[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H04N 1/387 (2006.01)
H04N 1/41 (2006.01)
H04N 5/913 (2006.01)
G06T 1/00 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410011592.3

[45] 授权公告日 2009 年 4 月 1 日

[11] 授权公告号 CN 100474884C

[22] 申请日 2004.12.21
[21] 申请号 200410011592.3
[30] 优先权
[32] 2003.12.26 [33] JP [31] 433157/03
[73] 专利权人 松下电器产业株式会社
地址 日本大阪府
[72] 发明人 井上尚 乘富贤一 江岛将高
[56] 参考文献
CN1455579A 2003.11.12
EP1148733A2 2001.10.24
JP2000－151973A 2000.5.30
US6181743B1 2001.1.30
US6618489B1 2003.9.9
WO02091731A1 2002.11.14
审查员 章振平

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所
代理人 马 莹 邵亚丽

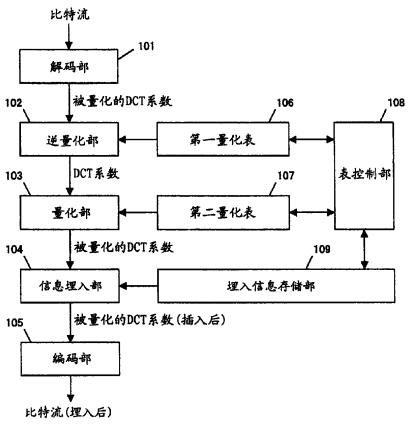
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 9 页

[54] 发明名称

图像处理装置及图像处理方法

[57] 摘要

本发明提供一种图像处理装置。该装置对比特流进行解码，生成第一被量化的 DCT 系数。根据第一量化表(106)对第一被量化的 DCT 系数进行逆量化而生成 DCT 系数。利用各元素的值比第一量化表小的第二量化表(107)，对 DCT 系数进行量化，生成第二被量化的 DCT 系数。在第二被量化的 DCT 系数中埋入规定的附加信息。对埋入了信息的第二被量化的 DCT 系数进行编码，生成埋入了信息的比特流。第二量化表的值被设定为小于第一量化表的值。



1、一种图像处理装置，包括:

第一量化表;

第二量化表，与所述第一量化表不同;

逆量化部，利用所述第一量化表而将第一被量化的数据进行逆量化，生成频率图像数据;

量化部，利用所述第二量化表将所述频率图像数据进行量化，生成第二量化数据；以及

信息埋入部，在所述第二量化数据中埋入附加信息，

在所述第二量化表的元素中，至少属于被埋入所述附加信息的部分的元素的值，比所述第一量化表的元素中属于被埋入所述附加信息的部分的相应位置的元素的值小。

2、如权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于，所述图像处理装置还包括:

解码部，将压缩数据进行解码，从而生成所述第一被量化的数据；以及

编码部，对通过所述信息埋入部埋入了附加信息的所述第二量化数据进行编码，从而生成压缩数据。

3、如权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于:

所述信息埋入部埋入所述附加信息，以使埋入后的值比埋入前的值更接近“0”。

4、如权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于:

所述图像处理装置还包括表控制部，该表控制部根据所述第一量化表的值来控制所述第二量化表的值。

5、如权利要求 1 所述的图像处理装置，其特征在于:

以直流分量为基点，沿着锯齿形扫描的路径来确定属于被埋入所述附加信息的部分的元素。

6、一种图像处理方法，包括:

利用第一量化表而将第一被量化的数据进行逆量化，并生成频率图像数据的步骤;

利用与所述第一量化表不同的第二量化表，对所述频率图像数据进行量

化，生成第二量化数据的步骤；以及

在所述第二量化数据中埋入附加信息的步骤，

在所述第二量化表的元素中，至少属于被埋入所述附加信息的部分的元素的值，比所述第一量化表的元素中属于被埋入所述附加信息的部分的相应位置的元素的值小。

图像处理装置及图像处理方法

技术领域

本发明涉及可以在被量化的频率图像数据中埋入大量附加信息的图像处理装置及其相关技术。

背景技术

近年来，作为被电子化的声音和视频数据的数字内容在增加。数字内容因为可以被简单地复制为与原作完全相同的内容，所以内容的著作权的保护成为重要的课题。因为被非法复制、散发的内容与原作没有区别，所以难以表示用于提供内容著作权的证据，在研究著作权保护的方法。

作为数字内容的著作权保护的方法，正在采用“电子水印”。所谓电子水印，是在声音和视频数据中，使视听者难以察觉地埋入数据，并且，从该被埋入的数据中取出被埋入的数据的技术。为了进行著作权的保护，将著作权名或日期等著作权信息作为电子水印埋入到声音和视频数据中。从非法复制的内容中检测被埋入的著作权信息，明确该内容的著作权，防止非法复制。而且，如果将信息埋入所有内容中，则不仅可以确定有无修改，而且可以确定具体修改的位置。

而且，提出了几个在将以 JPEG/MPEG 等国际标准规格进行了图像压缩的图像编码数据中埋入信息，在解码时取出前述附加信息的方法。

例如，文献 1（日本特开 2002-330279 号公报）公开了对图像的数据埋入方法和该数据的提取方法。

在进行埋入时，将原图像分割为 8×8 像素的单位块。构成全画面的所有单位块被 DCT，生成频率图像数据（这里是 DCT 系数）。然后，利用量化表将各块量化，将被量化的频率图像数据中属于最高域的一个系数置换为 1 位的数据。通过该置换，应埋入的数据被埋入到被量化的频率图像数据中。进而顺序实施扫描宽度编码和霍夫曼编码，进而，将量化表的值中属于最高域的一个系数所对应的值置换为“1”。

利用 JPEG 编码的数字照相机或彩色传真等装置，因为使用硬件对输入

图像进行压缩编码，所以，如果在压缩编码之前追加埋入电子水印的处理，则导致大幅度的成本增加。为了避免这种情况，可以输入被编码的数据或者被量化的频率图像数据，根据用于输入数据的编码的表或者用于量化的表，将电子水印信息埋入输入数据。

但是，在将大于或等于数百比特的大量附加信息埋入被图像压缩过的图像编码数据中时，按照文献 1，仅需要将希望埋入的个数（一般不为“1”）的各单位块的被量化的频率图像数据置换为 1 位的数据。

然而，高频分量的 DCT 系数通过量化而大多变为“0”，时常出现直到高频分量的末尾的“0”的块。利用这一性质，在编码/解码过程中，从直流分量开始到高频分量的末尾为止的锯齿形（zigzag）扫描的路线（path）中，将直到高频分量的末尾的“0”的块置换为称为 EOB（End of Bolck）的特有码。这样，可以仅用一个码置换数个～数十个“0”的块，所以可以显著减少码量。

可是，在现有技术中，如果属于最高频的一个系数被置换为“1”，则高频分量的末尾变为“1”，所以就不存在直到高频分量的末尾的“0”的块。因此，不能通过 EOB 进行置换，其结果，码量大幅度增加。

另外，并不是不能对中低频分量的 DCT 系数进行置换。但是，在上述的技术中，将属于最高频的一个系数进行置换，是考虑到因为即使置换该系数，画质恶化也很少。如果置换中低频分量的 DCT 系数，则因为这些系数很深地影响画质，具有比较大的值，所以不能避免画质恶化。

而且，文献 2（日本专利特开 2000-151973）公开了将大量的附加信息埋入图像数据中的技术。而且，期望在埋入信息前和埋入信息后之间，使频率图像数据的差分的绝对值的总和极小。因为所谓该总和大，是指图像变化大，换言之，意味着埋入了信息的图像的画质比埋入前的图像大幅度恶化。

逆量化处理基本上是将量化表的对应值和被量化的频率图像数据的对应值相乘的处理。一般的，在压缩率比较高的情况下，量化表的值非常大。因此，按照文献 2，假设为了将被量化的频率图像数据的值埋入信息，即使仅进行了极少的操作（例如“+1”等），在压缩率比较高的情况下，量化表的值非常大（例如“100”），所以，结果是仅仅极少的操作也被放大到数倍～数百倍（差分：+1*100 = +100），存在由于信息的埋入，解码图像的画质显著恶化的问题。

发明内容

因此，本发明的目的是提供一种图像处理装置，该装置即使对于以高压缩率编码的输入数据，也可以抑制画质恶化，同时插入大量的附加数据。

本发明的第一种图像处理装置包括：第一量化表；第二量化表，与所述第一量化表不同；逆量化部，利用第一的所述第一量化表从而将第一被量化的数据逆量化，生成频率图像数据；量化部，利用所述第二量化表将所述频率图像数据量化，生成第二量化数据；以及信息埋入部，在所述第二量化数据中埋入附加信息，在所述第二量化表的元素中，至少属于被埋入所述附加信息的部分的元素的值，比所述第一量化表的元素中属于被埋入所述附加信息的部分的相应位置的元素的值小。

根据上述的结构，可以避免用于附加信息的埋入的操作以量化表的大的值被放大。因此，对于以多种多样的压缩率编码的输入数据，可以抑制画质恶化，同时埋入大量的附加信息。

本发明的图像处理方法，包括：利用第一量化表而将第一被量化的数据进行逆量化，并生成频率图像数据的步骤；利用与所述第一量化表不同的第二量化表，对所述频率图像数据进行量化，生成第二量化数据的步骤；以及在所述第二量化数据中埋入附加信息的步骤，在所述第二量化表的元素中，至少属于被埋入所述附加信息的部分的元素的值，比所述第一量化表的元素中属于被埋入所述附加信息的部分的相应位置的元素的值小。

附图说明

图 1 是本发明的实施方式 1 的图像处理装置的方框图。

图 2 是本发明的实施方式 1 的图像处理装置的流程图。

图 3 是本发明的实施方式 1 的第一量化表的示例图。

图 4 是本发明的实施方式 1 的第二量化表的示例图。

图 5 是本发明的实施方式 1 的第二量化表的示例图。

图 6 是本发明的实施方式 1 的表控制部的流程图。

图 7（a）是本发明的实施方式 1 的被量化的 DCT 系数的示例图，图 7（b）是本发明的实施方式 1 的第一量化表的示例图，图 7（c）是本发明的实施方式 1 的 DCT 系数的示例图。

图 8（a）是本发明的实施方式 1 的 DCT 系数的示例图，图 8（b）是本

发明的实施方式 1 的第二量化表的示例图，图 8（c）是本发明的实施方式 1 的被量化的 DCT 系数的示例图。

图 9 是本发明的实施方式 1 的信息埋入部的流程图。

图 10（a）是本发明的实施方式 1 的信息埋入处理的说明图，图 10（b）是本发明的实施方式 1 的信息埋入结果的示例图。

图 11（a）是本发明的实施方式 1 的 DCT 系数（埋入前）的示例图，图 11（b）是本发明的实施方式 1 的 DCT 系数（埋入后）的示例图，图 11（c）是比较例中的 DCT 系数（埋入后）的示例图。

具体实施方式

以下，参照附图说明本发明的实施方式。

（实施方式 1）

图 1 是本发明的实施方式的图像处理装置的方框图。如图 1 所示，本实施方式的图像处理装置包括：解码部 101、逆量化部 102、量化部 103、信息埋入部 104 和编码部 105。该图像处理装置还包括：第一量化表 106、第二量化表 107、表控制部 108 和向信息插入部 104 供给插入信息的埋入信息存储部 109。

解码部 101 输入比特流并将其解码，生成被量化的频率图像数据（DCT 系数）。逆量化部 102 利用图 3 例示那样的第一量化表 106，将被量化的 DCT 系数进行逆量化并生成 DCT 系数。例如：在被量化的 DCT 系数如图 7（a）所示，第一量化表 106 的内容如图 7（b）所示时，输出图 7（c）所示的 DCT 系数。

量化部 103 利用图 4 或者图 5 中例示的第二量化表 107 将 DCT 系数进行量化，并生成被量化的 DCT 系数。例如，在 DCT 系数如图 8（a）所示，第二量化表 107 的内容如图 8（b）所示时，输出图 8（c）所示的被量化的 DCT 系数。

如后面详述的那样，在本实施方式中，第一量化表 106 和第二量化表 107 的关系由表控制部 108 来控制。但是，在可以预先固定地决定第一量化表 106 和第二量化表 107 两者时，也可以省略表控制部 108。

信息埋入部 104 从埋入信息存储部 109 输入埋入信息，按照后述的规则将信息埋入从量化部 103 输出的被量化的 DCT 系数中。

编码部 105 对通过信息埋入部 104 埋入数据的被量化的 DCT 系数进行编码，生成比特流。

接着，如图 10（a）所示，以埋入了插入信息（13，46）的情况为例，更详细地进行说明。这里，设第一量化表 106 为图 3 所示的内容。

如图 6 所示，表控制部 108 在步骤 300 中，从埋入信息存储部 109 取得

埋入信息（13，46）并将其二值化。其结果，可以得到所谓（0，0，0，0，1，1，0，1，0，0，1，0，0，1，1，0）的具有16位长度的比特串。在步骤301中，表控制部108通过该二值化决定与信息埋入有关的对象系数的位置。如图10（a）的箭头N所示，在该例中，设沿着从直流分量开始的锯齿形扫描的路线，决定16个对象系数。

在步骤302中，表控制部108得到图3所示的第一量化表106的对象系数（16，11，12，14，…，24，40）。然后，求它们的平方和S。而且，在步骤303中，表控制部108将第一量化表106的内容原样复制到第二量化表107中。

在步骤304中，表控制部108对平方和S和预先设定的阈值TH比较大小。如果S＞TH，则可以认为第二量化表107的值比较大，压缩率比较高。这时，在步骤305，表控制部108求乘法值K（0<K<1）。乘法值K可以是预先确定的固定值（例如：K＝0.5等），也可以根据平方和S来确定。然后，在步骤306，表控制部108将乘法值K与第二量化表107的各值相乘。因为0<K<1，所以相乘结果的绝对值当然比相乘前的值小。

如果在图3所示的第一量化表106的所有值中乘以乘法值K＝0.5，则第二量化表107成为图4所示那样。但是，与信息的埋入有关的仅为对应对象系数的位置，所以如图5所示，仅在第一量化表106的一部分值中乘以乘法值K就可以。

而且，在步骤304中，在平方和S小于或等于阈值TH时，可以认为第二量化表107的值比较小，压缩率低。这时，在本实施方式中，表控制部108不改变第二量化表107的值而原样使用。其结果，使用与第一量化表106相同的量化表。但是，这时也可以乘以较大的乘法值K（例如K=0.9等）。

接着，参照图9说明信息埋入部104的处理。信息埋入部104在从量化部103输入被量化的DCT系数时，在步骤400中，从埋入信息存储部109取得埋入信息，将其二值化。然后，在步骤401中，信息埋入部104求被二值化的埋入信息的位长L，将计数器i初始化为“1”，信息埋入部104在步骤402以后，对位长L的所有位进行以下那样的位操作，其结果，将埋入信息埋入到被量化的DCT系数中。

即，在步骤403，信息埋入部104将埋入信息的第i号的位值设置为Val，将被量化的DCT系数中的扫描（开头是直流分量，参照图10（a））的第i号

系数设置为变量C。

在步骤404中，通过变量Val处理分支。在变量Val为“0”时，处理移动到步骤405，在变量Val为“1”时，处理移动到步骤409。

在步骤405中，信息埋入部104检查变量C是否为奇数，如果是偶数，则处理移动到步骤413。如果是奇数，则在步骤406检查变量C是否为正，如果为正，则在步骤408，从变量C减去“1”，如果为负，则在步骤407中向变量C加上“1”。由此，变量C接近“0”。

在步骤409中，信息埋入部104检查变量C是否为偶数，如果是奇数，则处理移动到步骤413。如果是偶数，则在步骤410中，检查变量C是否为正，如果为正，则在步骤411中，从变量C中减去“1”，如果为负，则在步骤412对变量C加上“1”。由此，变量C接近“0”。

然后，在步骤413中，信息埋入部104在计数器i上加上“1”，重复进行步骤402以后的处理。

如上述那样，如图10（a）所示，例如：在埋入信息是（13，46）时，将其二值化的结果，得到所谓（0，0，0，0，1，1，0，1，0，0，1，0，0，1，1，0）的具有16位长度的比特串。这时，因为比特串的开头3位都为“0”，所以在与这些位对应的DCT系数（32，9，-14）中，DCT系数（32）为偶数，不被变更。下一个DCT系数（9）为奇数，所以被变更为接近“0”的偶数“8”。再下一个DCT系数（－14）是偶数，所以不被变更。以下相同，进行信息埋入部104的处理，其结果如图10（b）所示。而且，在图10（b）中，附带斜线的矩形是对象系数。

接着，参照图2说明本实施方式中的图像处理装置的整体处理。图2是表示由图1的图像处理装置进行的处理的流程图。

首先，解码部101对输入的压缩编码数据进行霍夫曼解码等的熵解码，生成第一量化数据（步骤S201）。一般地，在静止图像的情况下，输入的压缩解码数据为JPEG数据。

接着，逆量化部102根据量化时使用的第一量化表106对解码部101输出的第一量化数据进行逆量化，从而生成频率图像数据（步骤S202）。这里，频率图像数据因为由JPEG数据生成，所以为DCT系数。

接着，量化部103利用与在逆量化部102中使用过的第一量化表不同的图4的第二量化表（与第一量化表106不同），将频率图像数据（DCT系数）

量化，从而生成第二量化数据（步骤 S203）。而且，第二量化表 107 的各元素与第一量化表 106 的各元素相比为较小的值。

接着，信息埋入部 104 通过按照规定的规则进行操作，在量化部 103 输出的第二量化数据中埋入规定的附加信息（步骤 S204）。如上所述，按照规定的规则操作的埋入法，只要是根据附加信息的位值，将量化数据的值变更为奇数或者偶数就可以。

关于埋入数据量，例如在输入图像大小为 320×240 像素、在 8×8 像素的 DCT 单位块中埋入 16 比特（2 字节）的附加信息时，对于 320×240 像素构成的输入图像，可以利用 1200 个 DCT 块，埋入合计 2400 比特的信息。

接着，编码部 105 对埋入了附加信息的量化数据进行霍夫曼编码等的熵编码，从而生成埋入了附加信息的 JPEG 压缩数据（步骤 S205）。

接着，参照图 11，具体比较本实施方式中的图像处理装置的埋入了信息的被量化的 DCT 系数，以及将值比较大并且压缩率高的第一量化表 106 原样用作第二量化表 107 的情况。首先，设埋入信息之前的被量化的 DCT 系数为图 11（a）所示的内容。

这时，按照本实施方式，得到图 11（b）那样的结果。这时，如果求出埋入前后的 DCT 系数的差分的绝对值的总和，则为“54”。

另一方面，在同一情况下，如果将第一量化表 106 原样作为第二量化表 107 进行处理，则得到图 11（c）那样的结果。这时，上述的总和为“124”。

即，按照本实施方式，上述总和被缩小到小于或等于 1/2。换言之，可以理解为尽管埋入相同的信息，但按照本实施方式，可以大幅度地抑制画质的恶化。

如上所述，按照本实施方式的图像处理装置，对于已经用大的值的量化表进行图像压缩而被编码的数据，因为将量化表的各元素变换为小的值而进行量化，所以即使假设对量化数据的值进行微小的变更从而埋入了附加信息，通过逆量化变换的值和埋入前的值也没有大的差别。其结果，可以一边维持被压缩编码的输入数据的画质，一边埋入大量的附加信息。

而且，已经用第一量化表的大的值的量化表进行图像压缩而被编码的数据，因为高频分量的 DCT 系数基本为零，所以即使再次用第二量化表进行了量化，其值仍为零，通过仅在对应中低频分量的量化数据中埋入附加信息，可以减少编码数据的编码量增加。

而且，被输入的压缩编码数据除了 JPEG 数据外，也可以是活动图像编码 MPEG 数据或者 JPEG2000 等的压缩编码数据。即，只要是随着量化的编码数据就可以。

再有，如图 5 所示，不必第二量化表 107 的全部元素都是比第一量化表 106 小的值，只要对应埋入附加信息的量化数据的左上位置的值比第一量化表 106 小就可以。

而且，在第一量化表 106 一开始就为小的值的情况下，不必置换为第二量化表 107，原样使用第一量化表 106 也可以取得同样的效果。

而且，典型的，构成本实施方式的图像处理装置的各功能可以通过存储了规定的程序数据的 ROM、RAM、硬盘等的存储装置，以及执行该程序的 CPU（中央处理单元）来实现。这时，各程序数据也可以经由 CD-ROM 或者软盘等存储介质来导入。

按照本发明，可以一边维持被压缩编码的输入数据的画质，一边埋入大量的附加信息。

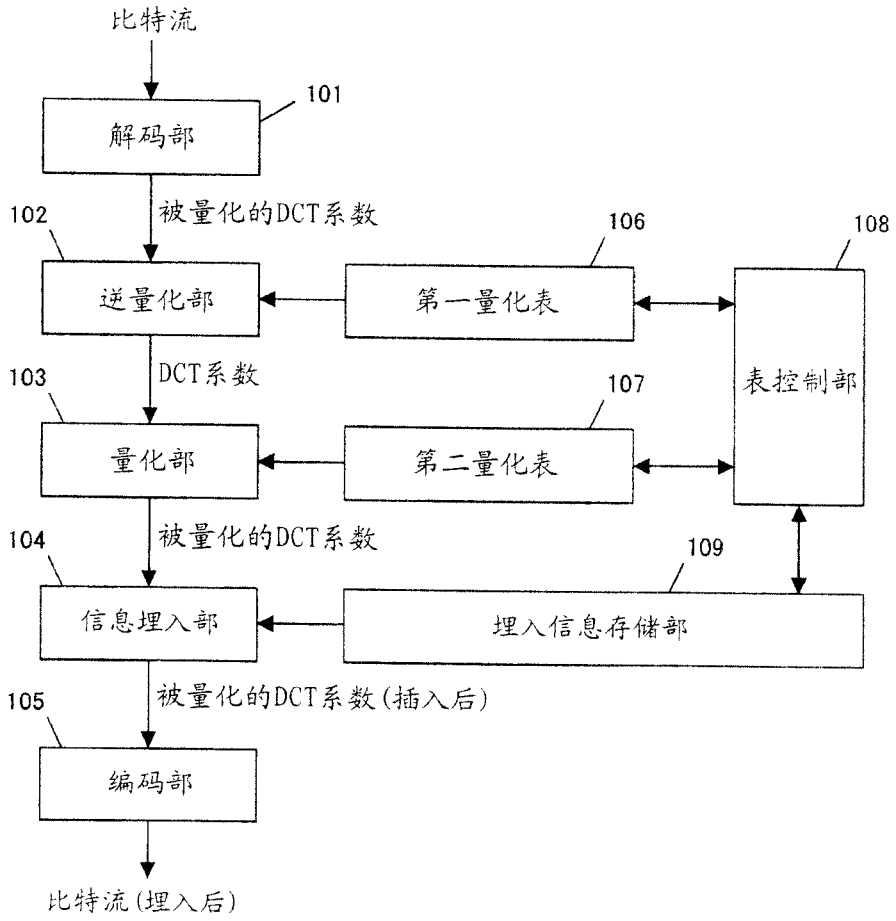

比特流
101
解码部
被量化的DCT系数
102
106
108
逆量化部
第一量化表
表控制部
DCT系数
103
107
量化部
第二量化表
被量化的DCT系数
104
109
信息埋入部
埋入信息存储部
被量化的DCT系数(插入后)
105
编码部
比特流(埋入后)

图 1

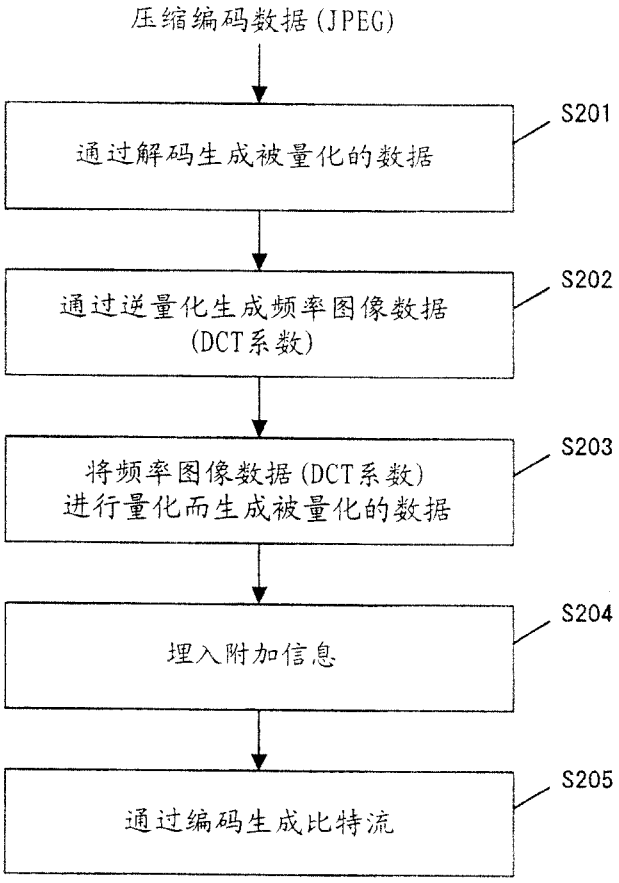

压缩编码数据(JPEG)
通过解码生成被量化的数据
S201
通过逆量化生成频率图像数据
(DCT系数)
S202
将频率图像数据(DCT系数)
进行量化而生成被量化的数据
S203
埋入附加信息
S204
通过编码生成比特流
S205

图 2

图 3

第一量化表

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

图 4

第二量化表

8	5	5	8	12	20	25	30
6	6	7	9	13	29	30	27
7	6	8	12	20	28	34	28
7	8	11	14	25	43	40	31
9	11	18	28	34	54	51	38
12	17	27	32	40	52	56	46
24	32	39	43	51	60	60	50
36	46	47	49	56	50	51	49

图 5

第二量化表

8	5	5	8	24	40	51	61
6	6	7	9	26	58	60	55
7	6	8	12	40	57	69	56
7	8	11	14	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

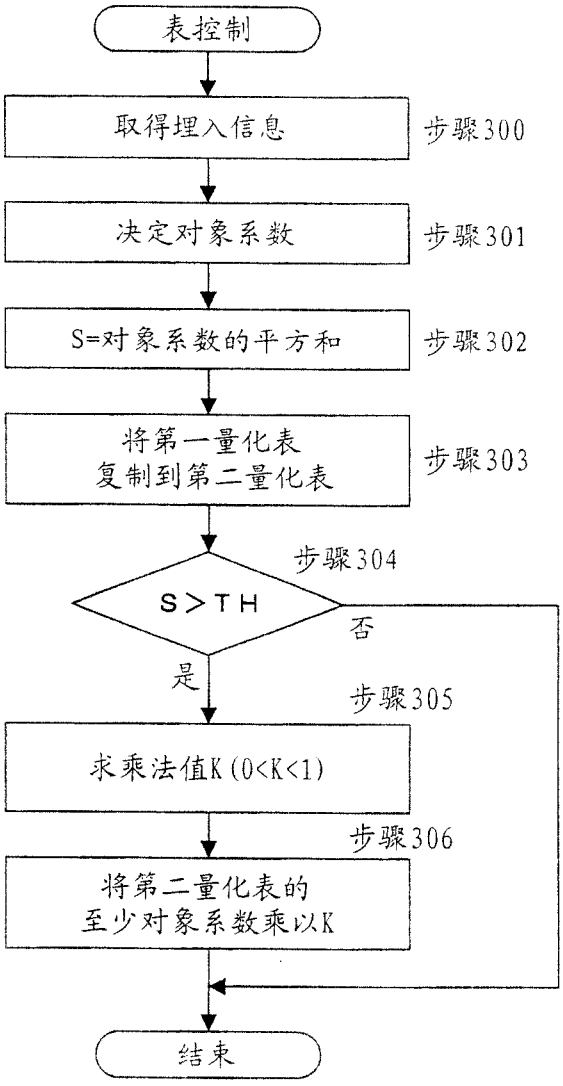

表控制
取得埋入信息
步骤300
决定对象系数
步骤301
S=对象系数的平方和
步骤302
将第一量化表
复制到第二量化表
步骤303
步骤304
S>TH
否
是
步骤305
求乘法值K(0<K<1)
步骤306
将第二量化表的
至少对象系数乘以K
结束

图 6

图 7(a)
被量化的DCT系数

16	4	-2	0	0	0	0	0
-7	3	0	0	0	0	0	0
0	-1	0	0	0	0	0	0
-1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

×

图 7(b)
第一量化表

16	11	10	16	24	40	51	61
12	12	14	19	26	58	60	55
14	13	16	24	40	57	69	56
14	17	22	29	51	87	80	62
18	22	37	56	68	109	103	77
24	35	55	64	81	104	113	92
49	64	78	87	103	121	120	101
72	92	95	98	112	100	103	99

=

图 7(c)
DCT系数

256	44	-20	0	0	0	0	0
-84	36	0	0	0	0	0	0
0	-13	0	0	0	0	0	0
-14	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

图 8(a)
DCT系数

256	44	-20	0	0	0	0	0
-84	36	0	0	0	0	0	0
0	-13	0	0	0	0	0	0
-14	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

÷

图 8(b)
第二量化表

8	5	5	8	12	20	25	30
6	6	7	9	13	29	30	27
7	6	8	12	20	28	34	28
7	8	11	14	25	43	40	31
9	11	18	28	34	54	51	38
12	17	27	32	40	52	56	46
24	32	39	43	51	60	60	50
36	46	47	49	56	50	51	49

=

图 8(c)
被量化的DCT系数

32	9	-4	0	0	0	0	0
-14	6	0	0	0	0	0	0
0	-2	0	0	0	0	0	0
-2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

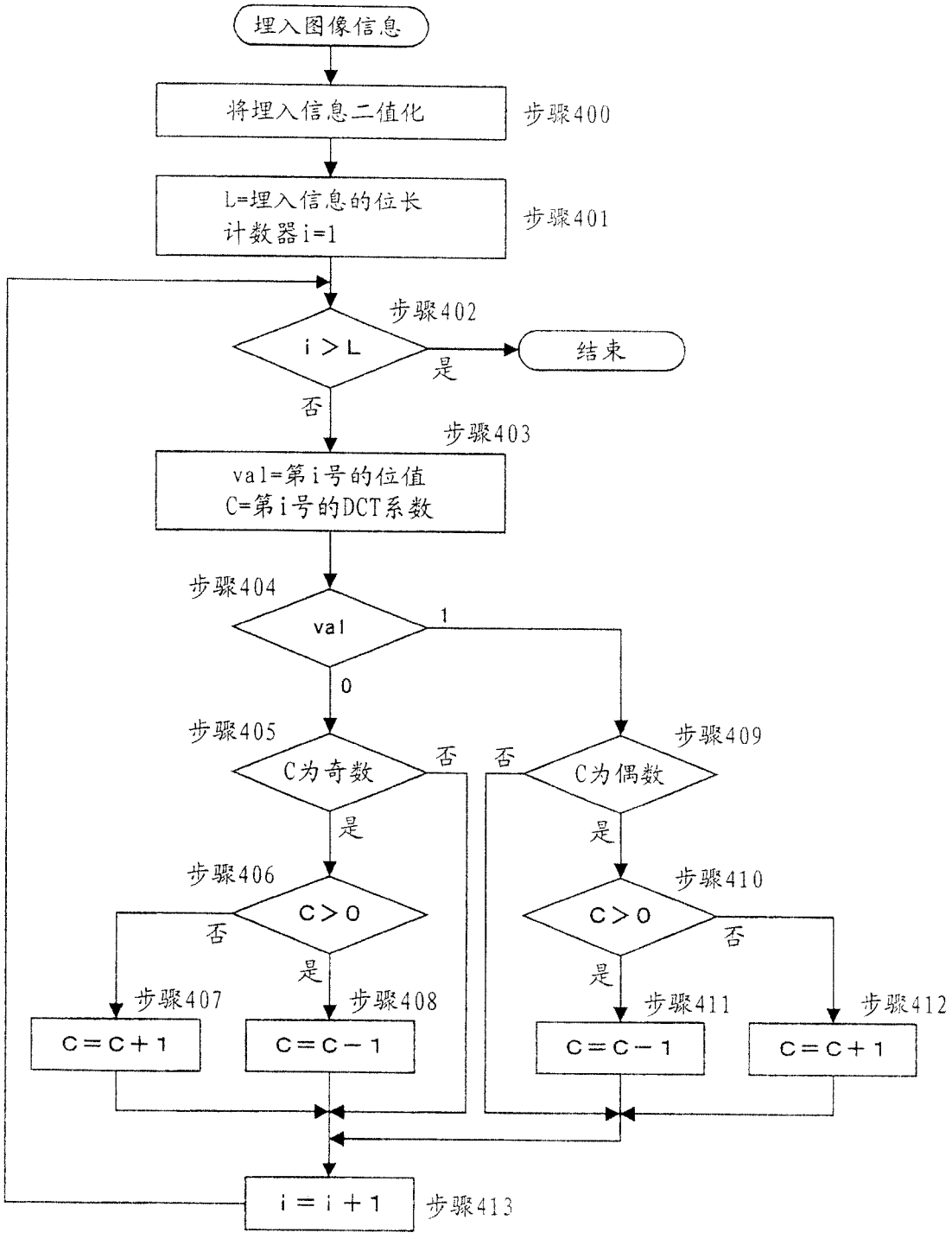

埋入图像信息
将埋入信息二值化
步骤400
L=埋入信息的位长
计数器i=1
步骤401
步骤402
i > L
结束
是
否
步骤403
val=第i号的位值
C=第i号的DCT系数
步骤404
val
1
0
步骤405
C为奇数
否
是
步骤406
C > 0
否
是
步骤407
C=C+1
步骤408
C=C-1
步骤409
否
C为偶数
是
步骤410
C > 0
否
是
步骤411
C=C-1
步骤412
C=C+1
i = i + 1
步骤413

图 9

埋入信息 (13, 46) ⇒ (0, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 1, 1, 0)

N

L＝16

32	9	-4	0	0	0	0	0
-14	6	0	0	0	0	0	0
0	-2	0	0	0	0	0	0
-2	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

图 10(a)

32	8	-3	0	1	0	0	0
-14	5	1	1	0	0	0	0
0	-2	0	0	0	0	0	0
-2	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0

图 10(b)

256	45	-20	0	0	0
-84	36	0	0	0	0
0	-12	0	0	0	0
-14	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

图 11(a)

256	40	-15	0	12	0
-84	30	7	9	0	0
0	-12	0	0	0	0
-14	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0

图 11(b)

PriorArt

256	44	-10	0	24	0
-72	36	14	19	0	0
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0

图 11(c)