

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480031775.X

[51] Int. Cl.

H04N 7/15 (2006.01)

H04N 7/12 (2006.01)

G06T 9/00 (2006.01)

[45] 授权公告日 2010年2月10日

[11] 授权公告号 CN 100589548C

[22] 申请日 2004.11.26

[21] 申请号 200480031775.X

[30] 优先权

[32] 2003.11.28 [33] NO [31] 20035322

[86] 国际申请 PCT/NO2004/000365 2004.11.26

[87] 国际公布 WO2005/053312 英 2005.6.9

[85] 进入国家阶段日期 2006.4.27

[73] 专利权人 泰德通信公司

地址 挪威莱萨克

[72] 发明人 G·比约恩特盖德

[56] 参考文献

US2002/0172288A1 2002.11.21

US6259734B1 2001.7.10

US6639944B1 2003.10.28

US2003/0059089A1 2003.3.27

审查员 梁军丽

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

代理人 张焕生 谢丽娜

权利要求书 3 页 说明书 8 页

[54] 发明名称

校正内插像素值的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种视频压缩系统，尤其是涉及数字视频系统中的压缩/解压缩。本发明公开了一种在计算用于运动向量预测的 1/2 和 1/4 位置像素时补偿舍入和截断误差的方法。根据本发明，通过适当地向上移位或向下移位 1/2 位置像素值的计算结果来削减舍入/截断偏移。还公开了一种在像素值为具有小数部分 0.5 的小数的情况下交替发生将内插的像素值上转换和下转换到最近的整数的方法。在一个优选的实施方式中，每个运动向量分配有第一或第二符号，从而在所预测块中进行的向上或向下转换依赖于与该预测块相对应的运动向量的分配。本发明在编码标准 H.264/AVC 中尤其有效。

1. 一种视频编码或解码的方法，当根据运动向量组中的某一向量从先前解码的视频画面中的第二像素块确定视频画面中的第一像素块的预测时，所述方法用于计算位于整数像素位置之间的内插 $1/2$ 位置像素值和 $1/4$ 位置像素值，其中所述先前解码的视频画面中的第二像素块相对于所述第一像素块具有空间偏移，该方法包括以下步骤：

通过 n 抽头滤波器根据包括舍入附加值的相邻整数像素位置值来计算 $1/2$ 位置像素值，以及

通过平均两个相邻的 $1/2$ 位置像素值或一个相邻的 $1/2$ 位置像素值和一个整数位置像素值然后进行舍入和截断来计算 $1/4$ 位置像素值，

其特征在于，该方法进一步包括以下步骤：

充分调节所述舍入附加值，从而在所述的 $1/2$ 位置像素值和 $1/4$ 位置像素值中引入纠正移位，使得补偿由所述的 $1/4$ 位置像素值的舍入或截断所引入的像素值误差移位。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述 n 抽头滤波器为 6 抽头滤波器。

3. 根据权利要求 2 所述的方法，其中，所述 6 抽头滤波器具有脉冲响应 $(1/32, -5/32, 20/32, 20/32, -5/32, 1/32)$ ，并且所述舍入附加值从 $16/32$ 降低到 $6/32$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述 n 抽头滤波器为 4 抽头滤波器。

5. 根据权利要求 4 所述的方法，其中，所述 4 抽头滤波器具有脉冲响应 $(-1/8, 5/8, 5/8, -1/8)$ ，并且所述舍入附加值从 $4/8$ 降低到 $1/8$ 。

6. 根据权利要求 1-5 中

任意一项所述的方法，其中，所述视频画面根据编码标准 H.264/AVC 进行编码。

7. 一种视频编码或解码的方法，当根据运动向量组中的某一向量从先前解码的视频画面中的第二像素块确定视频画面中的第一像素块的预测时，该方法用于计算位于整数像素位置之间的内插 $1/2$ 位置像素值和 $1/4$ 位置像素值，其中所述先前解码的视频画面中的第二像素块相对于所述第一像素块具有空间偏移，该方法包括以下步骤：

通过 n 抽头滤波器根据包括舍入附加值的相邻整数像素位置值来计算 $1/2$ 位置像素值，以及

通过平均两个相邻的 $1/2$ 位置像素值然后进行舍入来计算 $1/4$ 位置像素值，

其特征在于，该方法还包括以下步骤：

分配第一或第二符号给所述运动向量组中的各运动向量，

如果对所述运动向量分配了所述第一符号，则在计算所述第二像素块中的内插值时，将各个具有小数部分 0.5 的小数内插值转换为相应的最接近较低整数值，以及

如果对所述运动向量分配了所述第二符号，则在计算所述第二像素块中的内插值时，将各个具有小数部分 0.5 的小数内插值转换为相应的最接近较高整数值。

8. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述分配步骤进一步包括按预设的交替格式分配所述第一或第二符号给所述运动向量组中的各运动向量。

9. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述分配步骤进一步包括按一种交替格式分配所述第一或第二符号给所述运动向量组中的各运动向量，其中所述交替格式通过具有像素数据输入的随机或伪随机过程确定。

10. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述分配步骤进一步包括按一种交替格式分配所述第一或第二符号给所述运动向量组中的各运动向量，其中所述交替格式在通信时所涉及的编码器和解码器之间传送。

11. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述内插值是利用 2 抽头滤波器计算出的 $1/2$ 像素位置值。

12. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述内插值是利用 2 抽头滤波器计算出的 $1/4$ 像素位置值。

13. 根据权利要求 7-12 中任意一项所述的方法，其中，所述视频画面根据编码标准 H.264/AVC 进行编码。

校正内插像素值的方法

技术领域

本发明涉及一种视频压缩系统，尤其是涉及一种当确定视频画面中像素块的预测时计算内插像素值的方法。

背景技术

移动画面的实时传输被应用于多种用途，例如视频会议、网络会议、电视广播以及视频电话。

然而，由于通常情况下是通过 8 个比特（1 个字节）来表示画面中每个像素来描述视频画面的，因此表示移动画面需要大量信息。这种未压缩的视频数据导致大比特量，由于带宽有限，因此不能在传统通信网络和传输线上实时传输这些未压缩的视频数据。

因此，实现实时的视频传输要求大程度的数据压缩。然而，数据压缩会使画面质量受到损害。因此，已投入大量努力来发展压缩技术，以允许通过有限带宽的数据链接来进行高质量视频的实时传输。

在视频压缩系统中，主要的目标是利用尽可能少的容量来表示视频信息。容量由比特来定义，或者作为恒定值或者作为比特/时间单位。在上述两种情况中，主要目的是减少比特量。

在 MPEG*和 H.26*标准中描述了最普遍的视频编码方法，所有的这些编码方法都利用基于对先前编码和解码画面的预测的块。

视频数据在传输之前经历四个主要的过程，即预测、转换、量化以及熵编码。

所述预测过程显著降低待传输视频序列中各画面所要求的比特量。该预测过程利用序列的一部份与该序列另一部份的相似性。由于预测部分对于编码器和解码器来说都是已知的，因此仅需转换不同部分。这种不同部分通常要求少得多的容量来表示这些不同部分。所述预测主要基于先前重构的画面的画面内容，其中所述内容的位置由运动矢量来定义。

在通常的视频序列中，当前块 M 的内容和先前解码画面中的对应块类似。如果自所述的先前解码画面起没有发生变化，则 M 的内容将等同于先前解码画面中相同位置的块。在其他情况中，所述画面中的对象可能已经移动从而 M 的内容更加等同于先前解码画面中不同位置的块。这样的移动由运动向量 (V) 来表示。例如，运动向量 (3; 4) 意味着 M 的内容自先前解码画面起向左移动了 3 个像素，向上移动了 4 个像素。

通过执行移动搜索来确定与块相关的运动向量。通过连续地将所述块的内容和不同空间偏移的先前画面中的块相比较来执行所述的搜索。与当前块相比，与具有最佳匹配的比较块相关的、相对于当前块的偏移被确定为相关运动向量。

在 H.262、H.263、MPEG1 和 MPEG2 中扩展出了相同的概念，从而运动向量还可以采用 $1/2$ 个像素值。向量成分 5.5 表示所述运动位于 5 个和 6 个像素的中间。具体来说，所述的预测是通过采用代表运动为 5 的像素和代表运动为 6 的像素之间的平均值而获得的。由于是对两个像素进行操作以获得二者之间的像素预测，因此这被称为二抽头 (2-tap) 滤波器。这种类型的运动向量通常是指具有分数像素分辨率或分数运动向量。所有的滤波器操作可以由脉冲响应来定义。对两个像素进行平均的操作可以表示为 $(1/2, 1/2)$ 的脉冲响应。类似地，对四个像素进行平均意味着脉冲响应为 $(1/4, 1/4, 1/4, 1/4)$ 。

发明内容

根据本发明的第一方面，本发明公开一种视频编码或解码的方法，该方法在从先前解码视频画面中的第二像素块根据运动向量组中的某一运动向量确定视频画面中的第一像素块的预测时，计算位于整数像素位置之间的内插 1/2 位置像素值和 1/4 位置像素值，其中所述先前解码的视频画面中的第二像素块相对于所述第一像素块具有空间偏移，所述方法通过下列方式执行，即通过 n 抽头滤波器根据包括舍入附加值的相邻整数像素位置值来计算 1/2 位置像素值，通过平均两个相邻 1/2 位置像素值或一个相邻 1/2 位置像素值和一个整数位置像素值然后进行舍入和截断来计算 1/4 位置像素值，充分调节舍入附加值，从而在所述的 1/2 位置像素值和 1/4 位置像素值中引入纠正移位，以补偿由所述的 1/4 位置像素值的舍入或截断所引入的像素值误差移位。

而且，根据本发明的第二方面，本发明涉及一种视频编码或解码的方法，该方法用于在从先前解码的视频画面中的第二像素块根据运动向量组中的某一运动向量确定视频画面中的第一像素块的预测时，计算位于整数像素位置之间的内插 1/2 位置像素值和 1/4 位置像素值，其中所述先前解码的视频画面中的第二像素块相对于所述第一像素块具有空间偏移。该方法包括以下步骤：通过 n 抽头滤波器根据包括舍入附加值的相邻整数像素位置值来计算 1/2 位置像素值；通过平均两个相邻 1/2 位置像素值然后进行舍入来计算 1/4 位置像素值；分配第一或第二符号给所述运动向量组中的各运动向量；如果对所述运动向量分配了所述第一符号，则在计算第二像素块中的内插值时，将各个具有小数部分 0.5 的小数内插值转换为相应的最接近较低整数值；如果对所述运动向量分配了所述第二符号，则在计算第二像素块中的内插值时，将各个具有小数部分 0.5 的小数内插值转换为相应的最接近较高整数值。

本发明还涉及根据编码标准 H. 264/AVC，在像素运动补偿中对上

述方法的使用。

具体实施方式

接下来，将通过描述优选的实施方式来讨论本发明。然而，本领域技术人员将能够实现独立权利要求所定义的本发明范围内的其他应用和改动。

最近已发展了一种新的视频压缩标准，作为 ITU 和 ISO/IEC 之间结合的成果。在这两个标准化团体中的共同标准的正式名称为“ITU-T Recommendation H. 264”和“ISO/IEC MPEG-4 (部分 10) Advanced Video Coding”。下文中，所述共同标准将是指 H.264/AVC。

在 H.264/AVC 编码方法中，运动分辨率和用于每个内插的像素个数都已得到改进。所述方法使用直到 1/4 像素精度的运动补偿预测。甚至定义了 1/8 像素精度，但没有包含在任何描述文件 (profile) 中。整数和分数像素位置表示如下 (为了简化起见，仅示出在 A、E、U 和 Y 之间的内插):

$$\begin{array}{cccccccc}
 A'' & E' & A & b & c & d & E & A' & E'' \\
 & & f & g & h & i & j & & \\
 & & k & l & m & n & o & & \\
 & & p & q & r & s & t & & \\
 & & U & v & w & x & Y & &
 \end{array}$$

位置 A、E、U、Y 表示整数像素位置，A''、E'、A' 和 E'' 表示 A-E 线上额外的整数位置。C、k、m、o、w 表示半 (1/2) 像素位置。通过使用在整数像素值上操作的脉冲响应为 (1/32, -5/32, 20/32, 20/32, -5/32, 1/32) 的 6 抽头滤波器来获得在这些位置中的内插值。例如，c 通过下列表达式计算：

$$c = \frac{1}{32} \cdot A'' - \frac{5}{32} \cdot E' + \frac{20}{32} \cdot A + \frac{20}{32} \cdot E - \frac{5}{32} \cdot A' + \frac{1}{32} \cdot E''$$

需要注意的是，除数 (dividend) 选为 32 以使得平均操作适用于

数据处理, 因为利用 32 来除能够很容易地利用简单的移位操作来实现。由于最低位从寄存器中移出, 因此右移位操作在数据移位寄存器中留下截断 (truncated) 值。在数据处理中, 为了提供舍入 (rounding) 而不是截断 (truncation), 传统上在操作中包括舍入附加值 0.5, 这表示在右移位操作之前增加 16。

可选择地, 4 抽头滤波器也可以利用下列表达式来计算内插值:

$$c = -\frac{1}{8} \cdot E' + \frac{5}{8} \cdot A + \frac{5}{8} \cdot E - \frac{1}{8} \cdot A'$$

所述滤波器适当地水平或垂直操作。而且, 为了获得 m 的值, 所述滤波器并不在整数值上操作, 而是在其它方向上已内插的值上操作。通过平均相应的相邻整数位置和半像素位置来计算上述方块的其余位置 (2 抽头滤波器):

$$\begin{aligned} b &= (A+c)/2, d = (c+E)/2, f = (A+k)/2, g = (c+k)/2, h = (c+m)/2, i = (c+o)/2, j = (E+o)/2 \\ l &= (k+m)/2, n = (m+o)/2, p = (U+k)/2, q = (k+w)/2, r = (m+w)/2, s = (w+o)/2, t = (Y+o)/2 \\ v &= (U+w)/2, x = (w+Y)/2 \end{aligned}$$

所有的内插计算都可能产生小数 (decimal) 值, 即具有小数部分的数值。正常情况下, 如果小数部分均匀分布, 转换为最邻近的整数将不会引入整体的偏移误差。但是, 在很多情况下, 当使用 2 抽头滤波器来计算 1/4 像素位置的时候, 所有的小数值都将包括小数部分 0.5。当对这些小数值采用正常的舍入处理时, 所有的小数值都将上舍入 (round up)。参考上面所定义的像素符号, 如果 $A=100$, $c=101$, 那么 $b=101$ 。

如上所述, 在 H.264/AVC 中, 由两个位置的平均值来获得 1/4 位置像素, 这两个位置可以是整数位置像素或 1/2 位置像素。当这些像素值为整数时, 实际计算所得的值或者是整数或者有小数部分 0.5。然后, 该 0.5 值将被舍入或被截断, 这引起了所计算的预测的正舍入偏移或负舍入偏移。所述舍入偏移引入了预测误差, 该误差表现为在实际画面和相关预测之间差别上的预期增加 (add-on)。由于较大的差别要求传

输较大的比特量，这种预期增加导致显而易见的编码增益损失。类似地，随后的截断将导致类似的负偏移。

根据本发明，通过对 $1/2$ 位置像素值的计算结果进行适当地上移位或下移位（依赖于所述 $1/4$ 位置像素是舍入或截断）来削减上述舍入偏移。

在本发明的一个实施方式中，这是通过如下方式实现的，即引入微小的负移位或正移位到 $1/2$ 位置像素的计算中，以补偿在对两个 $1/2$ 位置像素值（或者一个整数位置像素和一个 $1/2$ 位置像素值）的平均值进行舍入或截断时而引入的上述正舍入偏移或负舍入偏移。因此，必须修改计算 $1/2$ 位置像素值的公式。

根据现有技术， $1/4$ 位置像素值通常被上舍入。这意味着正舍入偏移，假定是下列例子中的情况。

对计算 $1/2$ 像素值的方程的修改可以通过不同的方法实现，但经验表明可以通过降低增加到所述方程上的舍入附加值（rounding addition value）来引入这种补偿。这将降低 $1/2$ 位置像素的总体值，从而当从降低的 $1/2$ 位置像素值计算 $1/4$ 位置像素值的时候，适当降低所述舍入附加值将平衡所述 $1/4$ 像素位置值的舍入误差。实验显示，适当降低所述舍入附加值将把所述值从 $16/32$ 降低到 $6/32$ 。在 4 抽头滤波器的情况下，所述舍入附加值从 $4/8$ 降低到 $1/8$ 。

在本发明的另一个实施方式中，通过交替将具有小数部分 0.5 的小数值转换为最近的较高整数和较低整数来削减上述舍入偏移。

例如，本发明的一个结果是，根据对特定内插像素位置所定义的内容，在某些情况下，100 和 101 之间的平均值将被转换为 100，而在其它一些情况下将被转换为 101。

可以通过不同的方法来定义哪些内插像素位置要向上转换，哪些要向下转换（以下是指 0.5 转换）。然而，优选情况下，对于相同运动向量，对块中的每个像素使用相同的 0.5 转换。经验表明，在块内的交替的 0.5 转换引入高频成分，该高频成分导致较大比特消耗。

因此，在本发明的优选实施方式中，将一个 0.5 转换分配给每个运动向量值，但在相邻运动向量之间，0.5 转换可以不同。以此方式，避免了在像素值中由有偏（biased）舍入引起偏移。

为进一步解释该优选的实施方式，假设对某一像素块采取了运动搜索。在运动搜索中，该像素块连续地与相对于当前块具有不同空间偏移的先前画面中的块的内容相比较。这些偏移与各运动向量相关联。例如，运动向量 $(0, 1/4)$ 对应于将当前块与在垂直方向移位了 $1/4$ 位置的先前画面中的块相比较。然后，根据对所涉及运动向量分配了何种类型的 0.5 转换，在移位的块中所有具有小数部分 0.5 的平均值将向上转换或向下转换。因此，这种对块的预测的 0.5 转换的类型在优选的实施方式中依赖于相对于先前画面的位置以及对相应运动向量所分配的 0.5 转换，其中，从先前画面中获取所述的预测。

而且，优选情况下，在相邻运动向量之间的 0.5 转换中具有较大程度的移位。其中的一个原因是，通常的编码器在向量位置的小的局部区域中作最后的向量搜索。优选情况下，在此最后的搜索期间，所检验的向量位置表示将 0.5 小数值作向上和向下转换的合理结合。

分配 0.5 转换的原则可以有多种。最简单的方法是在运动向量平面中有固定格式的 0.5 转换分布，这将在下面进行说明。这里，对每个 $1/4$ 像素向量位置分配符号“up”和“down”的其中之一，这定义了具有小数部分 0.5 的小数值是否向上或向下转换到最接近的整数。大写字母表示整数位置，而小写字母表示 $1/2$ 像素位置。在此情况下，由于认

为作用无关紧要，因此 1/2 像素位置没有任何符号。

```

    A   down   c   down   E
down  up    down  up    down
    k   down   m   down   o
down  up    down  up    down
    U   down   w   down   Y

```

注意，所显示的格式仅为示例，也可以采用其他格式。

固定格式的 0.5 转换的一种替代方式是分配随机或伪随机定义的 0.5 转换给不同的运动向量。这种过程可以按下列方式进行定义，即编码器和解码器都可以推导出哪个 1/4 像素位置要向上转换，哪个要向下转换。该过程可以依赖于编码器和解码器所公知的画面数据。这样的数据可以（但不限于）是块编号、运动向量值以及编码模式。所述数据可以输入到用于确定在运动向量平面上的交替 0.5 转换分配的伪随机格式的过程。

固定格式的 0.5 转换的另一种替代方式是非预设格式，在传输的时候从编码器到解码器传送这种非预设格式。在此情况中，优选地，限制了用于此目的的数据量，从而其不损及编码效率。

注意，内插值的小数部分具有很多可能的值，例如，当将上述的 6 抽头滤波器用于 1/2 像素位置时，分数部分是 0.5 很少发生，并且应用哪一种 0.5 转换都不会引起巨大差别。另一方面，当平均 1/4 像素位置的两个像素时，分数部分是 0.5 通常可以有大约一半的情况发生。采用随后的 0.5 转换之间的差别就会因此而较大，从而，本发明在计算 1/4 像素位置的时候最有用。

本发明的主要优点是其消除了有偏舍入所引入的偏移，从而提高编码效率。