

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G06K 9/36

G06K 9/38



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 98808705.7

[45] 授权公告日 2004 年 1 月 21 日

[11] 授权公告号 CN 1135494C

[22] 申请日 1998.6.3 [21] 申请号 98808705.7

[30] 优先权

[32] 1997.6.30 [33] US [31] 08/884,923

[86] 国际申请 PCT/US98/11439 1998.6.3

[87] 国际公布 WO99/00762 英 1999.1.7

[85] 进入国家阶段日期 2000.2.29

[71] 专利权人 英特尔公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 T·阿查亚

审查员 王艳坤

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

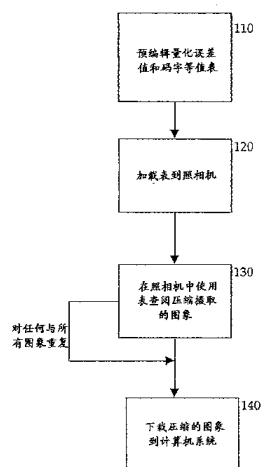
代理人 王勇 陈景峻

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 6 页

[54] 发明名称 基于高效表查阅的视觉无损图像压缩方案

[57] 摘要

公开了一种图像压缩方案，它模仿人的视觉感知系统。使用图像误差值的量化，根据视觉无损方案，可以这样压缩图像(130)，使其对肉眼来说和原来图像视觉上不可区别。为帮助诸如数字照相机这样的便携设备中的图像压缩，量化可以预先编辑到一张查阅表中。



ISSN 1008-4274

1. 一种方法，包括步骤：

产生模仿视觉无损失图象压缩方案的图象压缩表，所述方案将两个象
5 素之差的一个误差值和一个量化误差值用多项式关联，所述多项式以人的
视觉感知系统为特征；以及

使用所述图象压缩表压缩图象，所述被压缩图象在解压缩时呈现视觉
无损失。

2. 根据权利要求 1 的方法，另外包括在使用步骤前加载所述表到图
10 象摄取系统中的步骤。

3. 根据权利要求 2 的方法，另外包括在加载所述表后通过对所述摄
取的图象应用所述表的值压缩由所述图象摄取系统摄取的图象的步骤。

4. 根据权利要求 3 的方法，另外包括下载所述压缩的图象到计算机
系统的步骤。

15 5. 根据权利要求 1 的方法，其中，产生步骤进一步包括步骤：

使用所述视觉无损失量化方案，为一组可能误差值中的每一个计算量
化误差值，所述组是所述图象的一个象素值与另一个之差的全部组合的结
果；以及

为每一个所述量化误差值产生一个相应的码字等值，每一所述量化误
20 差值和相应码字等值为每一个所述可能误差值存储在所述表中。

6. 根据权利要求 5 的方法，另外包括分类所述量化误差值到不同类
集合的步骤。

7. 根据权利要求 5 的方法，另外包括步骤：

为每一所述码字等值存储长度信息到所述表中。

25 8. 根据权利要求 5 的方法，另外包括步骤：

计算和存储逆误差值到所述表中，所述逆误差值与所述量化误差值指
数相关。

10. 一种方法，包括步骤：

为一给定图象压缩方案编辑量化误差和码字等值到一个查阅表，所述
30 数值模仿视觉无损失图象压缩，压缩所述方案的结果，该方案将两个象素

之差的一个误差值和一个量化误差值用多项式关联，所述多项式以人的视觉感知系统为特征；以及

为图象压缩使用所述查阅表，其后无需为给定图象压缩方案重新编辑所述值。

- 5 10. 根据权利要求 9 的方法，其中，所述编辑步骤不依赖于被压缩图象的特性而实现。

11. 根据权利要求 9 的方法，另外包括，如果给定图象压缩方案被修改的话，为图象压缩编辑第二值表的步骤。

- 10 12. 根据权利要求 11 的方法，其中，根据由用户对希望的图象质量的选择修改特定图象压缩方案。

13. 一种成像系统，包括：

图象压缩电路，该电路接收来自所述图象摄取设备的输入；以及

- 15 连接到所述图象压缩电路上的图象压缩表，所述图象压缩表提供用于压缩图象的量化误差值及其码字等值，所述量化误差值模仿人的视觉系统，所述方案将两个象素之差的一个误差值和一个量化误差值用多项式关联，所述多项式以人的视觉感知系统为特征。

14. 根据权利要求 13 的成像系统，其中，所述图象压缩电路和所述查阅表用于连接图象摄取设备。

- 20 15. 根据权利要求 13 的成像系统，其中，所述图象摄取设备用于连接计算机系统，所述计算机系统配置成为所述图象压缩表编辑所述量化误差值和所述码字等值。

16. 根据权利要求 14 的成像系统，其中，所述图象摄取设备配置为存储所述压缩的图象。

- 25 17. 根据权利要求 14 的成像系统，其中，所述图象摄取设备配置为传输压缩的图象到计算机系统。

18. 根据权利要求 14 的成像系统，其中，所述图象摄取设备连接到计算机系统，所述计算机系统配置为解压缩和把所述压缩的图象描绘到输出设备上，另外，其中所述输出设备描绘视觉无损失的解压缩的图象。

- 30 19. 根据权利要求 13 的成像系统，其中，所述表集成量化和编码图象误差值。

基于高效表查阅的视觉无损失图象压缩方案

本发明一般涉及数字成像和计算机图形学领域。特别说，本发明
5 涉及执行数字图象处理和压缩的方法。

在小型、便携设备，诸如数字静止照相机中，图象压缩方案应该
适合减少摄取的传感器图象的存储器需求和处理时间，同时甚至在压
缩和解压缩后仍能保持可接受的画面质量。当存储器需求和处理时间
减少时，设备的总功率消耗也减少，因为执行处理的 VLSI（超大规
10 模集成）芯片更紧密。用于传输或存储静止图象或运动视频的位速率
的减少也加快摄取图象的过程，从而加速下载它们到 PC（个人计算
机）或其它更复杂的数据处理系统。图象的快速摄取和压缩允许这样
的照相机转移到下一图象，亦即加快下次启动照相机的快门。

不论是由诸如 VLSI 等硬件还是由软件执行的图象压缩技术都可
15 以归类到“有损失”或“无损失”中的一类。对于无损失压缩，压缩
前的原来图象可以在压缩图象被解压缩时精确恢复。因此，压缩比极
大依赖于图象平均信息量的无损失技术达不到高压缩比，而且因为它
们保存原来图象信息的高百分比，所以计算开销昂贵。与此相反，有
损失压缩只提供原来图象的近似。这样，对于有损失压缩，可以达到
20 较大压缩比，但是与无损失技术相比，图象质量一般较低。一种这样
的有损失技术称为“预测编码”（也称为数字脉冲编码调制（DPCM），
它在该技术中公知），该技术通过线性组合已经处理的相邻象素的属
性而预测后继象素的值。把原来图象象素和相应预测的象素之间的差
定义为误差象素。作为颜色值表示的误差象素被量化，然后二进制编
25 码。常规做法是，与编码不同执行量化，这使得处理电路复杂。

即使对于有损失压缩方案，量化和编码处理的计算量常常很大。
这样，希望减少或消除在诸如数字照相机的小型设备内的量化和编码
的计算。这样做将减少所需电路或芯片面积，同时也减少功耗。

对于有损失技术，如常规上所应用的，图象质量受损。在所摄取
30 的图象质量很重要的场合，例如数字照相机，同样也希望使用“视觉
无损失”的压缩方案。“视觉无损失”方案在技术上说是有损失的，
但是由于某些属性模仿人的视觉系统。对于肉眼，使用“视觉无损失”

方案压缩的图象将近似等同于原来图象显现。

实现这种计算上强化的技术与适用于希望图象压缩的数字照相机和便携、小型设备的电路数目相比要求更多的 VLSI 电路。这样，需要更有效的过程来执行这些技术，同时保持其能力。另外，在它涉及人的视觉系统时需要保持图象质量，使得一个有损失的图象对于肉眼作为“无损失”显现。

公开了一种方法，它具有编辑图象压缩表的步骤，该图象压缩表模仿视觉无损失图象压缩方案。该图象压缩表用于压缩在解压缩时视觉无损失地显现的图象。

10 本发明的方法和装置的目的、特征和优点从下述说明中可明显看出，其中：

图 1 是本发明的一个实施例的流程图；

图 2 是根据本发明的一个实施例编辑图象压缩表的详细流程图；

15 图 3 是本发明的另一个实施例的流程图；

图 4 是根据本发明的一个实施例计算量化误差值的流程图；

图 5 是根据本发明的一个实施例、具有样本数值的图象压缩表；

图 6 是本发明的一个实施例的系统图。

现在参考附图说明本发明的示范性实施例。提供示范性实施例来说明本发明的方面，而不应该理解为限制本发明的范围。示范性实施例的说明主要参考方框图或流程图进行。至于流程图，在流程图中的每一框既表示一个方法步骤，也表示为执行该方法步骤的装置元件。根据实施情况，相应装置元件可以以硬件、软件、固件或其组合配置。

图 1 是本发明的一个实施例的流程图。

25 在该实施例中，获得紧密而高效图象压缩的一个步骤是预编辑量化误差值和代码的一张表（步骤 110）。可能的误差值的总数将根据每一象素希望的颜色分辨率确定（下面说明）。这里误差定义为预测象素（或象素的平均）和当前象素的差。对于每一个可能的误差值，使用某种数据处理系统例如计算机计算相应的量化误差值。下面将会说明，每一量化误差值将具有 Huffman（或其它平均信息量编码）代码等值（equivalent）。Huffman 编码在数字编码和数据压缩技术中公知。原来量化误差值和 Huffman 代码等值等的集成的单一表以表

30

形式存储在数据处理系统中。

在进行任何图象摄取或压缩前，该表一旦被预编辑，便将其加载到照相机的 RAM（随机存取存储器）或 ROM（只读存储器）单元（步骤 120）。因为与逻辑/算术电路相比，存储器不贵且节省功率，预编辑这样的表提供显著的成本和设计方面的优点。

一旦该表被加载到照相机中，对于由该表表示的图象压缩方案，不需重新编辑或重新加载该表。如图 3 所示，如果图象压缩方案改变，该表可以重新编辑和加载，替换或添加在前面的表上。根据步骤 130，由照相机的透镜传感器系统摄取的图象可以使用查阅表方法即时压缩。摄取的象素由 R、G 和 B（红、绿和兰）颜色级（color plane）组成，而预测编码过程同时对在 R、G 和 B 级下摄取的每一象素施加。

当图象被完全摄取并压缩，下一图象可以类似处理，不要重新加载或重新编辑该表。然后，无论是逐个或者以成组方式，把被压缩图象下载到数据处理或计算机系统，它可以执行图象的解压缩（步骤 140）。使用下面说明的“视觉无损失”方法，结果图象对肉眼来说呈现为近似完美地再现所摄取的图象。表查阅压缩方法的优点是压缩摄取图象的速度快，从而允许照相机准备好摄取下一图象。另外的优点是使用加载到照相机的同样的表实现解压缩，它解码和逆量化来近似摄取的图象。下面说明这些细节，以及视觉无损失算法。

图 2 是根据本发明的一个实施例预编辑图象压缩表的详细流程图。

预编辑图象压缩表的第一步是为每一指定误差值计算一个量化误差值。一个图象象素可以分为 R、G 和 B 级分量，并假定为每一颜色级使用 N 位，于是，一个象素的总数将定义为 $3*N$ 位。预测编码方案独立并同时同时对每一颜色级操作。这样，作为预测象素分量和原来象素分量之差的误差将在 $-(2N-1)$ 到 $2N-1$ 之间变化，得出可能误差值的总数目为 $2^{N+1}-1$ 。例如，一个 24 位的彩色图象将由具有 8 位 R 分量、8 位 G 分量和 8 位 B 分量的象素组成。对于每一象素分量，误差的低限是 $0-255=-255$ ，而高限是 $255-0=255$ ，总误差值为 $2^8-1=511$ 。根据步骤 210，对于 $2^{N+1}-1$ 个中的每一误差值，计算量化误差值。该量化误差值，根据在本发明的各种实施例中建议的视觉无损失方案，采取 $y = (x-c)^a + c$ 的形式，式中，y 是量化误差，x

是原来误差， c 是阈值，而“ a ”是平均信息量编码因子，它由人的视觉感知系统的响应导出（人的光系统对视觉输入的响应及其由人脑的解释）。下面参考图 4 说明量化计算的进一步的细节。

上述例子是预测编码的一个形式，在其预测中可以是一维或者多维。一维预测取预测的“西”邻像素分量作为预测像素分量，所谓西邻分量为同一行但在该图象中的前一列的像素分量（ R, G, B ）。2 维预测编码方案例如首先取预测的“北”邻像素分量和西邻像素分量，然后将其平均。然后，从当前原来的图象像素中减去前一预测像素分量的平均值来获得误差值。为使由于对这些误差值的量化而引起的误差的传播最小，可以通过逆量化和误差近似对恢复器施加反馈恢复。由逆量化获得的这一近似可以与预测的像素分量（或平均值）相加以恢复误差，至少部分恢复。

继续参考图 2，过程的下一步骤是分类量化误差值到一个不同类组（步骤 220）。类的数目既依赖于编码该量化误差值需要的位数，也依赖于量化误差公式中的阈值 c 的值。在本发明的这一实施例中使用的二进制编码本质上逐位进行。这样，解码一个二进制编码值在计算上很复杂，因为需要以逐位方式处理。然而，通过分类量化误差值，解码生成的码字等值被大大减化。下面提供一个例子。在分类量化误差值后，可以为每一量化误差值产生一个码字等值（步骤 230）。每一量化误差值可以用一对二进制值（ H, M ）表示，这里 H 是该类的 Huffman 码，而 M 是在该类中的量化误差值的 1 的补表示。该数据对（ H, M ）当级联在一起形成位序列“ HM ”时表示前缀码字。下面将会说明，该前缀码字极大地简化解码过程。一旦为每一量化误差值产生码字等值，则把集成的量化误差值及其相应码字等值存储在图象压缩表中（步骤 240）。另外，下一步骤是为每一码字等值存储该码字等值的位长度（步骤 250）。

由（ H, M ）对产生的码字等值是可变长度前缀码。码字等值作为十进数值存储在一张表中，例如，如果未量化误差值 2、25、100 的码字等值为 0、10111、111010 的话，则它们分别作为 1 字节的十进制数值 0、23、58 存储在该表中。虽然这些码字等值 0、23、和 58 分别实际以 8 位 00000000、00010111、00111010 存储，但是对码字等值 0 只有 1 位有意义。类似地，对码字等值 23 只有 00010111 的后

5 5 位有意义, 对于码字等值 58 只有 00111010 的后 6 位有意义。因此, 由于所有码字等值作为相同位数优化存储, 因此希望有长度信息, 以便能够从查阅表的存储器字节中抽取可变长度代码。可变长度码字等值以 8 位字节打包在一起并输出到该压缩的文件中。例如, 假定量化误差值为 99、25、-2、0、9、0、0、55、100, 则输出代码为 111011、10110、0、0、10101、0、0、111000、111011。它们以 8 位字节作为

字节 1	字节 2	字节 3	字节 4
11101110	11000101	01001110	00111011

打包并输出到压缩文件。因此, 需要长度信息来准备输出字节, 以便它们在被解压缩时被正确地“解包 (unpacked)”。

10 图象压缩表可以包含量化误差值的索引以及为每一量化误差值的码字等值和该码字等值的长度。可以为所有颜色级使用同样的表。这样, 图象压缩表最多有 $2^{N+1} - 1$ 个索引或地址, 这里, N 表示图象中的象素的每一颜色分量 (R, G, B) 的位数。预编辑图象压缩表的过程只需要执行一次, 而可以应用于每一颜色级不加修改。这样, R、
15 G 和 B 压缩过程可以共享单一图象压缩表。

图象压缩表通过为量化误差值表示码字等值, 把量化和二进制编码过程集成在一起。该表通过为作为对该表索引提交的每一量化误差值提供一个码字等值将量化和二进制编码集成。这样, 消除了单独的二进制编码的步骤结构。

20 图 3 是本发明的另一实施例的流程图。

单一图象压缩表表示一个特定的图象质量或压缩比。测试和实验表明, 对于量化误差公式 $y = (x-c)^a + c$, 从人的视觉系统响应导出的值 “a” = 0.45 给出极好的视觉无损失特性。这种视觉无损失图象压缩对于静止图象来说非常好, 因为, 它表示人脑对接收到的视觉刺激
25 诸如颜色和形状的“感知”。阈值 c 也通过试验发现取值 3 最好。公式的精确性下面讨论。如果希望不同的压缩级, 则可以减少“视觉无损失”级, 而增加图象压缩比。

本发明的各种实施例所基于的人的视觉感知系统包括光系统 (晶状体, 角膜等) 以及脑和神经系统, 后者解释眼从其周围收集的内容。
30 眼和人的光系统将基于反射的光给脑发送一组图象数据, 非常类似照

相机，但离散程度低得多。脑解释眼“摄取”的内容，这一解释就是人“看到”的东西。图象的精细度，清晰度和颜色分辨率依赖于脑处理视觉刺激的部分的辨别能力。这样，如果人眼只能区别例如1000000种颜色的话，则为了将其呈现给人的目的，以更多颜色打印或显示图象是不必要的。类似地，人的视觉感知系统的某些其它特性诸如边缘检测可以，如果知道的话，用来简化为诸如数字照相机等应用的图象压缩方案。

在数字照相机的例子中，模仿人的视觉感知系统将产生本发明的各种实施例中提到的“视觉无损失”结果。取“a”为0.45和“c”为3的量化公式 $y = (x-c)^a + c$ 紧密模仿人对静止图象的视觉感知系统。如果使用这些参数的话，则其误差可以容忍，对肉眼视觉上区分不出来。虽然以各种实施例实现的本发明考虑使用查阅表以便使量化预先计算和编辑，但是熟悉本技术领域的人在这里能很容易在这里采纳人的视觉感知模仿为基于即时计算量化的方法的非查阅表。一种这样的方法可以包括软件压缩，其中计算机编程的应用使用 $y = (x-c)^a + c$ 或其变型在该计算机系统内对已经存储的图象或者以流式传输给该应用的图象执行视觉无损失压缩。

对于不同类型的应用希望不同的图象压缩比和质量。为便利这一点，成像系统的用户可以在图象压缩表被预编辑的数据处理系统中或从照相机/成像系统中选择希望的图象质量和/或压缩级（步骤310）。接着，软件询问可能存储图象压缩表的存储器或者磁盘，是否存在相应于希望的质量/压缩级的图象压缩表（步骤320）。如果相应图象压缩表确实存在，则数据处理系统加载相应表到照相机/成像系统中（步骤340）。在另一可选的实施例中，可以在照相机/成像系统中存储多于一个的不同的图象压缩表，但是在小型数字照相机中，在任何给定时间上单一最优表是足够的，并最少干扰。如果照相机/成像系统具有多个表的能力，那么也可以询问该成像系统是否已经包含合适的表。

如果不存在相应的图象压缩表，那么下一步骤是为量化误差值公式 $y = (x-c)^a + c$ 设定一个伽马系数（gamma），“a”和阈值c，（步骤330）。伽马系数和阈值将依压缩方案不同而不同，但是可以很容易制成表，以便在希望某一方案（压缩比/质量）的场合可以使用。使用

相应于希望方案的伽马系数和阈值, 下一步骤是使用这些值编辑一个新的图象压缩表(步骤 335)。图象压缩表的编辑已参考图 2 说明。

一旦图象压缩表被定位或被编辑, 则将该表加载到照相机(步骤 340)。在把图象压缩表加载到照相机后, 图象可以在照相机上压缩(步骤 350)。这些图象将具有和所选择的质量/压缩比同等的质量/压缩比。另一可选方案为, 由数据处理系统或成像系统根据使用图象的特定应用自动实现质量/压缩比的选择。

图 4 是根据本发明的一个实施例计算量化误差值的流程图。

假定伽马系数“a”和阈值 c 已经确定, 使用下面的方法计算量化误差值。基本等式 $y = (x-c)^a + c$ 的适当形式依赖于 x 即误差值的范围。如果 x 大于 c (在步骤 410 检验), 那么应用 $y = (x-c)^a + c$ 。为应用这一形式, 第一步是计算中间值 $I_1 = (x-c)$ (步骤 412)。接着, 将 I_1 自乘到 a 次幂而产生 I_2 (步骤 414)。最后, 把 c 的值加到 I_2 , 得到 Y, 其将为一个正量化误差值(步骤 416)。只存储该量化误差值的整数部分, 因此将 y 值在插入表之前截断(步骤 418)。

如果 x 大于 -c, 但是小于或者等于 c (在步骤 420 检验), 则判定 y 是零(步骤 422)。

如果误差值小于 -c (在步骤 430 检验), 那么下一步骤是取该误差值的绝对值(步骤 432)。然后, 从该误差值的绝对值中减去 c 计算中间值 J_1 。接着, 将 J_1 自乘到 a 次幂, 产生 J_2 (步骤 436)。接着, 把值 c 加到 J_2 形成 J_3 (步骤 438)。最后, 由于误差值是负数, 因此量化误差值也应该是负数。这通过把 J_3 取负数实现(步骤 440)。使用这些量化误差值通过压缩图象的误差而压缩图象。

图 5 是根据本发明的一个实施例的具有样本值的图象压缩表。

图 5 的表具有 8 位颜色级值的样本值。每一颜色级 R、G 和 B, 如果由 8 位组成, 则在以 24 位的颜色分辨率象素的解压缩时将产生一个图象。图 5 的图象压缩表同样可应用于所有 3 种颜色级, 因为所有 3 种级具有同样范围的可能误差值。如上所述, 在一个象素和一个预测象素之间的可能误差值对于假定为 8 位颜色级的每一级为 -255 到 +255。图 5 的表表示 511 个可能误差值当其被量化时的 28 个。本发明的一个实施例使用表达式 $y = (x-c)^a + c$ 计算量化误差值, 式中 x 是误差值(图的第一列), 而 y 是量化误差值(截断的, 图 5 的第

二列)。图 5 所示量化误差值相应于伽马系数“a”取 0.45 和阈值取 3 的场合。如图 5 所示, 通过使用图 4 的方法, 取 $a = 0.45$ 和 $c = 3$, 511 个误差值被压缩为只有 25 个量化值。虽然这些误差值只涉及一个 R、G 或 B 像素, 但是可以使用插值来结合相邻像素成更高, 例如 5 24 位像素的, 分辨率图象。

图 5 第二列所示量化误差值一旦被编辑, 则可以执行误差值的分类。阈值 c 通过确定类的数目决定分类。在本例中, c 是 3, 所以类的数目是 3。第一类, 类 0, 是处于 $-c$ 和 c 之间的误差值, 亦即在本例中在 -3 和 3 之间。使用图 4 的方法, 所有这些误差值相应于量化误差值 0。第二类命名为类 3, 因为优选使用最多 3 位来编码 4 到 7 和 -4 到 -7 之间的无符号量化误差值。下一类, 类 4, 由 8 到 15 和 -8 到 -15 之间的量化误差值组成, 它们需要 4 位编码。

一旦对量化误差值分类后, 则可以构造码字。每一量化误差值的码字等值取形式“HM”, 这里 H 是量化误差值所属类的 Huffman 码, 15 而 M 是该量化误差值的二进制表示。负量化误差值对 M 值取无符号数的二进制形式的补。把类的 Huffman 码和 M 连接形成码字等值。作为第一个例子, 误差值 31 具有量化误差值 7 (以 $a=0.45$ 和 $c=3$ 计算)。量化误差值 7 属于类 3。“3”的 Huffman 码是 10, 因此 H 是 10。值 7 的二进制形式是 3 位的 111, 从而 M 是 111。这样, 对于量化误差值 20 7 的码字等值是“HM”亦即 10111。值“10111”存储在量化误差值 7 的旁边。作为第二个例子, 误差值 -119 具有相应量化误差值 -11。“-11”属于类 4, 而 H (“4”的 Huffman 码) 是 11 (二进制)。M 是无符号十进制数 11 的补, 为“0100”。这样, 对量化误差值 -11 的码字等值是“110100”。

25 对在 -255 和 255 之间所有可能的误差值类似地编辑量化误差值和码字等值。如上所述, 每一码字等值的长度也应该存储, 以便将这些码字等值打包到供通信传输的适合的数据结构中。码字等值表示常规上不同的量化和编码处理的集成。

另外, 图象压缩表也可以存储量化误差值的逆。当图象被恢复或 30 分解时, 使用逆量化误差值。使用公式 $X_{inv} = (y-c)^a + c$ 计算逆量化误差值, 式中 y 是量化误差值, X_{inv} 是逆量化误差值。虽然逆值只是量化前的原来误差值的近似 (例如, 255 量化为 15, 而逆为 253),

但是这对视觉无损失压缩是足够的，因为引入的误差不被人的视觉感知系统感知。

图 6 是本发明的一个实施例的系统图。

所表示的是一个计算机系统 610，它可以是连接到照相机 630 上的任何通用或专用计算或数据处理机器，诸如 PC（个人计算机）。照相机 630 可以是数字照相机、数字视频摄像机、或任何图象摄取设备或成像系统，用于摄取物体 640 的传感器图象。基本上，所摄取的图象由图象压缩电路 632 压缩，使其能够在图象存储器单元 634 内高效存储，图象存储器单元 634 可以是 RAM 或其它存储设备，诸如硬盘、小型卡等。在大多数数字照相机中，图象首先被存储，以后下载。这允许照相机 630 迅速摄取下一物体而无附加延迟。

在本发明的该实施例中的图象处理如下操作。首先，如果图象压缩表尚未编辑，则使用计算机系统 610 编辑。使用诸如 Pentium™（Intel 公司的一种产品）的处理器 612 和用于存储/加载指令地址和结果数据的诸如 RAM 的存储器 611 执行在本发明的各种实施例中说明的方法。用于编辑图象压缩表的应用程序可以从编译以诸如 C++ 语言书写的源程序得到的一个可执行文件。该可执行文件的指令相应于计算量化误差值、码字等值所必需的指令，并索引这些和其它值到一张表中，该表可以存储到磁盘 618 或者存储器 611 中。十分明显，只要公开所述方法，熟悉本技术领域的人能编程计算机来编辑图象压缩表。

计算机系统 610 具有系统总线 613，它便利向/从处理器和存储器和连接到 I/O 总线 615 的桥 614 的信息传输。I/O 总线 615 连接各种 I/O 设备，诸如显示适配器 616、磁盘 618 和 I/O 端口，诸如串行端口。本发明可使用 I/O 设备、总线和桥的多种这样的组合，所示组合只是说明可能组合的一种。

图象压缩表一旦被编辑，则可通过 I/O 端口 617 发送并加载到图象压缩电路 632，作为由图象压缩电路 632 使用的 RAM 或存储器。该表一旦加载，即在其后可由图象压缩电路 632 使用。

当一个图象，诸如物体 640 的一个图象，被摄取时，该图象被 R、G 和 B 象素感测，这些象素值被送到图象压缩电路 632。图象压缩电路 632 由 IC 和其它部件组成，它执行诸如预测编码的图象压缩方案。

图象压缩电路 632 根据预测编码公式计算初始误差值, 然后为该误差值查阅相应的量化误差值以及码字等值, 并将其存储在图象存储器单元 634 中。通过查阅图象压缩表中的值, 量化和编码步骤不必由照相机执行。由于避免了用于执行量化和编码误差值的附加电路, 照相机的总成本得以减少。一旦为该图象处理完所有象素, 照相机 630 可以摄取下一图象。当用户或应用程序希望/请求下载图象时, 作为打包的码字存储在图象存储器单元中的压缩图象从图象存储器单元 634 传输到 I/O 端口 617。I/O 端口 617 使用所示总线桥层次结构 (I/O 总线 615 到桥 614 到系统总线 613) 临时存储码字到存储器 611, 或可选地, 到磁盘 618。使用合适的应用软件 (或硬件) 解压缩压缩图象, 所述应用软件可以使用处理器 612 来执行它。由于图象压缩表已在计算机系统中编辑, 因此它可以在求逆时重新使用来“查阅”相应于码字的实际误差值。该误差值用于逆预测编码 (或其它相应图象解压缩方案) 以产生解压缩图象 650。然后, 解压缩的图象 650 可以使用显示适配器 616 在计算机系统可能连接的监视器 620 上可见地描绘。

如果图象压缩表以“a”值为 0.45、阈值 c 为 3 编辑, 并用于照相机 630 中的话, 则解压缩的图象 650 将是“视觉无损失”的。该图象是视觉无损失的, 因为公式 $y = (x-c)^a + c$ 当用于计算和编辑该图象压缩表时模仿人的视觉系统。这样, 对于用户, 解压缩的图象 650 将呈现为与原来物体 640 的形象视觉上不可分辨的, 只要有足够的显示设备的话 (监视器 670 和适配器 616)。类似地, 如果遵照本发明的各种实施例中的方法及其另外可选的方案的话, 由照相机摄取的其它图象可以被解压缩并输出到监视器 620, 并且每一个将保持视觉无损失质量。

提供在这里描述的实施例仅为说明本发明的原理, 而不应该理解为限制本发明的范围。更确切说, 本发明的原理可以应用于一个广阔范围的系统, 以获得这里叙述的和其它优点, 或同样满足其它目的。

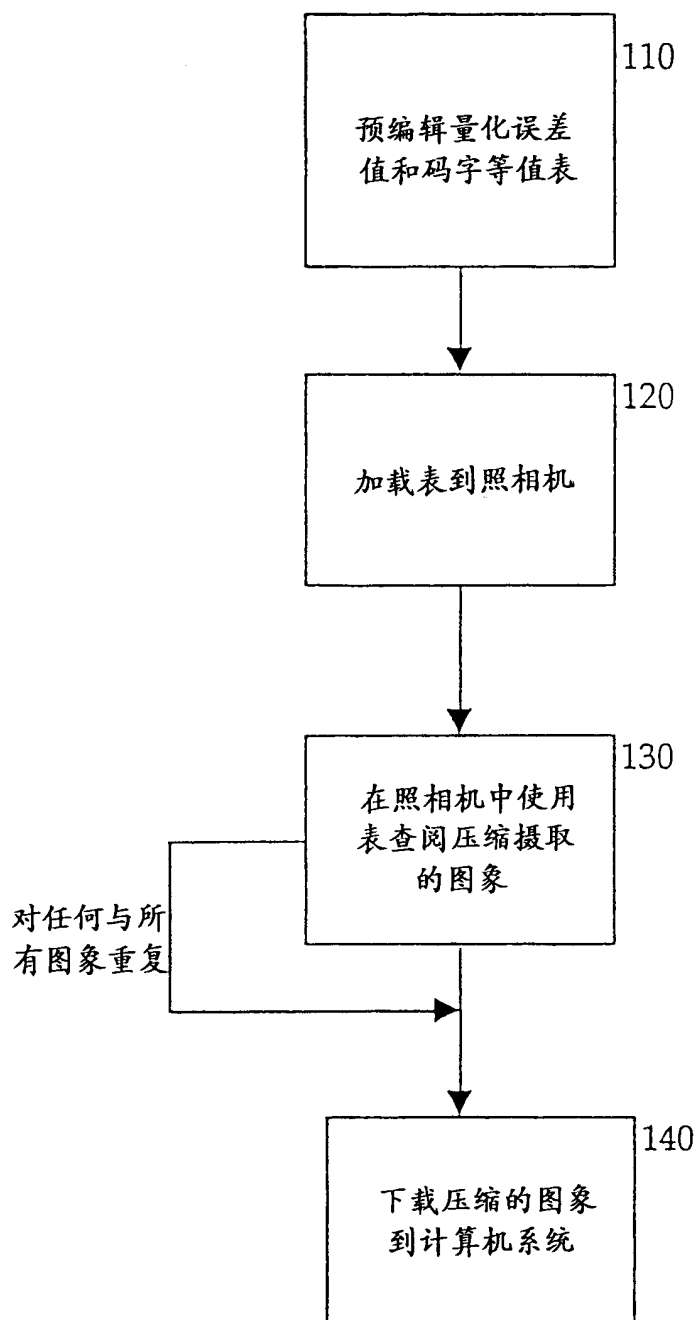


图 1

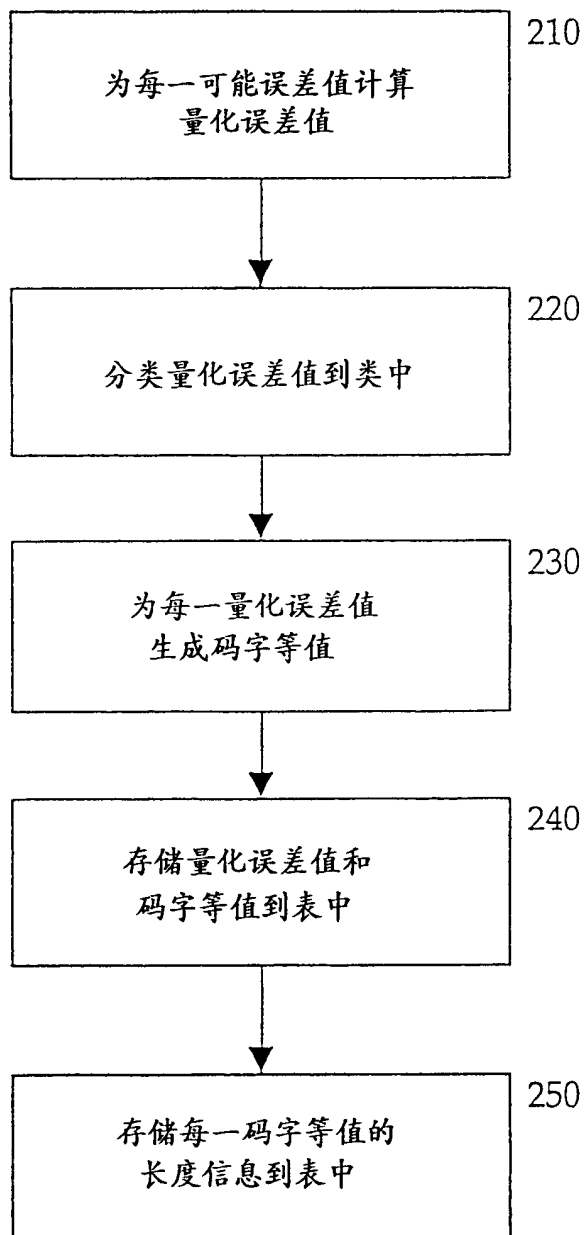


图 2

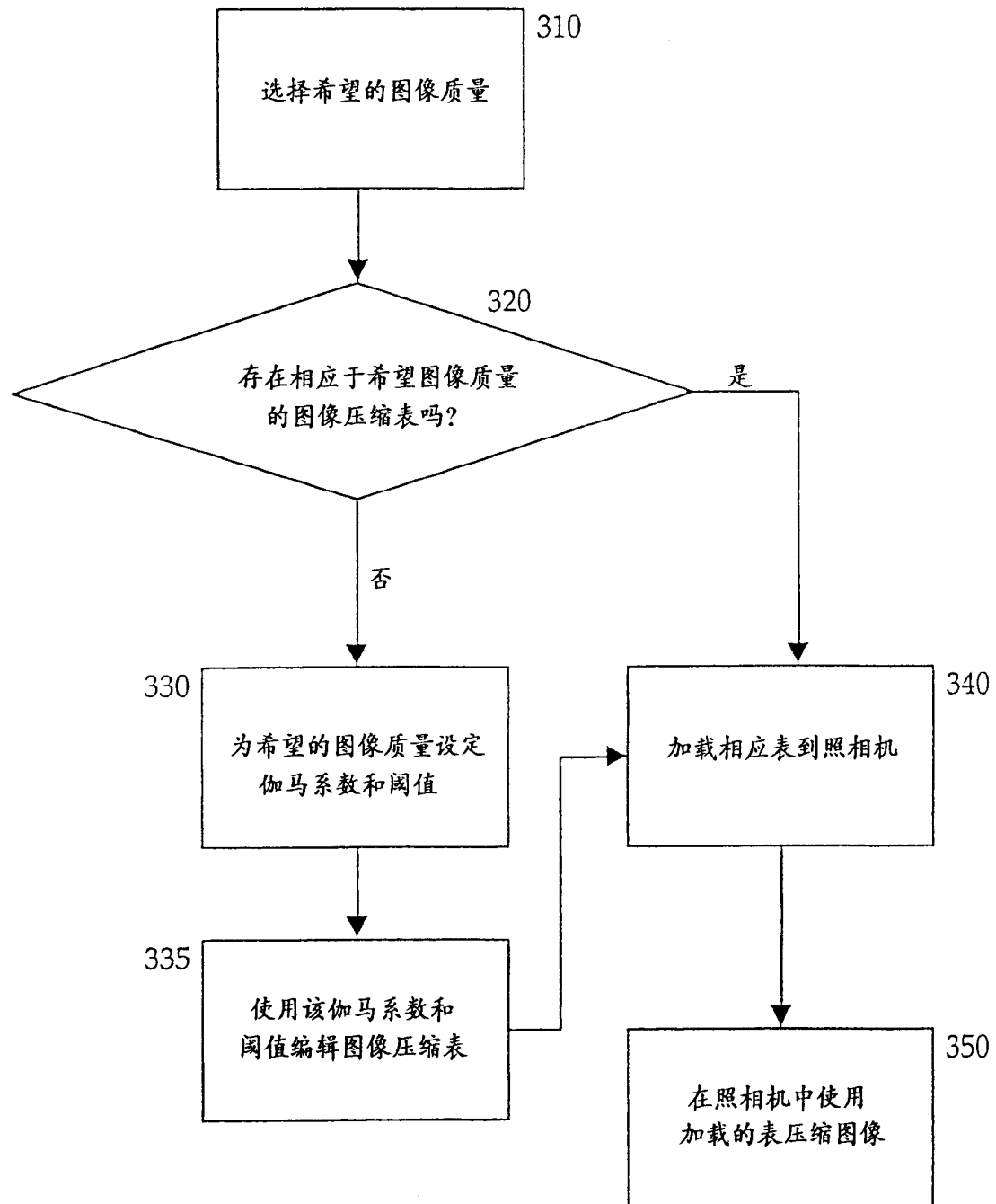


图 3

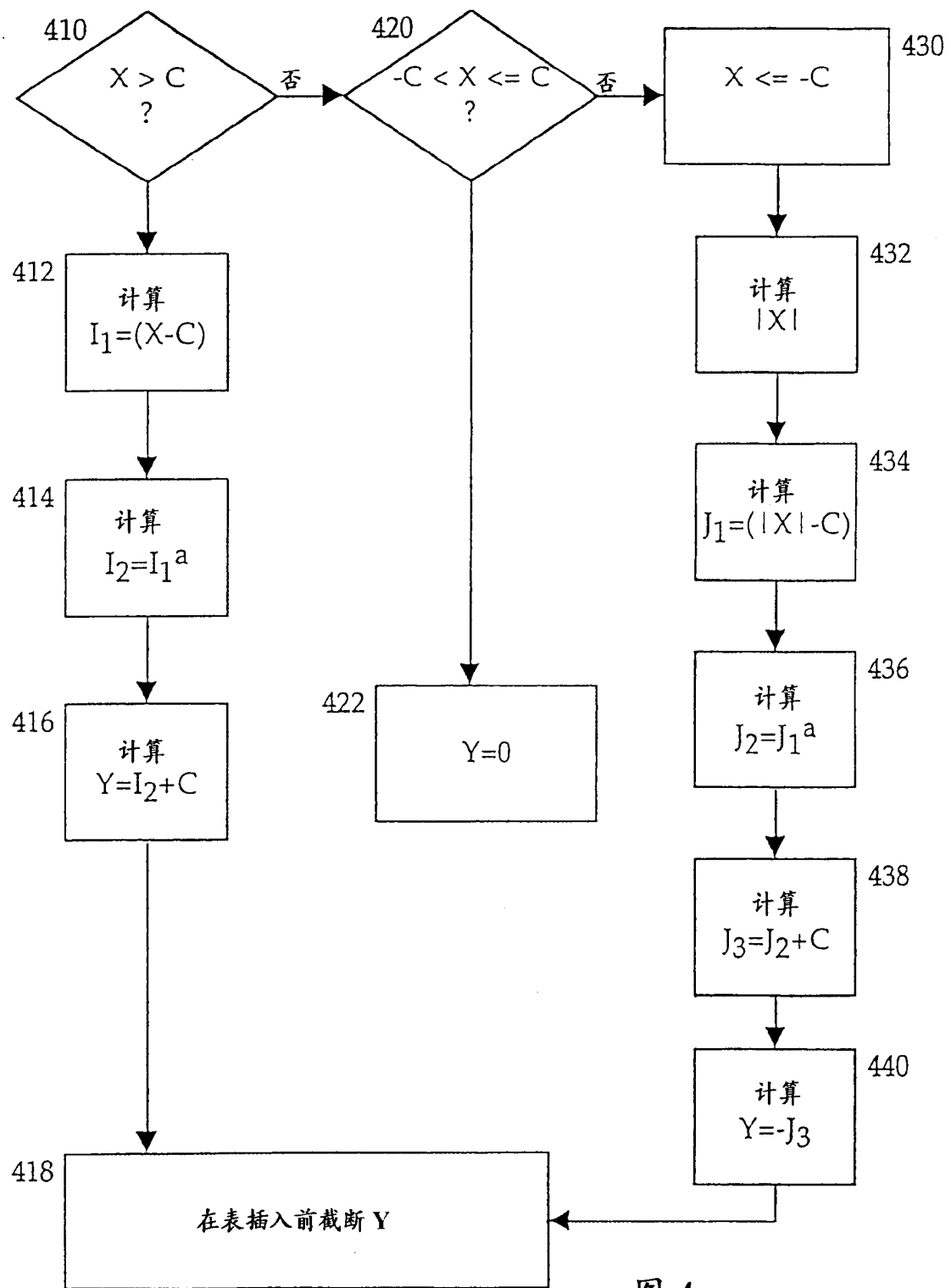


图 4

误差值	量化误差值	码字等值	长度	逆
-255	-15	110000	6	-253
-231	-15	110000	6	-253
-230	-14	110001	6	-209
-188	-13	110010	6	-170
-151	-12	110011	6	-135
-119	-11	110100	6	-105
-91	-10	110101	6	-79
-67	-9	110110	6	-57
-47	-8	110111	6	-39
-31	-7	10000	5	-25
-19	-6	10001	5	-14
-10	-5	10010	5	-8
-5	-4	10011	5	-4
-3	0	0	1	0
3	0	0	1	0
5	4	10100	5	4
10	5	10101	5	8
19	6	10110	5	14
31	7	10111	5	25
47	8	111000	6	39
67	9	111001	6	57
91	10	111010	6	79
119	11	111011	6	105
151	12	111100	6	135
188	13	111101	6	170
230	14	111110	6	209
255	15	111111	6	253

图 5

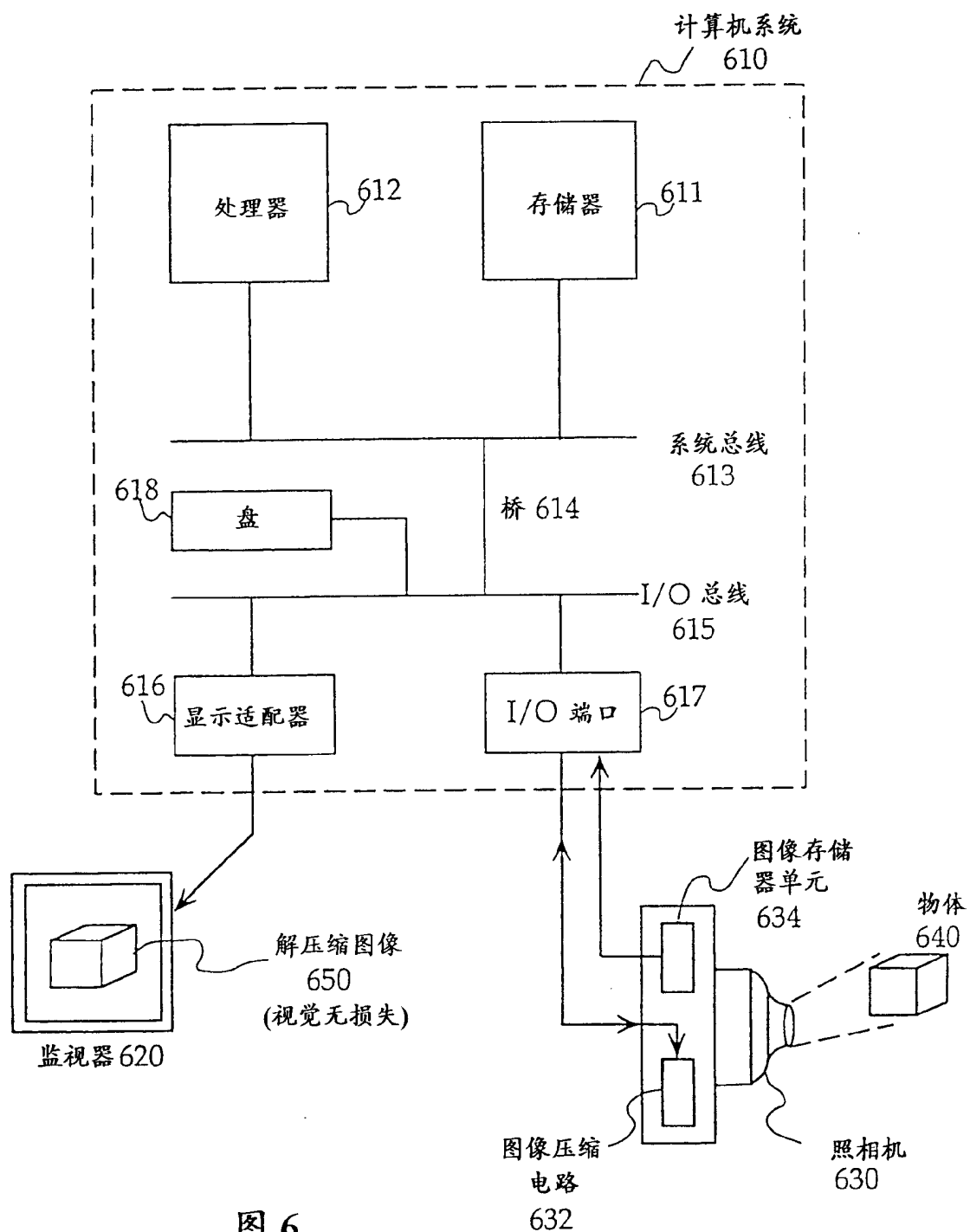


图 6