

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 7/26 (2006.01)

H04N 7/30 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610148489.2

[45] 授权公告日 2009年10月14日

[11] 授权公告号 CN 100551062C

[22] 申请日 2006.11.17

[21] 申请号 200610148489.2

[30] 优先权

[32] 2005.11.18 [33] JP [31] 2005-334086

[73] 专利权人 富士施乐株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 木村俊一

[56] 参考文献

JP2002-208861A 2002.7.26

JP10-31499A 1998.2.3

WO2004/059618A1 2004.7.15

US5818974A 1998.10.6

US2003/0004713A1 2003.1.2

审查员 蒋路帆

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李辉

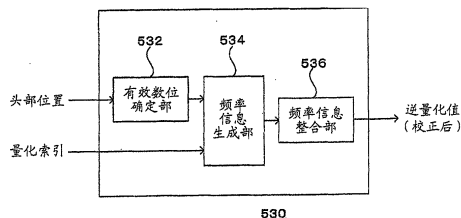
权利要求书2页 说明书24页 附图13页

[54] 发明名称

解码装置、逆量化方法

[57] 摘要

本发明提供了解码装置、逆量化方法及计算机可读介质。解码装置包括有效数位确定部、频率信息生成部以及逆量化值输出部。所述有效数位确定部将在包含在输入代码数据中的量化索引分类成多个组。所述频率信息生成部基于由所述有效数位确定部分类的量化索引，针对各组生成所述量化索引的分布信息。所述逆量化值输出部基于由所述频率信息生成部生成的所述分布信息，生成对应于所述各个量化索引的逆量化值。



1. 一种解码装置，该解码装置包括：

有效数位确定部，该有效数位确定部基于量化索引的截断位置将包含在输入代码数据中的量化索引分类成多个组；

频率信息生成部，该频率信息生成部基于由所述有效数位确定部分类的量化索引，针对各组生成所述量化索引的频率分布信息；以及

逆量化值输出部，该逆量化值输出部基于由所述频率信息生成部生成的所述频率分布信息，生成对应于各个量化索引的逆量化值。

2. 根据权利要求1所述的解码装置，其中：

所述有效数位确定部基于表示所述量化索引的位串的有效位长度对所述量化索引进行分类，并且

所述频率信息生成部针对各组生成所述量化索引的频率分布信息。

3. 根据权利要求2所述的解码装置，其中：

所述频率信息生成部基于由所述有效数位确定部分类的所述量化索引，针对各组生成量化索引值的频率分布信息，并且

所述逆量化值输出部基于针对各个组生成的所述频率分布信息生成所述逆量化值。

4. 根据权利要求3所述的解码装置，该解码装置还包括：

分布信息合成部，该分布信息合成部基于由所述频率信息生成部针对各个组生成的多条频率分布信息来生成单条频率分布信息，其中：

所述逆量化值输出部基于由所述分布信息合成部生成的所述频率分布信息生成所述逆量化值。

5. 根据权利要求4所述的解码装置，其中：

所述分布信息合成部基于属于各个组的所述量化索引的量化间隔，整合针对各个组生成的所述多条频率分布信息，以生成所述单条频率分布信息。

6. 根据权利要求5所述的解码装置，其中所述分布信息合成部使用在对应于各个组的量化间隔中的最窄量化间隔，来整合所述多条频率分

布信息。

7. 根据权利要求 1 所述的解码装置，其中：

所述输入代码数据为以 JPEG 2000 进行编码的数据，

所述有效数位确定部针对各代码块对包含在代码数据中的所述量化索引进行分类，并且

所述频率信息生成部针对各代码块生成所述量化索引的频率分布信息。

8. 根据权利要求 3 所述的解码装置，该解码装置还包括：

分布信息选择部，该分布信息选择部从由所述频率信息生成部针对各个组生成的所述多条频率分布信息中，选择待处理的量化索引所属组的所述频率分布信息，其中：

所述逆量化值输出部使用由所述分布信息选择部选择的所述频率分布信息，生成与待处理的量化索引相对应的逆量化值。

9. 根据权利要求 1 所述的解码装置，其中：

所述有效数位确定部基于对应于各个量化索引的量化间隔对所述量化索引进行分类，并且

所述频率信息生成部针对各组生成所述量化索引的频率分布信息。

10. 一种逆量化方法，该逆量化方法包括以下步骤：

基于量化索引的截断位置将包含在输入代码数据中的量化索引分类成多个组；

基于已分类的量化索引，针对各组生成所述量化索引的频率分布信息；以及

基于所生成的频率分布信息，生成对应于各个量化索引的逆量化值。

解码装置、逆量化方法

技术领域

本发明涉及一种用于对通过进行编码处理生成的代码数据进行解码的解码装置。具体地说，本发明涉及一种解码装置，该解码装置用于对通过进行包括对数据进行量化的编码处理生成的代码数据进行逆量化，从而对代码数据进行解码。

背景技术

例如，ITU-T 建议 T.800 公开了 JPEG 2000 标准。

发明内容

本发明提供一种用于更适当地对代码数据进行解码的解码装置。

[解码装置]

根据本发明的一个方面，一种解码装置包括有效数位确定部、频率信息生成部以及逆量化值输出部。所述有效数位确定部基于量化索引的截断位置将包含在输入代码数据中的量化索引分类成多个组。所述频率信息生成部基于由所述有效数位确定部分类的量化索引，针对各组生成所述量化索引的频率分布信息。所述逆量化值输出部基于由所述频率信息生成部生成的所述频率分布信息，生成对应于各个量化索引的逆量化值。

所述有效数位确定部可基于表示所述量化索引的位串的有效位长度对所述量化索引进行分类。所述频率信息生成部可针对各组生成所述量化索引的频率分布信息。

所述频率信息生成部可基于由所述有效数位确定部分类的所述量化索引的值，针对各组生成量化索引值的频率分布信息。所述逆量化值输出部可基于针对各个组生成的所述频率分布信息生成所述逆量化值。

所述解码装置还可包括分布信息合成部，该分布信息合成部基于由所述频率信息生成部针对各个组生成的多条频率分布信息来生成单条频率分布信息。所述逆量化值输出部可基于由所述分布信息合成部生成的所述频率分布信息生成所述逆量化值。

所述分布信息合成部可基于属于各个组的所述量化索引的量化间隔，整合针对各个组生成的所述多条频率分布信息，以生成所述单条频率分布信息。

所述分布信息合成部可使用在对应于各个组的量化间隔中的最窄量化间隔，来整合所述多条频率分布信息。

所述输入代码数据可为以 JPEG 2000 进行编码的数据。所述有效数位确定部可针对各代码块对包含在代码数据中的所述量化索引进行分类。所述频率信息生成部可针对各代码块生成所述量化索引的分布信息。

所述解码装置还可包括分布信息选择部，该分布信息选择部从由所述频率信息生成部针对相应组生成的所述多条频率分布信息中，选择待处理的量化索引所属组的所述频率分布信息。所述逆量化值输出部可使用由所述分布信息选择部选择的所述频率分布信息，生成对应于待处理的量化索引的逆量化值。

所述有效数位确定部可基于对应于各个量化索引的量化间隔对所述量化索引进行分类。所述频率信息生成部可针对各组生成所述量化索引的频率分布信息。

根据本发明另一方面，一种解码装置包括确定部和逆量化值输出部。所述确定部确定包含在代码数据中的各量化索引的有效位数。所述逆量化值输出部基于所述多个量化索引和由所述确定部确定的所述量化索引的有效位数，生成对应于各个量化索引的逆量化值。

[逆量化方法]

根据本发明又一方面，一种逆量化方法包括以下步骤：基于量化索引的截断位置将包含在输入代码数据中的量化索引分类成多个组；基于已分类的量化索引，针对各组生成所述量化索引的频率分布信息；以及基于所生成的频率分布信息，生成对应于各个量化索引的逆量化值。

[计算机可读介质]

根据本发明再一方面，一种计算机可读介质存储有使计算机执行对输入代码数据进行解码的处理的程序。所述处理包括以下步骤：将包含在所述输入代码数据中的量化索引分类成多个组；基于已分类的量化索引，针对各组生成所述量化索引的分布信息；以及基于所生成的分布信息，生成对应于各个量化索引的逆量化值。

根据以上构成，可更加适当地对代码数据进行解码。

附图说明

下面将基于附图详细描述本发明的示例性实施例，在附图中：

图 1 是描述诸如 JPEG 2000 的变换编码系统的概要的图；

图 2 是描述变换编码系统中的量化处理的图；

图 3 是表示在截断位置不同的量化间隔的图；图 3A 表示当存在包括最低有效位的所有位时的量化间隔，而图 3B 表示当仅排除最低有效位时的量化间隔；

图 4 是表示以控制装置 20 为中心并入有根据本发明示例性实施例的逆量化方法的解码装置 2 的硬件配置的图；

图 5 是表示由控制装置 20（图 4）执行的用于实施根据本发明示例性实施例的逆量化方法的解码程序 5 的功能配置的框图；

图 6 是更详细地描述逆量化值估计部 500（图 5）的框图；

图 7 是更详细地描述分布估计部 520（图 5）的框图；

图 8 是更详细地描述分布确定部 530（图 7）的框图；

图 9 是表示由频率信息整合部 536 执行的直方图整合方法的图；

图 10 是更详细地描述校正部 580（图 5）的框图；

图 11 是示意性地描述通过期望值偏移部 584 和期望值校正部 586 进行的校正的图；

图 12 是由解码程序 5（图 5）执行的解码处理（S10）的流程图；以及

图 13 是描述当量化部边界不匹配时的频率值分配方法的图。

具体实施方式

因为图像数据的数据量和音频数据的数据量巨大，所以一般的做法是压缩图像数据和音频数据从而减小数据量，然后保持和/或传输数据。例如，根据 JPEG 2000 等的有损编码系统对在用图像扫描仪使彩色原稿或照片电子化的情况下生成的多值图像数据或者在用数码摄像机拍摄风景照片的情况下生成的多值图像数据进行压缩。因此，可减小数据量。

如果执行有损编码，则可能发生编码失真。

接着，将描述在有损编码中产生编码失真的机理。

图 1A 和 1B 是描述诸如 JPEG 2000 的变换编码系统的概要的图。图 1A 表示编码处理的概要。图 1B 表示解码处理的概要。

图 2A 和 2B 是描述变换编码系统中的量化处理的图。图 1 所示的变换系数 $T(c, i, j)$ 和量化索引 $Q(c, i, j)$ 是变量 c 、 i 和 j 的函数。变量 c 是表示变换系数的类型的索引。例如，在使用小波变换的情况下，变量 c 表示 1HH 分量、1LH 分量、1HL 分量、2HH 分量、2LH 分量、2HL 分量、.....、NLL 分量中的任一个。变量 i 和 j 表示各变换系数的位置。例如，在使用小波变换的情况下，将从第 c 个变换系数的顶部和左边起的第 i 个和第 j 个数据表示为 $T(c, i, j)$ 。

如图 1A 所示，在变换编码系统的编码处理中，对输入图像 G 进行诸如小波变换的变换处理以生成输入图像 G 的变换系数 T 。接着，将变换系数 T 进一步量化为量化索引 Q 。对量化索引 Q 进行熵编码（无损编码）以生成压缩代码 F 。

量化索引是标识量化值的信息。量化值是在给定范围（量化区间）内的一组数值的简并值。量化值是表示图 2 所示的量化区间“ $A-2$ ”到“ $A2$ ”（本示例中，为“ $-2.5 \times D(c)$ ”到“ $2.5 \times D(c)$ ”）的离散值。

对如此生成的代码数据（压缩代码 F ）进行熵编码以生成量化索引 Q 。该量化索引 Q 与编码时的量化索引 Q 相同。

另外，将量化索引 Q 逆量化为变换系数（即，逆量化值） R 。接着，对变换系数 R 进行逆变换以生成解码图像 H 。

逆量化值是基于量化索引或量化值生成的。逆量化值用于对代码数

据进行解码。例如，逆量化值是 JPEG 2000 的变换系数（与量化索引相关联的变换系数）。

在所述处理中，在执行量化时可能发生编码失真。将原始图像的变换系数 T 的精度与量化索引 Q 的精度进行比较，通常变换系数 T 的精度高于量化索引 Q 的精度。因此，使用量化索引 Q 再现的变换系数 R 与原始变换系数 T 不同。这是导致编码失真的原因。

接下来，将参照图 2 更详细地描述量化和逆量化。

采用为各变换系数 c 设置的量化步幅 $D(c)$ 执行量化。量化步幅 D 是变换系数类型 c 的函数。例如，按照 JPEG 2000，根据下式来计算量化索引 Q 和逆量化值 R ：

$$Q(c,i,j)=\text{sign}(T(c,i,j)) \times \text{floor}(|T(c,i,j)|/D(c))$$

$$\text{如果 } Q(c,i,j)>0, \text{ 则 } R(c,i,j)=(Q(c,i,j)+r) \times D(c)$$

$$\text{如果 } Q(c,i,j)<0, \text{ 则 } R(c,i,j)=(Q(c,i,j)-r) \times D(c)$$

$$\text{如果 } Q(c,i,j)=0, \text{ 则 } R(c,i,j)=0$$

其中 $\text{sign}()$ 是返回正号或负号的函数， floor 是将小数位设为 0 的函数， $||$ 是表示绝对值的符号。

而且， r 是在 0 到 1 范围内的数值。图 2 表示其中值 $r=0.5$ 的通常情况。

尽管按照 JPEG 2000 可能不对较低位进行编码，但在图 2 中将其中对包括最低有效位的所有位都进行编码的情况作为具体示例来讨论。

如图 2A 所示，在 JPEG 2000 的编码处理中，通过对输入图像 G 进行变换处理而生成的变换系数 T （量化前）分布在数线 x 轴上。

如果变换系数 T 位于量化区间 A_0 中，则通过量化处理获得的量化索引 Q 为 0。同样，如果变换系数 T 位于量化区间 A_q 中，则量化索引 Q 为 q 。

如果量化索引 Q 为 0，则通过逆量化处理生成逆量化值 $R=0$ 。如果量化索引 Q 为 1，则通过逆量化处理生成逆量化值 $R=1.5 \times D(c)$ 。

因此，在进行逆量化处理时，与量化索引 Q 一一对应地生成逆量化值。

为了简化问题，下面将在量化索引 Q 为 q 的量化区间 A_q 内进行讨论。

假设变换系数 T 位于量化区间 A_q 中。

如图 2B 所示，假设量化区间 A_q 在从 d_1 到 d_2 的范围内。这时，原始变换系数 T 包含在 d_1 到 d_2 的范围内。而且，假设变换系数 T 的逆量化值为 R 。

在这些情况下，用以生成解码图像的变换系数为逆量化值 R 。然而，原始图像的变换系数 T 是 d_1 到 d_2 范围内的任意值，且不总是逆量化值 R 。这时，在原始变换系数 T 与逆量化值 R 之间存在差异。该差异导致产生编码失真。

因此，在有损编码系统中，使得多个数据值（位于各量化区间中的原始数据值）简并为一个量化值（对应于各量化区间的量化值）。因此，实现有损数据压缩。然而，同时量化也导致产生编码失真。

为了减少这种编码失真，可以选择在编码时降低压缩效率的参数。

然而，在这种情况下，可能降低编码效率并可能增加所得数据量。

在将已经编码的数据转变为高图像质量的情况中，不能采用降低压缩效率的系统。

接着，根据本发明示例性实施例的解码装置 2 使逆量化值 R 的频率分布尽可能地接近输入图像的变换系数 T 的频率分布，从而生成与输入图像尽可能接近的解码图像。

即，在 JPEG 2000 的标准技术中，逆量化值的频率分布仅在值 R 一点处。然而，使逆量化值的频率分布接近原始图像的变换系数 T 的频率分布，从而实现更好的解码。

这是因为，考虑到频率分布接近原始图像的解码图像比频率分布不同于原始图像的解码图像更接近原始图像，尽管当原始图像和解码图像的频率分布彼此相同时它们也并不总是彼此相同。实际上，文献（“Pyramid based texture analysis/synthesis,” D. Heeger and J. Bergen, Computer Graphics, pp. 229-238, SIGGRAPH 95, 1995）描述了一种通过使变换系数的频率分布彼此相同而合成具有类似纹理的图像的技术。

根据示例性实施例的解码装置 2 生成频率分布接近原始图像的解码图像，从而生成纹理更接近原始图像的解码图像。

例如，可以使用以下三种方法中的任一种来生成接近原始变换系数的频率分布的逆量化值：

在第一种方法中，解码装置 2 基于量化索引（或与量化索引一一对应的逆量化值）的频率分布来估计变换系数的频率分布，并基于估计出的频率分布校正与量化索引相对应的逆量化值。

因为考虑到量化索引（或与量化索引一一对应的逆量化值）的频率分布类似于原始变换系数 T 的频率分布，所以量化索引（或与量化索引一一对应的逆量化值）的频率分布与根据量化索引值生成的逆量化值的频率分布尽可能地相互匹配。从而可获得可再现性较高的解码数据。

在第二种方法中，解码装置 2 基于量化索引（或与量化索引一一对应的逆量化值）的频率分布估计变换系数的频率分布，生成与估计出的频率分布相对应的随机数，并使用生成的随机数生成与量化索引相对应的逆量化值。

另外，在这种情况下，量化索引（或与量化索引一一对应的逆量化值）的频率分布与根据量化索引值生成的逆量化值的频率分布能够尽可能地相互匹配。

在第三种方法中，解码装置 2 参照周围量化索引（或与周围量化索引一一对应的逆量化值），并校正与待处理的量化索引相对应的逆量化值。

因为发现在彼此相邻的量化索引之间具有高相关性，所以参照周围量化索引并校正与所关注量化索引相对应的逆量化值。从而能够获得可再现性较高的解码数据。

因此，因为采用了上述三种方法中的至少一种，所以可以生成可再现性较高的解码数据。

图 2 所示的示例对应于其中对包括最低有效位的所有位都进行编码的情况。然而，可不对较低位进行编码。如果不对较低位进行编码或者如果舍去与较低位相对应的代码（下文统称为“截断”），则实际的量化

间隔变得不同。

图 3 是表示在截断位置不同时的量化间隔的图。图 3A 表示当包括最低有效位的所有位都存在时的量化间隔。图 3B 表示当仅排除最低有效位时的量化间隔。

如图 3 所示，如果位截断位置不同，则实际的量化间隔也不同。

因此，因为较低位可能被截断，所以应该注意，在估计变换系数的频率分布的情况下（第一方法和第二方法）、或者在参照周围像素的量化索引的情况下（第三方法），与量化索引相对应的量化间隔可能不同。

接着，根据示例性实施例的解码装置 2 基于关于截断位置的信息将量化索引分类成多个组，对各组生成量化索引的频率分布，并基于生成的量化索引的频率分布来估计变换系数的频率分布。

[响应于截断位置的处理]

接下来，将更加具体地讨论响应于截断位置的处理。

示例性实施例包含要素 1、要素 2 和要素 3，在要素 1 中对各个代码块单独进行处理，在要素 2 中合成截断位置不同的频率分布，在要素 3 中适当地评估周围像素的量化索引，并计算所关注像素的预备逆量化值。要素 1 到 3 可单独使用或组合使用。

首先将描述要素 1。

在 JPEG 2000 的代码数据中，同一代码块中的相同类型的变换系数的量化间隔非常相似。具体地说，同一代码块中的截断位置的差异最多为一位。

接着，示例性实施例的解码装置 2 对各个代码块单独进行处理。具体地说，解码装置 2 针对各代码块生成量化索引的频率分布。可针对各个代码块计算与量化索引相对应的逆量化值。

因此，如果对各个代码块单独进行处理，则截断的低位数 S 的种类数量最多为两个。因此，便于进行频率分布的整合处理（稍后描述）。

对各代码块进行 JPEG 2000 的解码处理，从而这从存储效率、解码处理速度以及实施容易性的角度来看都非常方便。尤其是可以针对各代码块创建频率分布（直方图）。因此，不必生成整个代码的直方图。

因为针对各代码块计算了统计数据（频率分布），所以接下来能进行图像特性的局部改变。

在示例性实施例中，如果在代码块中混入截断位置不同的量化索引（具体为两种），则根据要素 2 整合量化索引的频率分布。然而，本发明不限于此。例如，可采用两种量化间隔中较大的量化间隔。更具体地说，如果截断位的数量为 S_1 和 S_2 ($S_1 < S_2$)，则将所有的量化索引向右移 S_2 位，用于统一所有量化索引的量化间隔以生成频率分布。

接下来，将讨论要素 2。

如果量化索引的量化间隔不同，则不可能简单地计数量化索引的出现频率以生成频率分布。如果如上所述地人为统一量化间隔，则频率分布的精度下降。

接着，根据示例性实施例的解码装置 2 基于量化索引的截断位置（或量化间隔）将量化索引分类成多个组，针对各组生成量化索引的频率分布，并整合生成的频率分布。

在本示例中，对各个代码块单独进行处理，从而截断位数的种类数量变为二（ S_1 和 S_2 ）。接着，解码装置 2 基于截断位数的种类（即，有效位数的种类）将包含在代码块中的量化索引分类成两组，并生成与截断位数 S_1 相对应的直方图 h_1 和与截断位数 S_2 相对应的直方图 h_2 。接着，解码装置 2 基于较窄的量化间隔整合直方图 h_1 和直方图 h_2 以生成整合直方图 h 。具体地说，解码装置 2 将量化间隔较大的直方图的频率值分配给量化间隔较小的直方图的量化区间。解码装置 2 根据分配有量化间隔较大的频率值的直方图的频率值比，分配量化间隔较大的频率值。如果分配有量化间隔较大的频率值的直方图的频率值为 0，则解码装置 2 根据与分配有量化间隔较大的频率值的量化区间的宽度相对应的比，来分配所述频率值。

接下来，将讨论要素 3。

在第三种方法中，需要计算对应于所关注量化索引的逆量化值与对应于所关注量化索引周围的量化索引的逆量化值之差。

然而，如图 3 所示，如果截断位置不同，则与相同量化索引相对应

的逆量化值不同。例如，图 3A 中与量化索引“2”相对应的标准逆量化值 R 为 $2.5 \times D(c)$ 。另一方面，图 3B 中与量化索引“2”相对应的逆量化值 R 为 $3.0 \times D(c)$ 。

接着，根据示例性实施例的解码装置 2 参照与周围量化索引相对应的逆量化值来计算与所关注量化索引相对应的逆量化值，而不是参照周围量化索引来计算与所关注量化索引相对应的逆量化值。

[示例性实施例]

下面将讨论本发明的示例性实施例。

在本示例性实施例中，将把其中对根据 JPEG 2000 编码的代码数据进行解码的情况作为具体示例来讨论。本示例性实施例中描述的解码处理大致类似于 ITU-T 建议 T.800 中描述的处理。根据本示例性实施例的解码处理与根据 ITU-T 建议 T.800 的解码处理的不同之处在于，采用根据本示例性实施例的逆量化处理。

[硬件配置]

首先，将讨论本示例性实施例中的解码装置 2 的硬件配置。

图 4 是表示以控制单元 20 为中心并入有根据本发明示例性实施例的逆量化方法的解码装置 2 的硬件配置的图。

如图 4 所示，解码装置 2 由包括 CPU 202、存储器 204 等的控制单元 20，通信单元 22，诸如 HDD 或 CD 单元的记录单元 24，以及包括 LCD 或 CRT 显示器、键盘、触摸板等的用户接口单元（UI 单元）26 构成。

解码装置 2 例如是其中安装有解码程序 5（稍后描述）的通用计算机，通过通信单元 22、记录单元 24 等获取代码数据，并对获取的代码数据进行解码和输出。

[解码程序]

图 5 是表示由控制单元 20（图 4）执行的用于实施根据本发明示例性实施例的逆量化方法的解码程序 5 的功能配置的框图。

如图 5 所示，解码程序 5 具有熵解码部 40、逆量化部 50 和逆变换部 60。

逆量化部 50 包括逆量化值估计部 500、分布估计部 520、期望值估

计部 540、随机数生成部 560、校正部 580 和逆量化值输出部 590。

在解码程序 5 中，熵解码部 40 对输入代码数据进行熵解码，并将结果输出至逆量化部 50。

本示例的熵解码部 40 对输入代码数据进行解码，生成量化索引 Q ，并将生成的量化索引 Q 输出至逆量化部 50。

逆量化部 50 基于从熵解码部 40 输入的量化索引 Q 生成逆量化值，并将生成的逆量化值输出至逆变换部 60。

本示例的逆量化部 50 针对 JPEG 2000 的各代码块估计变换系数的分布，并根据估计出的分布生成与量化索引 Q 相对应的逆量化值。

逆变换部 60 基于从逆量化部 50 输入的逆量化值进行逆变换处理（离散小波逆变换处理）以生成解码图像。

在逆量化部 50 中，逆量化值估计部 500 基于从熵解码部 40 输入的量化索引 Q 估计逆量化值，并将估计出的逆量化值输入至校正部 580。即，逆量化值估计部 500 能够对于单个量化索引生成多个不同的逆量化值，而不总是对于单个量化索引生成单个逆量化值。换言之，逆量化值估计部 500 对于各量化索引生成单个逆量化值，但不总是生成相同的逆量化值，即使输入的量化索引值相同。

本示例中的逆量化值估计部 500 基于所关注块的量化索引 Q 和在所关注块周围的块的量化索引（限于具有相同变换系数类型 c 的量化索引），计算与所关注块的量化索引 Q 相对应的逆量化值 R 的校正系数 α ，并将计算出的校正系数 α 输出至校正部 580。

在下面的描述中，将与各变换系数类型 c 和各量化索引 q 相对应的校正系数 α 描述为 α_{ycq} 。假设具有变换系数类型 c 和各量化索引 q 的信号数量等于 K 。这里，可将各校正系数表示为 $\alpha_{ycq}(k)$ （其中 $k=1, 2, \dots, K$ ）。

分布估计部 520 基于从熵解码部 40 输入的多个量化索引 Q （或者与量化索引 Q 相关联的逆量化值）估计变换系数（原始数据）的分布，并将表示变换系数的估计分布的分布数据输出至期望值估计部 540 和随机数生成部 560。

本示例的分布估计部 520 针对各变换系数类型 c 计算量化索引值的频率分布，并基于计算出的频率分布针对各变换系数类型 c 生成分布数据。

期望值估计部 540 基于从分布估计部 520 输入的分布数据计算逆量化值的期望值，并且将计算出的期望值和分布数据输出至校正部 580。

更具体地说，期望值估计部 540 基于针对各变换系数类型 c 生成的分布数据，针对各量化区间计算原始数据的概率密度函数的期望值。

假设在变换系数类型是 c 并且量化索引 $Q(c, i, j) = q$ 的情况下，将期望值表示为 $E(\alpha Tc_q)$ 。即，期望值 $E(\alpha Tc_q)$ 是与量化索引一一对应的逆量化值 R 与对应于量化索引 Q 的原始变换系数 T 之差的估计期望值。

随机数生成部 560 根据从分布估计部 520 输入的分布数据生成随机数，并将生成的随机数输出至逆量化值输出部 590。

校正部 580 根据从期望值估计部 540 输入的分布数据和期望值，校正从逆量化值估计部 500 输入的逆量化值（在本示例中为逆量化值的校正系数 α ）。

校正部 580 按照使从逆量化值估计部 500 输入的逆量化值（在本示例中为逆量化值的校正系数 α ）落在预定范围内（例如对于逆量化值，在与量化索引相对应的量化区间内）的方式来对其进行校正，并将经校正的逆量化值（校正系数 α ）输出至逆量化值输出部 590。

本示例的校正部 580 校正从逆量化值估计部 500 输入的校正系数 α ，使得从期望值估计部 540 输入的期望值和校正系数 α 的平均值在各变换系数类型 c 方面以及在各量化区间方面彼此基本相同。另外，校正部 580 对经校正的校正系数 α 进行线性校正，使得经校正的校正系数 α 按照 JPEG 2000 当 $Q(c, i, j) > 0$ 时处于满足 $0 \leq r + \alpha \leq 1$ 的范围内、当 $Q(c, i, j) < 0$ 时处于满足 $-1 \leq r + \alpha \leq 0$ 的范围内、当 $Q(c, i, j) = 0$ 时处于满足 $-1 \leq \alpha \leq 1$ 的范围内。

例如，通过从对应于相同量化索引的校正系数 α 中选择最大值 α_{\max} 和最小值 α_{\min} 、并且对全部校正系数 α 进行线性变换以使得所选最大值

α_{\max} 和最小值 α_{\min} 落在预定范围内，从而完成由校正部 580 进行的线性校正。

逆量化值输出部 590 使用从校正部 580 输入的逆量化值（本示例中为逆量化值的校正系数 α ）或从随机数生成部 560 输入的随机数，确定要采用的逆量化值。接着，逆量化值输出部 590 将确定的逆量化值输出至逆变换部 60。

本示例的逆量化值输出部 590 基于从校正部 580 或随机数生成部 560 输入的校正系数 α 以及量化索引（或者与量化索引相关联的逆量化值），计算逆量化值。更具体地说，逆量化值输出部 590 根据下式计算要采用的逆量化值 $R_y(c, i, j)$ ：

$$R_y(c, i, j) = \{Q(c, i, j) + \alpha(c, i, j)\} \times D(c)$$

即，本示例的解码程序 5 采用随机数生成部 560 生成的随机数作为逆量化值的校正系数 α ，而不是采用随机数生成部 560 生成的随机数作为逆量化值本身。

[逆量化值估计部]

图 6 是更详细地描述逆量化值估计部 500（图 5）的框图。

如图 6 所示，逆量化值估计部 500 包括周边信号提取部 502、差分计算部 504、无关信号去除部 506 和滤波处理部 508。

逆量化值估计部 500 的周边信号提取部 502 提取待处理的量化索引 $Q(c, i, j)$ 的周围量化索引 $Q(c, i+m, j+n)$ （其中 $-M \leq m \leq M$ ， $-N \leq n \leq N$ ）。这里提取的周围量化索引变成 $(2M+1) \times (2N+1)$ 的矩阵。

差分计算部 504 计算对应于由周边信号提取部 502 提取的周围量化索引 $Q(c, i+m, j+n)$ 的逆量化值 $R(c, i+m, j+n)$ 与对应于待处理的量化索引 $Q(c, i, j)$ 的逆量化值 $R(c, i, j)$ 之差。这是因为在量化间隔根据量化索引而不同的情况下，逆量化值之差比量化索引之差更适合。

本示例的差分计算部 504 通过进行以下计算生成由不同值 $P(m, n)$ 构成的 $(2M+1) \times (2N+1)$ 的差分矩阵。

$$R(c, i, j) = (Q(c, i, j) + \alpha \times 2S(c, i, j)) \times D(c, i, j)$$

$$P(m, n) = \{R(c, i+m, j+n) - R(c, i, j)\} / D(c, i, j)$$

其中 $S(c, i, j)$ 是截断位数并且 $D(c, i, j)$ 是量化间隔。

无关信号去除部 506 使用预定阈值 H ，去除与待处理的量化索引 $Q(c, i, j)$ 相关性较小的周围量化索引 $Q(c, i+m, j+n)$ 。

更具体地说，如果差分计算部 504 针对各周围量化索引 $Q(c, i+m, j+n)$ 计算的差大于阈值 H ，则无关信号去除部 506 确定相关性较小，并去除周围量化索引 $Q(c, i+m, j+n)$ 。

如果在差分计算部 504 生成的差分矩阵中的差值的绝对值 $|P(m, n)|$ 大于阈值 TH ，则本示例的无关信号去除部 506 设置 $P(m, n) = 0$ 。

阈值 TH 例如等于 1。

滤波处理部 508 基于由周边信号提取部 502 提取的周围量化索引 $Q(c, i+m, j+n)$ (除由无关信号去除部 506 去除了的周围量化索引之外)，计算待处理的量化索引 $Q(c, i, j)$ 的校正系数 α 。

更具体地说，滤波处理部 508 基于由差分计算部 504 计算的差 (除由无关信号去除部 506 去除了的差之外)，计算校正系数 α 。

本示例的滤波处理部 508 设有 $(2M+1) \times (2N+1)$ 的滤波内核 $K(m, n)$ 。滤波内核 K 可以是具有二维低通特性的滤波器。

例如，考虑阈值 TH 等于 1 且滤波器 K 的系数 (除了中心) 为正值时的计算结果，当正的周围量化索引数较大时， α 值取正值。正的周围量化索引的数量越大， α 值就越大。同样，如果负的周围量化索引的数量较大，则 α 值为负。如果正的周围量化索引的数量等于负的周围量化索引的数量，则 α 值的估计值为 0。如果周围量化索引值与所关注量化索引显著不同，则可从用于估计 α 值的值中排除该值。

[分布估计部]

图 7 是更详细地描述分布估计部 520 (图 5) 的框图。

如图 7 所示，分布估计部 520 包括零确定部 522、非零变换系数分布估计部 524 和零变换系数分布估计部 526。非零变换系数分布估计部 524 包括分布确定部 530。

分布估计部 520 的零确定部 522 根据与量化索引 Q 相对应的原始数

据的属性（例如，变换系数类型），将从熵解码部 40 输入的量化索引 Q 分类成多个组。接着，零确定部 522 确定是否能够仅基于落在各属性内的量化索引组，来估计原始数据的频率分布（换言之，是否需要利用与落入另一属性内的量化索引组的相关性，来估计原始数据的频率分布）。

本示例的分布估计部 520 确定从熵解码部 40 输入的量化索引 Q 是否与零变换系数或非零变换系数相对应。接着，分布估计部 520 将确定为与非零变换系数相对应的量化索引输出至非零变换系数分布估计部 524。对于确定为与零变换系数相对应的量化索引，分布估计部 520 指示零变换系数分布估计部 526 使用非零变换系数的分布进行分布估计处理。

非零变换系数是与变换系数类型 c 的其中任一个都非零的量化索引相对应的变换系数。零变换系数是与变换系数类型 c 的其中全部为零的量化索引相对应的变换系数。换言之，不是零变换系数的变换系数就是非零变换系数。

非零变换系数分布估计部 524 基于从零确定部 522 输入的量化索引，估计原始数据的频率分布（本示例中为变换系数）。

更具体地说，非零变换系数分布估计部 524 针对各有效位长度（截断位置）生成具有相同属性的量化索引（本示例中为与相同变换系数 c 相对应的多个量化索引）的频率分布。接着，非零变换系数分布估计部 524 基于生成的量化索引的频率分布，生成量化索引的概率密度函数。该概率密度函数用作与变换系数的概率密度函数非常类似的函数。

在本示例中，分布确定部 530 针对各代码块、各变换系数类型 c 和各截断位置，生成从零确定部 522 输入的量化索引（与非零变换系数相对应的量化索引） $Q(c, i, j)$ 的直方图 $hc(q)$ 。

例如，分布确定部 530 定义以下函数 $ht(c, q, i, j)$ ：

如果量化索引 $Q(c, i, j)$ 的值= q ，则 $ht(c, q, i, j) = 1$ ，

否则， $ht(c, q, i, j) = 0$ 。

分布确定部 530 根据下式生成直方图 $hc(q)$ ：

$$hc(q) = \sum_i \sum_j ht(c, q, i, j) \quad (1)$$

接着，本示例的非零变换系数分布估计部 524 利用拉普拉斯分布来

近似由分布确定部 530 生成的直方图 (q)，并采用拉普拉斯函数作为变换系数 T 的分布函数。

可如下表示拉普拉斯分布表达式：

$$L(x) = \frac{1}{\sqrt{2}\sigma} \exp\left(\frac{-\sqrt{2}|x|}{\sigma}\right) \quad (2)$$

非零变换系数分布估计部 524 能够通过计算表达式 (2) 中的 σ 获得变换系数 T 的分布函数。

首先，非零变换系数分布估计部 524 根据量化区间宽度 $D(c)$ 和量化索引的总数，对生成的直方图 $hc(q)$ 进行归一化，以将直方图 $hc(q)$ 变换为概率密度函数 $fhc(x)$ 。具体地说，非零变换系数分布估计部 524 根据下式将直方图 $hc(q)$ 变换为概率密度函数 $fhc(x)$ ：

$$fhc(x) = \frac{hc(q)}{D(c) \times \sum_q hc(q)} \quad (3)$$

其中 $(q-0.5) \times D(c) < x \leq (q+0.5) \times D(c)$

接着，非零变换系数分布估计部 524 计算拉普拉斯函数来近似直方图 $hc(q)$ 。

如果量化索引为 0，则随机数生成部 560 生成具有标准偏差 σ 的拉普拉斯分布的随机数作为逆量化值。

零变换系数分布估计部 526 根据来自零确定部 522 的指示，基于由非零变换系数分布估计部 524 估计的其他变换系数（例如，非零变换系数）的频率分布，来估计零变换系数的频率分布。

即，非零变换系数分布估计部 524 只有在直方图具有有效形状时才能够估计分布。然而，在生成所有频率值都为 0 的直方图的情况下，非零变换系数分布估计部 524 不能估计分布形状。

因而，当变换系数类型 c 的所有量化索引都为 0 时，零变换系数分布估计部 526 使用已经发现的任何其他分布数据（本示例中为 σ 值）来估计拉普拉斯分布的形状。

具体地说，零变换系数分布估计部 526 利用二维指数函数来近似由非零变换系数分布估计部 524 计算的标准偏差 $\sigma(x, y)$ 。即， $\sigma(x, y) = C \exp(-ax-by)$ 。

零变换系数分布估计部 526 计算 $\sigma(x, y) = C \exp(-ax-by)$ 的参数 C 、 a 和 b ，以确定近似函数 $\sigma(x, y)$ 。接着，零变换系数分布估计部 526 使用所确定的近似函数 $\sigma(x, y)$ 计算与零变换系数相对应的 σ 值。

图 8 是更详细地描述分布确定部 530（图 7）的框图。

如图 8 所示，分布确定部 530 包括有效数位确定部 532、频率信息生成部 534 和频率信息整合部 536。

分布确定部 530 的有效数位确定部 532 确定表示量化索引的位串的有效位长度。接着，有效数位确定部 532 基于确定的有效位长度对输入的量化索引进行分类。

在本示例中，针对各代码块输入量化索引。因此，有效数位确定部 532 确定量化索引对应于两种有效位长度（截断位置）中的哪一个，并基于确定结果将包含在代码块中的量化索引分类成量化索引的截断位数为 S_1 的组或量化索引的截断位数为 S_2 的组。

频率信息生成部 534 基于由有效数位确定部 532 分类的量化索引，针对各组生成量化索引值的频率分布信息。

本示例的频率信息生成部 534 生成针对量化索引的截断位数为 S_1 的组的直方图（频率分布信息），以及针对量化索引的截断位数为 S_2 的组的直方图（频率分布信息）。

频率信息整合部 536 整合由频率信息生成部 534 生成的多条频率分布信息。

本示例的频率信息整合部 536 使用最窄的量化间隔，对量化索引的截断位数为 S_1 的组的直方图以及量化索引的截断位数为 S_2 的组的直方图进行整合。在以下描述中，以 S_1 小于 S_2 （即， S_1 组的量化间隔窄于 S_2 组的量化间隔）的情况作为具体示例。

图 9 是表示由频率信息整合部 536 执行的直方图整合方法的图。

如图 9A 所示，如果量化索引的截断位数为 S_1 的组的直方图 h_1 的量化间隔比量化索引的截断位数为 S_2 的组的直方图 h_2 的量化间隔窄，则频率信息整合部 536 分割具有较宽量化间隔的 S_2 组的频率值 h_2 ，并将值分配给具有最窄量化间隔的 S_1 组的直方图 h_1 。下文中，将如此分配的频率

值称为“分配值”。

本示例的频率信息整合部 536 按照与分配有频率值的量化区间中的频率值（本示例中为 S_1 的各量化区间中的频率值）成比例的方式分割 S_2 组的频率值 h_2 ，以确定各分配值，如图 9B 所示。

如果分配有频率值的量化区间中的频率值为全零，则频率信息整合部 536 按照与分配有频率值的量化区间的宽度（量化间隔）成比例的方式分割分配源（ S_2 ）中的频率值 h_2 ，以计算各分配值。

频率信息整合部 536 将分配值添加给分配有频率值的直方图 h_1 ，从而生成整合直方图 h ，如图 9C 所示。

[校正部]

图 10 是更详细地描述校正部 580（图 5）的框图。

如图 10 所示，校正部 580 包括分布信息确定部 582、期望值偏移部 584 和期望值校正部 586。

校正部 580 的分布信息确定部 582 对于各变换系数类型并对于各量化索引值，计算从逆量化值估计部 500 输入的逆量化值（本示例中为校正系数 α ）的平均值、最小值和最大值。接着，分布信息确定部 582 将计算出的平均值、最小值和最大值与输入的逆量化值一起输出至期望值偏移部 584。

下文中，将由分布信息确定部 582 计算出的平均值、最小值和最大值表示为平均值 $\alpha_{ycqMean}$ 、最小值 α_{ycqMin} 和最大值 α_{ycqMax} 。针对变换系数类型 c 和量化索引值 q 的各个组合计算该值。而且针对变换系数类型 c 和量化索引值 q 的各个组合，进行由期望值偏移部 584 和期望值校正部 586 执行的处理（以下进行描述）。

期望值偏移部 584 使用从分布信息确定部 582 输入的校正系数 $\alpha_{ycq}(k)$ 和校正系数平均值 $\alpha_{ycqMean}$ 以及从期望值估计部 540 输入的期望值 $E(\alpha_{Tcq})$ ，进行以下计算来计算偏移校正之后的校正系数 $\alpha_{xcq1}(k)$ ：

$$\alpha_{xcq1}(k) = \alpha_{ycq}(k) + E(\alpha_{Tcq}) - \alpha_{ycqMean}$$

对于 $k=1, 2, \dots, K$ 进行上述处理。

期望值偏移部 584 还以类似方式偏移最大值和最小值。

即，期望值偏移部 584 进行以下计算来计算偏移校正之后的最小值 $\alpha_{ycqMin1}$ 和最大值 $\alpha_{ycqMax1}$ ：

$$\alpha_{ycqMin1} = \alpha_{xcqMin} + E(\alpha_{Tcq}) - \alpha_{ycqMean}$$

$$\alpha_{ycqMax1} = \alpha_{xcqMax} + E(\alpha_{Tcq}) - \alpha_{ycqMean}$$

期望值校正部 586 进行范围校正，使得偏移校正之后的所有校正系数 $\alpha_{xcq1}(k)$ 都落在预定范围内。范围校正是指使数值落在给定范围内的校正。

具体地说，期望值校正部 586 将偏移校正后的校正系数 α_{xcq1} 设在给定范围 (α_{min} 到 α_{max}) 中，而不改变校正系数 α_{xcq1} 的平均值。

期望值校正部 586 通过执行上述范围校正来获得范围校正之后的校正系数 $\alpha_{xcq2}(k)$ 。

图 11 是示意性地描述期望值偏移部 584 和期望值校正部 586 进行的校正的图。

如图 11A 所示，期望值偏移部 584 对逆量化值的分布 ($a3$) 进行偏移，使得变换系数 T 的估计期望值 ($a1$) 与逆量化值的期望值 ($a2$) 相互匹配。

如图 11B 所示，如果逆量化值 (本示例中为校正系数 α) 的分布位于量化区间 $d1$ 至 $d2$ (本示例中为 α 的范围 α_{min} 至 α_{max}) 之外 ($b1$)，则期望值校正部 586 朝着逆量化值 (校正系数 α) 的期望值缩小分布而不移动所述期望值 ($b2$)。

在本示例中，期望值偏移部 584 和期望值校正部 586 单独进行校正处理。然而，期望值偏移部 584 执行的校正处理和期望值校正部 586 的校正处理可整合为一个。

[总体操作]

接下来，将讨论解码装置 2 (解码程序 5) 的总体操作。

图 12 是由解码程序 5 (图 5) 执行的解码处理 (S10) 的流程图。这里，将以输入图像数据的代码数据 (JPEG 2000) 的情况作为具体示例来讨论。

如图 12 所示，在步骤 100 (S100) 中，熵解码部 40 (图 5) 对输入

的代码数据进行解码，生成量化索引，并将各块中生成的量化索引输出至逆量化部 50。

在步骤 105 (S105) 中，逆量化部 50 对于各代码块划分从熵解码部 40 输入的量化索引，并设定待处理的所关注代码块。

逆量化部 50 对所关注的设定代码块执行步骤 S110 至 S115。

在步骤 110 (S110) 中，分布估计部 520 基于包含在所关注代码块中的量化索引，针对各变换系数类型 c 并针对各截断位位置，估计变换系数 T 的分布。

具体地说，有效数位确定部 532 将包含在所关注代码块中的量化索引分类成截断位数为 S_1 的量化索引和截断位数为 S_2 的量化索引。

频率信息生成部 534 生成截断位数为 S_1 的量化索引的直方图，以及截断位数为 S_2 的量化索引的直方图。

频率信息整合部 536 将两种生成的直方图整合成图 9 所示的一个直方图 h 。

非零变换系数分布估计部 524 计算拉普拉斯函数 L (即， σ 值)，以近似由分布估计部 520 生成的直方图 h 。

零变换系数分布估计部 526 利用指数函数来近似由非零变换系数分布估计部 524 生成的频率分布。接着，零变换系数分布估计部 526 使用指数函数估计零变换系数的频率分布 (即， σ 值)。

在步骤 115 (S115) 中，逆量化部 50 (图 5) 将包含在所关注代码块中的量化索引顺序地设为所关注量化索引。

逆量化值估计部 500 (图 5) 提取所关注量化索引 $Q(c, i, j)$ 的周围量化索引 $Q(c, i+m, j+n)$ (本示例中， $-1 \leq m \leq 1$ ， $-1 \leq n \leq 1$)。提取的周围量化索引 $Q(c, i+m, j+n)$ 是与在以所关注块为中心的 3×3 个块中的相同变换系数类型 c 相对应的量化索引值，并且成为 3×3 的矩阵。

在步骤 120 (S120) 中，逆量化值估计部 500 利用提取的周围量化索引和所关注量化索引生成差分矩阵 P 。

接着，逆量化值估计部 500 将包含在差分矩阵 P 中的各差值的绝对值 $|P(m, n)|$ 与阈值 TH (例如，1) 进行比较，并将大于阈值 TH 的差

值 $P(m, n)$ 设为 0 (阈值处理)。即, 逆量化值估计部 500 将与所关注量化索引值的差大于阈值的周围量化索引值作为无关信号去除。

在步骤 125 (S125) 中, 逆量化部 50 (图 5) 确定是否可以关于所关注量化索引估计逆量化值。

具体地说, 如果关注的量化索引和经过阈值处理的差分矩阵 P 的所有元素都为 0 (例如, 如果所有的差值 P 都被作为无关信号而去除, 等等), 则逆量化部 50 确定不可以估计逆量化值; 否则, 逆量化部 50 确定可以估计逆量化值。

如果确定可以估计逆量化值 (本示例中, 可以估计校正系数 α), 则逆量化部 50 转到 S130; 如果确定不可以估计, 则逆量化部 50 转到 S135。

在步骤 130 (S130) 中, 逆量化估计部 500 使用具有低通特性的 3×3 滤波内核 $K(m, n)$ 对经过阈值处理的差分矩阵 P 进行卷积计算。因此, 即使所关注量化索引值相同, 但如果周围量化索引不同, 则计算出的校正系数 α_{ycq} 也会取不同值。

在步骤 135 (S135) 中, 随机数生成部 560 对于所关注量化索引生成响应于从分布估计部 520 输入的分布数据的随机数, 并将生成的随机数作为校正系数 α 输出至逆量化值输出部 590。

具体地说, 随机数生成部 560 从非零变换系数分布估计部 524 和零变换系数分布估计部 526 估计的分布中选择对应于所关注量化索引的分布, 生成与所选分布匹配的随机数, 并将随机数作为校正系数 α 输出至逆量化值输出部 590。

在步骤 140 (S140) 中, 逆量化部 50 确定是否已经针对所关注代码块中包含的所有量化索引都生成了校正系数 α 。如果已经针对所有量化索引生成了校正系数 α , 则逆量化部 50 转到 S145; 否则, 逆量化部 50 回到 S115, 并对作为所关注量化索引的另一量化索引进行处理。

在步骤 145 (S145) 中, 期望值估计部 540 基于从分布估计部 520 输入的分布数据, 针对变换系数类型和量化索引的各个组合计算概率密度函数的期望值 $E(\alpha T_{cq})$, 并将计算出的期望值 $E(\alpha T_{cq})$ 输出至校正部 580。

在步骤 150 (S150) 中, 校正部 580 对于各变换系数类型并对于各量化索引, 对由逆量化值估计部 500 计算的校正系数 α 进行分类, 并计算已分类的校正系数 α 的最小值、最大值和平均值。

接着, 校正部 580 针对变换系数类型和量化索引的各个组合在从期望值估计部 540 输入的期望值 $E(\alpha_{Tcq})$ 与量化计算出的平均值之间进行比较, 并对根据变换系数类型和量化索引的组合分类的校正系数 α_{ycq} 组进行偏移以使得期望值与平均值相匹配 (偏移校正)。

另外, 校正部 580 确定经过偏移校正的校正系数 α_{ycq} 组是否落在缺省范围内。如果校正系数 α_{ycq} 组没有落在缺省范围内, 则校正部 580 进行范围校正以将校正系数 α_{ycq} 组范围设在缺省范围内, 而不改变校正系数 α_{ycq} 组的平均值。

在步骤 155 (S155) 中, 逆量化值输出部 590 (图 5) 基于所关注量化索引 Q 和从校正部 580 输入的校正系数 α 或者从随机数生成部 560 输入的校正系数 α , 计算要采用的逆量化值 R_y , 并将计算出的逆量化值 R_y 输出至逆变换部 60。

具体地说, 本示例中的逆量化值输出部 590 通过进行以下计算来计算逆量化值 R_y :

$$R_y(c, i, j) = \{ (Q(c, i, j) + \alpha(c, i, j)) \} \times D(c)$$

在步骤 160 (S160) 中, 逆量化部 50 确定是否已经针对代码数据中包含的所有代码块计算了逆量化值。如果已经针对所有代码块计算了逆量化值, 则逆量化部 50 转到 S165; 否则, 逆量化部 50 回到 S105, 并将另一代码块设为所关注代码块。

在步骤 165 (S165) 中, 逆变换部 60 (图 5) 使用从逆量化部 50 输入的逆量化值 (近似变换系数) 进行逆变换处理 (本示例中为逆小波变换), 并生成解码图像 H 。

如上所述, 示例性实施例中的解码装置 2 基于量化索引估计变换系数分布, 生成与估计分布匹配的随机数, 并基于随机数生成逆量化值。

因此, 逆量化值的频率分布更接近变换系数的频率分布, 使得有望获得可再现性较高的解码图像。

[第一变型例]

在上述示例性实施例中，描述了其中量化间隔较宽的量化区间之间的边界与量化间隔较窄的量化区间之间的边界一致的情况。然而，它们可能不一致，如图 13A 所示。

于是，在该第一变型例中，将讨论在量化区间边界不一致时使用的频率值分配方法。

如果量化区间边界如图 13A 所示地不匹配，则该变型例的频率信息整合部 536 根据量化区间交叠程度来分配频率值（直方图 h_2 ）。

具体地说，频率信息整合部 536 根据图 13B 所示的表达式和量化区间交叠率 r （例如， $r(m) = (\text{量化区间 D1 和 D2 之间的交叠区间长度}) / (\text{量化部 D1 的区间长度})$ ， $r(m+1) = 1$ ），在交叠区（图中为 D2）中生成整合直方图。

[第二变型例]

在上述示例性实施例中，针对量化索引的各有效位长度（截断位置）生成直方图并整合这些直方图。然而，本发明不限于该示例性实施例。第二变型例的频率信息整合部 536（分布信息选择部）从针对量化索引中的各有效位长度（截断位置）生成的直方图（频率分布信息）中选择和采用与待处理的量化索引的有效位长度相对应的直方图。

[第三变型例]

在上述示例性实施例中，因为逆量化值根据量化间隔而不同，所以逆量化值估计部 500 计算与周围量化索引相对应的逆量化值，然后使用计算出的周围逆量化值计算与所关注量化索引相对应的逆量化值。因此，计算负荷增加。

于是，该第三变型例的逆量化值估计部 500 使量化间隔统一（变为最宽的量化间隔），并使用周围量化索引计算与所关注量化索引相对应的逆量化值（或校正系数 α ）。

具体地说，逆量化值估计部 500 使包含在代码块中的所有量化索引向右偏移与位的截断数的最大位数一样多的位，并使与包含在该代码块中的量化索引相对应的量化间隔统一。

接着，逆量化值估计部 500 通过进行以下计算来生成由差值 $P(m, n)$ 构成的 $(2M+1) \times (2N+1)$ 的差分矩阵：

$$P(m, n) = Q(c, i+m, j+n) - Q(c, i, j)$$

逆量化值估计部 500 通过无关信号去除部 506 去除无关信号，然后使用滤波内核 k 计算所关注量化索引 $Q(c, i, j)$ 的校正系数 α 。

因此，在第三变型例中，不需计算与周围量化索引相对应的逆量化值，从而可进行高速处理。

[其他变型例]

在上述示例性实施例中，因为对于各代码块单独进行逆量化处理，所以量化索引的有效位数的种类数量最多为两个。然而，当存在三种或更多种有效位数时，也能以类似方式整合直方图。同样，在这种情况下，使用任意量化间隔作为基准并且将其他直方图的频率值分配给该作为基准的直方图，从而如在上述示例性实施例中一样整合直方图。

在上述示例性实施例中，如果存在不同类型的有效位数，则使用量化间隔最窄的直方图作为基准，但也可使用量化间隔最宽的直方图作为基准。在这种情况下，将量化索引向右偏移与最大截断位数一样多的位，从而能统一量化间隔，使得便于整合直方图。

对本发明示例性实施例的前述描述是为了例示和描述的目的而提供的。其并非旨在穷举或者将本发明限于所公开的确切形式。显然，许多修改和变型对于本领域技术人员是显而易见的。选择并描述示例性实施例是为了最好地说明本发明的原理及其实际应用，从而使得本领域其他技术人员能够理解本发明的适用于所构想特定用途的各种实施例和各种变型例。旨在由所附权利要求及其等同物来限定本发明的范围。

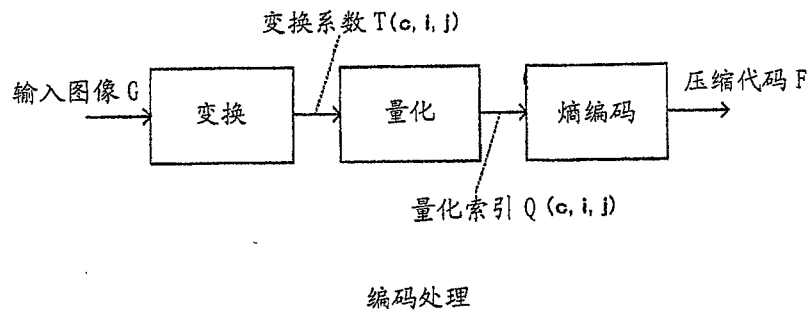


图 1A
现有技术

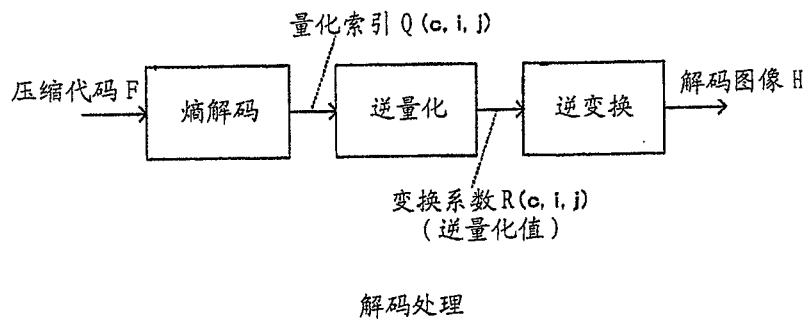
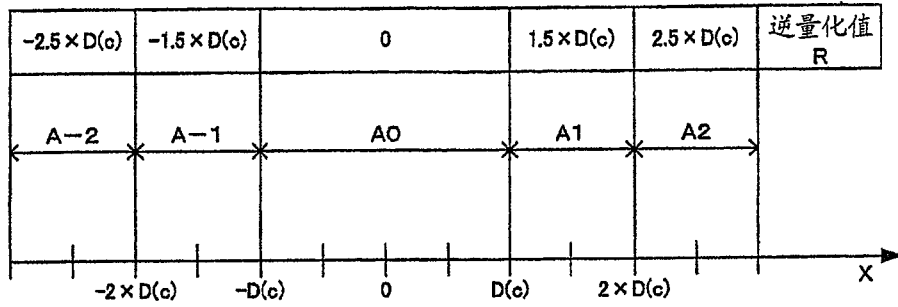


图 1B
现有技术



JPEG 2000 的量化

图 2A
现有技术

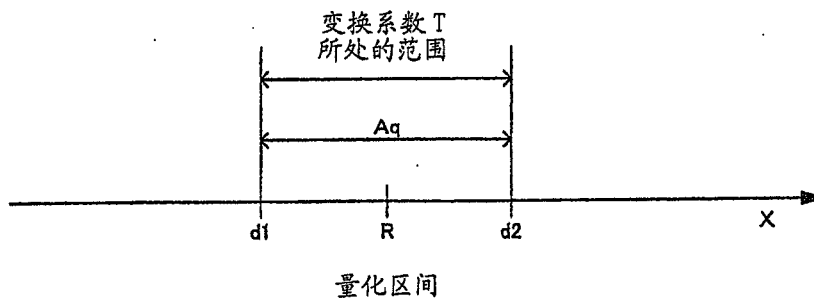


图 2B
现有技术

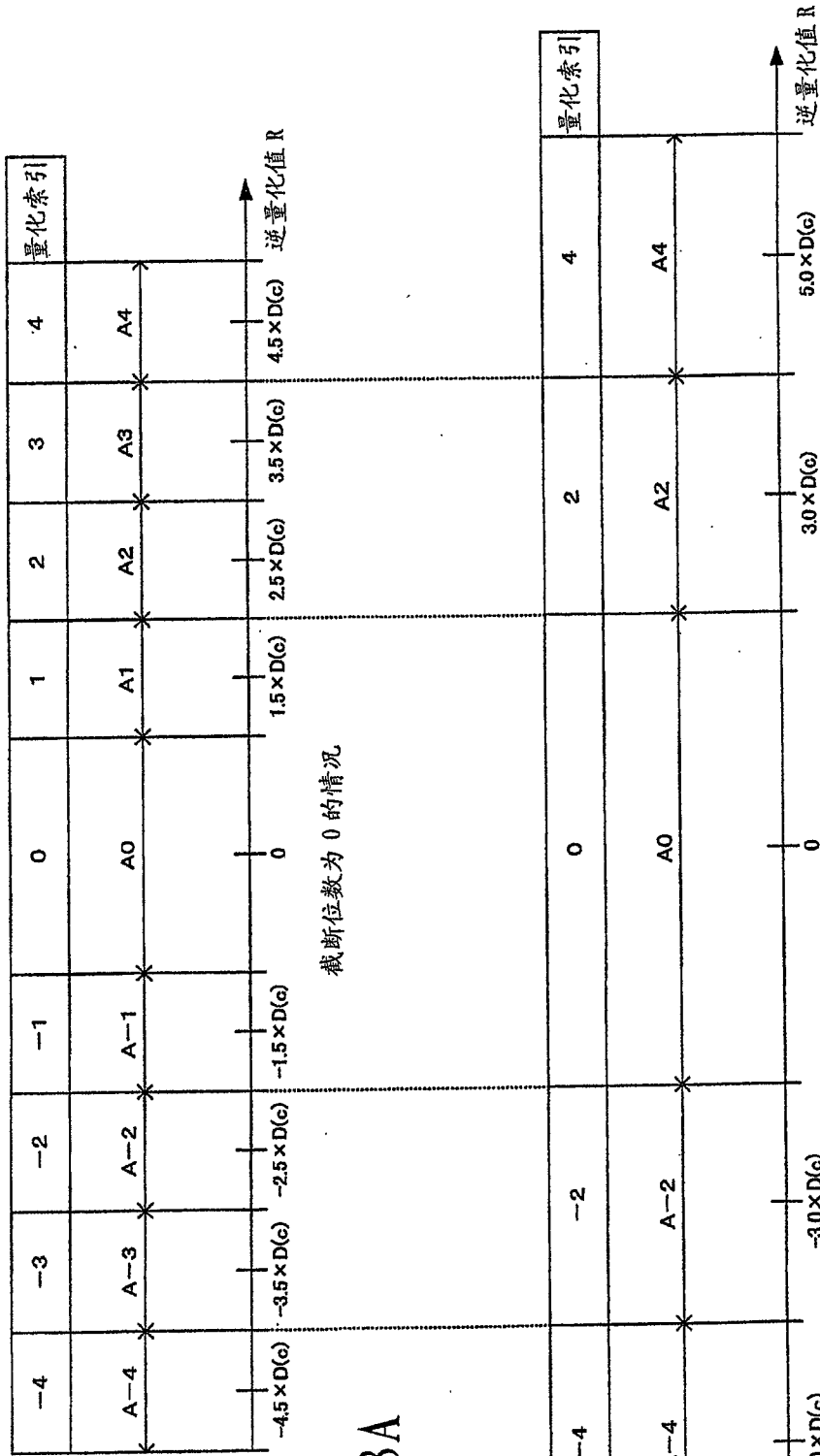


图 3A

图 3B

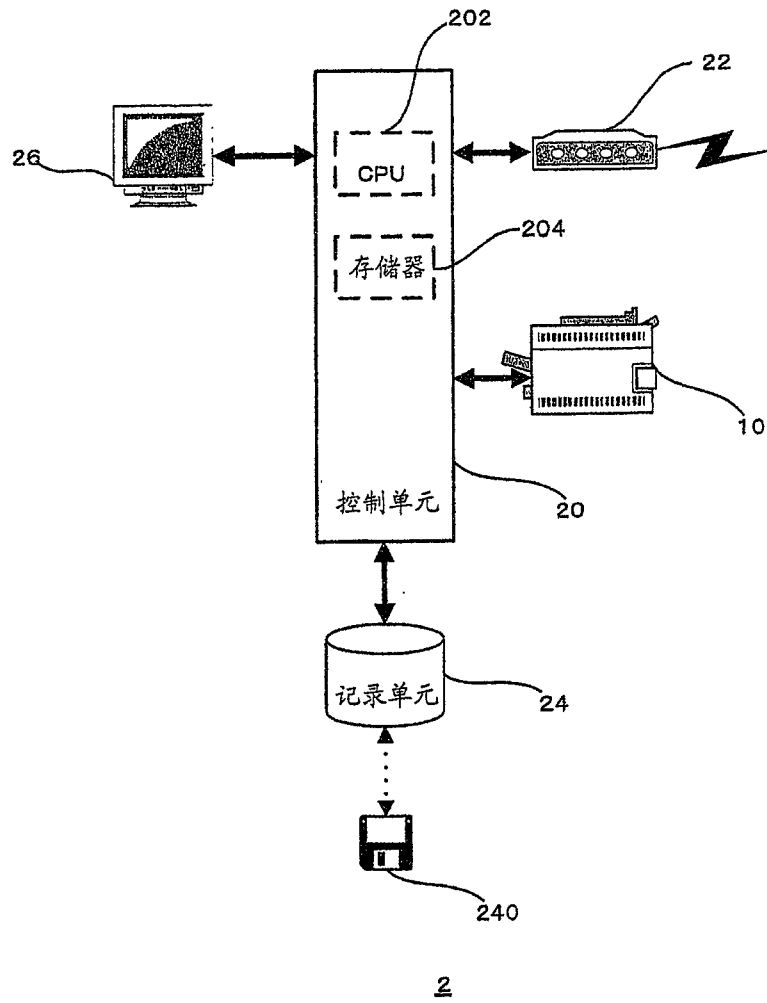
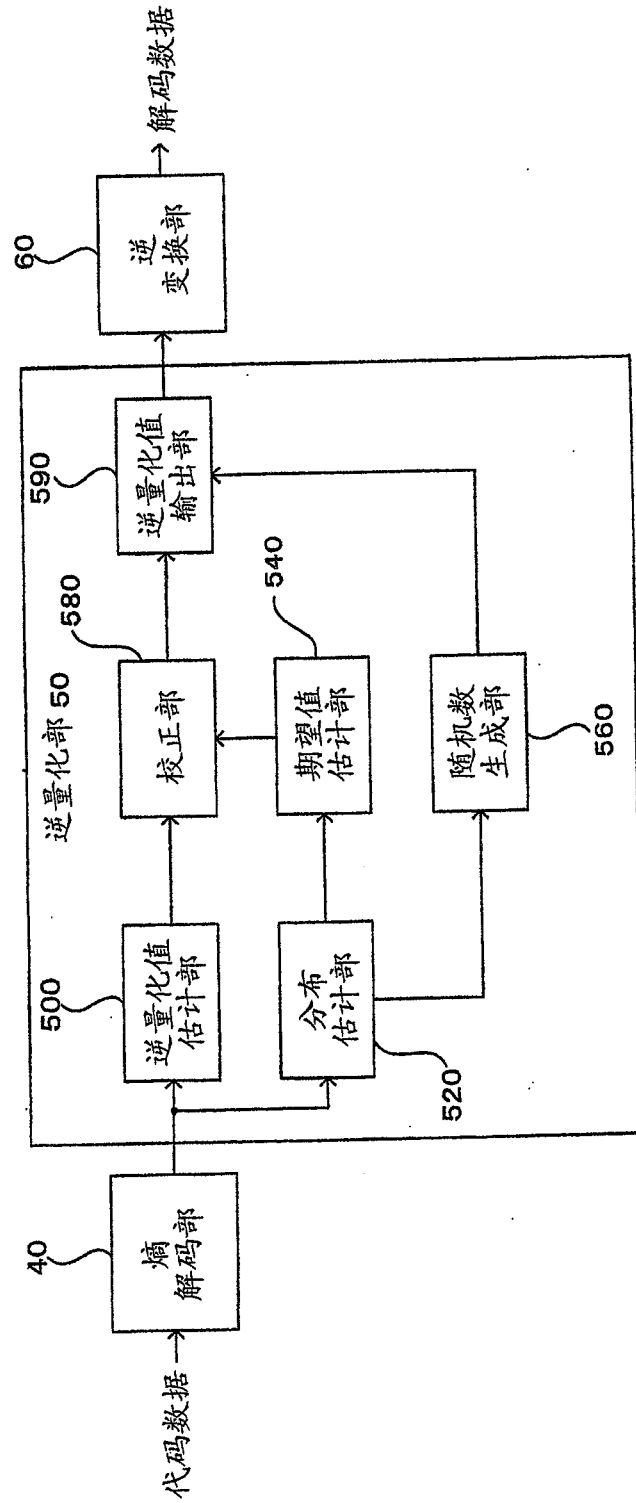
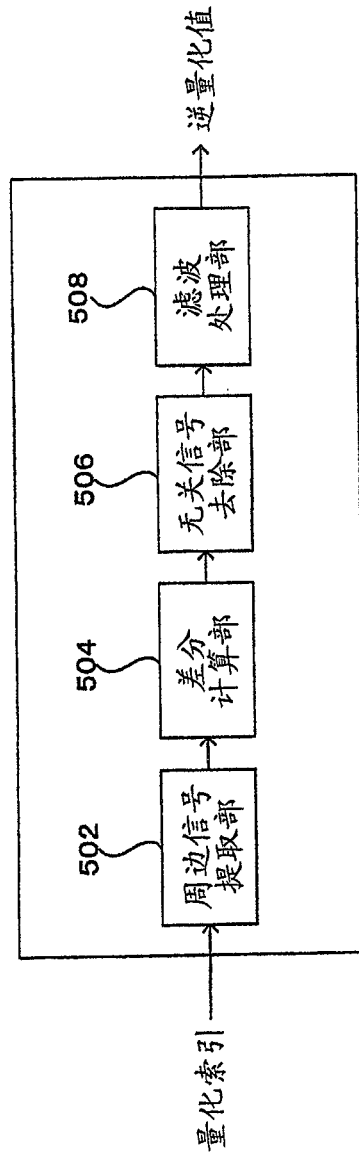


图 4



5

图 5



500

图6

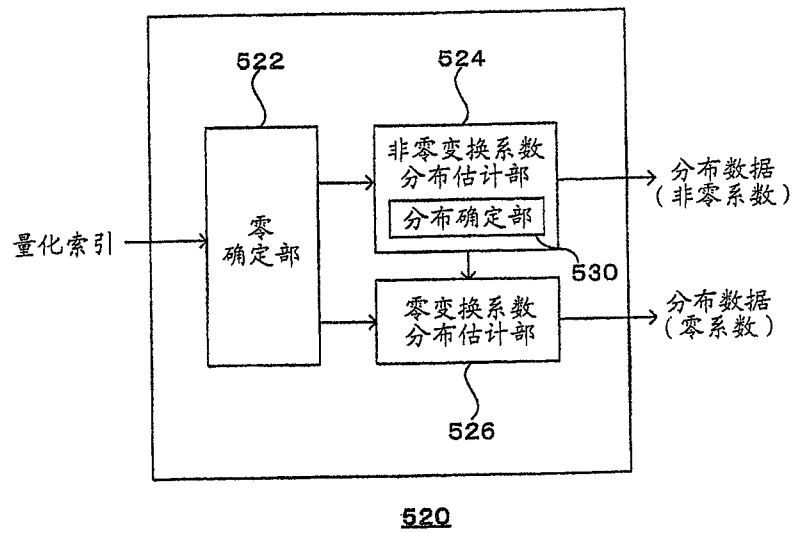


图 7

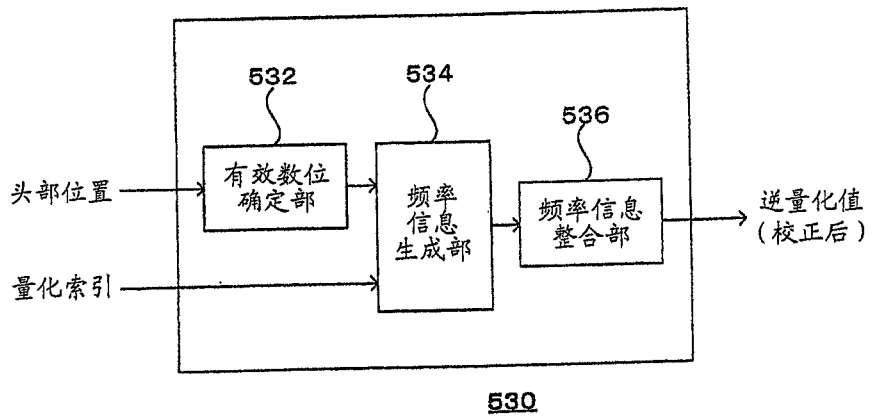


图 8

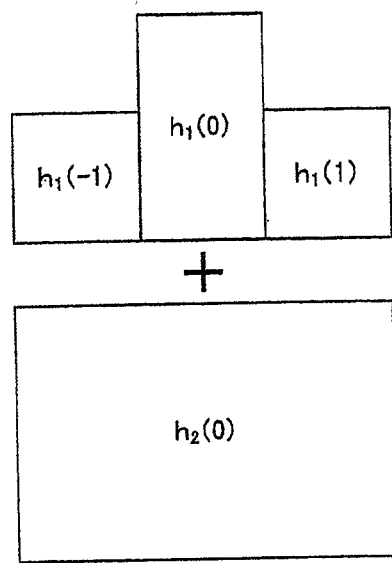


图 9A

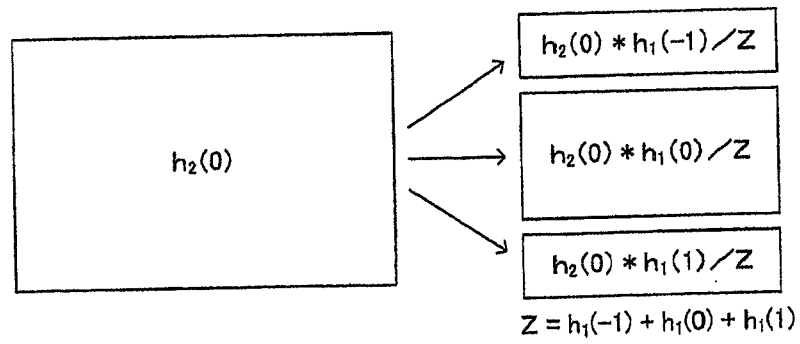


图 9B

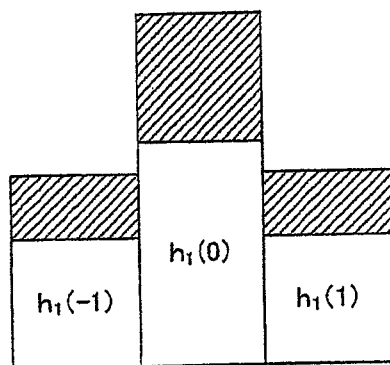


图 9C

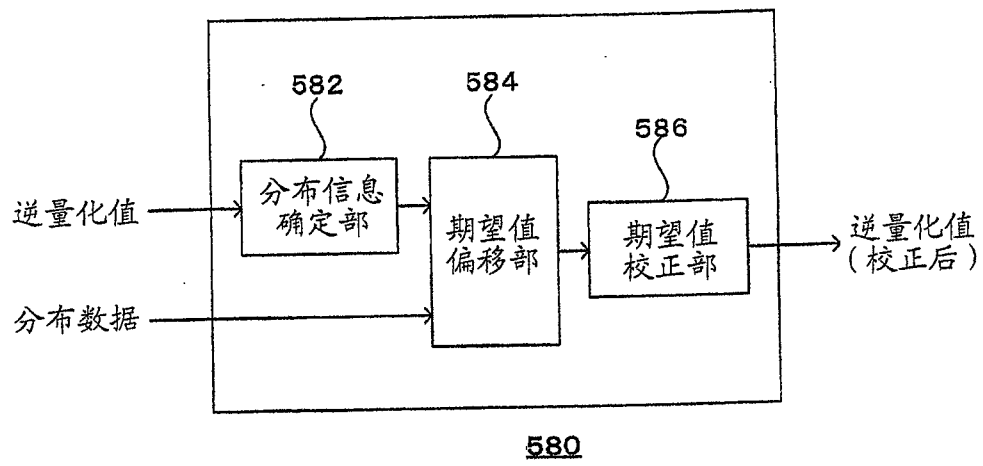


图 10

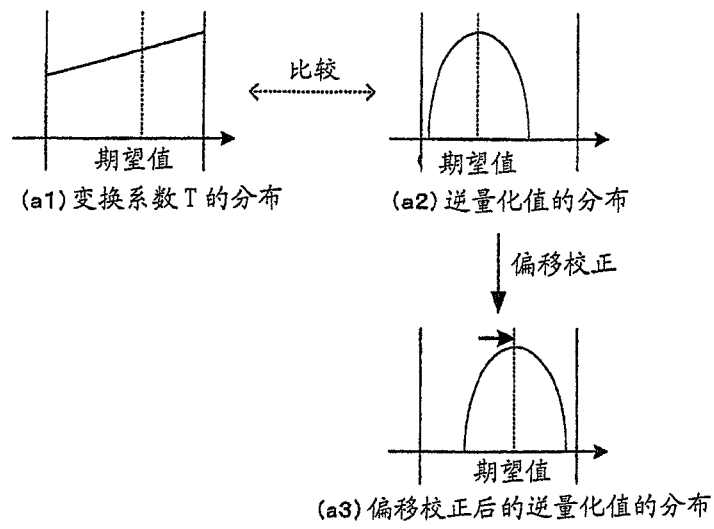


图 11A

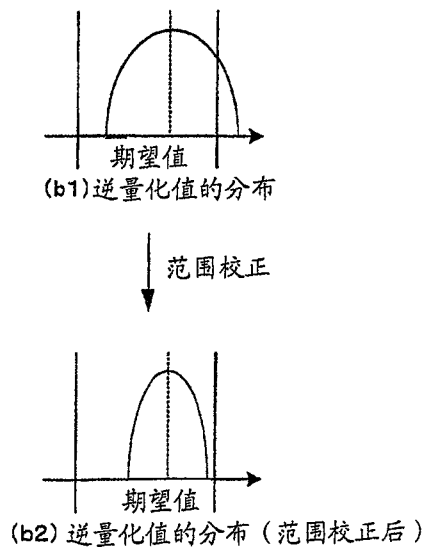


图 11B

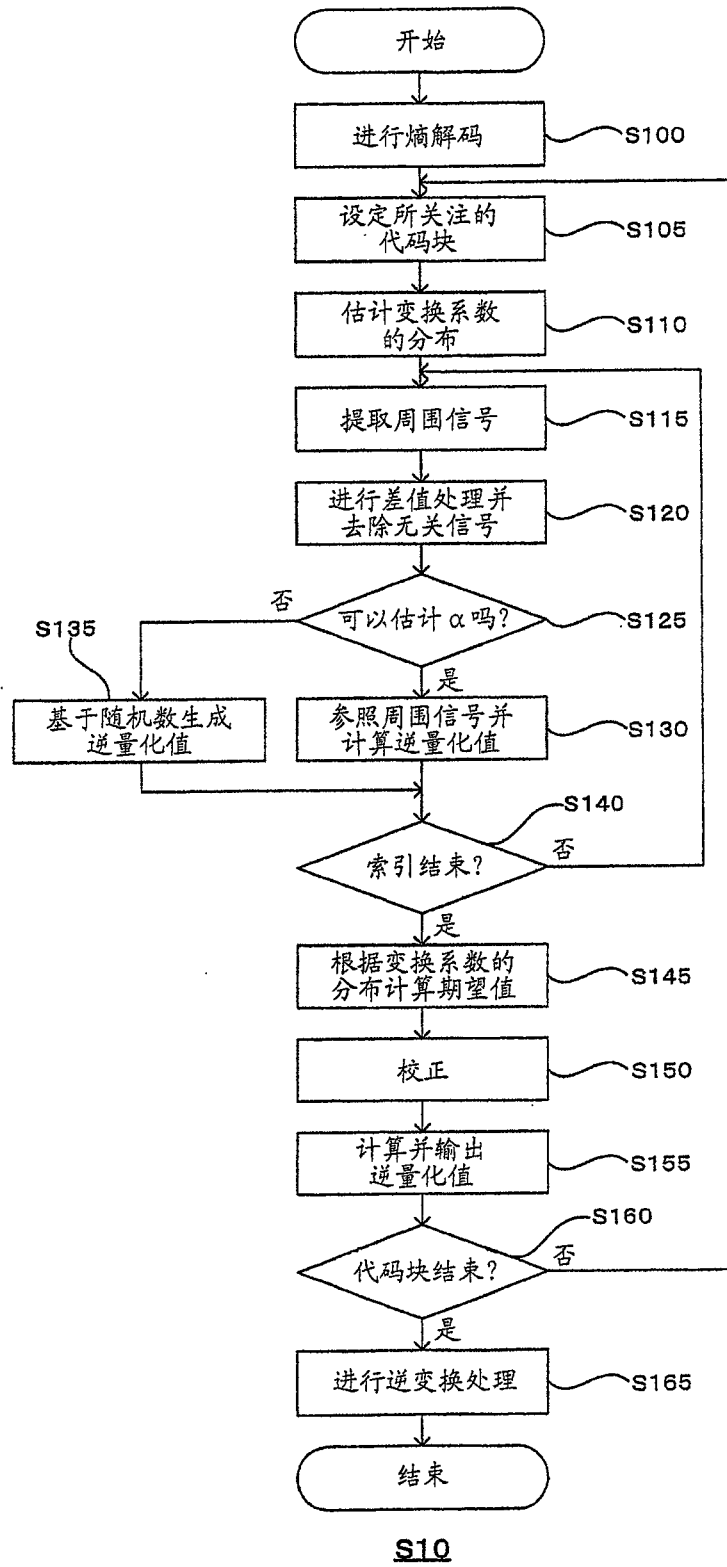


图 12

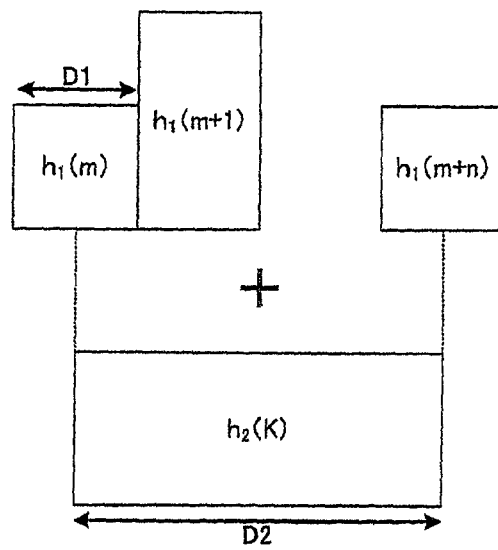


图 13A

$$Z = \sum_{x=m}^{m+n} r(x) \times h_1(x)$$

$$h(x) = r(x) \times \{ h_2(K) * h_1(x) / Z + h_1(x) \}$$

图 13B