forward}\cdot X\cdot T_{forward}^{T}$$

[0135] 公式 18 正向量子化

[0136] period = QP/6

[0137] phase = QP-6 • period

[0138] $Level[i][j] = (Q(phase)[i][j] \cdot K[i][j])/2^{(17+period)}$

[0139] 下面给出此例的反量子化、反向变换及标准化的说明，见公式 19 和 20。

[0140] 公式 19 反量子化

[0141] period = QP/6

[0142] pase = QP-6.period

[0143] $K[i][j] = R(phase)[i][j] \cdot Level[i][j] \cdot 2^{period}$

[0144] 公式 20IDCT 和标准化

[0145] $$X'=T_{reverse}\cdot K\cdot T_{reverse}^{T}$$

[0146] $X''[i][j] = X'[i][j]/2^{7}$

[0147] 图 1 为流程图，展示本发明的系数量子化方法。虽然为清楚起见，此方法是以编号的步骤序列来说明的，除非明确指出，不应从编号中推断任何顺序。应理解，对这些步骤中的一些，可以跳过、并行执行，或执行而无需保持序列的严格顺序。方法开始于步骤 100。步骤 102 提供系数 K。步骤 104 提供量子化参数 (QP)。步骤 106 使用尾数部分 (Am(QP)) 和指数部分 ($x^{Ae(QP)}$) 通过系数 K 构成量子化值 (L)。通常，指数部分 ($x^{Ae(QP)}$) 包括 x 的值为 2。

[0148] 在所述方法的一些方面，步骤 106 中使用尾数部分 (Am(QP)) 和指数部分 ($x_{Ae(QP)}$) 通过系数 K 构成量子化值 (L) 包括：

[0149] L = K * A(QP)

[0150] = K * Am(QP) * ($2^{Ae(QP)}$).

[0151] 所述方法的一些方面还包括进一步的步骤。步骤 108 用 2^{N} 按如下标准化量子化值：

[0152] $Ln = L/2^{N}$

[0153] $= K * Am(QP)/2^{(N-Ae(QP))}$

[0154] 在其他方面，在步骤 106 构成量子化值包括构成一组递归的有周期 P 的量子化因子，其中 A(QP+P) = A(QP)/x。类似地，构成一组递归的量子化因子包括构成递归的尾数因子，其中 Am(QP) = Am(QP mod P)。然后，构成一组递归的量子化因子包括构成递归的指数因子，其中 Ae(QP) = Ae(QP mod P)-QP/P。

[0155] 在一些方面，构成量子化值包括构成一组递归的有周期 P 的量子化因子，其中 A(QP+P) = A(QP)/2。在其他方面，构成一组递归的量子化因子包括构成递归的尾数因子，其中 P = 6。类似地，构成一组递归的量子化因子包括构成递归 的指数因子，其中 P = 6。

[0156] 在所述方法的一些方面，步骤 102 中提供系数 K 包括提供系数矩阵 K[i][j]。然后，步骤 106 使用尾数部分 (Am(QP)) 和指数部分 ($x^{Ae(QP)}$) 通过系数矩阵 K[i][j] 构成量子化值 (L) 包括使用尾数部分矩阵 (Am(QP)[i][j]) 和指数部分矩阵 ($x^{Ae(QP)[i][j]}$) 构成量子化值矩阵 (L[i][j])。类似地，使用尾数部分矩阵 (Am(QP)[i][j]) 和指数部分矩阵 ($x^{Ae(QP)[i][j]}$) 构成量子化值矩阵 (L[i][j]) 包括，，对每个特殊的 QP 值，指数部分矩阵中的每个元素为同样的值。通常，指数部分矩阵中的每个元素对 QP 的周期 (P) 值为同样的值，其中 Ae(QP) = Ae(P*(QP/P))。

[0157] 所述方法的一些方面包括进一步的步骤。步骤 110 使用底数部分 (Bm(QP)) 和指数部分 ($x^{Be(QP)}$) 通过量子化值构成反量子化值 (X1)。再次，指数部分 ($x^{Be(QP)}$) 通常包括 x 的值为 2。

[0158] 在所述方法的一些方面，使用底数部分 (Bm(QP)) 和指数部分 ($2^{Be(QP)}$) 通过量子化值构成反量子化值 (X1) 包括：

[0159] X1 = L * B(QP)

[0160] = L * Bm(QP) * ($2^{Be(QP)}$).

[0161] 所述方法的其他方面包括进一步的步骤，步骤 112，它用 2^N 按如下对量子化值进行反标准化：

[0162] X1d = X1/2^N

[0163] = X1*Bm(QP)/2^N

[0164] 在一些方面，步骤 110 中构成反量子化值包括构成一组递归的有周期 P 的反量子化因子，其中 B(QP+P) = x*B(QP)。然后，构成一组递归的反量子化因子包括构成递归的尾数因子，其中 Bm(QP) = Bm(QP mod P)。进一步来说，构成一组递归的反量子化因子包括构成递归的指数因子，其中 Be(QP) = Be(QP modP)+QP/P。

[0165] 在一些方面，构成一组递归的有周期 P 的反量子化因子包括 x 的值等于 2，且构成递归的尾数因子包括 P 的值等于 6。然后，构成一组递归的反量子化因子包括构成递归的指数因子，其中 Be(QP) = Be(QP mod P)+QP/P。

[0166] 在所述方法的一些方面，步骤 110 中使用底数部分 (Bm(QP)) 和指数部分 ($x_{Be(QP)}$) 通过量子化值构成反量子化值 (X1) 包括使用尾数部分矩阵 (Bm(QP)[i][j]) 和指数部分矩阵 ($x^{Be(QP)[i][j]}$) 构成反量子化值矩阵 (X1[i][j])。类似地，使用尾 数部分矩阵 (Bm(QP)[i][j]) 和指数部分矩阵 ($x^{Be(QP)[i][j]}$) 构成量子化值矩阵 (X1[i][j]) 包括，对每个特殊的 QP 值，指数部分矩阵中的每个元素为同样的值。在一些方面，指数部分矩阵中的每个元素对 QP 的周期 (P) 值为同样的值，其中 Be(QP) = Be(P*(QP/P))。

[0167] 本发明的另一方面包括系数反量子化的方法。然而，此处理本质上与上述步骤 110 和 112 相同，为简洁起见不再重复。

[0168] 已展示了系数量子化的方法。现给出例子，展示对 H.26L 视频编码标准应用的组合的反量子化和标准化过程，其目标是减少解码器所需的位深至 16 比特。本发明的概念可用于满足 H.26L 内其他的设计目标。总的来说，本发明应用于标准化和量子化计算的组合。

[0169] 本发明的实施例可以作为硬件、固件、软件及其他实现方式来实现。一些实施例可以实现在通用计算设备或为这些实施例的实现特别设计的计算设备上。作为存储实施例方法或为了在计算设备上执行实施例，可以将一些实施例存储在存储器中。

[0170] 本发明的一些实施例包括视频编码的系统和方法，如图 2 所示。在这些实施例中，在 132 减去图像数据 130 中表示前面的视频帧 145 的数据，得到差分图像 133，它被发送到变换模块 134。变换模块 134 可以使用 DCT 或其他变换方法对图像进行变换。通常，变换处理的结果为系数 (K)，然后此结果被发送到量子化模块 136 进行量子化。

[0171] 量子化模块 136 可以有其他输入，如建立量子化参数 (QP) 和其他输入的用户输入 131。量子化模块 130 可以使用变换系数和量子化参数来确定视频图像中的量子化水平 (L)。量子化模块 136 可以使用采用尾数部分及指数部分的方法，然而，在本发明实施例的量子化模块 136 中也可以使用其他量子化方法。这些量子化水平 135 和量子化参数 137 被输出到编码模块 138 及反量子化模块 (DQ)140。

[0172] 对编码模块 138 的输出被编码并发送到编码器外部立即进行解码或存储。编码模块 138 可以在其编码处理中使用可变长编码 (VLC)。编码模块 138 可以在其编码处理中使用算术编码。来自编码模块 138 的输出被编码为数据 139，它可以被发送到解码器或存储在存储设备中。

[0173] 来自量子化模块 136 的输出也在反量子化模块 140 被接收以开始图像的重显。这是为了保持前面的帧的准确记录。反量子化模块 140 执行有和量子化模 块 136 本质上相反的效果的处理。量子化水平或值 (L) 被反量子化以产生变换系数。如上所述，反量子化模块 140 可以使用采用尾数部分及指数部分的方法。

[0174] 来自反量子化模块 140 的变换系数输出被发送到反向变换 (IT) 模块 142，其中它们被反向变换为差分图像 141。然后此差分图像 141 与来自前面的图像帧 145 的数据合并以构成视频帧 149，视频帧 149 可以被输入到帧存储器 146 由后面的帧引用。

[0175] 视频帧 149 也可以作为移动预测模块 147 的输入，该模块亦接收图像数据 130。这些输入可以用于预测图像相似性并有助于压缩图像数据。来自移动预测模块 147 的输出被发送到移动补偿模块 148 并和例子编码模块 138 的输出数据组合，然后它被发送出，用于随后的解码和最终的图像显示。

[0176] 移动补偿模块 148 使用预测的图像数据来减少帧数据需求；从输入图像数据 130 中减去其输出。

[0177] 本发明的一些实施例包括视频解码的系统和方法，如图 3 所示。本发明实施例的解码器可以接收编码的数据 150 到解码器模块 152。编码的数据 150 可以包括已被如上面引用图 2 所述的编码器 100 编码的数据。

[0178] 解码模块 152 可以使用可变长解码方法，如果在编码处理中使用了这些方法的话。由编码的数据 150 的类型决定，也可以使用其他解码方法。解码模块 152 本质上执行与编码模块 138 相反的处理。来自解码模块 152 的输出可以包括量子化参数 156 和量子化值 154。其他输出可以包括移动预测数据及图像预测数据，它们被直接发送到移动补偿模块 166。

[0179] 通常，量子化参数 156 和量子化值 154 被输出到反量子化模块 158，其中量子化值被转换回变换系数。反量子化模块 158 可以使用上述采用尾数部分和指数部分的方法。然

后这些系数被发送到反向变换模块 160 以转换回空间域图像数据 161。

[0180] 移动补偿单元 166 使用移动向量数据和帧存储器 165 来构建参考图像 165。

[0181] 图像数据 161 表示必须和前面的图像数据 165 组合才能构成视频帧 163 的差分图像。此视频帧 163 是输出 168，用于进一步的处理、显示或其他目的且可以被存储在帧存储器 165 中并由后面的帧引用。

[0182] 在本方面的一些实施例中，如图 4 所示，图像数据 102 可以被发送到编码器或编码部分 104 进行各种变换、量子化、编码及其他视频编码中的典型处理，如上面对本发明的一些实施例所述。然后来自编码器的输出可以被存储在任何 计算机可读存储媒体 106。存储媒体 106 可以作为短期缓冲或长期存储设备。

[0183] 当需要时，可以从存储媒体 106 中读出编码的视频数据并由解码器或解码部分 108 对其解码以输出 110 到显示器或其他设备。

[0184] 在本发明的一些实施例中，如图 5 所示，图像数据 112 可以被发送到编码器或编码部分 114 进行进行各种变换、量子化、编码及其他视频编码中的典型处理，如上面对本发明的一些实施例所述。然后可以通过网络，如 LAN、WAN，或因特网 116 发送来自编码器的输出。如存储媒体 106 这样的存储设备可以为网络的一部分。编码的视频数据可以由亦和网络 116 通讯的解码器或解码部分 118 接收并解码。然后解码器 118 可以解码数据用于本地使用 120。

[0185] 在本发明的一些实施例中，如图 6 所示，量子化方法或装置包括尾数部分 172 和指数部分 174。量子化参数 176 是部分 172 和 174 两者的输入。系数 K170 是尾数部分 172 的输入，其中使用量子化参数和其他值对其进行修改，如上所述。此操作的结果与使用量子化参数在指数部分中产生的结果组合从而产生量子化水平或值 L178。

[0186] 在本发明的一些实施例中，如图 7 所示，量子化方法或装置包括尾数部分 182 和移位部分 184。量子化参数 186 为部分 182 和 184 两者的输入。系数 K180 是尾数部分 182 的输入，其中使用量子化参数和其他值对其进行修改，如上所述。此操作的结果进一步在移位部分中使用量子化参数进行处理从而产生量子化水平或值 L188。

[0187] 本发明的一些实施例，如图 8 所示，包括有尾数部分 192 和指数部分 194 的反量子化方法或装置。量子化参数 196 是部分 192 和 194 两者的输入。量子化值，L190 是尾数部分 192 的输入，其中使用量子化参数和其他值对其进行修改，如上所述。此操作的结果进一步在指数部分中使用量子化参数进行处理从而产生系数，X1198。

[0188] 本发明的一些实施例，如图 9 所示，包括有尾数部分 202 和指数部分 204 的反量子化方法或装置。量子化参数 206 是部分 202 和 204 两者的输入。量子化值，L200 是尾数部分 202 的输入，其中使用量子化参数和其他值对其进行修改，如上所述。此操作的结果进一步在指数部分中使用量子化参数进行处理从而产生系数，X1208。

[0189] 本发明的一些实施例可以存储在计算机可读媒体上，如磁媒体、光学媒体和其他媒体以及媒体的组合。一些实施例也可以作为信号通过网络和通讯媒体 发送。这些发送和存储动作可以作为本发明实施例的操作的一部分或作为发送实施例到目的地的方式发生。

[0190] 熟悉技术的人应理解本发明可以有其他变化和实施例。

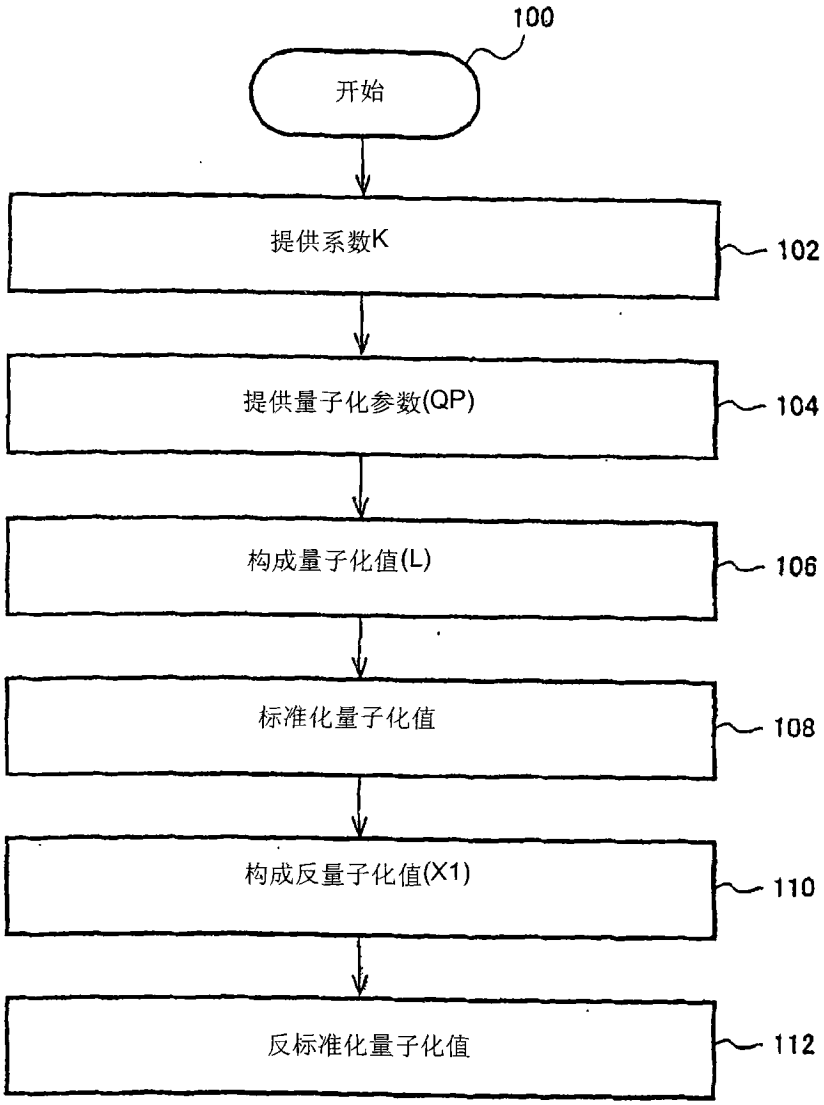

100
开始
提供系数K
102
提供量子化参数(QP)
104
构成量子化值(L)
106
标准化量子化值
108
构成反量子化值(X1)
110
反标准化量子化值
112

图 1

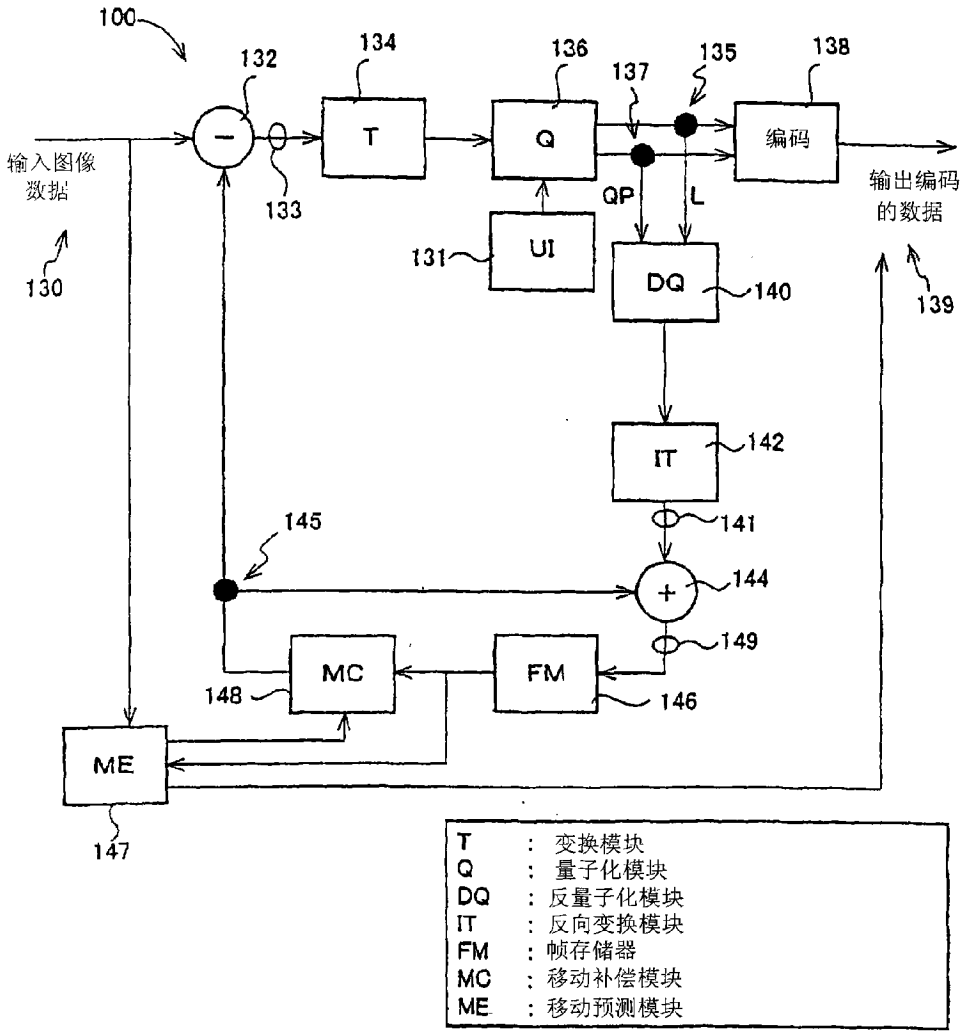

100
132
134
136
137
135
138
输入图像数据
T
Q
编码
输出编码的数据
133
QP
L
130
131
UI
DQ
140
139
IT
142
145
141
144
149
MC
FM
148
146
ME
147
T : 变换模块
Q : 量子化模块
DQ : 反量子化模块
IT : 反向变换模块
FM : 帧存储器
MC : 移动补偿模块
ME : 移动预测模块

图 2

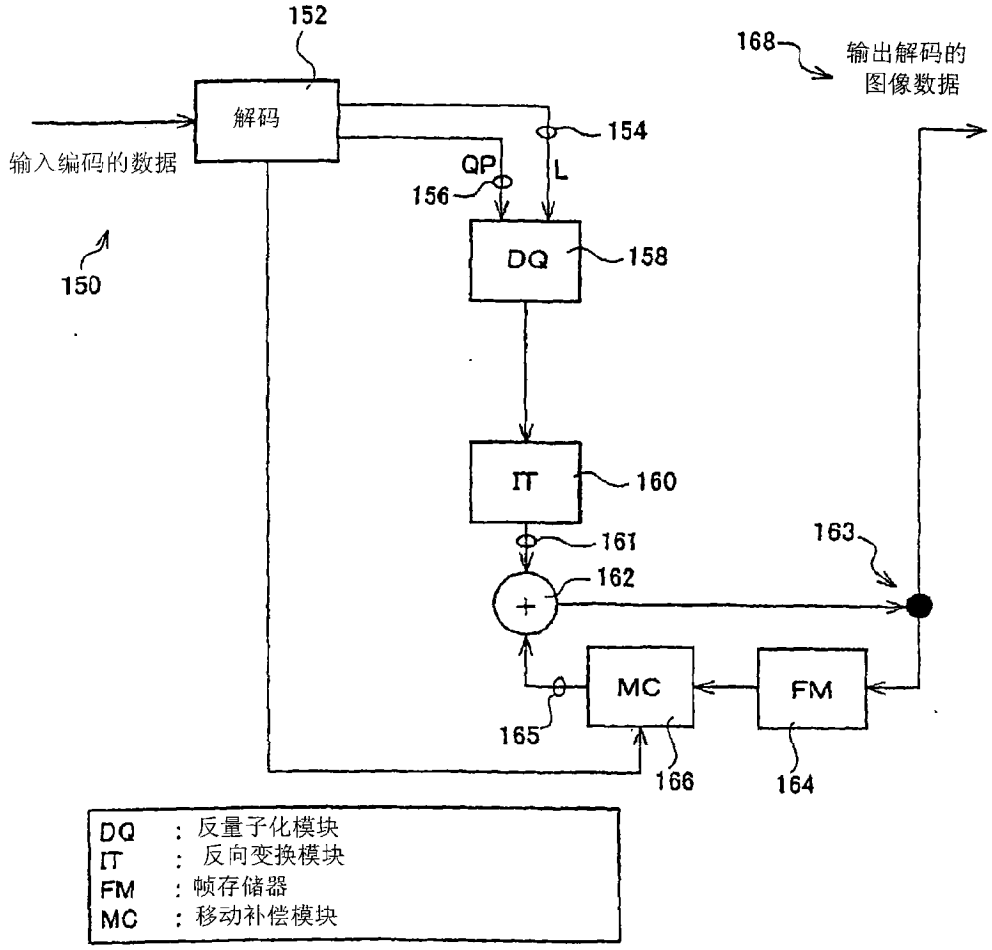

152
168
输出解码的
图像数据
解码
输入编码的数据
154
QP
L
156
DQ
158
150
IT
160
161
163
162
+
MC
FM
165
166
164
DQ : 反量子化模块
IT : 反向变换模块
FM : 帧存储器
MC : 移动补偿模块

图 3

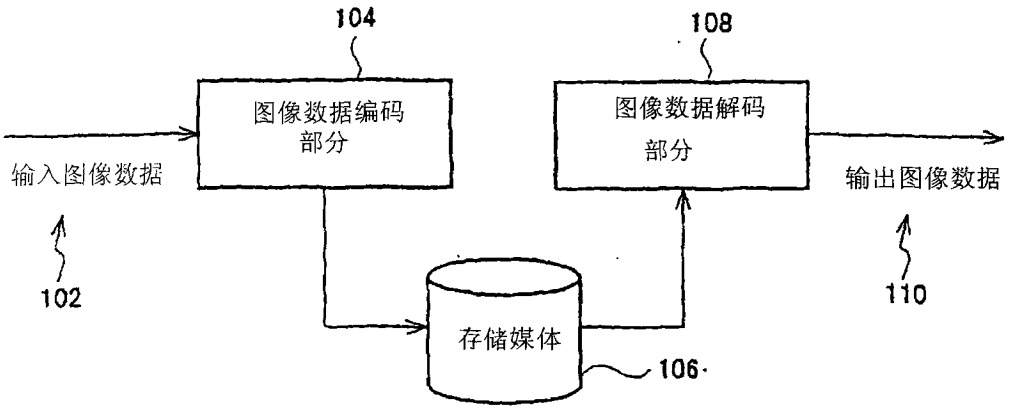

104
108
图像数据编码
部分
图像数据解码
部分
输入图像数据
输出图像数据
102
110
存储媒体
106

图 4

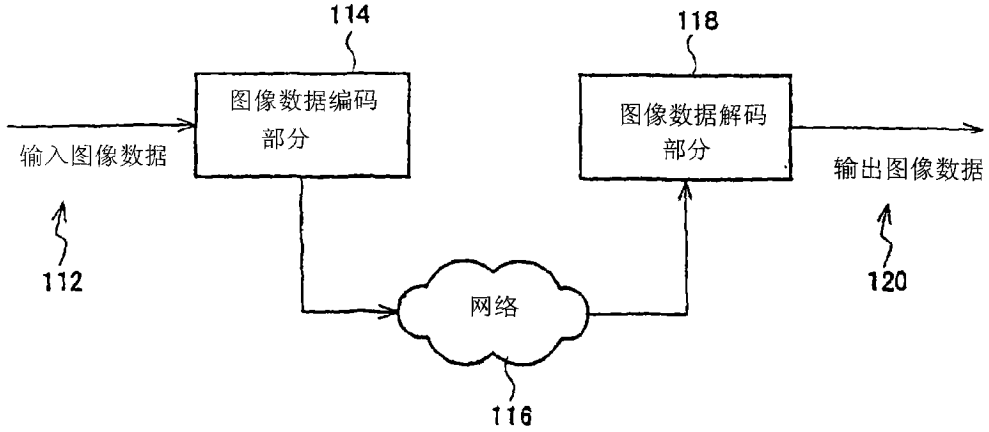

114
118
图像数据编码部分
图像数据解码部分
输入图像数据
输出图像数据
112
120
网络
116

图 5

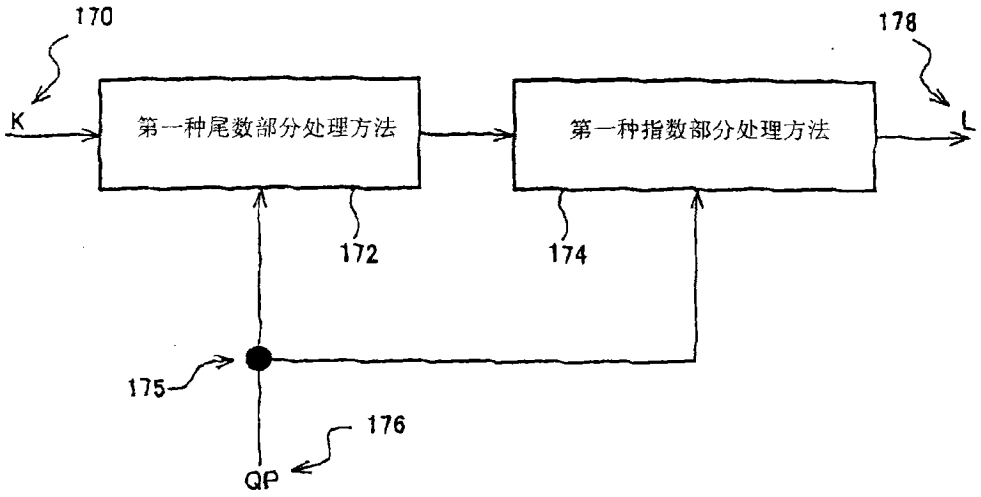

170
178
K
第一种尾数部分处理方法
第一种指数部分处理方法
L
172
174
175
176
QP

图 6

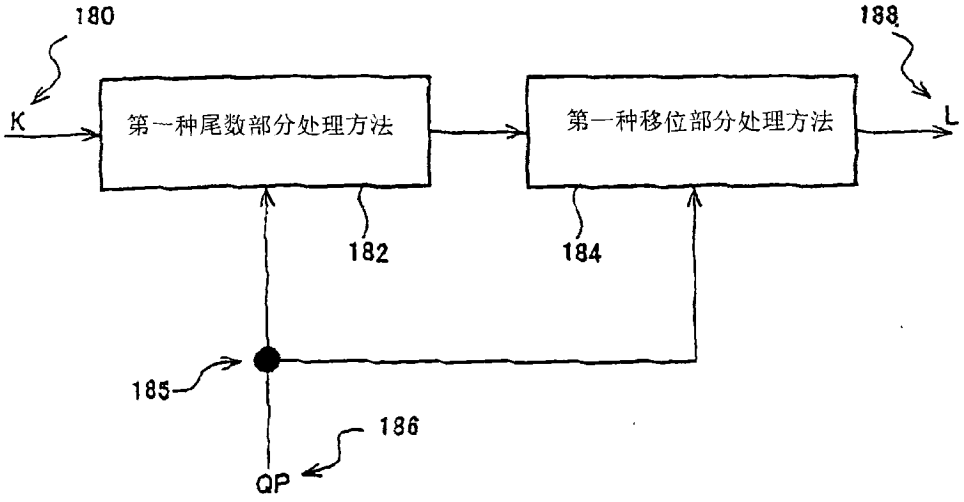

180
188
K
第一种尾数部分处理方法
第一种移位部分处理方法
L
182
184
185
186
QP

图 7

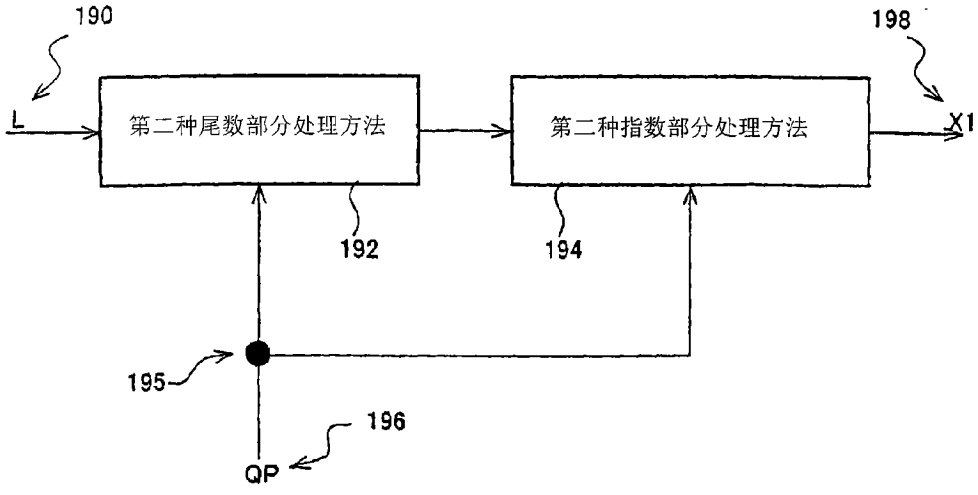

190
198
L
第二种尾数部分处理方法
第二种指数部分处理方法
X1
192
194
195
196
QP

图 8

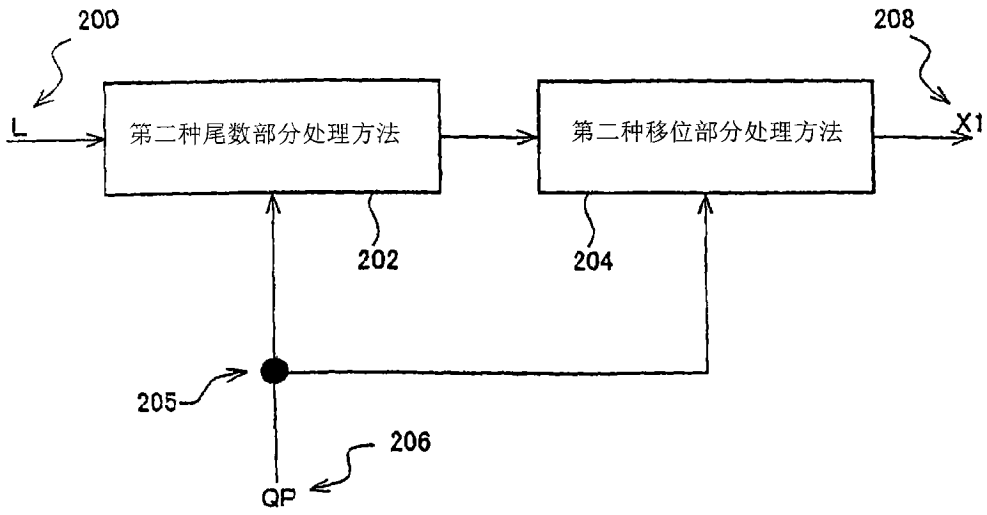


图 9