

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2006 年 4 月 6 日 (06.04.2006)

PCT

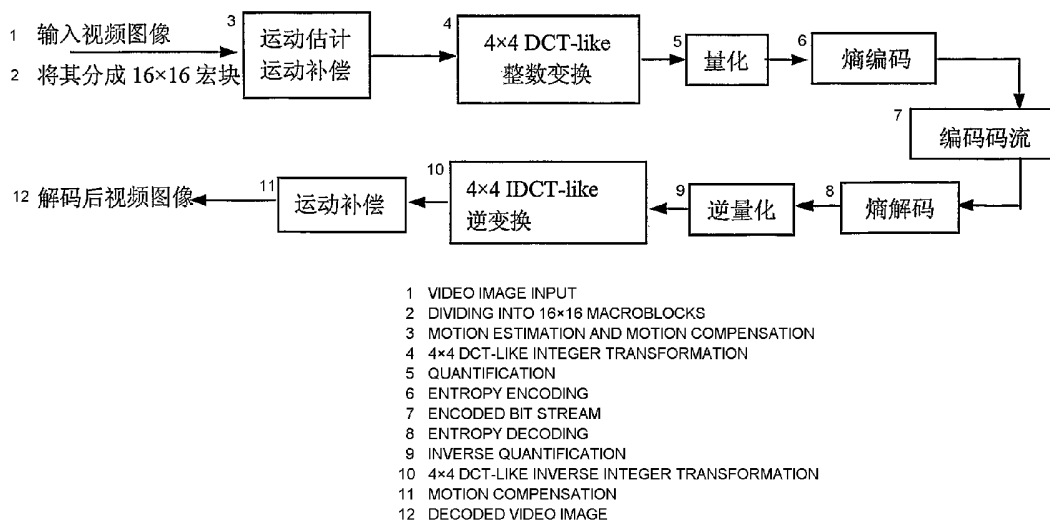
(10) 国际公布号
WO 2006/034603 A1

- (51) 国际专利分类号⁷: H04N 7/30 (74) 代理人: 北京三友知识产权代理有限公司 (BEIJING SANYOU INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY LTD.); 中国北京市北三环中路 40 号, Beijing 100088 (CN)。
- (21) 国际申请号: PCT/CN2004/001111
- (22) 国际申请日: 2004 年 9 月 28 日 (28.09.2004)
- (25) 申请语言: 中文 (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW。
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 熊联欢 (XIONG, Lian-huan) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,

[见续页]

(54) Title: VIDEO IMAGE ENCODING METHOD

(54) 发明名称: 一种视频图像编码方法



(57) Abstract: A video encoding method is disclosed. The method comprises the steps of firstly performing macroblock prediction and compensation of the image; then performing 4 x 4 DCT like integer transformation of the predicted difference values; and then performing quantification and entropy encoding of the transformation coefficients. The method adopts a new 4 x 4 DCT-like integer transformation method and the corresponding inverse transformation, quantification, inverse quantification methods. The computation complexity of the transformation method is lower since the transformation process only relates to addition and multiplication. The transformation results of the invention greatly approximate to the 4 x 4 DCT transformation, and the decorrelation performance is as good as DCT transformation, therefore a better video compression effect is achieved.

(57) 摘要: 一种视频编码方法, 该方法先对图像进行宏块预测和补偿处理, 然后对预测差值进行 4x4 DCT-like 整数变换处理, 再对变换系数分别进行量化和熵编码处理。该方法采用了一种新的 4x4 DCT-like 整数变换方法和相应的逆变换、量化、逆量化方法, 该变换方法的计算复杂度较低, 变换过程只涉及到加法和乘法运算, 变换性能非常接近于 4x4 DCT, 从而具有类似于 DCT 的较好的去相关性能, 可以得到较好的视频压缩效果。

WO 2006/034603 A1



SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布：

— 包括国际检索报告。

所引用双字母代码及其它缩写符号，请参考刊登在每期PCT公报期刊起始的“代码及缩写符号简要说明”。

一种视频图像编码方法

技术领域

本发明涉及视频处理领域，具体地说，是一种视频图像编码方法。

技术背景

目前，视频领域的技术突飞猛进，关于视频编码的技术方案很多，但由于余弦变换具有较好的去相关性能，并且易于快速实现，因此，在视频编码领域得到了非常广泛的应用，现有的视频压缩标准MPEG-1、MPEG-2、MPEG-4(Part 2)、H.261、H.263都是基于8×8 DCT变换的，其一般的处理框架示意图如图1所示。

H.263的编码压缩框架如图2所示，其中的“T”指的就是图像数据或预测差值数据的8×8 DCT变换。

余弦变换的一般表示方式为：

$$F(u) = \sqrt{\frac{2}{n}} C(u) \sum_{x=0}^{n-1} f(x) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2n}, \quad u = 0, \dots, n$$

$$\text{其中: } C(u) = \begin{cases} \frac{1}{\sqrt{2}}, & u = 0, \\ 1, & \text{其它} \end{cases}$$

由于DCT变换要进行复杂的浮点运算，在IDCT中还存在由于失配而造成的精度不高问题，因此，一些专家分别提出了一些变换性能接近于DCT变换的整数变换方法，以降低计算复杂度，提高变换精度。

在文献1[Antti Hallapuro, Marta Karczewicz, "Low Complexity Transform and Quantization – Part I: Basic Implementation", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6 Document JVT-B038, January 2002.]给出了一种2D 4×4 DCT-like整数变换方法，其变换矩阵为：

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{bmatrix}$$

还给出了相应的逆变换、量化和逆量化方法。该变换矩阵元素简单，变换计算处理中只有加法和移位操作，硬件实现容易，该方法已被应用于视频压缩标准H.264 & MPEG-4(Part 10)中，其编码框图如图3所示。

文献[1]所给出的2D 4×4 DCT-like整数变换方法，虽然其变换性能比较接近于DCT变换，但其变换结果与DCT相比相差较大，从而会降低变换性能及压缩效率。

发明内容

本发明的目的就是给出了一种基于 4×4 DCT-like 整数变换的视频图像编码方法，为此，本发明采用如下技术方案：

一种视频图像编码方法，包括以下步骤：

- a、将输入视频图像分割成 16×16 宏块，并对 I 帧图像进行帧内像素预测和补偿处理，对 P 帧图像进行帧间运动估计及运动补偿处理；
- b、变换器对输入预测差值数据进行变换处理；
- c、对变换系数进行量化及熵编码处理，并将编码码流传递给接收端；
- d、接收端对编码码流进行熵解码及逆量化处理；
- e、逆变换器对逆量化后系数进行逆变换处理；
- f、对逆变换处理后的图像数据进行帧内像素补偿或帧间运动补偿，并将解码后的视频图像输出；

其特征在于所述的步骤 b，采用 2D 4×4 DCT-like 整数变换方法对视频图像进行变换处理，其变换计算采用如下公式：

$$Y = (CXC^T) \otimes E$$

所述的步骤 e，采用 2D 4×4 IDCT-like 逆变换方法对视频图像进行逆变

换处理，其逆变换采用如下公式：

$$X = C^T(Y \otimes E)C$$

其中 X 为图像数据矩阵或预测差值数据矩阵， Y 为相应的变换系数矩阵， $\otimes$ 表示两个矩阵对应位置的元素相乘， E 为一个伸缩矩阵。

所述的视频图像编码方法，可以做如下近似取值： $\frac{b}{c} = 2.5$ ， $a = \frac{1}{2}$ ， $c = 2\sqrt{\frac{1}{58}}$ ，

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 5 & 2 & -2 & -5 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -5 & 5 & -2 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0657 & 0.25 & 0.0657 \\ 0.0657 & 0.0172 & 0.0657 & 0.0172 \\ 0.25 & 0.0657 & 0.25 & 0.0657 \\ 0.0657 & 0.0172 & 0.0657 & 0.0172 \end{pmatrix}.$$

所述的视频图像编码方法，可以做如下近似取值： $\frac{b}{c} = 0.5$ ， $a = \frac{1}{2}$ ， $c = \sqrt{\frac{2}{5}}$ ，

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & -2 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -1 & 1 & -2 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.1581 & 0.25 & 0.1581 \\ 0.1581 & 0.1000 & 0.1581 & 0.1000 \\ 0.25 & 0.1581 & 0.25 & 0.1581 \\ 0.1581 & 0.1000 & 0.1581 & 0.1000 \end{pmatrix}.$$

所述的视频图像编码方法，可以做如下近似取值： $\frac{b}{c} = 1.5$ ， $a = \frac{1}{2}$ ，

$$c = 2\sqrt{\frac{1}{26}},$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & -2 & -3 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -3 & 3 & -2 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0981 & 0.25 & 0.0981 \\ 0.0981 & 0.0385 & 0.0981 & 0.0385 \\ 0.25 & 0.0981 & 0.25 & 0.0981 \\ 0.0981 & 0.0385 & 0.0981 & 0.0385 \end{pmatrix}.$$

所述的视频图像编码方法，可以做如下近似取值： $\frac{b}{c} = 2.4$ ， $a = \frac{1}{2}$ ，

$$c = \frac{5}{13} \sqrt{\frac{1}{2}},$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 12 & 5 & -5 & -12 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 5 & -12 & 12 & -5 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \\ a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0272 & 0.25 & 0.0272 \\ 0.0272 & 0.0030 & 0.0272 & 0.0030 \\ 0.25 & 0.0272 & 0.25 & 0.0272 \\ 0.0272 & 0.0030 & 0.0272 & 0.0030 \end{pmatrix}.$$

所述的视频图像编码方法，可以做如下近似取值： $\frac{b}{c} = 2.6$ ， $a = \frac{1}{2}$ ，

$$c = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{1}{97}},$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 13 & 5 & -5 & -13 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 5 & -13 & 13 & -5 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \\ a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0254 & 0.25 & 0.0254 \\ 0.0254 & 0.0026 & 0.0254 & 0.0026 \\ 0.25 & 0.0254 & 0.25 & 0.0254 \\ 0.0254 & 0.0026 & 0.0254 & 0.0026 \end{pmatrix}.$$

所述的视频图像编码方法, 可以做如下近似取值: $\frac{b}{c} = 3.0$, $a = \frac{1}{2}$, $c = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{5}}$,

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & -1 & -3 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -3 & 3 & -1 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \\ a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.1118 & 0.25 & 0.1118 \\ 0.1118 & 0.0500 & 0.1118 & 0.0500 \\ 0.25 & 0.1118 & 0.25 & 0.1118 \\ 0.1118 & 0.0500 & 0.1118 & 0.0500 \end{pmatrix}.$$

所述的视频图像编码方法, 可以做如下近似取值: $\frac{b}{c} = 3.5$, $a = \frac{1}{2}$,

$$c = 2\sqrt{\frac{1}{106}},$$

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 7 & 2 & -2 & -7 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -7 & 7 & -2 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0486 & 0.25 & 0.0486 \\ 0.0486 & 0.0094 & 0.0486 & 0.0094 \\ 0.25 & 0.0486 & 0.25 & 0.0486 \\ 0.0486 & 0.0094 & 0.0486 & 0.0094 \end{pmatrix}.$$

所述的视频图像编码方法, 可以做如下近似取值: $\frac{b}{c} = 4.0$, $a = \frac{1}{2}$, $c = \sqrt{\frac{1}{34}}$,

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 4 & 1 & -1 & -4 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -4 & 4 & -1 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \\ a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0857 & 0.25 & 0.0857 \\ 0.0857 & 0.0294 & 0.0857 & 0.0294 \\ 0.25 & 0.0857 & 0.25 & 0.0857 \\ 0.0857 & 0.0294 & 0.0857 & 0.0294 \end{pmatrix}.$$

所述的视频图像编码方法，但将上面所给出的矩阵 C 的第一行和第三行元素分别乘以一个正整数 k ，而第二和第四行元素不变，即将矩阵 C 改变为：

$$C_1 = \begin{bmatrix} k & k & k & k \\ \dots\dots\dots \\ k & -k & -k & k \\ \dots\dots\dots \end{bmatrix}, \quad k \text{ 为正整数};$$

矩阵 E 相应地改变为：

$$E_1 = E \otimes \begin{bmatrix} \frac{1}{k^2} & \frac{1}{k} & \frac{1}{k^2} & \frac{1}{k} \\ \frac{1}{k} & 1 & \frac{1}{k} & 1 \\ \frac{1}{k^2} & \frac{1}{k} & \frac{1}{k^2} & \frac{1}{k} \\ \frac{1}{k} & 1 & \frac{1}{k} & 1 \end{bmatrix}$$

而实际变换结果 Y 不改变，即：

$$Y = (CXC^T) \otimes E = (C_1XC_1^T) \otimes E_1$$

将所述的“ $\otimes E$ ”相乘处理并入到量化和逆量化处理过程中。

本发明所给出的整数变换方法在计算性能上与现有技术相当，变换过程只涉及到加法和乘法运算，但更接近于 DCT 的变换性能，从而具有类似于 DCT 的较好的去相关性能，具有更优的变换性能，可以得到更好的视频压缩效果。

附图说明

图 1 是基于 DCT 的视频编码框架示意图;

图 2 是现有技术中 H.263 视频编码示意图;

图 3 是 H.264 & MPEG-4(Part 10)视频编码框架示意图;

图 4 是本发明对视频图像进行编码处理的示意图;

图 5 是本发明对视频图像进行编码处理的流程图。

具体实施方式

下面结合说明书附图来说明本发明的具体实施方式。

如图 4 及图 5 所示,是本发明对视频图像进行编码处理的示意图及流程图,从图中可以看出,本发明主要包括以下步骤:

- a、将输入视频图像分割成 16×16 宏块,并对 I 帧图像进行帧内像素预测和补偿,对 P 帧图像进行帧间运动估计及运动补偿;
- b、变换器对输入预测差值数据进行变换处理;
- c、对变换系数进行量化及熵编码处理,并将编码码流传递给接收端;
- d、接收端对编码码流进行熵解码及逆量化处理;
- e、逆变换器对逆量化后系数进行逆变换处理;
- f、对逆变换处理后的图像数据进行帧内像素补偿或帧间运动补偿,并将解码后的视频图像输出。

对于b和e,本发明中,采用一种新的变换方法和相应的逆变换方法,提出一种新的2D 4×4 DCT-like整数变换方法和相应的量化方法,下面具体介绍一下:其中X为 4×4 图像数据矩阵或预测差值数据矩阵,Y为相应的 4×4 变换系数矩阵,T表示矩阵的转置。

我们知道,2D 4×4 正向DCT变换方法为:

$$Y = AXA^T = \begin{bmatrix} a & a & a & a \\ b & c & -c & -b \\ a-a & -a & a & a \\ c-b & b & -c & -c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & b & a & c \\ a & c & -a & -b \\ a-c & -a & b & b \\ a-b & a & -c & -c \end{bmatrix} \quad (1)$$

2D 4×4逆向DCT变换方法为:

$$X = A^T Y A$$

其中A为变换矩阵, $a = \frac{1}{2}$, $b = \sqrt{\frac{1}{2}} \cos(\frac{\pi}{8})$, $c = \sqrt{\frac{1}{2}} \cos(\frac{3\pi}{8})$ 。

可以将(1)式改写为:

$$Y = BCXC^T B$$

$$= \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{b}{c} & 1 & -1 & -\frac{b}{c} \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -\frac{b}{c} & \frac{b}{c} & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \frac{b}{c} & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -\frac{b}{c} \\ 1 & -1 & -1 & \frac{b}{c} \\ 1 & -\frac{b}{c} & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$= \left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{b}{c} & 1 & -1 & -\frac{b}{c} \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -\frac{b}{c} & \frac{b}{c} & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \frac{b}{c} & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -\frac{b}{c} \\ 1 & -1 & -1 & \frac{b}{c} \\ 1 & -\frac{b}{c} & 1 & -1 \end{bmatrix} \right) \otimes \begin{bmatrix} a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \\ a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \end{bmatrix}$$

其中 $\otimes$ 表示两个矩阵对应位置的元素相乘。

在文献[1]中, 将 $\frac{c}{b} = \sqrt{2} - 1 = 0.41421\dots$ 近似取为 $\frac{1}{2}$, 再由 $A^T A = I$ 可得:

$b = \sqrt{\frac{2}{5}}$, $c = \sqrt{\frac{1}{10}}$, 从而得到了如下变换方法:

正向变换:

$$\begin{aligned}
Y &= \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ \frac{1}{2} & -1 & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ 1 & \frac{1}{2} & -1 & -1 \\ 1 & -\frac{1}{2} & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b & 0 & 0 \\ 0 & 0 & a & 0 \\ 0 & 0 & 0 & b \end{bmatrix} \\
&= \left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ \frac{1}{2} & -1 & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ 1 & \frac{1}{2} & -1 & -1 \\ 1 & -\frac{1}{2} & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \right) \otimes \begin{bmatrix} a^2 & ab & a^2 & ab \\ ab & b^2 & ab & b^2 \\ a^2 & ab & a^2 & ab \\ ab & b^2 & ab & b^2 \end{bmatrix} \\
&= \left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -2 & 2 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -2 \\ 1 & -1 & -1 & 2 \\ 1 & -2 & 1 & -1 \end{bmatrix} \right) \otimes \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ab}{2} & a^2 & \frac{ab}{2} \\ \frac{ab}{2} & \frac{b^2}{4} & \frac{ab}{2} & \frac{b^2}{4} \\ a^2 & \frac{ab}{2} & a^2 & \frac{ab}{2} \\ \frac{ab}{2} & \frac{b^2}{4} & \frac{ab}{2} & \frac{b^2}{4} \end{bmatrix} \quad (3)
\end{aligned}$$

逆向变换:

$$X = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & \frac{1}{2} & -\frac{1}{2} & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ \frac{1}{2} & -1 & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{00} & y_{01} & y_{02} & y_{03} \\ y_{10} & y_{11} & y_{12} & y_{13} \\ y_{20} & y_{21} & y_{22} & y_{23} \\ y_{30} & y_{31} & y_{32} & y_{33} \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} a^2 & ab & a^2 & ab \\ ab & b^2 & ab & b^2 \\ a^2 & ab & a^2 & ab \\ ab & b^2 & ab & b^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \frac{1}{2} \\ 1 & \frac{1}{2} & -1 & -1 \\ 1 & -\frac{1}{2} & -1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -\frac{1}{2} \end{bmatrix} \quad (4)$$

由于 $\frac{b}{c} = \sqrt{2} + 1 = 2.41421\dots$, 比较 (2)、(3) 式可以看出, (3) 式中的整数变换相当于取 $\frac{b}{c} \approx 2$, 显然过于粗糙, 为了进一步提高变换精度, 使变换性能更接近于 DCT, 本专利取 $\frac{b}{c} \approx \frac{5}{2} = 2.5$, 再由 $A^T A = I$ 可得: $b = 5\sqrt{\frac{1}{58}}$, $c = 2\sqrt{\frac{1}{58}}$, 因此, 由 (2) 可得如下变换方法:

正向变换:

$$\begin{aligned}
Y &= (CXC^T) \otimes E \\
&= \left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ \frac{5}{2} & 1 & -1 & -\frac{5}{2} \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -\frac{5}{2} & \frac{5}{2} & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \frac{5}{2} & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -\frac{5}{2} \\ 1 & -1 & -1 & \frac{5}{2} \\ 1 & -\frac{5}{2} & 1 & -1 \end{bmatrix} \right) \otimes \begin{bmatrix} a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \\ a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \end{bmatrix} \\
&= \left(\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 5 & 2 & -2 & -5 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -5 & 5 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{00} & x_{01} & x_{02} & x_{03} \\ x_{10} & x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{20} & x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{30} & x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 5 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & -1 & -5 \\ 1 & -2 & -1 & 5 \\ 1 & -5 & 1 & -2 \end{bmatrix} \right) \otimes \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

(5)

逆向变换:

$$\begin{aligned}
X &= C^T(Y \otimes E)C \\
&= \begin{bmatrix} 1 & 5 & 1 & 2 \\ 1 & 2 & -1 & -5 \\ 1 & -2 & -1 & 5 \\ 1 & -5 & 1 & -2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} y_{00} & y_{01} & y_{02} & y_{03} \\ y_{10} & y_{11} & y_{12} & y_{13} \\ y_{20} & y_{21} & y_{22} & y_{23} \\ y_{30} & y_{31} & y_{32} & y_{33} \end{bmatrix} \otimes \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 5 & 2 & -2 & -5 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -5 & 5 & -2 \end{bmatrix}
\end{aligned}$$

(6)

由于 $a = \frac{1}{2}$ 和 $c = 2\sqrt{\frac{1}{58}}$, 则:

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0657 & 0.25 & 0.0657 \\ 0.0657 & 0.0172 & 0.0657 & 0.0172 \\ 0.25 & 0.0657 & 0.25 & 0.0657 \\ 0.0657 & 0.0172 & 0.0657 & 0.0172 \end{pmatrix}$$

其相乘处理可以并入到对变换系数的量化处理过程中。

下面通过两个典型的例子来进行比较说明。

例1: 4×4图像为 $X_1 = \begin{pmatrix} 5 & 11 & 8 & 10 \\ 9 & 8 & 4 & 12 \\ 1 & 10 & 11 & 4 \\ 19 & 6 & 15 & 7 \end{pmatrix}$, 则:

其DCT变换结果为 $Y_{10} = \begin{pmatrix} 35.0000 & -0.0793 & -1.5000 & 1.1152 \\ -3.2992 & -4.7678 & 0.4427 & -9.0104 \\ 5.5000 & 3.0286 & 2.0000 & 4.6987 \\ -4.0454 & -3.0104 & -9.3837 & -1.2322 \end{pmatrix}$,

由(3)式计算的结果为 $Y_{11} = \begin{pmatrix} 35.0000 & -0.1581 & -1.5000 & 1.1068 \\ -3.0042 & -3.9000 & 1.1068 & -9.2000 \\ 5.5000 & 2.6879 & 2.0000 & 4.9015 \\ -4.2691 & -3.2000 & -9.3287 & -2.1000 \end{pmatrix}$,

与DCT的误差为 $Y_{10} - Y_{11} = \begin{pmatrix} 0.0000 & 0.0789 & 0.0000 & 0.0084 \\ -0.2951 & -0.8678 & -0.6641 & 0.1896 \\ 0.0000 & 0.3407 & 0.0000 & -0.2029 \\ 0.2237 & 0.1896 & -0.0550 & 0.8678 \end{pmatrix}$,

由(5)式计算的结果为 $Y_{12} = \begin{pmatrix} 35.0000 & -0.0657 & -1.5000 & 1.1161 \\ -3.3483 & -4.9138 & 0.3283 & -8.9655 \\ 5.5000 & 3.0857 & 2.0000 & 4.6614 \\ -4.0048 & -2.9655 & -9.3884 & -1.0862 \end{pmatrix}$,

与DCT的误差为 $Y_{10} - Y_{12} = \begin{pmatrix} 0.0000 & -0.0136 & 0.0000 & -0.0009 \\ 0.0491 & 0.1460 & 0.1144 & -0.0449 \\ 0.0000 & -0.0571 & 0.0000 & 0.0373 \\ -0.0405 & -0.0449 & 0.0047 & -0.1460 \end{pmatrix}$

例2: 4×4图像为 $X_2 = \begin{pmatrix} 164 & 149 & 88 & 87 \\ 147 & 94 & 90 & 102 \\ 95 & 92 & 116 & 119 \\ 111 & 112 & 140 & 150 \end{pmatrix}$, 则:

其DCT变换结果为 $Y_{20} = \begin{pmatrix} 464.0000 & 21.0307 & 23.5000 & 3.7363 \\ -6.6777 & 79.4871 & 9.6158 & -17.3744 \\ 36.5000 & 12.7237 & -12.0000 & -15.0119 \\ -6.9755 & -7.3744 & -18.5953 & -7.4871 \end{pmatrix}$,

$$\text{由(3)式计算的结果为 } Y_{21} = \begin{pmatrix} 464.0000 & 20.7129 & 23.5000 & 5.2178 \\ -6.1664 & 80.8000 & 10.9099 & -11.1000 \\ 36.5000 & 13.7559 & -12.0000 & -14.0721 \\ -7.4314 & -1.1000 & -17.8669 & -8.8000 \end{pmatrix},$$

$$\text{与DCT的误差为 } Y_{20} - Y_{21} = \begin{pmatrix} 0.0000 & 0.3178 & 0.0000 & -1.4814 \\ -0.5113 & -1.3129 & -1.2940 & -6.2744 \\ 0.0000 & -1.0322 & 0.0000 & -0.9397 \\ 0.4558 & -6.2744 & -0.7284 & 1.3129 \end{pmatrix},$$

$$\text{由(5)式计算的结果为 } Y_{22} = \begin{pmatrix} 464.0000 & 21.0747 & 23.5000 & 3.4796 \\ -6.7623 & 79.1724 & 9.3884 & -18.4310 \\ 36.5000 & 12.5398 & -12.0000 & -15.1659 \\ -6.8936 & -8.4310 & -18.7112 & -7.1724 \end{pmatrix},$$

$$\text{与DCT的误差为 } Y_{20} - Y_{22} = \begin{pmatrix} 0.0000 & -0.0440 & 0.0000 & 0.2567 \\ 0.0846 & 0.3147 & 0.2274 & 1.0567 \\ 0.0000 & 0.1840 & 0.0000 & 0.1540 \\ -0.0819 & 1.0567 & 0.1159 & -0.3147 \end{pmatrix}$$

本发明的基本思想如上所述,但可以将 $\frac{b}{c}$ 取为[0,6]中的其它值,从而得

到相应的变换矩阵。例如:

(1) 取 $\frac{b}{c} = 0.5$, 则得到如下变换矩阵和E矩阵为:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & -2 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -1 & 1 & -2 \end{bmatrix}$$

$$a = \frac{1}{2}, \quad b = \sqrt{\frac{1}{10}}, \quad c = \sqrt{\frac{2}{5}},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.1581 & 0.25 & 0.1581 \\ 0.1581 & 0.1000 & 0.1581 & 0.1000 \\ 0.25 & 0.1581 & 0.25 & 0.1581 \\ 0.1581 & 0.1000 & 0.1581 & 0.1000 \end{pmatrix}$$

(2) 取 $\frac{b}{c} = 1.5$, 则得到如下变换矩阵和E矩阵为:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & -2 & -3 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -3 & 3 & -2 \end{bmatrix}$$

$$a = \frac{1}{2}, \quad b = 3\sqrt{\frac{1}{26}}, \quad c = 2\sqrt{\frac{1}{26}},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0981 & 0.25 & 0.0981 \\ 0.0981 & 0.0385 & 0.0981 & 0.0385 \\ 0.25 & 0.0981 & 0.25 & 0.0981 \\ 0.0981 & 0.0385 & 0.0981 & 0.0385 \end{pmatrix}$$

(3) 取 $\frac{b}{c} = 2.4$, 则得到如下变换矩阵和E矩阵为:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 12 & 5 & -5 & -12 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 5 & -12 & 12 & -5 \end{bmatrix}$$

$$a = \frac{1}{2}, \quad b = \frac{12}{13}\sqrt{\frac{1}{2}}, \quad c = \frac{5}{13}\sqrt{\frac{1}{2}},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \\ a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0272 & 0.25 & 0.0272 \\ 0.0272 & 0.0030 & 0.0272 & 0.0030 \\ 0.25 & 0.0272 & 0.25 & 0.0272 \\ 0.0272 & 0.0030 & 0.0272 & 0.0030 \end{pmatrix}.$$

(4) 取 $\frac{b}{c} = 2.6$, 则得到如下变换矩阵和E矩阵为:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 13 & 5 & -5 & -13 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 5 & -13 & 13 & -5 \end{bmatrix}$$

$$a = \frac{1}{2}, \quad b = \frac{13}{2} \sqrt{\frac{1}{97}}, \quad c = \frac{5}{2} \sqrt{\frac{1}{97}},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \\ a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0254 & 0.25 & 0.0254 \\ 0.0254 & 0.0026 & 0.0254 & 0.0026 \\ 0.25 & 0.0254 & 0.25 & 0.0254 \\ 0.0254 & 0.0026 & 0.0254 & 0.0026 \end{pmatrix}.$$

(5) 取 $\frac{b}{c} = 3.0$, 则得到如下变换矩阵和E矩阵为:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & -1 & -3 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -3 & 3 & -1 \end{bmatrix}$$

$$a = \frac{1}{2}, \quad b = \frac{3}{2} \sqrt{\frac{1}{5}}, \quad c = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{5}},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \\ a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.1118 & 0.25 & 0.1118 \\ 0.1118 & 0.0500 & 0.1118 & 0.0500 \\ 0.25 & 0.1118 & 0.25 & 0.1118 \\ 0.1118 & 0.0500 & 0.1118 & 0.0500 \end{pmatrix}$$

(6) 取 $\frac{b}{c} = 3.5$, 则得到如下变换矩阵和E矩阵为:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 7 & 2 & -2 & -7 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -7 & 7 & -2 \end{bmatrix}$$

$$a = \frac{1}{2}, \quad b = 7 \sqrt{\frac{1}{106}}, \quad c = 2 \sqrt{\frac{1}{106}},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0486 & 0.25 & 0.0486 \\ 0.0486 & 0.0094 & 0.0486 & 0.0094 \\ 0.25 & 0.0486 & 0.25 & 0.0486 \\ 0.0486 & 0.0094 & 0.0486 & 0.0094 \end{pmatrix}$$

(7) 取 $\frac{b}{c} = 4.0$, 则得到如下变换矩阵和E矩阵为:

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 4 & 1-1 & -4 & \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -4 & 4 & -1 \end{bmatrix}$$

$$a = \frac{1}{2}, \quad b = 4\sqrt{\frac{1}{34}}, \quad c = \sqrt{\frac{1}{34}},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \\ a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0857 & 0.25 & 0.0857 \\ 0.0857 & 0.0294 & 0.0857 & 0.0294 \\ 0.25 & 0.0857 & 0.25 & 0.0857 \\ 0.0857 & 0.0294 & 0.0857 & 0.0294 \end{pmatrix}$$

对比(3)、(4)与(5)、(6), 并通过以上例子可以看出, 本专利所述DCT-like整数变换方法的计算性能与文献[1]所述方法相当, 但更为接近于DCT的变换性能。

以上所述, 仅为本发明较佳的具体实施方式, 但本发明的保护范围并不局限于此, 任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内, 可轻易想到的变化或替换, 都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此, 本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

权 利 要 求 书

1、一种视频图像编码方法，包括以下步骤：

- a、将输入视频图像分割成 16×16 宏块，并对 I 帧图像进行帧内像素预测和补偿处理，对 P 帧图像进行帧间运动估计及运动补偿处理；
- b、变换器对输入预测差值数据进行变换处理；
- c、对变换系数进行量化及熵编码处理，并将编码码流传递给接收端；
- d、接收端对编码码流进行熵解码及逆量化处理；
- e、逆变换器对逆量化后系数进行逆变换处理；
- f、对逆变换处理后的图像数据进行帧内像素补偿或帧间运动补偿，并将解码后的视频图像输出；

其特征在于所述的步骤 b，采用 2D 4×4 DCT-like 整数变换方法对视频图像进行变换处理，其变换计算采用如下公式：

$$Y = (CXC^T) \otimes E$$

所述的步骤 e，采用 2D 4×4 IDCT-like 逆变换方法对视频图像进行逆变换处理，其逆变换采用如下公式：

$$X = C^T(Y \otimes E)C$$

其中 X 为图像数据矩阵或预测差值数据矩阵，Y 为相应的变换系数矩阵， C^T 表示矩阵 C 的转置矩阵， $\otimes$ 表示两个矩阵对应位置的元素相乘，E 为一个伸缩矩阵，在方法实施过程中，做如下近似取值： $\frac{b}{c} = 2.5$ ， $a = \frac{1}{2}$ ， $c = 2\sqrt{\frac{1}{58}}$ ，

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 5 & 2 & -2 & -5 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -5 & 5 & -2 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0657 & 0.25 & 0.0657 \\ 0.0657 & 0.0172 & 0.0657 & 0.0172 \\ 0.25 & 0.0657 & 0.25 & 0.0657 \\ 0.0657 & 0.0172 & 0.0657 & 0.0172 \end{pmatrix}.$$

2、如权利要求1所述的一种视频图像编码方法，其特征在于在方法实施过程中，做如下近似取值： $\frac{b}{c} = 0.5$ ， $a = \frac{1}{2}$ ， $c = \sqrt{\frac{2}{5}}$ ，

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & -2 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -1 & 1 & -2 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.1581 & 0.25 & 0.1581 \\ 0.1581 & 0.1000 & 0.1581 & 0.1000 \\ 0.25 & 0.1581 & 0.25 & 0.1581 \\ 0.1581 & 0.1000 & 0.1581 & 0.1000 \end{pmatrix}.$$

3、如权利要求1所述的一种视频图像编码方法，其特征在于在方法实施过程中，做如下近似取值： $\frac{b}{c} = 1.5$ ， $a = \frac{1}{2}$ ， $c = 2\sqrt{\frac{1}{26}}$ ，

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & -2 & -3 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -3 & 3 & -2 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0981 & 0.25 & 0.0981 \\ 0.0981 & 0.0385 & 0.0981 & 0.0385 \\ 0.25 & 0.0981 & 0.25 & 0.0981 \\ 0.0981 & 0.0385 & 0.0981 & 0.0385 \end{pmatrix}.$$

4、如权利要求1所述的一种视频图像编码方法，其特征在于在方法实施

过程中, 做如下近似取值: $\frac{b}{c} = 2.4$, $a = \frac{1}{2}$, $c = \frac{5}{13}\sqrt{\frac{1}{2}}$,

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 12 & 5 & -5 & -12 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 5 & -12 & 12 & -5 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \\ a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0272 & 0.25 & 0.0272 \\ 0.0272 & 0.0030 & 0.0272 & 0.0030 \\ 0.25 & 0.0272 & 0.25 & 0.0272 \\ 0.0272 & 0.0030 & 0.0272 & 0.0030 \end{pmatrix}.$$

5、如权利要求1所述的一种视频图像编码方法, 其特征在于在方法实施

过程中, 做如下近似取值: $\frac{b}{c} = 2.6$, $a = \frac{1}{2}$, $c = \frac{5}{2}\sqrt{\frac{1}{97}}$,

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 13 & 5 & -5 & -13 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 5 & -13 & 13 & -5 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \\ a^2 & \frac{ac}{5} & a^2 & \frac{ac}{5} \\ \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} & \frac{ac}{5} & \frac{c^2}{25} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0254 & 0.25 & 0.0254 \\ 0.0254 & 0.0026 & 0.0254 & 0.0026 \\ 0.25 & 0.0254 & 0.25 & 0.0254 \\ 0.0254 & 0.0026 & 0.0254 & 0.0026 \end{pmatrix}.$$

6、如权利要求1所述的一种视频图像编码方法, 其特征在于在方法实施

过程中, 做如下近似取值: $\frac{b}{c} = 3.0$, $a = \frac{1}{2}$, $c = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{5}}$,

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 3 & 1 & -1 & -3 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -3 & 3 & -1 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \\ a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.1118 & 0.25 & 0.1118 \\ 0.1118 & 0.0500 & 0.1118 & 0.0500 \\ 0.25 & 0.1118 & 0.25 & 0.1118 \\ 0.1118 & 0.0500 & 0.1118 & 0.0500 \end{pmatrix}.$$

7、如权利要求1所述的一种视频图像编码方法，其特征在于在方法实施过程中，做如下近似取值： $\frac{b}{c} = 3.5$ ， $a = \frac{1}{2}$ ， $c = 2\sqrt{\frac{1}{106}}$ ，

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 7 & 2 & -2 & -7 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 2 & -7 & 7 & -2 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \\ a^2 & \frac{ac}{2} & a^2 & \frac{ac}{2} \\ \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} & \frac{ac}{2} & \frac{c^2}{4} \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0486 & 0.25 & 0.0486 \\ 0.0486 & 0.0094 & 0.0486 & 0.0094 \\ 0.25 & 0.0486 & 0.25 & 0.0486 \\ 0.0486 & 0.0094 & 0.0486 & 0.0094 \end{pmatrix}.$$

8、如权利要求1所述的一种视频图像编码方法，其特征在于在方法实施过程中，做如下近似取值： $\frac{b}{c} = 4.0$ ， $a = \frac{1}{2}$ ， $c = \sqrt{\frac{1}{34}}$ ，

$$C = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 4 & 1 & -1 & -4 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \\ 1 & -4 & 4 & -1 \end{bmatrix},$$

$$E = \begin{bmatrix} a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \\ a^2 & ac & a^2 & ac \\ ac & c^2 & ac & c^2 \end{bmatrix} \approx \begin{pmatrix} 0.25 & 0.0857 & 0.25 & 0.0857 \\ 0.0857 & 0.0294 & 0.0857 & 0.0294 \\ 0.25 & 0.0857 & 0.25 & 0.0857 \\ 0.0857 & 0.0294 & 0.0857 & 0.0294 \end{pmatrix}.$$

9、如权利要求1至8中任意一项所述的一种视频图像编码方法，但将矩阵C的第一行和第三行元素分别乘以一个正整数k，而第二和第四行元素不变，即：

$$C_1 = \begin{bmatrix} k & k & k & k \\ \dots\dots\dots & & & \\ k-k-k & k & & \\ \dots\dots\dots & & & \end{bmatrix}, \text{ k 为正整数};$$

矩阵 E 相应地改变为:

$$E_1 = E \otimes \begin{bmatrix} \frac{1}{k^2} & \frac{1}{k} & \frac{1}{k^2} & \frac{1}{k} \\ \frac{1}{k} & 1 & \frac{1}{k} & 1 \\ \frac{1}{k^2} & \frac{1}{k} & \frac{1}{k^2} & \frac{1}{k} \\ \frac{1}{k} & 1 & \frac{1}{k} & 1 \end{bmatrix}$$

而实际变换结果 Y 不改变, 即:

$$Y = (CXC^T) \otimes E = (C_1XC_1^T) \otimes E_1.$$

10、如权利要求 1 所述的一种视频图像编码方法, 其特征在于将所述的“ $\otimes E$ ”相乘处理并入到量化和逆量化处理过程中。

1/3

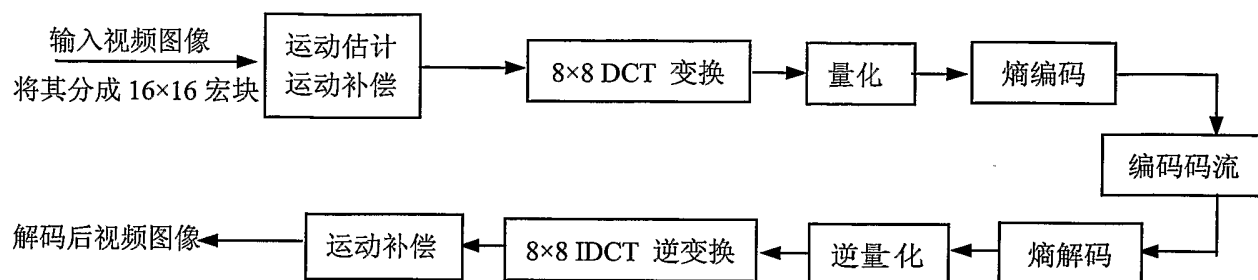


图 1

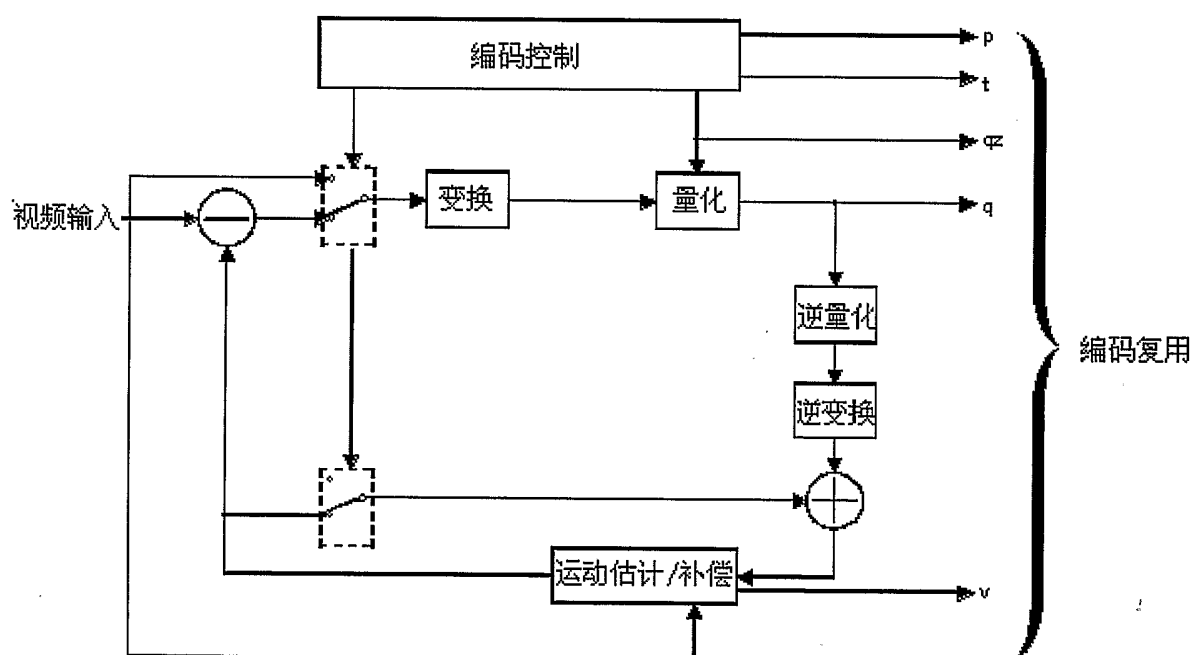


图 2

2/3

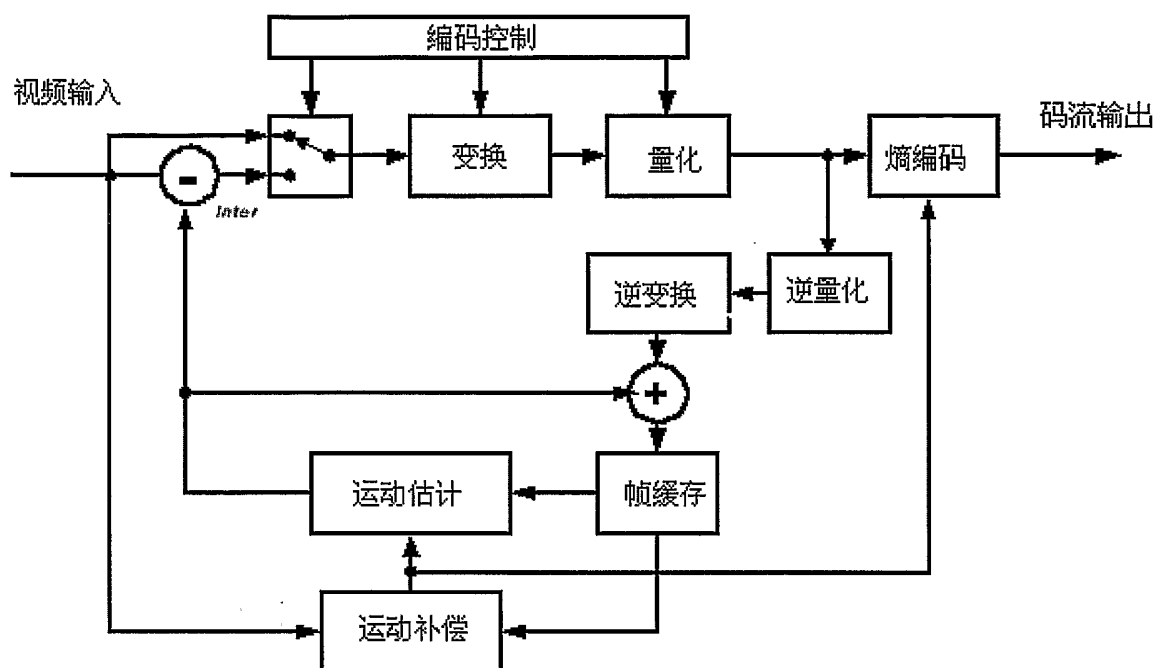


图 3

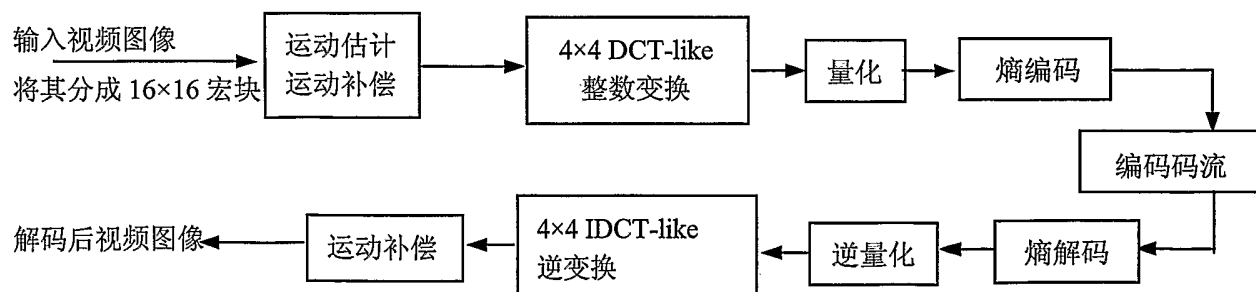


图 4

3/3

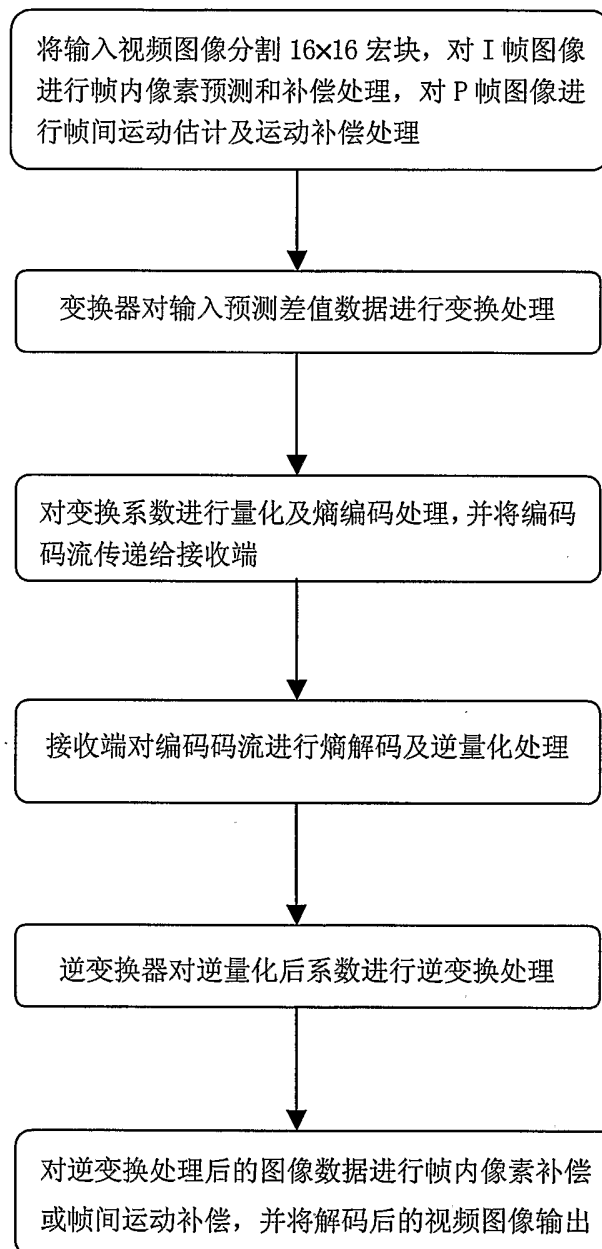


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2004/001111

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC⁷ H04N7/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC⁷ H04N7/24, H04N7/26, H04N7/30, H04N7/50

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

CN

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI; EPODOC; PAJ; CNPAT: integer conversion transformation DCT-like matrix coefficient

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	CN1533184 A(HUAWEI TECHNOLOGIES CO LTD) 29 SEP.2004 (29.09.2004) the whole document	1-10
A	CN1445999 A(UNIV ZHEJIANG) 01 OCT.2003 (01.10.2003) the whole document	1-10
A	CN1455599 A(MICROSOFT CORP) 12 NOV.2003 (12.11.2003) the whole document	1-10
A	JP7-23381 A(NEC CORP) 24 JAN.1995 (24.01.1995) the whole document	1-10
A	Antti Hallapuro, Marta Karczewicz, "Low Complexity Transform and Quantization - Part I: Basic Implementation", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6 Document JTV-B038, January 2002	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
01 JUN.2005 (01.06.2005)

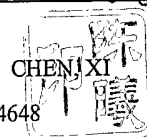
Date of mailing of the international search report

16 · JUN 2005 (16 · 06 · 2005)

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

Telephone No. 86-10-62084648



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information patent family members

Search request No.

PCT/CN2004/001111

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN1533184 A	29.09.2004	NONE	
CN1445999 A	01.10.2003	NONE	
CN1455599 A	12.11.2003	KR2003086423 A	10.11.2003
		EP1359546 A1	05.11.2003
		US2003206582 A1	06.11.2003
		JP2003333598 A	21.11.2003
JP7-23381 A	24.01.1995	NONE	

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2004/001111

A. 主题的分类

IPC⁷ H04N7/30

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC⁷ H04N7/24, H04N7/26, H04N7/30, H04N7/50

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

CN

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNPAT: 整数 变换 类 DCT 矩阵 系数

WPI; EPODOC; PAJ: integer conversion transformation DCT-like matrix coefficient

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
E	CN1533184 A(华为技术有限公司) 29.9 月 2004 (29.09.2004) 全文	1-10
A	CN1445999 A(浙江大学) 01.10 月 2003 (01.10.2003) 全文	1-10
A	CN1455599 A(微软公司) 12.11 月 2003 (12.11.2003) 全文	1-10
A	JP7-23381 A(日本电气株式会社) 24.01 月 1995 (24.01.1995) 全文	1-10
A	Antti Hallapuro, Marta Karczewicz, "Low Complexity Transform and Quantization -Part I: Basic Implementation", ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 and ITU-T SG16 Q.6 Document JTV-B038, January 2002	1-10

☐ 其余文件在 C 栏的续页中列出。

☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件

"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

"T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

"X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

"Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

"&" 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

01.6 月 2005 (01.06.2005)

国际检索报告邮寄日期

16 · 6 月 2005 (16 · 06 · 2005)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

受权官员



电话号码: (86-10)62084648

国际检索报告
关于同族专利成员的情报

国际申请号
PCT/CN2004/001111

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利成员	公布日期
CN1533184 A	29.09.2004	无	
CN1445999 A	01.10.2003	无	
CN1455599 A	12.11.2003	KR2003086423 A	10.11.2003
		EP1359546 A1	05.11.2003
		US2003206582 A1	06.11.2003
		JP2003333598 A	21.11.2003
JP7-23381 A	24.01.1995	无	